

# A CULTURA DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM AMBIENTES DE TRABALHO:

As Práticas Contemporâneas nas Cidades de São Paulo e Londres, no Contexto de Descarbonização, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental.

Juliana Pellegrini Lemos Trigo

FAUUSP, São Paulo  
2022





Figura 1 – São Paulo

Fonte: Neorama  
Studio. Disponível em:  
<https://www.behance.net/gallery/42842083/CAMARGO-CORREA-Sao-Paulo-Corporate-Towers/modules/257682551>





Figura 2 – Londres

Fonte: © Herbert  
Smith Freehills 2022.  
Disponível em: [https://  
www.herbertsmithfreehills.  
com/latest-thinking/  
corporate-debt-treasury-  
report-2021](https://www.herbertsmithfreehills.com/latest-thinking/corporate-debt-treasury-report-2021)



# SÃO PAULO





LONDRES

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da  
Universidade de São Paulo, FAUUSP

Área de Concentração:  
Tecnologia da Arquitetura  
Linha de Conforto Ambiental

Orientadora Profa. Dra. Joana Carla  
Soares Gonçalves

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

# A CULTURA DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM AMBIENTES DE TRABALHO:

As Práticas Contemporâneas nas Cidades de São Paulo e Londres, no Contexto de Descarbonização, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental.

Juliana Pellegrini Lemos Trigo

São Paulo  
2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação  
Serviço Técnico de Biblioteca  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Trigo, Juliana Pellegrini Lemos  
A CULTURA DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM AMBIENTES DE TRABALHO: As Práticas Contemporâneas nas Cidades de São Paulo e Londres, no Contexto de Descarbonização, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental. / Juliana Pellegrini Lemos Trigo; orientadora Joana Carla Soares Gonçalves. - São Paulo, 2022. 355.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura.

1. Processo de Projeto;. 2. Edifício de Alto Desempenho. 3. Prática Profissional. 4. Edifício Ambiental;. I. Gonçalves, Joana Carla Soares, orient. II. Título.

Nome: Trigo, Juliana Pellegrini Lemos

Título: A CULTURA DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM AMBIENTES DE TRABALHO: As Práticas Contemporâneas nas Cidades de São Paulo e Londres, no Contexto de Descarbonização, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental.

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, FAUUSP, Área de Concentração Tecnologia de Arquitetura, Linha de Conforto Ambiental

Aprovado em: \_\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

# Dedicatória

A minha mãe, pelo exemplo  
A meu marido, pelo apoio incondicional



# Agradecimentos

À Orientadora Profa. Dra. Joana Carla Soares Gonçalves, pelo acolhimento, apoio e generosidade durante todo o tempo, ao constante estímulo e a confiança depositada a mim e ao meu processo de pesquisa.

As informações obtidas nas entrevistas foram base fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, sendo assim, meu profundo agradecimento a todos que colaboraram: Alberto Hernandez Neto, Bruno Martinez, Carlos Centurion, Carolina Leme, Catherine Harrington, Daniel Toletto, Daniella Equi, Diego Pastor, Douglas Tolaine, Eduardo Yamada, Flávia de Barros Marcondes, Fabiano Ferreira, Gianfranco Vannucchi, Jack Newton, José Luis Carrera Lemos, José Roberto Muratori, Luiz Henrique Ceotto, Luiz Dornel, Marili Sicoli, Miguel Aflalo, Paula Homsj, Katia Goldberg, Kartikeya Rajput, Kenneth Kinsella, Máira Macedo, Marcos Maran, Mina Hasman, Marcelo Nudel, Marcos Casado, Ricardo Baptista, Roberto Klein, Tercio Ambrizzi, Tim Dwyer, e Yopanan Rebello.

Agradecimento especial, Klaus Bode pelo suporte, pelas conversas e atenção dispensada durante o período da pesquisa em Londres.

Aos professores e à equipe do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAUUSP (LABAUT), em especial a Profa. Dra. Alessandra Prata, a Profa. Dra. Ranny Michalski e a Profa. Dra. Roberta Kronka.

Aos amigos, Cida Bou Ghosh, Eduardo Pizzarro, Samuel Bertrand e em especial a Carolina Bley pela ajuda nesta etapa final.

A minha família, pela força, suporte e carinho em todos os momentos.



# Resumo

## **A CULTURA DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM AMBIENTES DE TRABALHO: As Práticas Contemporâneas nas Cidades de São Paulo e Londres, no Contexto de Descarbonização, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental.**

Os requisitos do projeto arquitetônico mudaram nas últimas décadas com o aumento das demandas devido à complexidade das tecnologias digitais e todos os desafios de adequação relacionados à sustentabilidade e às mudanças climáticas. As exigências para o desempenho do edifício também mudaram, impulsionadas pelas emissões de carbono, qualidade ambiental interna, eficiência energética, consumo dos recursos naturais e da circularidade, além dos desafios relacionados a custo. Tais alterações afetam todas as fases de projeto, construção, e operação, com impacto relevante no ciclo de vida do edifício e *a posteriori*. Frente a essa realidade, a contribuição original da pesquisa é a caracterização do atual processo de projeto nas cidades de Londres e São Paulo. A pesquisa foi desenvolvida com base em entrevistas com agentes da prática profissional que projetam edifícios de alto desempenho ambiental no cenário nacional e internacional, e na análise de dois estudos de caso, um em cada cidade pesquisada. Entre os agentes entrevistados estão profissionais que trabalham nos escritórios: AKTII, ARCHITYPE, Foster and Partners, Rogers Stirk Harbour and Partners, SOM-Skidmore, Owings & Merrill e Urban Systems Design na cidade de Londres. Aflalo e Gasperini, Perkins + Will e Königsberger Vannucchi, MHA Engenharia, Sustentech, CTE na cidade de São Paulo, que são exemplos de notáveis atuações em *design* em seu contexto local. A cultura de processo de projeto é apresentada de forma comparativa, entre as duas cidades, considerando Londres como referência, a partir de uma abordagem holística do processo de projeto do edifício de alto desempenho ambiental, em ambientes de trabalho. Por fim, através da exemplificação da prática, este trabalho caracteriza e qualifica o processo de projeto, entendendo seu valor em cada contexto e identificando lacunas e desafios para a prática profissional, em um período crítico para o alcance das metas de sustentabilidade e zero carbono para o setor da construção nos anos de 2030 e 2050.

Palavras-chave: processo de projeto; prática profissional; edifício de alto desempenho; edifício ambiental; desempenho energético.

# Abstract

*THE DESIGN CULTURE OF THE HIGH PERFORMANCE BUILDING IN WORKPLACES:  
Contemporary Practices in the Cities of São Paulo and London, in the Context of  
Decarbonization, Sustainability and Environmental Quality*

*In the last decades, the design requirements have been affected by the complexity of digital technologies inherent to the building and driven by the demands of sustainability and climate change. Also, the building performance requirements have been deeply impacted by carbon emissions, indoor environmental quality, energy efficiency, consumption of natural resources and circularity, in addition to cost-related challenges. Such changes influence all the building stages, design, construction, and operation, with a relevant impact on the building's life cycle and beyond. Thereby, the original contribution of the research is the characterization of the current design process in the cities of London and São Paulo. This research was developed based on interviews with agents of professional practice who design buildings with high environmental performance in the national and international scenario, and on the analysis of two case studies, one in each city surveyed. Among the agents interviewed are professionals who work in the offices: AKTII, ARCHITYPE, Foster and Partners, Rogers Stirk Harbor and Partners, SOM-Skidmore, Owings & Merrill and Urban Systems Design in the city of London. Aflalo and Gasperini, Perkins + Will and Königsberger Vannucchi, MHA Engenharia, Sustentech, CTE in the city of São Paulo, who are examples of notable design professionals in their local context. The design process culture is presented in a comparative analysis, between the two cities, considering London as a reference, from a holistic approach to the design process of the high environmental performance building, in workspaces. Finally, through the exemplification of practice, this work characterizes and qualifies the design process, understanding its value in each context and identifying gaps and challenges for professional practice, in a critical period for the achievement of sustainability and zero carbon goals for the construction sector in the 2030s and 2050s.*

Keywords: design process; architectural practice; high performance building; environmental building; energy performance.

## Lista de figuras

|   |     |
|---|-----|
| <b>FIGURA 1</b> – SÃO PAULO   | 4   |
| <b>FIGURA 2</b> – LONDRES   | 6   |
| <b>FIGURA 3</b> – PRODUTIVIDADE E WELL-BEING  | 41  |
| <b>FIGURA 4</b> – AUMENTO DA ÁREA CONSTRUÍDA DE EDIFICAÇÕES PARA 2060                   | 51  |
| <b>FIGURA 5</b> – OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ONU                       | 54  |
| <b>FIGURA 6</b> – EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO   | 61  |
| <b>FIGURA 7</b> – PRINCÍPIOS DA SUSTENTABILIDADE APLICADOS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO       | 65  |
| <b>FIGURA 8</b> – TÓPICOS RELACIONADOS A QUALIDADE DO AMBIENTE INTERIOR - QAI           | 67  |
| <b>FIGURA 9</b> – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA   | 69  |
| <b>FIGURA 10</b> – CAMADAS DOS EDIFÍCIOS  | 69  |
| <b>FIGURA 11</b> – ADAPTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS   | 72  |
| <b>FIGURA 12</b> – ECONOMIA CIRCULAR  | 75  |
| <b>FIGURA 13</b> – APLICANDO OS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR AO PROJETO DE EDIFÍCIOS | 75  |
| <b>FIGURA 14</b> – CICLO DE VIDA E CICLO DE VIDA DO CARBONO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO      | 77  |
| <b>FIGURA 15</b> – AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS                           | 79  |
| <b>FIGURA 16</b> – LIMITE DO SISTEMA: EN 15978:2011                                     | 79  |
| <b>FIGURA 17</b> – WHOLE LIFE CARBON  | 83  |
| <b>FIGURA 18</b> – WHOLE LIFE CARBON  | 83  |
| <b>FIGURA 19</b> – CLASSIFICAÇÃO DE CARBONO FONTE: PRODUZIDO PELA AUTORA                | 84  |
| <b>FIGURA 20</b> – EMISSÕES DE CARBONO INCORPORADAS AO CICLO DE VIDA                    | 85  |
| <b>FIGURA 21</b> – SALDO OPERACIONAL NET ZERO   NA ESCALA DO EDIFÍCIO                   | 87  |
| <b>FIGURA 22</b> – SALDO OPERACIONAL NET ZERO   NA ESCALA DO REINO UNIDO                | 87  |
| <b>FIGURA 23</b> – CICLO DE VIDA E CICLO DE UM ATIVO CONSTRUÍDO                         | 89  |
| <b>FIGURA 24</b> – PROPORÇÃO DOS CUSTOS VERSUS PROJETO                                  | 97  |
| <b>FIGURA 25</b> – ETAPAS DE PROJETO  | 100 |
| <b>FIGURA 26</b> – APRESENTAÇÃO DAS ETAPAS DE PROJETO                                   | 100 |
| <b>FIGURA 27</b> – APRESENTAÇÃO DAS ETAPAS DE PROJETO SEGUNDO O MANUAL DE ESCOPO        | 101 |
| <b>FIGURA 28</b> – ABORDAGEM HOLÍSTICA DE PROJETO                                       | 109 |
| <b>FIGURA 29</b> – PROCESSO DE PROJETO TRADICIONAL                                      | 111 |
| <b>FIGURA 30</b> – PROCESSO DE PROJETO INTEGRADO  | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>FIGURA 31</b> – O CÍRCULO VICIOSO DA CULPA _____  | 120 |
| <b>FIGURA 32</b> – ROMPENDO O CÍRCULO VICIOSO DA CULPA _____                               | 120 |
| <b>FIGURA 33</b> – LAÇOS VIRTUOSOS DE FEEDBACK E ADAPTAÇÃO _____                           | 121 |
| <b>FIGURA 34</b> – PROCESSO DE PROJETO   METODOLOGIA URBAN SYSTEMS DESIGN 1 _____          | 123 |
| <b>FIGURA 35</b> – PROCESSO DE PROJETO   METODOLOGIA URBAN SYSTEMS DESIGN 2 _____          | 123 |
| <b>FIGURA 36</b> – RECOMENDAÇÕES DO WORD GBC _____   | 124 |
| <b>FIGURA 37</b> – PRINCIPAIS METAS DE RESULTADOS SUSTENTÁVEIS _____                       | 125 |
| <b>FIGURA 38</b> – PROCESSO DE PROJETO   METODOLOGIA ARUP _____                            | 127 |
| <b>FIGURA 39</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING _____             | 130 |
| <b>FIGURA 40</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING   CFD _____       | 131 |
| <b>FIGURA 41</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING   SIMULAÇÃO _____ | 131 |
| <b>FIGURA 42</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING   SIMULAÇÃO _____ | 132 |
| <b>FIGURA 43</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING   HORAS SOL _____ | 132 |
| <b>FIGURA 44</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING   RADIAÇÃO _____  | 132 |
| <b>FIGURA 45</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING   SIMULAÇÃO _____ | 133 |
| <b>FIGURA 46</b> – PROCESSO DE PROJETO   ENVIRONMENTAL & ENERGY MODELING   SIMULAÇÃO _____ | 133 |
| <b>FIGURA 47</b> – BARRIERS OF DECISION MAKING DURING EARLY DESIGN STAGES. _____           | 135 |
| <b>FIGURA 48</b> – RECORTE   OBJETIVO _____  | 139 |
| <b>FIGURA 49</b> – QUESTÃO CENTRAL _____   | 139 |
| <b>FIGURA 50</b> – METODOLOGIA _____   | 141 |
| <b>FIGURA 51</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWER _____   | 145 |
| <b>FIGURA 52</b> – LSE CENTRE BUILDING _____   | 145 |
| <b>FIGURA 53</b> – EDIFÍCIO DO PARLAMENTO ALEMÃO _____                                     | 154 |
| <b>FIGURA 54</b> – EDIFÍCIO COMMERZBANK TOWER _____  | 154 |
| <b>FIGURA 55</b> – COMMERZBANK TOWER   VISTA DO SKY GARDEN _____                           | 155 |
| <b>FIGURA 56</b> – COMMERZBANK TOWER   COBERTURA DO ÁTRIO CEBTRAL _____                    | 155 |
| <b>FIGURA 57</b> – COMMERZBANK TOWER _____   | 155 |
| <b>FIGURA 58</b> – COMMERZBANK TOWER   PLANTA TÍPICA E CORTE _____                         | 156 |
| <b>FIGURA 59</b> – EDIFÍCIO SOUTH BANK TOWER _____   | 161 |
| <b>FIGURA 60</b> – MODELO ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO SOUTH BANK TOWER _____                    | 161 |
| <b>FIGURA 61</b> – EDIFÍCIO WHITE COLLAR FACTORY _____                                     | 163 |
| <b>FIGURA 62</b> – EDIFÍCIO WHITE COLLAR FACTORY _____                                     | 163 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>FIGURA 63</b> – EDIFÍCIO WHITE COLLAR FACTORY   VISTA INTERNA_____                    | 163 |
| <b>FIGURA 64</b> – ESQUERDA   MANHATTAN LOFT GARDENS - SOM   FACHADAS SUL E OESTE ____   | 200 |
| <b>FIGURA 66</b> – MANHATTAN LOFT GARDENS - SOM   DETALHE FACHADA_____                   | 200 |
| <b>FIGURA 65</b> – DIREITA   MANHATTAN LOFT GARDENS - SOM   FACHADAS NORTE E OESTE____   | 200 |
| <b>FIGURA 67</b> – POTENCIAL DE MUDANÇA PARA A SUSTENTABILIDADE_____                     | 209 |
| <b>FIGURA 68</b> – CONCEITOS PASSIVE HAUS _____  | 214 |
| <b>FIGURA 69</b> – METODOLOGIA DE PROCESSO DE PROJETO DA ARCHITYPE DQI _____             | 215 |
| <b>FIGURA 70</b> – PLANTAS DO ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIA,           | 216 |
| <b>FIGURA 71</b> – IMPLANTAÇÃO ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIA _____     | 216 |
| <b>FIGURA 72</b> – IMPLANTAÇÃO _____   | 216 |
| <b>FIGURA 73</b> – FOTOS DA MAQUETE_____   | 217 |
| <b>FIGURA 74</b> – ESTRATÉGIAS CLIMÁTICAS _____  | 217 |
| <b>FIGURA 75</b> – ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIAL   _____              | 218 |
| <b>FIGURA 76</b> – ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIA   PÁTIO CENTRAL _____ | 218 |
| <b>FIGURA 77</b> – ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIA  ESTRUTURA _____      | 218 |
| <b>FIGURA 78</b> – ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIA   ÁREA DE VIDRO_____  | 219 |
| <b>FIGURA 79</b> – ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIA   _____               | 219 |
| <b>FIGURA 80</b> – ENTERPRISE CENTRE, DA UNIVERSITY OF EAST ANGLIA   ÁTRIO _____         | 219 |
| <b>FIGURA 81</b> – PONTUAÇÃO TOTAL BREEAM 2011   OUTSTANDING _____                       | 220 |
| <b>FIGURA 82</b> – CONSULTA COM A COMUNIDADE _____                                       | 221 |
| <b>FIGURA 83</b> – RESULTADO DA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO EDIFÍCIO- PASSIVHAUS_____      | 222 |
| <b>FIGURA 84</b> – <i>TIMELINE</i> DO PROJETO _____                                      | 224 |
| <b>FIGURA 85</b> – ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE CO <sub>2</sub> _____                     | 224 |
| <b>FIGURA 86</b> – EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS EXISTENTE   NORTH QUAY, WEYMOUTH _____        | 227 |
| <b>FIGURA 87</b> – OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO   TIPO DE DADOS_____                | 230 |
| <b>FIGURA 88</b> – OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO   COLETA DE DADOS E ANÁLISE_____    | 230 |
| <b>FIGURA 89</b> – BENEFÍCIOS DO CARBONO ZERO _____                                      | 235 |
| <b>FIGURA 90</b> – AUMENTO DO CUSTO DE CAPITAL PARA ATINGIR AS METAS DE 2025_____        | 235 |
| <b>FIGURA 91</b> – COMPARAÇÃO ILUSTRATIVA DO CUSTO DO CICLO DE VIDA _____                | 235 |
| <b>FIGURA 92</b> – PROJETO   MUDANÇAS_____   | 245 |
| <b>FIGURA 93</b> – CICLO VIRTUOSO DA INDÚSTRIA _____                                     | 245 |
| <b>FIGURA 94</b> – PROJETO   AÇÕES MULTIDISCIPLINARES NO SETOR DA CONSTRUÇÃO_____        | 247 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>FIGURA 95</b> – METODOLOGIA PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA _____                       | 248 |
| <b>FIGURA 96</b> – LSE CENTRE BUILDING VISTA DA PRAÇA JOHN WATKINS _____                        | 253 |
| <b>FIGURA 97</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIAGRAMA DE USOS _____                                 | 255 |
| <b>FIGURA 98</b> – LSE CENTRE BUILDING   VISTA DAS FACHADAS NOROESTE E NORDESTE _____           | 256 |
| <b>FIGURA 99</b> – LSE CENTRE BUILDING   VISTA DA FACHADA NOROESTE PELA RUA HOUGHTON _____      | 256 |
| <b>FIGURA 100</b> – LSE CENTRE BUILDING   ÁREAS COMUNS _____                                    | 257 |
| <b>FIGURA 101</b> – LSE CENTRE BUILDING   ESCADA ACADÊMICA COM BAFFLES VERMELHOS _____          | 257 |
| <b>FIGURA 102</b> – LSE CENTRE BUILDING   VISTA SUPERIOR DOS TERRAÇO DO 2º E 6º PAVIMENTO _____ | 258 |
| <b>FIGURA 103</b> – ESQUERDA   LSE CENTRE BUILDING   TERRAÇO NO 6º PAVIMENTO _____              | 258 |
| <b>FIGURA 104</b> – DIREITA   LSE CENTRE BUILDING   TERRAÇO NO 2º PAVIMENTO _____               | 258 |
| <b>FIGURA 105</b> – LSE CENTRE BUILDING   VISTA DA PORTUGAL STEET _____                         | 258 |
| <b>FIGURA 106</b> – LSE CENTRE BUILDING   VISTA DO 1º PAVIMENTO _____                           | 259 |
| <b>FIGURA 107</b> – LSE CENTRE BUILDING   ÁREAS COMUNS _____                                    | 259 |
| <b>FIGURA 108</b> – LSE CENTRE BUILDING   TEATRO _____  | 259 |
| <b>FIGURA 109</b> – LSE CENTRE BUILDING   VISTA DA ESCADA PARA O SUBSOLO _____                  | 261 |
| <b>FIGURA 110</b> – LSE CENTRE BUILDING   ESPAÇOS DE PÉ-DIREITO DUPLO DA ESCADA _____           | 261 |
| <b>FIGURA 111</b> – LSE CENTRE BUILDING   ÁTRIO VISTO DO SEGUNDO ANDAR _____                    | 261 |
| <b>FIGURA 112</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIAGRAMA DA PRAÇA PÚBLICA _____                       | 263 |
| <b>FIGURA 113</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIAGRAMA DA ESCADA ACADÊMICA _____                    | 263 |
| <b>FIGURA 114</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIAGRAMA DE FLUXOS NO TÉRREO DO CAMPUS _____          | 263 |
| <b>FIGURA 115</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIFERENÇA DE COR DA FACHADA _____                     | 263 |
| <b>FIGURA 116</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIAGRAMA DE ESTRATÉGIAS E DESIGN INTEGRADO _____      | 264 |
| <b>FIGURA 117</b> – LSE CENTRE BUILDING   ESTUDO URBANO 1 _____                                 | 265 |
| <b>FIGURA 118</b> – LSE CENTRE BUILDING   ESTUDO URBANO 2 _____                                 | 265 |
| <b>FIGURA 119</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIAGRAMA DOS PRINCÍPIOS DE PROJETO DA FACHADA _____   | 267 |
| <b>FIGURA 120</b> – LSE CENTRE BUILDING   DIAGRAMAS _____                                       | 267 |
| <b>FIGURA 121</b> – LSE CENTRE BUILDING   MAPEAMENTO DE IRRADIAÇÃO _____                        | 267 |
| <b>FIGURA 122</b> – LSE CENTRE BUILDING   VISTA DA FACHADA NOROESTE _____                       | 269 |
| <b>FIGURA 123</b> – LSE CENTRE BUILDING   DETALHE DA CORTINA DA FACHADA _____                   | 269 |
| <b>FIGURA 124</b> – LSE CENTRE BUILDING   ESTUDO DE SUPERAQUECIMENTO _____                      | 271 |
| <b>FIGURA 125</b> – LSE CENTRE BUILDING   PROJETO DE SOMBREAMENTO _____                         | 271 |
| <b>FIGURA 126</b> – LSE CENTRE BUILDING   MODELO BIM _____                                      | 271 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>FIGURA 127</b> – DIREITA   LSE CENTRE BUILDING   DETALHES DAS CONEXÕES _____        | 273 |
| <b>FIGURA 128</b> – ESQUERDA   LSE CENTRE BUILDING   NÍVEIS SUPERIORES _____           | 273 |
| <b>FIGURA 129</b> – ROGERS STIRK HARBOUR + PARTNERS. _____                             | 273 |
| <b>FIGURA 130</b> – ESQUERDA   LSE CENTRE BUILDING   ÁTRIO DOS NÍVEIS ACADÊMICOS _____ | 273 |
| <b>FIGURA 131</b> – DIREITA   LSE CENTRE BUILDING   ESTRUTURA E SISTEMAS _____         | 273 |
| <b>FIGURA 132</b> – LSE CENTRE BUILDING   ANÁLISE DO CICLO DE VIDA _____               | 275 |
| <b>FIGURA 133</b> – LSE CENTRE BUILDING   CARBONO INCORPORADO _____                    | 275 |
| <b>FIGURA 134</b> – LSE CENTRE BUILDING   MOCKUP DA FACHADA _____                      | 275 |
| <b>FIGURA 135</b> – LSE CENTRE BUILDING   PLANTA DO TÉRREO _____                       | 278 |
| <b>FIGURA 136</b> – LSE CENTRE BUILDING   PLANTA DO 1º PAVIMENTO _____                 | 278 |
| <b>FIGURA 137</b> – LSE CENTRE BUILDING   PLANTA DO 2º PAVIMENTO _____                 | 278 |
| <b>FIGURA 138</b> – LSE CENTRE BUILDING   PLANTA DO 4º E 5º PAVIMENTO _____            | 279 |
| <b>FIGURA 139</b> – LSE CENTRE BUILDING   PLANTA DO 6º PAVIMENTO _____                 | 279 |
| <b>FIGURA 140</b> – LSE CENTRE BUILDING   PLANTA DO 7º AO 11º PAVIMENTO _____          | 279 |
| <b>FIGURA 141</b> – LSE CENTRE BUILDING   PLANTA DO 12º PAVIMENTO _____                | 280 |
| <b>FIGURA 142</b> – LSE CENTRE BUILDING   CORTE W _____                                | 280 |
| <b>FIGURA 143</b> – LSE CENTRE BUILDING   CORTE N _____                                | 280 |
| <b>FIGURA 144</b> – LSE CENTRE BUILDING   CORTE C _____                                | 281 |
| <b>FIGURA 145</b> – LSE CENTRE BUILDING   FOTO DA MAQUETE _____                        | 281 |
| <b>FIGURA 146</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS _____                                   | 283 |
| <b>FIGURA 147</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   VISTA SUPERIOR _____                  | 285 |
| <b>FIGURA 148</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   ENTORNO _____                         | 285 |
| <b>FIGURA 149</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   DETALHE DA FACHADA _____              | 286 |
| <b>FIGURA 150</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   TÉRREO ARBORIZADO _____               | 286 |
| <b>FIGURA 151</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   RECEPÇÃO _____                        | 287 |
| <b>FIGURA 152</b> – ESQUERDA   SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   ACESSO _____               | 287 |
| <b>FIGURA 153</b> – DIREITA   SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   MARQUISE DE ACESSO _____    | 287 |
| <b>FIGURA 154</b> – ESQUERDA   SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   FACHADA _____              | 287 |
| <b>FIGURA 155</b> – DIREITA   SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   DIAGRAMA _____              | 287 |
| <b>FIGURA 156</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO _____       | 289 |
| <b>FIGURA 157</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   VISTA INTERNA _____                   | 291 |
| <b>FIGURA 158</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   SISTEMA CONSTRUTIVO _____             | 291 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>FIGURA 159</b> – STAKEHOLDERS DO PROCESSO _____                                       | 293 |
| <b>FIGURA 160</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   TESTES EM TÚNEL DE VENTO _____          | 295 |
| <b>FIGURA 161</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   SIMULAÇÃO DO MAPEAMENTO SONORO __       | 295 |
| <b>FIGURA 162</b> – ESQUERDA   SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   DETALHE BRISES E ESQUADRIAS  | 297 |
| <b>FIGURA 163</b> – DIREITA   SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   DETALHE BRISE E SISTEMAS ____ | 297 |
| <b>FIGURA 164</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   ESTRATÉGIAS DE EFICIÊNCIA HÍDRICA ____  | 297 |
| <b>FIGURA 165</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   FOTO DA MAQUETE _____                   | 298 |
| <b>FIGURA 166</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   CENTRAL DE BMS DO EDIFÍCIO _____        | 298 |
| <b>FIGURA 167</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   SOLUÇÃO ESTRUTURAL _____                | 299 |
| <b>FIGURA 168</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   SISTEMA <i>STEEL DECK</i> _____         | 299 |
| <b>FIGURA 169</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   ESTRUTURA _____                         | 299 |
| <b>FIGURA 170</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   SEQUÊNCIA TÍPICA DE EXECUÇÃO _____      | 300 |
| <b>FIGURA 171</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   CORTE _____                             | 301 |
| <b>FIGURA 172</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   IMPLANTAÇÃO _____                       | 301 |
| <b>FIGURA 173</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   2º PAVIMENTO _____                      | 302 |
| <b>FIGURA 174</b> – SÃO PAULO CORPORATE TOWERS   14º PAVIMENTO _____                     | 302 |

## Lista de Gráficos

|   |     |
|---|-----|
| <b>GRÁFICO 1</b> – IMPACTO DA SUSTENTABILIDADE NO VALOR                                   | 39  |
| <b>GRÁFICO 2</b> – CUSTOS OPERACIONAIS DE EMPRESAS  | 41  |
| <b>GRÁFICO 3</b> – RESUMO DAS CONCENTRAÇÕES DE CO <sub>2</sub> ATMOSFÉRICO                | 41  |
| <b>GRÁFICO 4</b> – MUDANÇA DE TEMPERATURA GLOBAL OBSERVADA                                | 45  |
| <b>GRÁFICO 5</b> – CAMINHOS DE EMISSÕES GLOBAIS LÍQUIDAS ESTILIZADAS DE CO <sub>2</sub> , | 45  |
| <b>GRÁFICO 6</b> – CATEGORIZAÇÃO POR ORIGEM DOS AUTORES                                   | 46  |
| <b>GRÁFICO 7</b> – CATEGORIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS MEDIDA EM RELAÇÃO À ADAPTAÇÃO             | 47  |
| <b>GRÁFICO 8</b> – POPULAÇÃO HISTÓRICA E PROJETADA  | 49  |
| <b>GRÁFICO 9</b> – PERSPECTIVAS DA URBANIZAÇÃO MUNDIAL                                    | 49  |
| <b>GRÁFICO 10</b> – CONSTRUÇÃO, POPULAÇÃO E ENERGIA DO SETOR CONSTRUTIVO                  | 51  |
| <b>GRÁFICO 11</b> – DEMANDA DE ENERGIA POR USO FINAL - SETOR EDIFICAÇÕES                  | 51  |
| <b>GRÁFICO 12</b> – ENERGIA PARA USO DE RESFRIAMENTO DO AMBIENTE - SETOR EDIFICAÇÕES      | 52  |
| <b>GRÁFICO 13</b> – ENERGIA E EMISSÕES EM EDIFICAÇÕES - SETOR EDIFICAÇÕES                 | 57  |
| <b>GRÁFICO 14</b> – SUSTENTABILIDADE  | 63  |
| <b>GRÁFICO 15</b> – ESTUDOS RELACIONADOS A QAI  | 67  |
| <b>GRÁFICO 16</b> – EXEMPLO DE EMISSÕES WLC AO LONGO DO TEMPO                             | 89  |
| <b>GRÁFICO 17</b> – ALINHAMENTO DE METAS DE CARBONO INCORPORADO                           | 90  |
| <b>GRÁFICO 18</b> – CUSTO DO CICLO DE VIDA DO EDIFÍCIO                                    | 95  |
| <b>GRÁFICO 19</b> – PERFIL DE 25 ANOS   EXCLUINDO CUSTOS SALARIAIS                        | 97  |
| <b>GRÁFICO 20</b> – PERFIL DE 25 ANOS   INCLUINDO CUSTOS SALARIAIS                        | 97  |
| <b>GRÁFICO 21</b> – ESQUERDA   DESIGN & BUILD   | 107 |
| <b>GRÁFICO 22</b> – DIREITA   INTEGRATED PROJECT DELIVERY                                 | 107 |
| <b>GRÁFICO 23</b> – COLLABORATIVE SYNTHESIS   | 115 |
| <b>GRÁFICO 24</b> – MÉTODO DE ESTUDO COLABORATIVO, <i>COLLABORATIVE SYNTHESIS</i> (2015)  | 116 |
| <b>GRÁFICO 25</b> – TEMPO X CUSTO E POSSIBILIDADE DE MUDANÇA                              | 118 |
| <b>GRÁFICO 26</b> – CUSTO E OPORTUNIDADE DE MUDANÇA                                       | 118 |
| <b>GRÁFICO 27</b> – PROCESSO DE PROJETO   METODOLOGIA SOM                                 | 124 |
| <b>GRÁFICO 28</b> – PLANO DE TRABALHO RIBA 2020   | 125 |
| <b>GRÁFICO 29</b> – AS MAIORES BARREIRAS PARA ALCANÇAR PROJETOS <i>NET ZERO CARBON</i>    | 159 |
| <b>GRÁFICO 30</b> – EDIFÍCIOS COM CERTIFICAÇÃO BREEAM                                     | 173 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>GRÁFICO 31</b> – EDIFÍCIOS COM CERTIFICAÇÃO LEED _____                                      | 173 |
| <b>GRÁFICO 32</b> – EDIFÍCIOS COM CERTIFICAÇÃO WELL BRASIL _____                               | 174 |
| <b>GRÁFICO 33</b> – EDIFÍCIOS COM CERTIFICAÇÃO WELL REINO UNIDO _____                          | 174 |
| <b>GRÁFICO 34</b> – DURAÇÃO DO EMPREENDIMENTO _____  | 198 |
| <b>GRÁFICO 35</b> – MODELAGEM DO CENÁRIO CLIMÁTICO FUTURO _____                                | 221 |
| <b>GRÁFICO 36</b> – RESULTADO DA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO EDIFÍCIO _____                      | 222 |
| <b>GRÁFICO 37</b> – ANÁLISE DETALHADA DE CARBONO INCORPORADO _____                             | 223 |
| <b>GRÁFICO 38</b> – MADEIRA DE ORIGEM LOCAL _____  | 223 |
| <b>GRÁFICO 39</b> – AVALIAÇÃO DOS CONSUMOS DA EDIFICAÇÃO- PROJETO E USO _____                  | 225 |
| <b>GRÁFICO 40</b> – COMPARATIVO DO CICLO DE VIDA DO CARBONO _____                              | 225 |
| <b>GRÁFICO 41</b> – ANÁLISE INICIAL DE CARBONO NOS COMPONENTES _____                           | 225 |
| <b>GRÁFICO 42</b> – CARBONO CUMULATIVO DO CICLO DE VIDA   TONELADAS DE CO <sub>2</sub> E _____ | 227 |
| <b>GRÁFICO 43</b> – COMPARAÇÃO DE CARBONO DO CICLO DE VIDA _____                               | 228 |
| <b>GRÁFICO 44</b> – VELOCIDADE DE LOCAÇÃO   PROJETOS CONCLUÍDOS 2013-2017 _____                | 237 |
| <b>GRÁFICO 45</b> – CUSTO DO PROJETO EM RELAÇÃO AO VALOR DA CONSTRUÇÃO _____                   | 239 |

## Lista de Tabelas

|  |     |
|--|-----|
| <b>TABELA 1</b> - MAIORES CIDADES POR POPULAÇÃO E PIB POR REGIÃO EM 2030 _____       | 49  |
| <b>TABELA 2</b> - FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE _____               | 93  |
| <b>TABELA 3</b> - RIBA - PLAN OF WORK 2020. _____                                    | 103 |
| <b>TABELA 4</b> - COMPARAÇÃO PROCESSO DE PROJETO TRADICIONAL E PROJETO INTEGRADO__   | 108 |
| <b>TABELA 5</b> - RELAÇÃO DE ENTREVISTADOS DESTA PESQUISA _____                      | 143 |
| <b>TABELA 6</b> - TEMPOS ESTIMADOS DAS ETAPAS DE DESIGN _____                        | 199 |
| <b>TABELA 7</b> - ANÁLISE DE CUSTO DO CICLO DE VIDA _____                            | 220 |
| <b>TABELA 8</b> - COMPARAÇÃO DO IMPACTO DE CARBONO DO CICLO DE VIDA   TONELADAS ____ | 228 |



# Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>  | <b>35</b> |
| 1.1. CONTEXTO ATUAL   | 44        |
| 1.1.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS - IMPACTO GLOBAL   | 44        |
| 1.1.2. SETOR DAS EDIFICAÇÕES - CRESCIMENTO, CONSUMOS E EMISSÕES                               | 48        |
| 1.1.3. AÇÕES E REGULAMENTAÇÕES DO SETOR   | 53        |
| <b>2. CONCEITOS, DEFINIÇÕES E MÉTRICAS DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO NO CONTEXTO ATUAL</b>   | <b>59</b> |
| 2.1. EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO  | 60        |
| 2.2. SUSTENTABILIDADE   | 63        |
| 2.2.1. SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE CONSTRUÍDO  | 63        |
| 2.2.2. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO  | 66        |
| 2.2.3. ENERGIA  | 68        |
| 2.2.4. CAMADAS DOS EDIFÍCIOS - <i>BUILDING IN LAYERS</i>                                      | 68        |
| 2.2.5. ADAPTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS   | 71        |
| 2.2.6. ECONOMIA CIRCULAR  | 73        |
| 2.2.7. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA   | 76        |
| 2.2.8. NET ZERO ENERGY  | 78        |
| 2.2.9. NET ZERO CARBON  | 80        |
| 2.2.10. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL  | 91        |
| 2.3. A CULTURA DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM AMBIENTES DE TRABALHO | 92        |
| 2.3.1. ANÁLISE DE CUSTO DO CICLO DE VIDA  | 94        |
| 2.3.2. DIFERENÇA ENTRE PROJETO E DESIGN   | 96        |
| 2.3.3. EDIFÍCIOS NOVOS VERSUS EXISTENTES  | 98        |
| 2.3.4. ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO  | 99        |
| 2.3.5. MÉTODOS PARA ENTREGA DE PROJETO  | 106       |
| 2.3.6. PROJETO INTEGRADO E COLABORATIVO   | 108       |
| 2.3.7. CUSTO E OPORTUNIDADE DE MUDANÇAS   | 117       |

|  |            |
|--|------------|
| 2.3.8. CÍRCULO VICIOSO VERSUS CÍRCULO VIRTUOSO _____                                     | 117        |
| 2.3.9. METODOLOGIAS DE PROCESSO DE PROJETO _____   | 122        |
| 2.3.10. FERRAMENTAS _____  | 128        |
| 2.3.10.1. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NOS ESTÁGIOS INICIAIS DO DESIGN ____                | 130        |
| <b>3. METODOLOGIA _____</b>  | <b>137</b> |
| 3.1. OBJETIVO _____  | 138        |
| 3.2. METODOLOGIA _____   | 140        |
| 3.2.1. EMBASAMENTO TEÓRICO _____   | 141        |
| 3.2.2. LEVANTAMENTO DE CAMPO _____   | 142        |
| 3.2.2.1. ENTREVISTAS _____   | 142        |
| 3.2.2.2. QUESTIONÁRIO _____  | 142        |
| 3.2.3. ESTUDOS DE CASO _____   | 144        |
| 3.2.3.1. VISITA <i>IN LOCO</i> _____   | 146        |
| 3.2.4. FORMA DE ANÁLISE DE RESULTADOS _____  | 146        |
| 3.2.5. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ESTUDOS DE CASO _____                         | 147        |
| <b>4. A EXPERIÊNCIA DA PRÁTICA PROFISSIONAL: REFERÊNCIAS DE SÃO PAULO E LONDRES ____</b> | <b>151</b> |
| 4.1. ENTREVISTAS DE LONDRES E SÃO PAULO _____  | 152        |
| 4.1.1. DEFINIÇÃO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO _____                                    | 152        |
| 4.1.2. METAS E RESULTADOS ESPECÍFICOS DO PROJETO _____                                   | 153        |
| 4.1.3. PAPEL DO ARQUITETO _____  | 175        |
| 4.1.4. PAPEL DO ENGENHEIRO E SUA RELAÇÃO COM O ARQUITETO _____                           | 178        |
| 4.1.5. PROCESSO DE PROJETO _____   | 179        |
| 4.1.5.1. DESAFIOS E REQUISITOS PARA UM ED. DE ALTO DESEMPENHO SÃO PAULO                  | 180        |
| 4.1.5.2. PROPRIETÁRIO _____  | 181        |
| 4.1.5.3. REQUISITOS DE PROJETO _____   | 183        |
| 4.1.5.4. PROJETO INTEGRADO _____   | 187        |
| 4.1.5.5. EQUIPES E AGENTES INSERIDOS NO PROCESSO _____                                   | 191        |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.5.6. TEMPOS E CICLOS DE PROJETO                                     | 198 |
| 4.1.5.7. FERRAMENTAS  | 201 |
| 4.1.5.7.1. FERRAMENTAS COMP. DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL       | 201 |
| 4.1.5.7.2. FERRAMENTAS DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIM            | 206 |
| 4.1.5.8. METODOLOGIA DE PROJETO   | 208 |
| 4.1.5.9. ADAPTABILIDADE   | 226 |
| 4.1.5.10. USO DA EDIFICAÇÃO - TECNOLOGIA DE COLETA DE DADOS             | 229 |
| 4.1.5.11. CUSTO E VALOR   | 232 |
| 4.1.5.12. FUTURO DO PROCESSO DE PROJETO                                 | 240 |
| 4.1.6. CONCLUSÕES PRELIMINARES  | 241 |
| 4.2. ESTUDOS DE CASO  | 251 |
| 4.2.1. LONDRES  | 251 |
| 4.2.1.1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO  | 251 |
| 4.2.1.2. A VISÃO DOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS                           | 252 |
| 4.2.1.2.1. REQUISITOS DE PROJETO (BRIEFING)                             | 254 |
| 4.2.1.2.2. FACHADA E VENTILAÇÃO NATURAL                                 | 262 |
| 4.2.1.2.3. ABORDAGEM DE PROJETO PELA EQUIPE DE ENVIRONMENTAL            | 266 |
| 4.2.1.2.4. FERRAMENTAS  | 270 |
| 4.2.1.2.5. ESTRUTURA DO EDIFÍCIO  | 270 |
| 4.2.1.2.6. ANÁLISE DO CICLO CARBONO                                     | 272 |
| 4.2.1.2.7. TEMPO E ETAPAS DE PROJETO                                    | 274 |
| 4.2.1.2.8. DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PROJETO                       | 274 |
| 4.2.1.2.9. BOAS PRÁTICAS APLICADAS AO EDIFÍCIO E AO PROCESSO DE PROJETO | 276 |
| 4.2.2. SÃO PAULO  | 277 |
| 4.2.2.1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO  | 277 |
| 4.2.2.2. A VISÃO DOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS                           | 277 |
| 4.2.2.2.1. REQUISITOS DE PROJETO (BRIEFING)                             | 282 |
| 4.2.2.2.2. ESTRUTURA DO PROJETO   | 282 |

|   |            |
|---|------------|
| 4.2.2.2.3. RESPONSABILIDADES DO PROJETO DE ARQUITETURA _____            | 284        |
| 4.2.2.2.4. DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PROJETO _____                 | 284        |
| 4.2.2.2.5. INTEGRAÇÃO DA EQUIPE DE PROJETO _____                        | 290        |
| 4.2.2.2.6. ABORDAGEM DE SUSTENTABILIDADE E AS TOMADAS DE DECISÕES ____  | 292        |
| 4.2.2.2.7. FERRAMENTAS _____  | 294        |
| 4.2.2.2.8. TEMPO E ETAPAS DE PROJETO _____                              | 296        |
| 4.2.2.2.9. BOAS PRÁTICAS APLICADAS AO EDIFÍCIO E AO PROCESSO DE PROJETO | 296        |
| 4.2.3. DISCUSSÃO DOS ESTUDOS DE CASO _____                              | 303        |
| <b>5. CONCLUSÃO _____</b>   | <b>307</b> |
| 5.1. CONCLUSÃO _____  | 308        |
| 5.2. DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA _____                                   | 310        |
| <b>6. BIBLIOGRAFIA _____</b>  | <b>313</b> |
| <b>7. APÊNDICE _____</b>  | <b>323</b> |
| <b>8. ANEXOS _____</b>  | <b>337</b> |



# 1. INTRODUÇÃO

O Royal Institute of British Architects (RIBA), no documento *Architects and Research-Based Knowledge* reconhece a estreita relação entre pesquisa e inovação em *design*<sup>1</sup>, o papel da pesquisa está na criação da percepção e do conhecimento, afirmando que “A prática do *design* pode ser entendida como uma forma de pesquisa científica desde que ambas são vistas como atividades projetuais”.

A pesquisa em *design* deve colocar foco específico na criação de novas percepções e conhecimento através do próprio trabalho de *design* ou da prática profissional. Esse conhecimento é muitas vezes diferente, mas de igual valor, aos tipos de percepções e conhecimentos adquiridos por meio das ciências naturais tradicionais, ciências sociais e humanidades. (FRASER, 2013)

Ainda segundo RIBA, os benefícios para a prática da arquitetura e seu envolvimento com a pesquisa acadêmica não parecem ter sido abordados na literatura, mas isso não implica que a pesquisa acadêmica não tenha valor para os arquitetos, sendo uma expressão em evolução. No entanto, barreiras para o engajamento mais amplo da pesquisa acadêmica ainda existem, incluindo a preferência pela troca de conhecimento por meio de artigos e periódicos acadêmicos e sugerindo de que os principais motivadores por pesquisas acadêmicas não estejam relacionados à profissão, embora os arquitetos acadêmicos estejam desafiando a comunidade acadêmica a ser mais receptiva a prática projetual.”

Entretanto, a pesquisa não é uma novidade para a arquitetura e sua prática, o que pode ser visto como novo é a crescente conscientização, tanto na profissão de arquiteto quanto na academia, de que a prática do *design* também é uma forma de gerar novos conhecimentos e um meio de pesquisa (HENSEL, NILSSON; 2016).

Bart Lootsma (2001) coloca que não se trata apenas da pesquisa em si, mas também da questão de transformar essa pesquisa em um método de *design* e até em um processo sistemático, bem como na prática de uma maneira geral, algo que se acredita ver sinais crescentes atualmente.

Lootsma afirma que a pesquisa, em grande parte, estava relacionada sobre a história e que atualmente se concentra no “novo”, nas mudanças que parecem desestabilizar a disciplina. Nesse debate sobre a pesquisa arquitetônica em *design*, Alejandro Zaera-Polo enfatizou a importância de explorar o conhecimento específico da arquitetura. Anteriormente era, segundo ele, direcionada a áreas de conhecimento que são supra-disciplinares (economia, sociologia, filosofia) ou sub-disciplinares (engenharia, gestão da construção) em relação à disciplina de arquitetura. A possibilidade de produzir conhecimento capaz de analisar e articular efetivamente ambos os níveis é um nicho a ser explorado, argumenta ele. A arquitetura como uma disciplina que por si mesma envolve e sempre se relaciona com muitas outras disciplinas, têm o potencial para fazê-lo por meio de pesquisas, engajadas diretamente em processos de transformação do ambiente construído, na prática da arquitetura.

A arquitetura como disciplina, constitui um campo onde se amalgamam tipos muito diferentes de saberes. Suas habilidades profissionais consistem em habilidades, por um lado, para interpretar através do raciocínio racional e, por outro, para descobrir potenciais inesperados por modelagem e *design* experimental. O potencial do uso em pesquisa tornou-se cada vez mais evidente no início do novo milênio, com possíveis benefícios tanto para a academia quanto para a prática profissional (ARETZ e ZAERA-POLO, 2003).

---

1 O projeto compreende duas categorias de processos, que se inter-relacionam e se justapõem para sua realização, o processo de gerenciamento de projeto (*Project*) o processo de projeto de desenho do produto (*Design*), para não haver entendimentos equivocados, será utilizado o termo *design*, quando estivermos nos referindo a etapa de desenho.

Existem alguns fatores importantes que impulsionam a necessidade da pesquisa em *design* e que contribuem para as mudanças da prática arquitetônica que vivemos atualmente, que influenciam essa prática: (i) a crescente complexidade dos projetos arquitetônicos; (ii) as tecnologias digitais e seu rápido desenvolvimento. Esses fatores estão relacionados de várias maneiras, além de estarem reunidos na prática projetual. (HENSEL e NILSSON; 2016)

Os projetos arquitetônicos, estão se tornando mais complexos em vários aspectos, inclusive no que diz respeito às questões de sustentabilidade em todas as suas vertentes. A necessidade urgente de novos conhecimentos em relação à sustentabilidade é um importante impulso para a pesquisa. Todos os projetos arquitetônicos hoje precisam abordar de maneira mais consciente os desafios sociais, ecológicos, econômicos e culturais da sociedade, onde o ambiente construído tem tido um papel na criação de muitos dos problemas, como também tem o papel de buscar novas soluções sustentáveis. Essa consciência pressiona todos os atores envolvidos no projeto, construção e operação na transformação do ambiente construído, para desenvolver novos conhecimentos e abordagens. Diferentes agentes do processo, profissionais e disciplinas precisam colaborar de um maneiras mais integradas para enfrentar estes desafios. (HENSEL e NILSSON; 2016). É relevante ressaltar que as questões de sustentabilidade passam a abarcar, devido aos impactos das mudanças climáticas, o tema da descarbonização nas edificações, adicionando mais uma questão de grande impacto na metodologia, no processo e nos objetivos esperados para as edificações em um cenário de curto a médio prazo, para alcançar edifícios *zero carbon*<sup>2</sup> até 2050.

As tecnologias digitais significaram uma enorme mudança na prática arquitetônica, fornecendo novas ferramentas para projetar e produzir arquitetura, bem como em todas as disciplinas inseridas no processo, que por meio destas, auxiliam na análise, visualização, fluxos de informações e materiais, etc. em diferentes escalas. As tecnologias digitais também abriram novas formas de colaboração, tanto internamente nos escritórios quanto com outros atores externos. Tornaram-se um instrumento de intercâmbio entre os diferentes profissionais, por meio do uso de imagens e modelos 3D, as visualizações atravessam fronteiras anteriormente distintas, entre as disciplinas e profissões, apoiando a integração de pesquisa e prática. As possibilidades de novos tipos e formas de colaboração possibilitadas pelas ferramentas digitais ajudam a lidar com a complexidade dos projetos arquitetônicos mencionados acima. (HENSEL e NILSSON, 2016; NATIVIDADE, 2010).

Outra questão que fomenta o campo da pesquisa para a arquitetura, diz respeito a mudança nos ambientes de trabalho, ao longo destes últimos 30 anos a maneira como os ocupantes utilizam e se relacionam com os espaços, às necessidades e contextos destes espaços vem se alterando, há uma tendência crescente de se projetar e construir escritórios de planta livre em todo o mundo, especialmente em escritórios corporativos. Esta tendência é fortemente influenciada pela introdução da tecnologia da informação e comunicação e das formas mais flexíveis na organização dos processos e gestão das empresas (De CROON et al., 2005; De BEEN e BEIJER, 2014; CANDIDO et al., 2016). O *design* de espaços de escritórios, desde então, evoluiu ao lado de mudanças nas tendências das práticas de trabalho (CABE, BCO, 2005).

A crise energética de 1970 impactou a arquitetura e impulsionou ações em diferentes frentes, como a criação do *International Energy Agency* (IEA). Sediada em Paris com 30 países membros. A agência marcou o início da prática de implementação de regulamentos e pesquisa no setor energético para os edifícios. Neste mesmo período, no âmbito de qualidade ambiental,

---

2 Optou-se em manter os termos, que definem os conceitos que foram estabelecidos originalmente na língua inglesa, como *zero energy* (zero energia); *zero carbon* (zero carbono), *net zero energy* (zero energia líquida), *net zero carbon* (zero carbono líquido), *carbon neutral* (carbono neutro).

ocorreu como ficou conhecida a síndrome do edifício doente (*Sick Building Syndrome* - SBS), que gerou problemas na qualidade interna do ar nos sistemas de ar condicionado. “Como consequência, no final da década de 1980 e início da década de 1990, questões ambientais começaram a ser contempladas, exigindo soluções mais sensíveis ao clima e aos edifícios com maior eficiência energética” (GONÇALVES, 2010)

A Agência Internacional de Energia (IEA) define o edifício de menor impacto ambiental, como aquele de melhor eficiência energética e menor demanda de água e materiais, ao mesmo tempo que promove a qualidade ambiental interna (IEA, 2008).

Os edifícios de alto desempenho definidos pelo *National Institute of Building Sciences* e pelo *High Performance Building Council*, descrevem como o edifício que emprega fatores humanos, ambientais e econômicos, tendo um enorme impacto na sociedade. Eles também são um produto da aplicação de princípios do *design* ambiental para construção, operação e manutenção, sendo uma mudança de paradigma no ambiente construído.

No contexto do projeto ambiental contemporâneo, o “edifício sustentável” também é entendido como o “edifício ambiental”, o que contraria a ideia de desempenho determinístico, associado a um pequeno conjunto de regras, regulamentos e soluções de projeto preconcebidas (GONÇALVES, 2015). Uma abordagem atual da edificação ambiental é resultado de um projeto de *design* concebido para inserção climática e adaptação dos usuários para alcançar a qualidade ambiental, com impacto direto e positivo no desempenho energético e valor financeiro dos edifícios, no futuro das mudanças climáticas e regulamentos energéticos cada vez mais rigorosos. (GONÇALVES, 2016).

Projetar com clima e hábitos culturais e comportamentais é o cerne da noção de conforto adaptativo (NICOL e HUMPHREYS, 2002), que é a base para o *design* de edifícios ambientalmente melhores. A ideia do conceito de adaptação ambiental é criar múltiplas oportunidades para os ocupantes dos edifícios encontrarem as suas próprias condições de conforto. Projetar para facilitar a comunicação entre os ambientes internos e externos, em função do clima local, do perfil de uso dos edifícios, das expectativas ambientais dos usuários e das condições gerais do entorno imediato. Do ponto de vista técnico, o processo de projeto inicia-se com a redução da demanda energética para climatização do espaço e iluminação artificial, que é altamente influenciada pela forma da construção, tratamento das fachadas bem como a sua orientação e *layout* do espaço interno. Segue-se para a definição e desenho dos sistemas de baixo consumo energético (sistemas ativos) para minimizar qualquer consumo residual. (GONÇALVES e BODE, 2011)

A crise energética dos anos 1970 chamou a atenção do mundo para a tipologia do edifício alto selado, que é um grande consumidor de energia, surgindo como solução, nos anos 1980, os edifícios chamados inteligentes, cuja eficiência dos sistemas prediais e a redução do consumo energético concentrou a atenção dos projetistas e engenheiros (ANDRADE, 2000).

Umakoshi (2014) aponta que, entretanto, a eficiência dos sistemas prediais, ainda que tenha reduzido o consumo energético, não chegou a otimizar as estratégias passivas de ventilação e iluminação natural. Em decorrência disso, a arquitetura, mesmo com o aprimoramento das tecnologias, continuou, na grande maioria dos casos, sendo a mesma, revelando-se ser comum o projeto e a construção de edifícios de plantas profundas, de pé-direito baixo, de fachadas de vidro e climatizados artificialmente em, praticamente, 100% do tempo de operação.

Como afirma Hawkes (2008), em *The Environmental Imagination*, projetar edifícios com base em princípios ambientais leva a uma qualidade além dos indicadores mensuráveis convencionais, desafiando a abordagem da dependência de sistemas construtivos “altamente técnicos” para

edifícios ambientais melhores. Mais recentemente, desde a última década do século XX, exemplos de uma nova geração de arquitetura ambiental nas cidades europeias têm apostado na procura de soluções arquitetônicas originais na forma, componentes dos edifícios e arranjos espaciais para promover uma qualidade ambiental única através da luz natural e ventilação, conforme (GONÇALVES e BODE, 2015). Historicamente, os argumentos a favor da inserção de considerações ambientais já nas fases iniciais do projeto foram fortemente baseados na redução dos impactos ambientais e ganhos financeiros durante a operação dos edifícios devido à menor dependência energética.

Edifícios sustentáveis ou ambientalmente responsivos provaram fornecer benefícios além da economia de energia, aliando as questões de energia ao meio ambiente, fator esse determinante na redução do consumo energético e também do impacto ambiental. Somam-se a isso questões de conforto ambiental e qualidade do ambiente, desejadas pelos usuários desses espaços, e que se intensificaram como reflexo da pandemia de Covid-19, que incluem conforto térmico, acústico, luminoso, ergonômico e etc.

A pandemia criou uma incerteza material no desempenho do mercado imobiliário em toda a Europa, há uma variação considerável na extensão dos desdobramentos das implicações humanas e seu impacto na atividade econômica, incluindo a trajetória, duração e extensão desses impactos em todos os setores imobiliários. A sustentabilidade foi e ainda será uma prioridade de longo prazo para muitas empresas (Gráfico 1). A pandemia, no entanto, trouxe à tona várias questões de sustentabilidade e, à medida que se emerge da crise, espera-se que as empresas priorizem a sustentabilidade como parte de sua estratégia de recuperação. Isso inclui uma ação acelerada na transição para o edifício *net zero*. (JLL,2020)

## Impacto da Sustentabilidade no Valor

*What are the long-term trends that will have the greatest impact on UK real estate?*

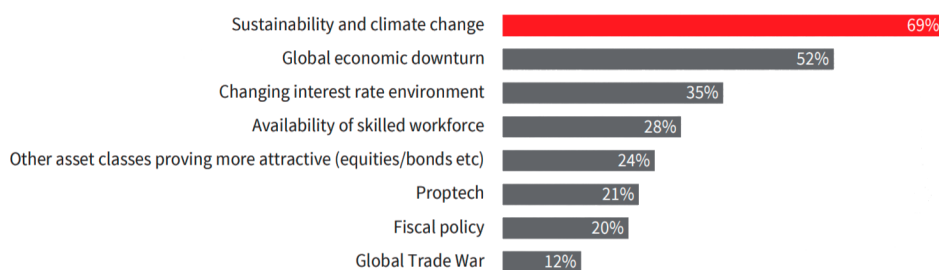


Gráfico 1 – Impacto da Sustentabilidade no Valor

Fonte: JLL, The Impact of Sustainability on Value, 2021. p. 6.

A pandemia também corroborou para o aumento da percepção dos usuários quanto ao impacto da qualidade do ambiente interno, relacionados à saúde e ao bem-estar. Segundo *US Department of Labour* (2010) mais de 90% dos custos operacionais de uma empresa estão vinculados aos recursos humanos e as perdas por absenteísmo e presenteísmo que representam em média 4% (Gráfico 2). Pesquisas apontam que a forma e o ambiente de trabalho têm impacto nos resultados de satisfação quanto a diversos aspectos da QAI (Qualidade Ambiental Interna), como na saúde e na produtividade percebida pelos seus ocupantes (KIM & De DEAR, 2013; De BEEN e BEIJER, 2014).

O *World Green Building Council*, no documento, *The Business Case for Green Building* (WGBC, 2013) apresentou os impactos na produtividade e bem-estar dos ocupantes, relacionados à luz natural, bem como para acesso a vistas ao exterior (Figura 3).

Indicadores mostraram a importância de incluir as qualidades ambientais no projeto, alguns deles: (i) Qualidade do ar interior: ganho de produtividade de 6-9 por cento (WYON, 2004); (ii) Ventilação natural: ganho de produtividade de 3-18 por cento (NSF/IURC, 2004); (iii) Controle térmico local: ganho de produtividade de 3,5-37 por cento (LOFTNESS et al, 2003); Iluminação natural: 3-40 por cento de produtividade e ganho de vendas (Loftness et al., 2003).

Outra ação resultantes da crise energética dos anos 70, foi o início de uma série de conferências internacionais produzida pela Organização das Nações Unidas (ONU) como: em Copenhague em 1987, denominada: *Nosso Futuro Comum*, onde o termo “desenvolvimento sustentável” é utilizado pela primeira vez; em 1992 no Rio de Janeiro, denominada: *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) onde foi elaborada a Agenda 21 Global, marcada por propostas políticas na esfera ambiental, econômica e social e o papel do edifício para a redução dos recursos de energia, água e extração primária. A UNCED 96 (1996) promulgou o Protocolo de Kyoto, documento cujo objetivo consistia na obtenção de medidas mais efetivas quanto a redução dos recursos naturais e energéticos, a redução dos resíduos sólidos e a diminuição das taxas de emissão de CO<sub>2</sub>. A mais recente e importante ação realizada foi a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) – chamado Acordo de Paris em 2015, com o objetivo de chegar a um novo acordo sobre a eliminação progressiva das emissões de CO<sub>2</sub> dos setores energéticos e industriais mundiais até 2050 e redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE) na segunda metade do século XXI. (Gráfico 3)

Segundo *Global Status Report for Buildings and Construction* (2020) com a ratificação do Acordo de Paris, os países concordaram com um objetivo comum de manter o aumento da temperatura global abaixo de 2 graus, e de preferência não superior a 1,5 graus, até o final do século. De acordo com o último *UNEP Emissions Gap Report*, para estar no caminho certo para a meta de 1,5°, o mundo precisa reduzir as emissões globais em mais de 50% até 2030 e trabalhar para a neutralidade de carbono até 2050.

Desde os anos 90, exemplos de uma nova geração de edifícios de alto desempenho ambiental nas cidades europeias têm apostado na procura de soluções arquitetônicas originais na forma, componentes dos edifícios e arranjos espaciais para promover uma qualidade ambiental única através da iluminação e ventilação natural. (GONÇALVES e BODE, 2015). Observa-se, ainda, que as mudanças na arquitetura do edifício em prol do desempenho ambiental estão ocorrendo em maior número e com melhor qualidade na Europa (UMAKOSHI, 2014). Londres, a capital cultural e financeira do Reino Unido, tem mostrado ao mundo um legado arquitetônico que hoje se destaca pela construção de edifícios de alto desempenho ambiental, além da preocupação com sua inserção urbana e seu impacto na cidade. Juntamente, a força do poder e comprometermos

## Custos Operacionais de Empresas

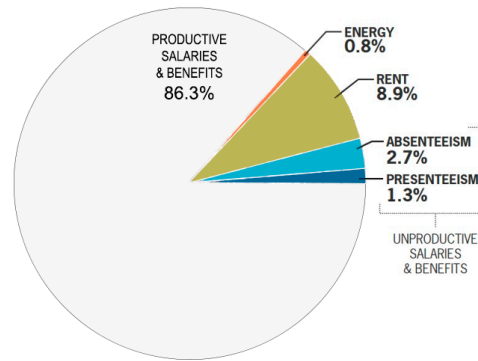


Gráfico 2 - Custos Operacionais de Empresas

Fonte: US Department of Labor 2010, BLS 2011; BOMA 2010.

## Produtividade e Well-Being

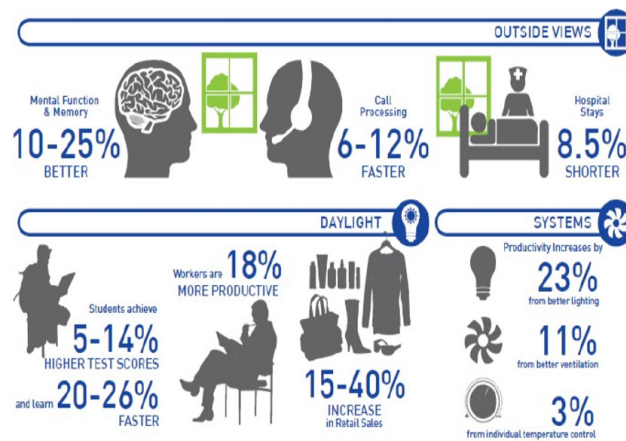


Figura 3 - Produtividade e Well-being

Fonte: World Green Building Council, The Business Case for Green Building, 2013.

## Resumo das Concentrações de CO2 Atmosférico versus Mudança de Temperatura Global, Apresentado os Anos das Conferências Internacionais

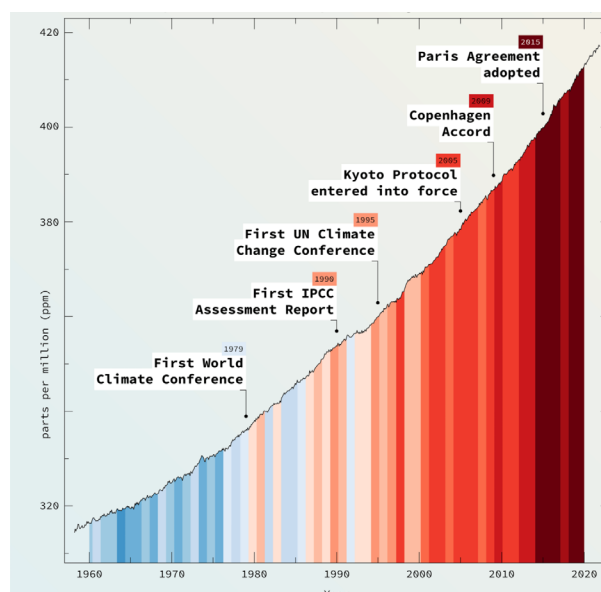


Gráfico 3 - Resumo das Concentrações de CO2 Atmosférico versus Mudança de Temperatura Global, Apresentado os Anos das Conferências Internacionais

Fonte: Mauna Loa Observatory, dezembro 2021, Institution of Oceanography & NOAA Global Monitoring Laboratory - Show your stripes Graphics and lead scientist: Ed Hawkins (University of Reading) com base de dados Data: Berkeley Earth, NOAA, UK Met Office, MeteoSwiss, DWD, SMHI, UoR, Meteo France & ZAMG

públicos, das regulamentações, bem como a participação de instituições do setor construtivo e sociedade, resultando numa arquitetura de alta qualidade, pautada na redução do impacto ambiental, no conforto dos usuários e da sua resultante no meio urbano (TAVENOR, 2004). Cabe ressaltar que a Europa, Londres em especial, lidera o desenvolvimento do *design* para o alcance do edifício *net zero carbono*, que se intensificou desde 2017.<sup>3</sup>

São Paulo, por sua vez, nos anos 1990, absorveu a imagem internacional da arquitetura de torres de escritórios, o que resultou na chegada dos edifícios importados, nos quais o projeto de arquitetura e dos sistemas prediais são definidos por padrões internacionais: fachadas de vidro e condicionamento do ar por 100% do período de ocupação (GONÇALVES, 2003).

Segundo Umakoshi, (2008) com relação às questões de sustentabilidade, é importante destacar que é recente a preocupação com o desempenho ambiental na cidade de São Paulo. As mencionadas questões estão ligadas, em sua maioria, à busca pela certificação ambiental. As exigências do mercado internacional têm promovido algumas mudanças no processo de projeto de sistemas prediais e de fachadas. Embora não representem mudanças significativas na arquitetura. Ela também menciona que já começam a aparecer os edifícios aclamados como ambientalmente conscientes no contexto do mercado brasileiro.

“A teoria e a prática nos mostram que não existe fórmula única ou solução arquitetônica e tecnológica predefinida para o desempenho ambiental nos edifícios.” (HAWKES, 2008; STEEMERS, 2004; STEANE, 2004; GONÇALVES, 2015).

Tendo em vista todo o acima exposto, entende-se que daí advém a importância e a necessidade da pesquisa em *design*, sendo o arquiteto um dos agentes inseridos no processo que detém grande influência junto ao cliente<sup>4</sup>, dotado por sua formação multidisciplinar de uma visão holística de todo o processo. Sendo por meio da pesquisa em inovação de *design*, que se abre a possibilidade de inserção dos instrumentos necessários para que os profissionais envolvidos no processo, tenham o conhecimento para responder às demandas atuais, além dos futuros desafios, relacionados ao alcance do edifício de alto desempenho ambiental, com resultados em eficiência energética, mas principalmente na qualidade ambiental e o bem estar do ocupante, que afinal é para quem se destina o edifício e de quem se espera altos níveis de produtividade e criatividade nos atuais formatos de trabalho.

Este trabalho se concentrou na pesquisa da prática do *design*, a partir da experiência da prática profissional de diferentes agentes inseridos no desenvolvimento do processo de projeto. Se propõe a analisar os conceitos, papéis, dinâmicas, metodologias, ferramentas, tempos e custos de maneira comparativa nas cidades de Londres e São Paulo. Sendo assim capaz de identificar, caracterizar e mapear as práticas contemporâneas adotadas para o alcance dos edifícios de alto desempenho ambiental, energético e de baixa emissão de carbono em ambientes de trabalho, identificando, portanto, a cultura deste processo de projeto em cada cidade.

Os resultados dessa pesquisa vão contribuir, como recomendações para a implementação de ferramentas, dinâmicas e processos para a qualificação do processo de projeto, bem como para revelar a importância que o setor da construção dá ao projeto além de como o processo está atrelado aos resultados dos edifícios de alto desempenho ambiental.

---

3 Fala de Mina Hasman, Head Sustainability SOM - Londres em entrevista à pesquisadora em 10 novembro de 2019.

4 Fala de Mina Hasman, Head Sustainability SOM - Londres em entrevista à pesquisadora em 10 novembro de 2019

## **Objetivo**

O objetivo da pesquisa é caracterizar a cultura do processo de projeto, em ambientes de trabalho, identificar e mapear as práticas contemporâneas adotadas para o alcance dos edifícios de alto desempenho ambiental, nas cidades de Londres e São Paulo, no contexto de descarbonização, sustentabilidade e qualidade ambiental. Dessa forma, busca-se revelar a importância que o setor da construção dá ao projeto, além de como o processo está atrelado aos resultados dos edifícios de alto desempenho. Além disso, busca-se identificar a condução do projeto e entender como os profissionais que dominam este conhecimento desenvolvem e lideram este processo na prática e, portanto, conseguir mapear as diferenças e desafios existentes em ambas as cidades, a fim de retroalimentar e requalificar o processo de projeto.

A pesquisa de caracterização da cultura do processo de projeto é feita por meio de parâmetros estabelecidos, com base nos quais é apresentado o processo de projeto, desde os conceitos, papéis, dinâmicas, metodologias, ferramentas, tempos e custos associados ao processo de projeto. Por meio de uma análise comparativa, são estabelecidas as diferenças na cultura do processo de projeto, em ambientes de trabalho em ambas as cidades.

As escolhas das referências comparativas, dentro do contexto da pesquisa, se deram pela cidade de Londres, por ser reconhecida pela excelência e pela vanguarda dos profissionais e dos projetos que se tornaram ícones desta tipologia, não só no Reino Unido, mas em diferentes cidades no mundo. A cidade de São Paulo, foi escolhida pelo fato desta ser a maior economia na América Latina, com a maior concentração de edifícios com certificação ambiental, além de ser a vitrine no exterior no segmento da construção.

Para este objetivo a pesquisa realizou o levantamento de um conjunto de informações técnicas e considerou como embasamento, para as análises dos resultados, as entrevistas com os profissionais da prática de arquitetura, engenharia e os agentes envolvidos no processo de projeto. A pesquisa também se apoia na análise específica de um estudo de caso em cada cidade, reconhecidos como edifícios de melhor desempenho ambiental e energético, nos seus respectivos contextos.

## **Descrição do Método**

O método adotado para a caracterização da cultura do processo de projeto, para o alcance dos edifícios de alto desempenho ambiental em ambientes de trabalho, é essencialmente de natureza qualitativa, que além do estudo de referências bibliográficas sobre o tema, toma como base informações extraídas de um contato com agentes da prática profissional e da análise de estudos de caso de edifícios existentes. A pesquisa se embasou no levantamento bibliográfico, trabalho de campo a partir de entrevistas semi-estruturadas com os profissionais da prática, além da análise dos estudos de caso, tendo como referência a cultura do processo de projeto da cidade de Londres. Desta forma foi possível concluir a pesquisa, apresentando como o processo de projeto está sendo conduzido, compondo o que se conhece da teoria, com o que é desenvolvido na prática, portanto sendo possível demonstrar as diferenças e desafios existentes em cada cidades, para desta forma retroalimentar e requalificar o processo de projeto.

## 1.1. CONTEXTO ATUAL

### 1.1.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS – IMPACTO GLOBAL

As últimas décadas têm presenciado uma crescente preocupação acerca das mudanças climáticas e do aquecimento global, diante dos potenciais danos aos ecossistemas e ao ser humano (IPCC, 2014). Em 2015, a temperatura média global do planeta foi 0.75°C acima da temperatura média do período entre 1961-1990 e a mais alta desde 1950 (Met-office, 2016). Ainda, as últimas três décadas têm sido as mais quentes desde 1950 e se as emissões continuarem no mesmo patamar atual, a temperatura de ar média do período entre 2020-2081 poderá ser 4.8°C mais elevada que entre 1986-2005 (IPCC, 2014).

Segundo o relatório “*Global Warming of 1.5°C*” do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2019<sup>5</sup>), estima-se que as atividades humanas são responsáveis pelo aquecimento global de aproximadamente 1.0°C em relação aos níveis encontrados no período pré-industrial (com variação entre 0.8°C e 1.2°C). E o IPCC alerta que se continuar a aumentar na mesma taxa, o aquecimento global provavelmente atingirá 1.5°C entre 2030 e 2052.

Aquecimento devido às emissões antropogênicas até o momento podem persistir por séculos, até milênios e continuar tendo efeitos de longo prazo no sistema climático. No entanto, tais emissões não seriam sozinhas capazes de ocasionar o aquecimento global em 1.5°C (*Global Warming* - IPCC, 2019). Segundo o IPCC, os caminhos para limitar tal aquecimento exigem transições rápidas e de longo alcance em energia, urbanização, infraestrutura e sistemas industriais. Tais medidas implicam profundas reduções de emissões em todos os setores, uma ampla ação conjunta de mitigação e um aumento significativo de investimentos (Gráficos 4 e 5).

As cidades são os principais contribuintes para as mudanças climáticas, uma vez que representam mais de 70% das emissões globais de CO<sub>2</sub> e concentram a maior parte da população mundial (GURNEY et al., 2015). Tal quadro é intensificado pela crescente urbanização que tende a tornar as cidades mais suscetíveis às externalidades ambientais causadas pelas mudanças climáticas. O planeta passou por um rápido processo de urbanização nas últimas seis décadas, sendo assim, as cidades são fundamentais nos esforços de adaptação e mitigação, sendo que tradicionalmente as estratégias de mitigação têm recebido mais atenção nos planos de ação.

Apesar do foco inicial concentrar-se na mitigação, a importância da adaptação é cada vez mais reconhecida, uma vez que busca limitar as vulnerabilidades e aumentar a capacidade de enfrentamento (SHARIFI, 2020), (Gráfico 7). Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a adaptação é definida como “o processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos” em sistemas humanos e/ou naturais (IPCC, 2014). A mitigação aborda questões relacionadas aos motores das mudanças climáticas e é definido pelo IPCC como “uma intervenção humana para reduzir as fontes ou aumentar os sumidouros de gases de efeito estufa (GEEs)” (IPCC, 2014). Dessa forma, o fato de que certos níveis de mudança climáticas são inevitáveis (JANETOS, 2020), visto as incertezas sobre a eficácia dos esforços de mitigação, é necessário

---

5 IPCC, 2019: Climate Change 2019: Global Warming Report. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Geneva, Switzerland, 2019.

## Mudança de Temperatura Global Observada e Respostas Modeladas a Emissões Antropogênicas Estilizadas e Vias de Força

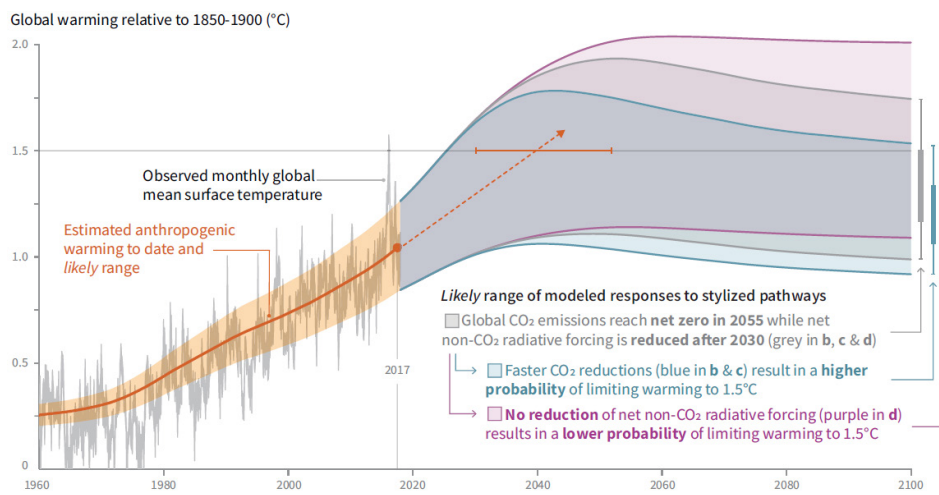


Gráfico 4 – Mudança de Temperatura Global Observada e Respostas Modeladas a Emissões Antropogênicas Estilizadas e Vias de Força

Fonte: IPCC - Global Warming of 1.5°C, 2019, p. 8.

## Caminhos de Emissões Globais Líquidas Estilizadas de CO<sub>2</sub>, Emissões Líquidas Acumuladas de CO<sub>2</sub> e Vias de Força de Radiativo Não-CO<sub>2</sub>

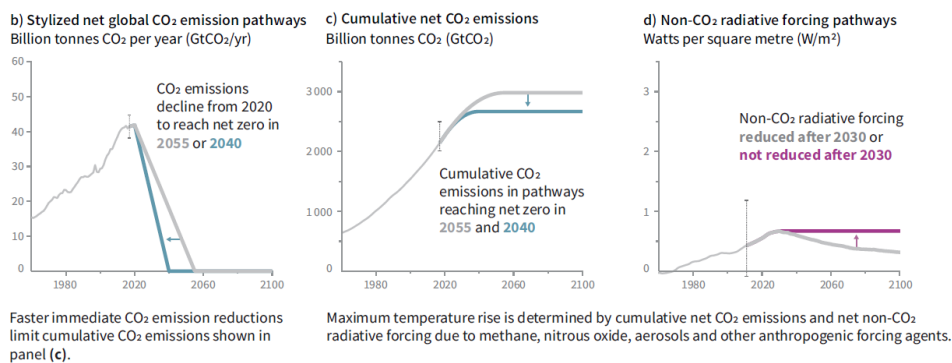


Gráfico 5 – Caminhos de Emissões Globais Líquidas Estilizadas de CO<sub>2</sub>, Emissões Líquidas Acumuladas de CO<sub>2</sub> e Vias de Força de Radiativo Não-CO<sub>2</sub>

Fonte: IPCC - Global Warming of 1.5°C, 2019, p. 8.

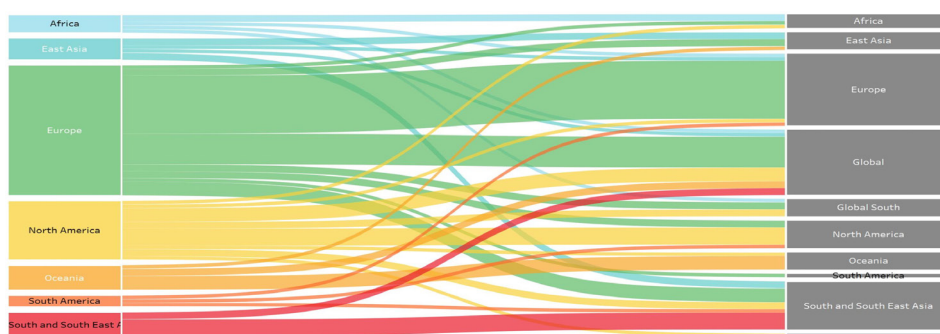
melhorias na capacidade de adaptação. Como resultado, existem várias iniciativas como as 100 Cidades Resilientes e o Pacto de Prefeitos que estão promovendo o desenvolvimento de adaptação e resiliência dos planos de construção (Papa et al., 2015).

Observa-se também que a maioria dos estudos e esforços se concentram nas questões voltadas à energia, ao microclima e à saúde (SHARIFI, 2020). Segundo o autor, os estudos relacionados às mudanças climáticas apresentam também uma centralização geográfica em países desenvolvidos, em especial o Reino Unido. O Reino Unido tem uma posição central na comunicação entre as pesquisas dessa temática, indicando uma forte colaboração com trabalhos de outros países. No entanto, cerca de 25% das pesquisas em todo o mundo são focadas em cidades europeias, indicando e reforçando o papel de protagonista da Europa nas questões acerca das mudanças climáticas (Gráfico6).

Em contrapartida, algumas regiões em desenvolvimento como a América do Sul e a África não têm recebido a devida atenção, apesar das rápidas taxas de urbanização acompanhada da baixa capacidade de adaptação (UNDESA, 2018). Tal discrepância é afirmada, quando se analisa as iniciativas e as políticas voltadas às mudanças climáticas e sustentabilidade praticadas nesses locais, que são exceções e com pouca participação do poder público.

Gráfico 6 –  
Categorização por  
Origem dos Autores  
(Esquerda) e Foco  
Geográfico dos Estudos  
(Direita)

Fonte: Sharifi, 2020.  
p. 8.



Em relação ao ambiente construído, onde as medidas de adaptação e mitigação estão concentradas, visto o acelerado crescimento e concentração das áreas urbanas, concentra-se os esforços no desenvolvimento urbano compacto, com o foco na mitigação das emissões de poluentes e potencialização da eficiência energética e hídrica. Ainda, o desenvolvimento urbano compacto, com altas taxas de densidade populacional, pode promover oportunidades de conservação da natureza e de zonas úmidas, por meio dos benefícios do carbono sequestrado e da redução por terras (BURLEY et al. 2012).

No entanto, tal abordagem de urbanização pode implicar impactos ao conforto, saúde e bem-estar das pessoas que trabalham e vivem em cidades altamente adensadas. A qualidade do ambiente interno pode ser prejudicada pela dificuldade de acesso ao sol e ao céu, pela concentração de poluentes, ruído e até pelo aquecimento do ar devido ao efeito das ilhas de calor. Assim, é crucial que os edifícios considerem essa nova dinâmica urbana em suas concepções para garantir o desempenho, a qualidade e o conforto do ambiente interno, diante de um contexto de alto adensamento urbano.

Os edifícios são importantes agentes nas mudanças climáticas e podem contribuir positivamente para a sua atenuação. Os edifícios são o sexto maior emissor direto de GEE em relação aos diversos setores econômicos segundo levantamento do IPCC, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change 2010 / 2014*, contribuindo com 36,4% das emissões de eletricidade

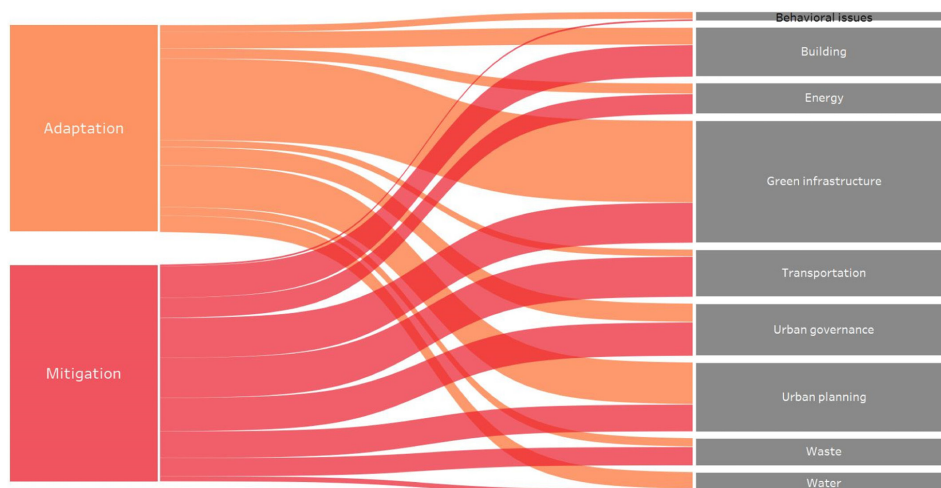


Gráfico 7 –  
Categorização das  
Principais Medida em  
Relação à Adaptação e  
Mitigação

Fonte: Sharifi, 2020.  
p. 9.

e aquecimento com 25%. Dentro deste último item, a primeira maior emissão indireta são edifícios, representando 12% do total (sendo 7,1% de edifícios residenciais e 5,1% de edifícios comerciais). Ainda, nas próximas duas décadas, uma área de aproximadamente 60% do estoque total de edifícios do mundo, será projetado para ser construído e reconstruído em áreas urbanas em todo o mundo.

Assim, ações diretas e indiretas que resultem na redução dos impactos negativos presentes e futuros dos edifícios são fundamentais. O fortalecimento dos potenciais das construções sustentáveis, verdes e bioclimáticas promove a integração de sistemas energeticamente eficientes e enfatiza a implementação de estratégias passivas. Em conjunto, tais abordagens podem reduzir a perda e o consumo de energia e, conseqüentemente, diminuir as emissões antropogênicas de CO<sub>2</sub> (SANTAMOURIS, 2016). No entanto, estas construções estão focadas principalmente em edifícios novos, segundo Sharifi, é imprescindível que haja um esforço de readequação do estoque de edifícios existentes com o intuito de promover o aumento da eficiência energética e hídrica.

Contudo, o co-benefício de adaptação mais comum está relacionado à resiliência de energia e ao conforto térmico. Edificações de alto desempenho ou/e sustentáveis podem contribuir para a resiliência energética através da integração da diversidade de geração de energia, como micro-turbinas eólicas e fotovoltaicas, que diversificam o fornecimento de energia (SANTAMOURIS, 2016). Tais edifícios também são mais eficientes em termos energéticos e tendem a ser capazes de manter o conforto térmico de forma energeticamente eficiente, reduzindo a vulnerabilidade a eventos extremos de calor.

Por sua vez, o conforto térmico aprimorado oferece co-benefícios para a saúde e bem-estar do usuário, contribuindo para o aprimoramento da capacidade individual e coletiva de adaptação a longo prazo (LIU et al., 2016). Além disso, gera impactos positivos na economia, entre outros benefícios, reduzindo os custos do setor de saúde, evitando custos indiretos associados à perda de produtividade devido a eventos climáticos e permitindo que as cidades aloquem recursos financeiros necessários para a entrega de outros serviços sociais (SHARIFI, 2020).

Alcançar esses resultados em ritmo e escala exigirá maior colaboração entre os formuladores de políticas em todos os níveis, bem como com planejadores urbanos, arquitetos, incorporadores, investidores, empresas de construção e empresas de serviços públicos. No entanto, pode representar uma oportunidade de negócio em mercados emergentes, como a descarbonização do setor da construção.

## 1.1.2. SETOR DAS EDIFICAÇÕES – CRESCIMENTO, CONSUMOS E EMISSÕES

Segundo pesquisa da Oxford Economics (2021) a produção mundial da construção em 2020 foi de US\$ 10,7 trilhões (em preços e taxas de câmbio de 2017) e a expectativa é que cresça 42% ou US\$ 4,5 trilhões entre 2020 e 2030 para atingir US \$15,2 trilhões. A indústria mundial da construção deve ser um motor global para o crescimento econômico com uma recuperação após a pandemia, onde ocorreu um declínio de 4,3% em relação aos níveis de 2019. Um total de US\$ 5,7 trilhões, da produção da construção, aconteceu em mercados emergentes.

A região da LATAM foi a região mais atingida em 2020, com um declínio de quase 14% na produção da construção, mas espera-se o crescimento mais rápido em 2021 entre todas as regiões. A construção contribui com £ 90 bilhões de valor agregado bruto para a economia do Reino Unido (quase 7% do total), e compreende mais de 280.000 empresas e responde por 3 milhões de empregos. Isso equivale a cerca de 10% do emprego total no Reino Unido.

O setor da construção foi responsável por 13% do PIB global em 2020. Espera-se que esse número aumente para mais de 13,5% até 2030, já que a construção lidera a economia global em uma recuperação após a pandemia.

O maior crescimento em mercados emergentes, com crescimento de quase dois dígitos acontecerá na América Latina em 2021. Prevendo-se que os mercados de construção nos países emergentes se recuperem 7,2% em 2021, aumentando a aceleração na produção global da construção. O crescimento será impulsionado pelo aumento da população e pela urbanização em países emergentes, impulsionando a demanda por infraestrutura e construção residencial.

A Tabela 1 apresenta a relação das maiores cidades, em um comparativo entre a população e o seu PIB por região, entre os anos de 2013 e a previsão para 2030. No contexto europeu, Londres é a mais populosa, tanto em 2013 e se mantendo em 2030 com 16,7 milhões de habitantes; quanto ao PIB a cidade estava na segunda posição em 2013, porém passa a ser a primeira em 2030. No contexto da América Latina e Caribe, o Brasil era o mais populoso em 2013, porém é ultrapassado pelo México, a previsão é que mesmo em segunda posição esteja com uma população prevista de 22,6 milhões de habitantes. Em relação ao PIB, acontece uma inversão, enquanto o México foi a primeira economia em 2013, o Brasil assume esta posição em 2030.

A população global atingiu quase 7,8 bilhões de pessoas em 2020 e deve aumentar para mais de 8,5 bilhões até 2030 (Oxford Economics,2021). Dados da ONU, da Revisão do Relatório da Urbanização Mundial de 2014 (Gráfico 8) mostra que no ano de 2007 pela primeira vez na história, a população urbana global excedeu a população rural. O planeta passou por um rápido processo de urbanização nas últimas seis décadas, 54% da população mundial era urbana em 2014 e espera-se que a população urbana continue a crescer, de modo que até 2050, 66% da população seja urbana, enquanto que 34% seja rural.

O que se pode verificar no Gráfico 9 que apresenta a população histórica e a projetada para o ano de 2050 nas cidades de Londres e São Paulo, é que ocorreu um aumento da população, mais acentuado no Brasil, principalmente no período de 1980 a 2015, se comparado ao Reino Unido, que não teve a mesma tendência de crescimento, os dados são da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OECD.

## Maiores Cidades por População e PIB por Região em 2030

|                         | Por população  |                |                       |         | Por PIB        |                |                |       |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------------------|---------|----------------|----------------|----------------|-------|
|                         | Posição (2030) | Posição (2013) | Cidade                | Milhões | Posição (2030) | Posição (2013) | Cidade         | US\$* |
| Europa                  | 1              | 1              | London - Metro        | 16,7    | 1              | 2              | London - Metro | 1.268 |
|                         | 2              | 2              | Paris - Metro         | 13,4    | 2              | 1              | Paris - Metro  | 1.045 |
|                         | 3              | 3              | Moscow - Metro        | 11,8    | 3              | 3              | Moscow - Metro | 720   |
|                         | 4              | 4              | Madrid - Metro        | 7,1     | 4              | 4              | Madrid - Metro | 328   |
|                         | 5              | 5              | St Petersburg - Metro | 4,9     | 5              | 5              | Munich - Metro | 309   |
| América Latina e Caribe | 1              | 2              | Mexico City           | 22,3    | 1              | 2              | São Paulo      | 753   |
|                         | 2              | 1              | São Paulo             | 21,6    | 2              | 1              | Mexico City    | 420   |
|                         | 3              | 3              | Buenos Aires          | 15,6    | 3              | 3              | Buenos Aires   | 383   |
|                         | 4              | 4              | Rio de Janeiro        | 13,2    | 4              | 5              | Santiago       | 260   |
|                         | 5              | 5              | Lima                  | 12,9    | 5              | 4              | Rio de Janeiro | 255   |

\*Preços e taxas de câmbio de 2012

Tabela 1 – Maiores Cidades por População e PIB por Região em 2030

Fonte: Future trends and market opportunities in the world's largest 750 cities. Oxford Economics. p. 2.

## População Histórica e Projetada

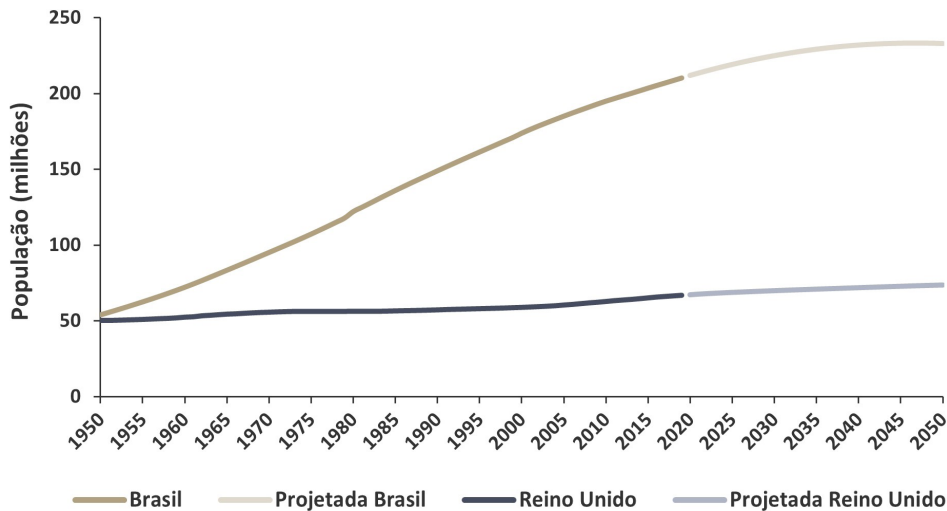


Gráfico 8 – População Histórica e Projetada

Fonte: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OECD.Stat.

## Perspectivas da Urbanização Mundial

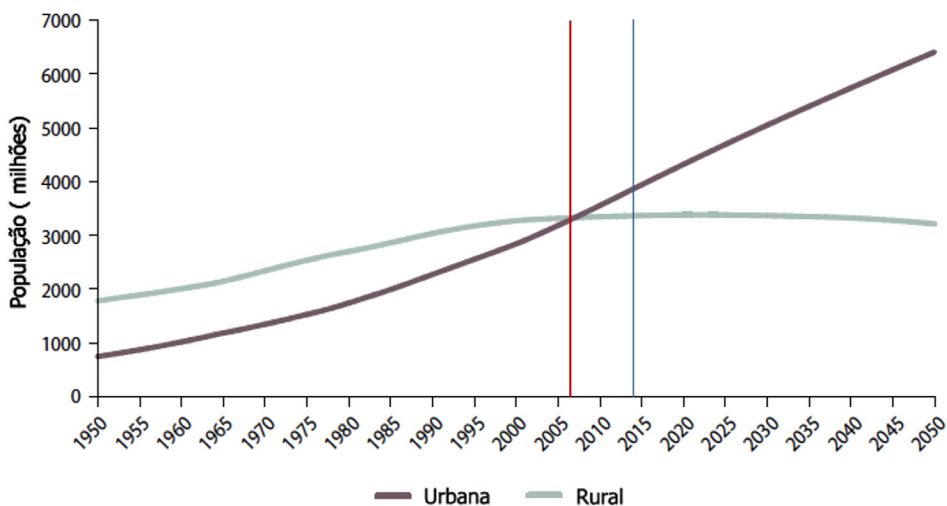


Gráfico 9 – Perspectivas da Urbanização Mundial

Fonte: ONU- Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Revisão de 2014. p. 7.

Segundo estudo da UNICEF em 2016, haviam 512 cidades com pelo menos 1 milhão de habitantes no mundo, a projeção é que até 2030, sejam 662 cidades com pelo menos 1 milhão de habitantes. Cidades com mais de 10 milhões de habitantes são frequentemente chamadas de “megacidades”. Em 2016, haviam 31 megacidades globalmente e esse número deverá aumentar para 41 até 2030, sendo que 63 cidades devem ter entre 5 e 10 milhões de habitantes.

Reconhecendo que as áreas urbanas são responsáveis pelo consumo de mais de 70% da energia global e das emissões de CO<sub>2</sub>, principalmente relacionados aos edifícios, nas próximas duas décadas, uma área de aproximadamente 60% do estoque total de edifícios do mundo, será projetado para ser construído e reconstruído em áreas urbanas em todo o mundo. Isso fornece uma oportunidade sem precedentes para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, relacionados aos combustíveis fósseis do setor da construção global, em um caminho para eliminar gradualmente as emissões de CO<sub>2</sub> até 2050 (UIA,2014).

Apesar dos países industrializados ainda ocuparem uma posição predominante nas emissões de CO<sub>2</sub>, as projeções de crescimento econômico e populacional são modestas para esta parte do mundo, aliadas a políticas energéticas mais rígidas, que apontam para um aumento moderado da demanda energética no setor da construção para as próximas décadas. Olhando para os países europeus, em particular, aproximadamente 75% do estoque de edifícios residenciais necessários para 2050 já está construído (RAVETZ, 2008). Isto significa que as políticas de requalificação têm um papel fundamental a desempenhar no futuro do desempenho ambiental e energético do setor neste contexto. Cidades e países de economias em desenvolvimento encontram-se em condição oposta, onde o crescimento populacional somado aos rápidos processos de urbanização anunciam uma mudança de foco de grande parte das emissões de CO<sub>2</sub> em um futuro próximo.

Os dados da Architecture 2030, (Figura 4) apresenta o aumento de área construída para as edificações até 2060, principalmente nos países em desenvolvimento, como a África, Índia além da América Latina. A Agência Internacional de Energia - IEA, apresentou no *Global Status Report for Buildings and Construction 2019*, um comparativo desde o ano de 2010 até 2018, (Gráfico 10) que apresenta a relação direta entre o aumento da população com a necessidade de crescimento da área construída, resultando portanto no aumento do consumo de energia e das emissões de CO<sub>2</sub>, a previsão é que, a partir de 2018, as emissões pudessem ser reduzidas, por meio das ações que estão sendo implementadas, para a sua mitigação.

Sabe-se que a energia consumida nas edificações globalmente varia consideravelmente de país para país e de cidade para cidade, de acordo com uma série de fatores, tais como: contexto climático, condições socioeconômicas, tecnologia disponível e hábitos culturais e comportamentais. No que diz respeito aos edifícios comerciais, em geral, o quadro global é menos contrastante. Como se sabe, existe uma clara predominância da procura por refrigeração nestes espaços e a consequente dependência de fontes de energia elétrica, independentemente do contexto climático. A cultura dos edifícios climatizados tornou-se uma tendência dos edifícios de escritórios em todo o mundo desde a década de 70, afetando o setor residencial em algumas das cidades mais quentes do mundo.

Como resultado, estudos do IPCC mostram que 60% da eletricidade consumida no mundo está no uso e operação de edifícios (LEVINE et al., 2007). No relatório no documento *The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning* é possível verificar o uso global de eletricidade em edifícios e outros setores crescer significativamente entre 2016-50, mas nenhum uso final cresce tão rápido quanto o resfriamento dos ambientes. (Gráfico 11) Como resultado, o resfriamento se torna o maior consumidor de eletricidade em edifícios, à frente de eletrodomésticos e outros pequenos dispositivos elétricos ou eletrônicos (IEA,2018). Esse crescimento ocorre em

## Aumento da Área Construída de Edificações para 2060 (Bilhões de m<sup>2</sup>)

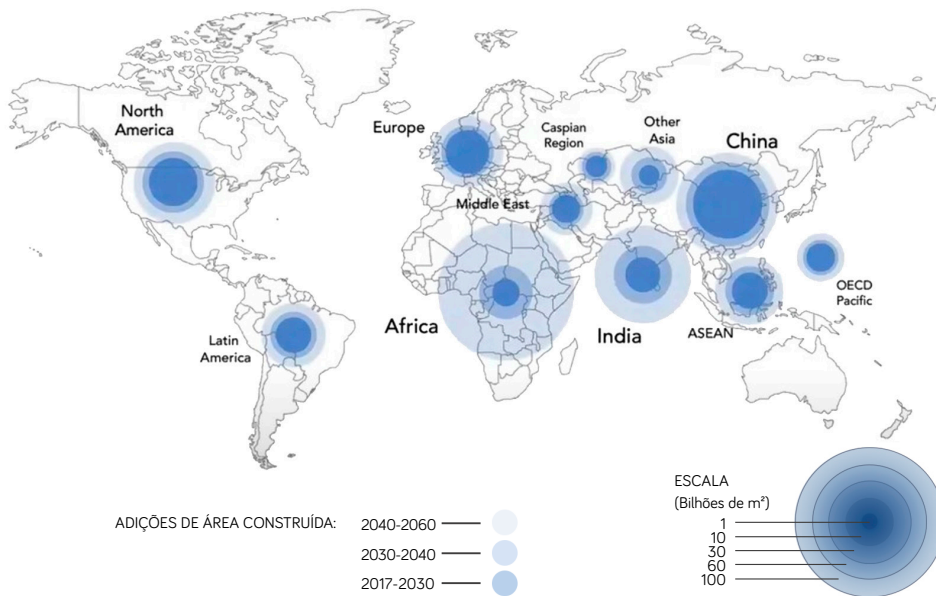


Figura 4 – Aumento da Área Construída de Edificações para 2060

Fonte: Architecture 2030;

## Construção, População e Energia do Setor Construtivo | 2010-2018

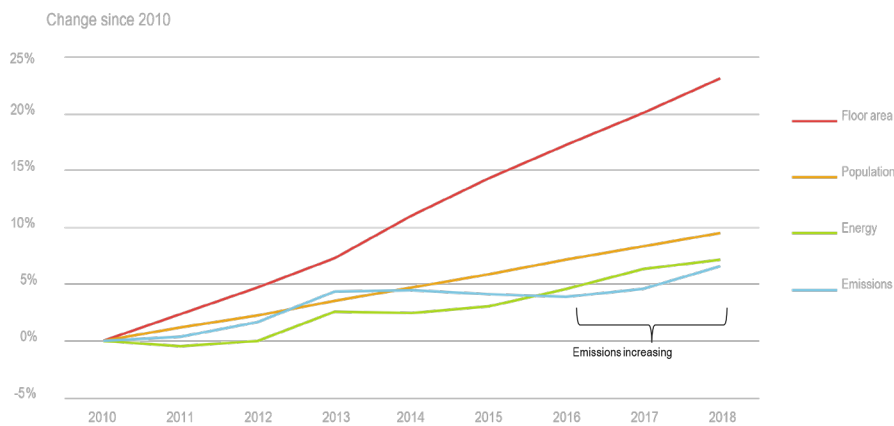


Gráfico 10 – Construção, População e Energia do Setor Construtivo.

Fonte: Agência Internacional de Energia - IEA, Global Status Report for Buildings and Construction 2019, p.10.

## Demanda de Energia por Uso Final Caso Base Setor Edificações | 2016-2050

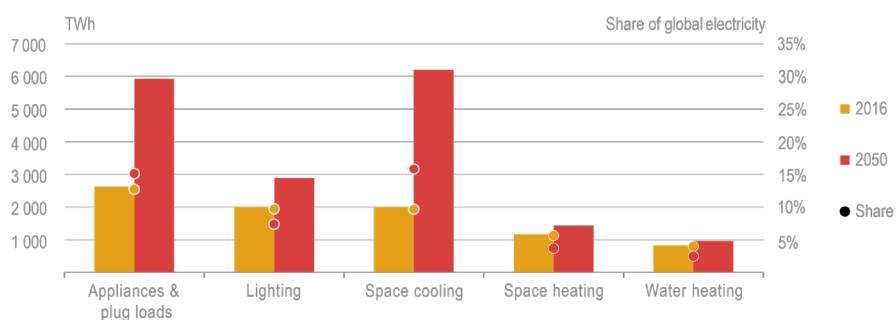


Gráfico 11 – Demanda de Energia por Uso Final - Setor Edificações

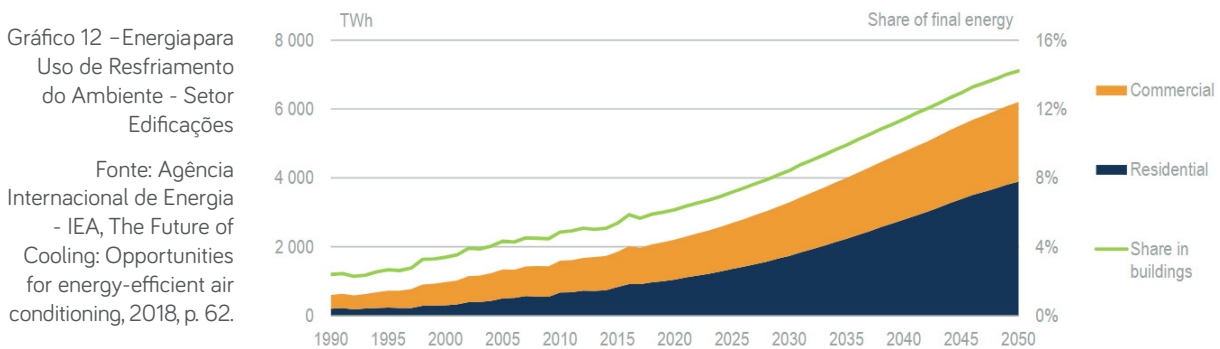
Fonte: Agência Internacional de Energia - IEA, The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning, 2018, p. 64.

economias emergentes quentes e úmidas, onde a renda está aumentando, mas também nas economias industrializadas mais avançadas, devido às expectativas do consumidor quanto ao conforto térmico. O uso final de energia para resfriamento de ambientes em edifícios residenciais e comerciais em todo o mundo mais do que triplicou entre 1990 e 2016 chegando a 2.020 terawatts hora (TWh) (Gráfico 12). A participação da refrigeração no uso total de energia em edifícios, aumentou cerca de 2,5% para 6% no mesmo período. Para edifícios comerciais, a participação atingiu 11,5% em 2016, acima dos 6% em 1990. A refrigeração respondeu por 18,5% do uso total de eletricidade em edifícios, acima dos 13% em 1990.

No Brasil, a climatização de edifícios de escritórios corresponde a aproximadamente 47% do total de energia elétrica consumida no país há uma década, seguida da iluminação artificial com 22% (Eletrobrás-PROCEL, 2007).

De acordo com o World Green Building Council, dado que os edifícios são responsáveis por 36% de todas as emissões, 40% da energia (Gráfico 13), e 50% da extração de matérias-primas na UE, entregar uma visão sustentável requer o estabelecimento de políticas fortes que apoiem a ação transformadora dentro do setor construtivo. (IEA, 2018).

### Energia Para Uso de Resfriamento do Ambiente | Setor Edificações



### 1.1.3. AÇÕES E REGULAMENTAÇÕES DO SETOR

Diferentes entidades e organizações do setor da construção, bem como conselhos profissionais no Reino Unido, desde UKGBC (UK Green Building Council), BBP (Better Building Partnership), British Land; além de Conselhos de Classe como CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) e o RIBA; bem como Associações de Profissionais como ACAN (Architects Climate Action Network), LETI (The London Energy Transformation Initiative) e UK Architects Declare Climate and Biodiversity Emergency, tem intensificado suas atuações desde 2017 na produção de manifestos e declarações, cobrando por implementações de regulamentações mais exigentes quanto a eficiência e emissões dos edifícios, além de produzirem manuais e guias, destinados aos agentes e clientes inseridos no processo, demonstrando e informando métodos e demonstrativos de custos, para a inserção das estratégias ao processo de projeto, colaborando portanto para a obtenção do edifícios de desempenho ambiental. Demonstrando claramente o papel que o setor da construção pode desempenhar na neutralidade climática, abordando questões como economia de energia e água, saúde, economia circular, emissões de CO<sub>2</sub>, resiliência e biodiversidade.

A indústria da construção em geral, e a profissão de arquiteto em particular, está em uma posição-chave para contribuir para as causas das mudanças climáticas e mitigar seus impactos. Estamos às margens de uma emergência ambiental e climática e nossa profissão deve fazer todo o possível para reduzir o impacto do ambiente construído. (RIBA,2020)

O RIBA apresentou em junho de 2019 o *Sustainable Outcomes Guide*, lançando um desafio aos profissionais de arquitetura para alcançar as seguintes reduções inseridas ao *design*: 1) Reduzir a demanda operacional de energia e carbono em pelo menos 75%, antes de realizar a compensação; 2) Reduzir o carbono incorporado em 50-70% antes da compensação externa em energias renováveis; 3) Reduzir o uso de água potável em 40%; 4) Alcançar todas as metas básicas relacionadas à saúde. Este desafio se concentra nos três resultados de sustentabilidade ambiental: uso de energia, carbono incorporado e uso de água, com o objetivo de atingir *net zero whole life* até 2030.

De acordo com o World Energy Outlook (IEA, 2019a), medidas de eficiência energética e descarbonização são comprovadas em termos de custo-benefício em edifícios, estes podendo contribuir para reduções de mais de 6,5 Gt CO<sub>2</sub> nas emissões anuais até 2040, em comparação com o atual curso de ação sob o Cenário das Políticas Declaradas. As reduções nas emissões dos edifícios representam um terço do total de reduções necessárias para alinhar com o Cenário de Desenvolvimento Sustentável da IEA (IEA, 2019a). Este Cenário foi projetado para alcançar os resultados dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU mais intimamente relacionados à energia (Figura 5): o acesso universal à energia (ODS 7), reduzir os graves impactos da poluição do ar na saúde (parte do ODS 3) e combater a mudança do clima (ODS 13). A descarbonização de edifícios também está em total alinhamento com os objetivos do ODS 12, para garantir padrões sustentáveis de consumo e produção.

Cada país apresentou ao Secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) a Pretendida Contribuição Nacional Determinada (INDC, sigla em inglês) para mitigação GEE e emissão de CO<sub>2</sub>. O Reino Unido participou nas negociações como parte da União Européia, que se comprometeu a reduzir o nível europeu para 40% abaixo dos níveis de 1990 até 2030. O governo brasileiro apresentou sua contribuição, comprometendo-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, metas

## Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU



Figura 5 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

Fonte: RIBA Sustainable Outcomes Guide 2019

relacionadas ao setor construtivo não foram inseridas pelo governo brasileiro. As INDC deverão ser revistas e atualizadas a cada 5 anos, e sempre com planos de ações mais ambiciosos quanto às metas já estabelecidas.

Em países como o Brasil, onde o consumo de eletricidade não está diretamente relacionado às emissões de CO<sub>2</sub>, pois a maior parte da geração de eletricidade do país é baseada em energia hidrelétrica, um aumento na eficiência energética dos edifícios também é um importante passo para um desenvolvimento mais sustentável dada a limitada capacidade de geração de energia associada a pressão do crescimento, diferentes países podem ter diferentes motivos para a conservação de energia, mas, independentemente dessas diferenças, a necessidade de menos consumo de energia e menor impacto ambiental é uma questão de preocupação global (GONÇALVES,2010).

Em dezembro de 2021 a cidade de São Paulo propôs o Plano de Ação Climática, o PlanClima SP, que se compromete a reduzir e neutralizar a emissão da geração de gases de efeito estufa até 2050 e que abarca o setor das edificações.

O relatório de *Tracking Buildings* de 2020, da Agência Internacional de Energia (IEA) demonstrou que as emissões dos edifícios não estão no caminho certo para atingir as metas climáticas. Governos de todo o mundo estão reagindo à necessidade de fazer a transição de suas economias. Em julho de 2021, a Comissão Europeia adotou um pacote de propostas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa da UE em 55% na próxima década.

O Reino Unido está liderando as ações globais para redução das emissões, entre os anos de 1990 e 2019, reduziu suas emissões de gases de efeito estufa em 44%, comparado a 5% aos membros do G7; ao mesmo tempo, a economia cresceu quase 80% (HM TREASURE, 2021); as taxas de intensidade de redução da emissão de carbono da economia desde 2000, também foi a mais rápida no G20 (PWC,2019). O Reino Unido sediou em novembro de 2021 a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26) reunindo os líderes mundiais com o objetivo de garantir os compromissos nas reduções das emissões para alcançar os objetivos do acordo de Paris (2015). A ambição climática de Londres é chegar à *net zero carbon* até 2030, duas décadas antes do prazo legal nacional estipulado pelo Reino Unido. A visão faz parte do Green New Deal, que estabelece a ambição da Europa quanto a se descarbonizar e se tornar um continente neutro em carbono até 2050. Tanto a Europa quanto o Reino Unido estabeleceram metas ambiciosas para economias descarbonizadas. A Comissão Europeia também apontou a construção como uma indústria esbanjadora e poluente, e a circularidade é identificada como crítica para a neutralidade de carbono e a proteção da biodiversidade (Oxford Economics, 2021).

A GLA (Greater London Authority) estima que mais de um milhão de toneladas de economia em carbono poderiam ser geradas ao longo da vida útil dos edifícios, enquanto o uso de energia seria reduzido em 328.638 MWh por ano, o equivalente à energia usada por cerca de 85.000 residências em um ano. Londres está liderando o caminho ao comprometer um investimento de £ 90 milhões para criar empregos verdes e ajudar a liberar mais de £ 500 milhões de investimento privado em projetos de descarbonização de edifícios e fornecimento de energia limpa (GLA,2022).

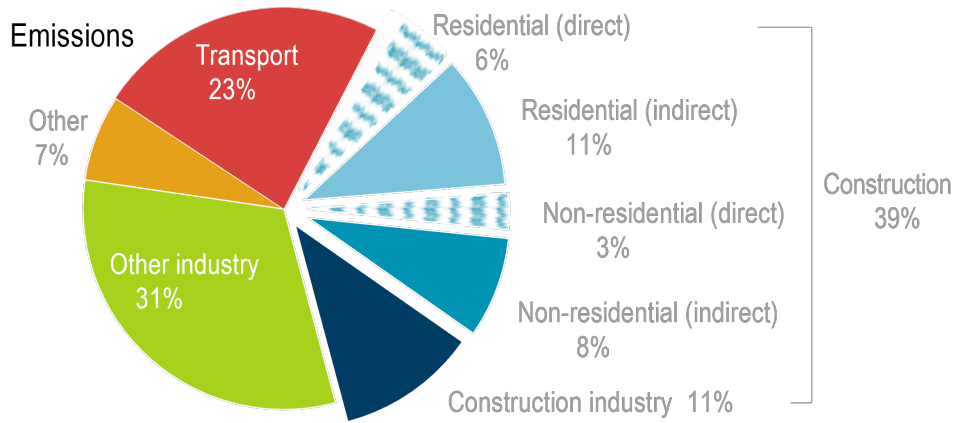
O Reino Unido tem cerca de 30 milhões de edifícios que são coletivamente responsáveis por cerca de 30% do total de emissões de GEE (diretas e indiretas) (BEIS,2021). Para o alcance do net zero, segundo o *Future of Construction: A Global Forecast for Construction to 2030 da Oxford Economics*, o desafio principal está relacionado à pesquisa e inovação, em como reduzir as emissões associadas à construção, com o desenvolvimento de novas tecnologias, materiais e técnicas construtivas que possam melhorar a produtividade, o desempenho quanto ao carbono e reduzir o desperdício. Por meio do *design* digital e tecnologias de fabricação *off-site*, é possível criar

uma variedade de tipologias construtivas. A pesquisa e inovação voltada a otimizar o *design* e as especificações das edificações, para reduzir os consumos dos materiais necessários na construção, o seu reaproveitamento (economia circular) e a busca por formas inovadoras de reutilizar os materiais residuais em novas configurações.

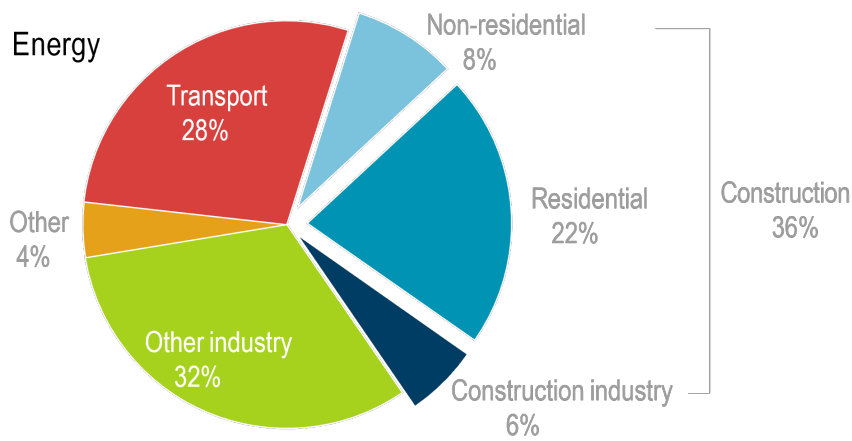
Segundo *Roadmap Global ABC for Buildings and Construction 2020-2050 Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector*, produzido pela UNEP (2020). A descarbonização dos edifícios ao longo de todo o seu ciclo de vida exigirá uma transformação dos edifícios e do setor da construção. Alcançar edifícios com emissões *net zero carbon* operacional e incorporado é possível, mas requer sinais políticos claros e ambiciosos para impulsionar uma série de medidas, incluindo o uso de estratégias inseridas em *design*, com uso de estratégias passivas, eficiência na utilização dos materiais, materiais de baixo carbono, envoltórias eficientes e sistemas de iluminação e controle das cargas por meio de tomadas eficientes.

Grande parte da indústria da construção acredita que para atingir as metas estipuladas deve-se projetar e construir novos edifícios que não precisem ser adaptados antes de 2050. A realização de tal objetivo requer ação urgente envolvendo mudanças imediatas nas formas como os edifícios estão sendo projetados. (RIBA,2019)

## Participação Global de Edifícios e Construções em energia e em emissões finais | 2018



IEA (2019). All rights reserved.



IEA (2019). All rights reserved.

Gráfico 13 - Energia e Emissões em Edificações - Setor Edificações

Fonte: Agência Internacional de Energia - IEA, Global Status Report for Buildings and Construction 2019, p. 12.





## 2.1. EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO

*“Edifícios de alto desempenho versam sobre humano, ambiental, econômico e do seu impacto na sociedade, são o resultado da aplicação dos princípios de design, construção, operação e manutenção do mais alto nível, representando uma mudança de paradigma para o ambiente construído”.*

Essa foi a definição para o edifício de alto desempenho, apresentado no *Assessment to the US Congress and US Department of Energy* (2008), pelo *National Institute of Building Sciences*, em resposta ao *Energy Policy Act of 2005 (Public Law 109-058 USA)*. Este mesmo documento define ser um edifício que integra e otimiza todos os principais atributos da construção de alto desempenho, incluindo eficiência energética, durabilidade, desempenho durante o ciclo de vida e a produtividade dos ocupantes.”

Esta definição se baseia na abordagem integrada do *Whole Building Design Guide* (WBDG). O guia descreve os edifícios de alto desempenho a partir de oito atributos: relação custo-benefício, segurança, sustentabilidade, acessibilidade, funcionalidade, produtividade, preservação histórica e estética (Figura 6). Este ressalta que é importante que cada um destes atributos esteja inserido no contexto do *design* em qualquer projeto, que será bem sucedido quando inseridos desde o início do projeto, mantidos em equilíbrio, durante todo o processo de *design*; onde as inter-relações e interdependências com todos os sistemas prediais são compreendidas, avaliadas, apropriadamente aplicadas e coordenadas simultaneamente desde a fase de planejamento e definição de cronograma. Um edifício de alto desempenho não pode ser alcançado a menos que a abordagem de projeto integrado seja empregada.

Os atributos são detalhados a seguir:

**Acessibilidade:** refere-se a elementos de construção implementados para atender às necessidades específicas de pessoas com deficiência.

**Estética:** refere-se à aparência e imagem físicas dos elementos e espaços da construção, bem como ao processo de projeto integrado.

**Custo efetivo:** refere-se à seleção de componentes da construção com base nos custos do ciclo de vida (opções de ponderação dos conceitos, desenvolvimento de *design* e engenharia de valor), bem como estimativa básica de custos e controle de orçamento.

**Funcionalidade/ Operacional:** refere-se à programação funcional, às necessidades e requisitos espaciais, desempenho do sistema, durabilidade e manutenção eficiente dos elementos da construção.

**Preservação histórica:** refere-se a ações específicas dentro de um contexto histórico ou que afetam um edifício histórico, pelo qual os elementos e estratégias do edifício são classificáveis em uma das quatro abordagens: preservação, reabilitação, restauração ou reconstrução.

**Produtividade:** refere-se ao bem-estar dos ocupantes, conforto físico e psicológico, incluindo os elementos da construção como distribuição de ar, iluminação, áreas de trabalho, sistemas e tecnologias.

**Segurança:** refere-se à proteção física dos ocupantes e dos ativos contra riscos causados pelo homem ou por causas naturais.

**Sustentabilidade:** refere-se ao desempenho ambiental dos elementos e estratégias inseridas

na construção.

Para o contexto desta pesquisa os atributos que foram discutidos com maior profundidade foram os relacionados a Sustentabilidade e Produtividade. (Figura 06)

### Contextualização para a definição de alto desempenho

Neste mesmo documento *Assessment to the US Congress and US Department of Energy* (2008), apresentado pelo *National Institute of Building Sciences*, algumas contextualizações foram apresentadas. Estas são alguns dos “panos de fundo” de discussão deste trabalho e evidenciam a importância e relevância para o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema.

*“Esta definição pressupõe que os edifícios devam ser projetados e construídos no cenário mais amplo das preocupações humanas, ambientais e econômicas, e que os edifícios de alto desempenho sejam os meios construtivos para esse alcance. Todas as etapas do ciclo de vida de um edifício precisam ser contempladas em uma abordagem coesa, levando em consideração a maneira pelas quais o design, construção, operação, ocupação, requalificação, usabilidade e adaptabilidade estejam interconectados ao longo de todo o ciclo de vida do edifício.*

*O conceito do edifício de alto desempenho surge em um momento em que o setor construtivo está sendo solicitado em diversos requisitos, necessitando de uma estrutura para equilibrar esses interesses concorrentes. A crescente popularidade da construção sustentável, os novos métodos contratuais e de entrega disponíveis, os mecanismos de mercado que levam os investidores a buscar eficiência, entre elas a energética, para seu portfólio de ativos.*

*Os últimos 30 anos viram mudanças substanciais na forma como os edifícios são entregues, o design especulativo, os métodos de entrega de design-build, and just-in-time, que impactaram o cronograma, financiamento e gerenciamento de risco na maioria das construções.*

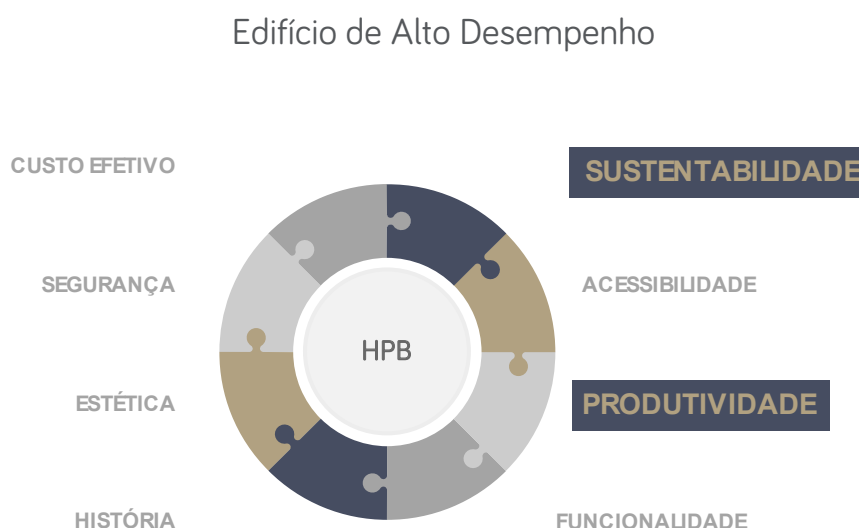


Figura 6 – Edifício de Alto Desempenho

Fonte: Adaptado Whole Building Design Guide – WBDG, 2008.

*O uso dos computadores como ferramenta bem como os softwares, tiveram um impacto crescente na entrega e desenvolvimento dos edifícios desde a década de 1980, juntamente com a Internet, abrangendo o cronograma de construção, o gerenciamento de projetos, a representação e desenho dos edifícios, contabilidade, vídeos em tempo real do progresso da construção acessível pela internet em qualquer lugar do mundo. As ferramentas computacionais podem modelar os efeitos do vento e da atividade sísmica, e a interoperabilidade dos programas permite que a fabricação de materiais seja controlada desde o escritório do projetista, a fabricação até a instalação.*

*A mais proeminente e revolucionária das novas tecnologias, “Building Information Modeling” (BIM), permite que um modelo virtual completo e tridimensional do edifício exista juntamente com informações em tempo real e ferramentas de análise de custo, construtibilidade, detalhes de fabricação, programação, uso de energia e além outros parâmetros. Quando os padrões de construção de alto desempenho são inventariados, comparados e modelados através do BIM, o desempenho da construção pode ser avaliado e uma série de alternativas de projeto podem ser consideradas com o objetivo de aumentar as estratégias estudadas para o alcance do desempenho.*

*As organizações que atuam no desenvolvimento de normas e regulamentações também estão sentindo o impulso da aceleração da tecnológica e estão respondendo de várias maneiras. No passado, algumas normas poderiam levar anos para se concretizarem. Isso está mudando à medida que a Internet reduz o tempo necessário para redigir, editar e votar essas normativas, facilitando portanto a comunicação entre as partes interessadas. Portanto, pode ser possível desenvolver um conjunto inicial de normas e procedimentos, voltados à construção de alto desempenho, dentro de poucos anos.”<sup>6</sup>*

A pesquisa não se limitou a esses contextos, inserindo demandas contemporâneas que se tornaram requisitos atuais em projeto, como edifícios zero carbon e circularidade.

---

6 Traduzido pela autora.

## 2.2. SUSTENTABILIDADE

### 2.2.1. SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

O surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável surgiu da percepção do problema atrelado ao desenvolvimento de nossa sociedade. Tal problemática é de escala global e, portanto, apesar da busca por ações locais direcionadas à sustentabilidade, deve-se sempre ter no horizonte o impacto e sua relação no processo global. Assim, a década de 1990 foi marcada pelo debate acerca do chamado desenvolvimento sustentável, impulsionada pelo relatório Brundtland de 1987. Este evidenciava a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento capaz de manter o progresso humano não apenas em alguns lugares por alguns anos, mas em todo o planeta até um futuro longínquo (ONU, 1988).

O relatório de Brundtland destacou a inter-relação dos processos econômicos, sociais e ecológicos e foi a base do conceito tridimensional popularizado na Cúpula da Terra de 1992, realizada na cidade do Rio de Janeiro. Foi na Cúpula que se elaborou a Agenda 21 Global, marcada por propostas políticas na esfera ambiental, econômica e social e o papel do edifício para a redução dos recursos de energia, água e extração primária.

O conceito de desenvolvimento sustentável extrapola a temática da proteção ambiental. Para satisfazer nossas necessidades materiais e imateriais, precisamos de bem-estar econômico e de uma sociedade baseada na equidade. Bartelmus (1994), precursor e referência na questão ambiental, define desenvolvimento sustentável como aquele que permite o atendimento das necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades.

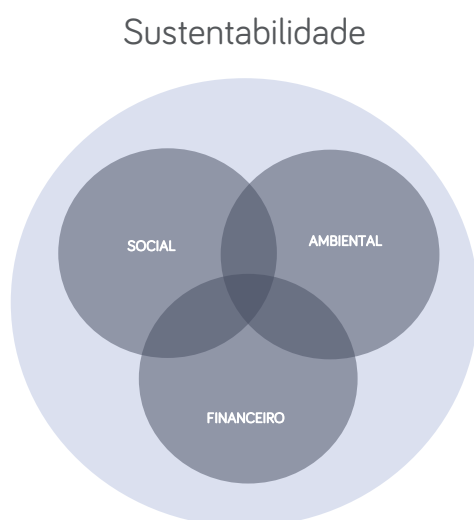


Gráfico 14 –  
Sustentabilidade

Fonte: Produzido pela  
autora

Apesar da popularização do termo e do fomento de diversas matrizes discursivas relacionadas à noção de sustentabilidade, o amplo significado de seu conceito tem permitido práticas deturpadas vinculadas à ideia de sustentabilidade. De acordo com Acserald (1999), “a suposta imprecisão do conceito de sustentabilidade sugere que não há ainda hegemonia estabelecida entre os diferentes discursos”, o que contribui para a apropriação conforme grupos de interesse, refletido não apenas nas práticas mercadológicas, mas também no planejamento e na formulação de políticas públicas.

Contudo, um consenso é a relação do conceito de sustentabilidade com a noção de continuidade e, portanto, relacionado intrinsecamente com o período pelo qual uma atividade, processo, fenômeno, entidade ou organização consegue se manter ou sobreviver, tornando-se a grande questão então, de quais processos devem ser mantidos e quais não (BRANDÃO, 2004). Entretanto, as diversas abordagens do desenvolvimento sustentável não questionam apenas os mecanismos para promover tal continuidade, como excita também indagações quanto à ordem social e econômica, extrapolando as temáticas ambientais.

Para Brandão (2004), o discurso da sustentabilidade ao abrigar diversas práticas e posturas ideológicas, vem contribuindo para o enfraquecimento do conceito. De acordo com Acserald, 1999, se por um lado a sustentabilidade é vista como algo bom, desejável, consensual, a definição que vai prevalecer vai construir autoridade para que se discriminem, em seu nome, as boas práticas das ruins. Abre-se, portanto, uma luta simbólica pelo reconhecimento da autoridade para falar em sustentabilidade.

Dentre as diversas abordagens da temática, a mais difundida foi a proposta por Bartelmus que divide a sustentabilidade em três categorias, no que se refere à disponibilidade de bens e ao bem-estar do ser humano: econômico, ambiental e social (Gráfico 14). Tal abordagem induz a necessidade da multidisciplinaridade, da interação das diversas esferas de poder e da atuação em várias escalas. Atualmente, com a complexa integração entre áreas de conhecimento, torna-se superficial e pouco efetiva ações isoladas, que desconsiderem o todo em suas análises. Nesse sentido, a abordagem integrada do desenvolvimento sustentável, a partir de uma visão holística com a participação dos variados agentes envolvidos, possibilita a construção de práticas e políticas fundadas nos diversos pontos de vista.

Assim, o campo dos estudos ambientais vem experimentando simultaneamente o alargamento de suas bases conceituais e a multiplicação da quantidade de estudos e áreas do conhecimento envolvidas (COSTA, 2013). Exemplo dessa nova conjuntura, o espaço urbano integrou-se ao ideário ambiental, não apenas como uma estrutura danosa, como era preconizado pelos ambientalistas preservacionistas, mas também como uma espécie de meio ambiente, fruto das relações humanas. De acordo com Costa (2013), o uso da expressão meio-ambiente urbano, busca sintetizar dimensões físicas (naturais e construídas) do espaço urbano, com dimensões de ambiência, de possibilidades de convivência e de conflito, associadas às práticas da vida urbana e à busca de melhores condições de vida, seja no sentido da cidadania, seja no sentido da qualidade de vida urbana.

Portanto, o processo urbano, em suas diversas escalas e esfera, é inexoravelmente ligado às questões ambientais, apesar do foco das preocupações não ser o meio ambiente, mas o bem-estar humano como forma de continuidade. No ambiente construído, as problemáticas relativas ao meio ambiente serão abordadas, em sua maioria, pela perspectiva humana, ou seja, o planejamento e as práticas visam mitigar os impactos ambientais do processo civilizatório, por meio da promoção do bem-estar e saúde do indivíduo. É diante desse panorama que se aborda a questão da sustentabilidade, ao incorporar na análise do meio urbano e do espaço construído, além de questões relevantes ao indivíduo, o ideário do discurso ambiental.

## Princípios da Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído



Figura 7 – Princípios da Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído

Fonte: Referência Whole Building Design Guide – WBDG, 2008., adaptado pela autora

Estima-se que as cidades, com suas construções, atividades, serviços e transportes, utilizem mais de 50% das fontes mundiais de energia. E que o setor da indústria da construção civil seja responsável pelo consumo de 40% dos recursos naturais, da energia e das emissões de gases do efeito estufa global (UIA,2014). De acordo com Silvio (2009), “a construção civil representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Por isso tem grande importância nas metas de desenvolvimento sustentável de um país, além de promover impactos econômicos e sociais que afetam diretamente a qualidade de vida. Dessa forma, é fundamental entender os parâmetros para uma construção sustentável, suas práticas, teorias e processos de projeto.”

Como explicitado, a construção e a operação de edifícios podem acarretar severos impactos, diretos e indiretos, ao meio ambiente, sociedade e economia. Assim, de acordo com *Whole Building Design Guide* (2021), os projetos norteados pela sustentabilidade buscam equilibrar as necessidades dessas esferas por meio de uma abordagem integrada para criar soluções “ganha-ganha”. Os principais objetivos dos projetos sustentáveis são atenuar ou evitar completamente, o esgotamento de recursos críticos como energia, água, terra e matérias-primas. Além de prevenir a degradação ambiental causada por instalações e infraestrutura ao longo de seu ciclo de vida e criar ambientes construídos que sejam habitáveis, confortáveis, seguros e produtivos (WBDG, 2021).

Ainda, incentiva-se a promoção da requalificação dos edifícios existentes ao invés da construção de novos edifícios. A requalificação de um edifício existente muitas vezes pode ser mais econômica, além da oportunidade de inserção de atributos de sustentabilidade que resultem na redução dos custos operacionais e dos impactos ambientais e no aumento da resiliência do edifício. Segundo o *Whole Building Design Guide* (2021), “a energia incorporada do edifício existente (um termo que expressa o custo dos recursos em mão de obra humana e materiais consumidos durante a construção e uso do edifício) é desperdiçada quando o edifício é demolido.”

Em relação à definição do projeto sustentável, para o WBDG (2021) está é mutável ao longo do tempo, no entanto, seis princípios fundamentais persistem (Figura 7): (i) otimização do potencial do local; (ii) qualidade do ambiente interno; (iii) uso consciente de água; (iv) otimizar espaços e materiais; (v) otimizar uso de energia; (vi) otimizar práticas de operação.

## 2.2.2. QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO

O Gráfico 15, apresenta um compilado, de 1985 a 2018, de temas em pesquisas realizadas sobre a qualidade do ambiente interno(QAI), sendo eles: conforto térmico, Iluminação e luz natural, acústica, biofilia e vistas, ergonomia; localização e acesso a *amenities*. Sendo assim se constata a importância e relevância que o tema vem adquirindo no contexto contemporâneo, principalmente após os anos 2000. Todos esses temas abordados nas pesquisas, impactam a saúde e bem-estar dos ocupantes.

A Figura 8, apresenta os diferentes aspectos que estão inseridos no conceito e que afetam a qualidade do ambiente interior (QAI), estes devem estar contemplados no processo de *design* do edifício de alto desempenho ambiental. O que será utilizado no âmbito da pesquisa é o conceito global, não fazendo parte do escopo deste trabalho, detalhar estes parâmetros.

## Somatória de Pesquisas Realizadas com Temas Centrais Qualidade do Ambiente Interior que Afetam os Ocupantes

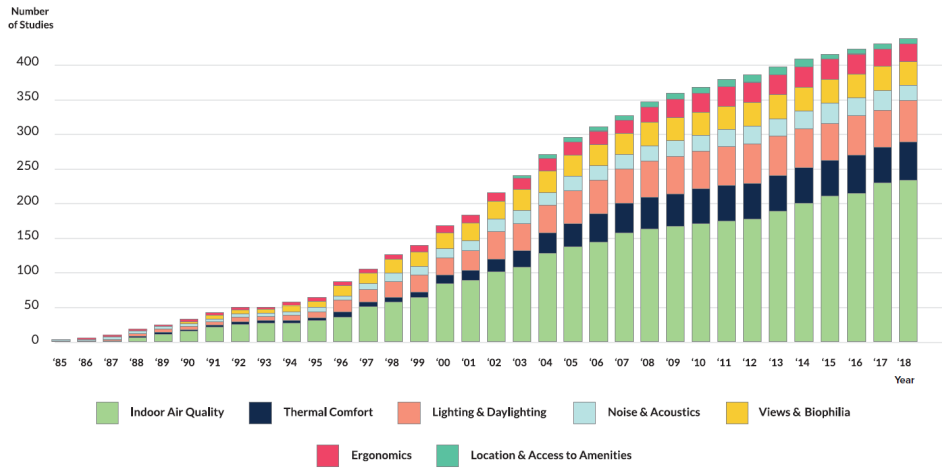


Gráfico 15 - Estudos Relacionados a QAI

Fonte: System Innovation for Sustainability 4, 2011.

## Tópicos Relacionados a Qualidade do Ambiente Interior - QAI

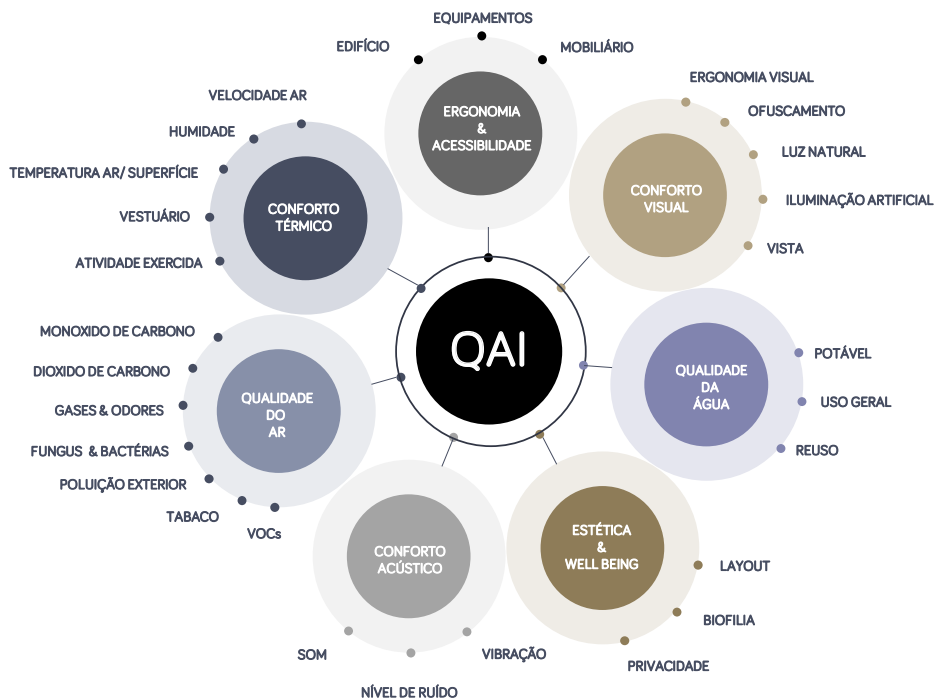


Figura 8 - Tópicos Relacionados a Qualidade do Ambiente Interior - QAI

Fonte: Produção pela autora

### 2.2.3. ENERGIA

Diferentes estratégias podem ser inseridas ao *design*, para o alcance da eficiência energética de uma edificação, a Figura 9, apresenta alguns temas que estão relacionados a energia e sua utilização nos edifícios, sendo elas: ações de projeto; tecnologias embarcadas no edifício; ações de redução de consumo; geração de energia; comportamento humano; e segurança. Os aspectos que estão inseridos no tema de energia ou no conceito de eficiência energética, obrigatoriamente precisam estar contemplados no processo de *design* do edifício de alto desempenho ambiental. O que será utilizado no âmbito da pesquisa é o conceito global, não fazendo parte do escopo deste trabalho, detalhar estes parâmetros.

### 2.2.4. CAMADAS DOS EDIFÍCIOS - BUILDING IN LAYERS

O principal teórico que abordou o tema do edifício como contendo variados *layers* denominado “*building in layers*” ou “edifício em camadas”, em que cada uma desses *layers* possui uma longevidade, referida como vida útil dos componentes construídos, é Frank Duffy, cofundador da empresa DEGW e presidente do *Royal Institute of British Architects* de 1993 a 1995. Ele separou esses *layers* fundamentalmente em quatro elementos, denominados de quatro “S’s”, estes foram orientados ao trabalho de interiores em edifícios comerciais, sendo eles:

- ‘Casca’ (Shell na língua inglesa) - é a estrutura, que perdura por toda a vida útil do edifício (cinquenta anos na Grã-Bretanha, cerca de trinta e cinco na América do Norte).
- ‘Serviços’ (Services na língua inglesa) - são os cabeamentos, encanamentos, sistemas de ar condicionado e elevadores, que devem ser substituídos a cada quinze anos ou mais.
- ‘Cenário’ (Scenery na língua inglesa) - é o layout das divisórias, forros rebaixados, etc., que mudam a cada ciclo de cinco a sete anos.
- ‘Configuração’ (Set na língua inglesa) - é a mudança relacionada aos moveis, manipulados pelos ocupantes, geralmente as mudanças acontecem em questão de meses ou semanas.

Com base nessa segmentação estabelecida por Frank Duffy, no artigo *Shering Layers*, Steward Brand (1994), amplia esse conceito, inserindo novos elementos, além de abordar o edifício como um todo. Ele coloca que os edifícios não são apenas objetos estáticos, mas também dinâmicos, devido às diferentes e necessárias substituições dos seus componentes, um edifício está sempre se desfazendo. Com o conceito expandindo abarcando agora seis “S’s” (Figura10):

- ‘Site’ (*Site* na língua inglesa) - Este é o cenário geográfico, a localização urbana, e o lote legalmente definido, cujos limites e contexto perduraram por gerações de edifícios efêmeros. “O site é eterno”, segundo Duffy.
- ‘Estrutura’ (*Structure* na língua inglesa) - A fundação e os elementos de suporte de carga são arriscados e caros para serem alterados, portanto dificilmente os projetistas o

## Eficiência Energética

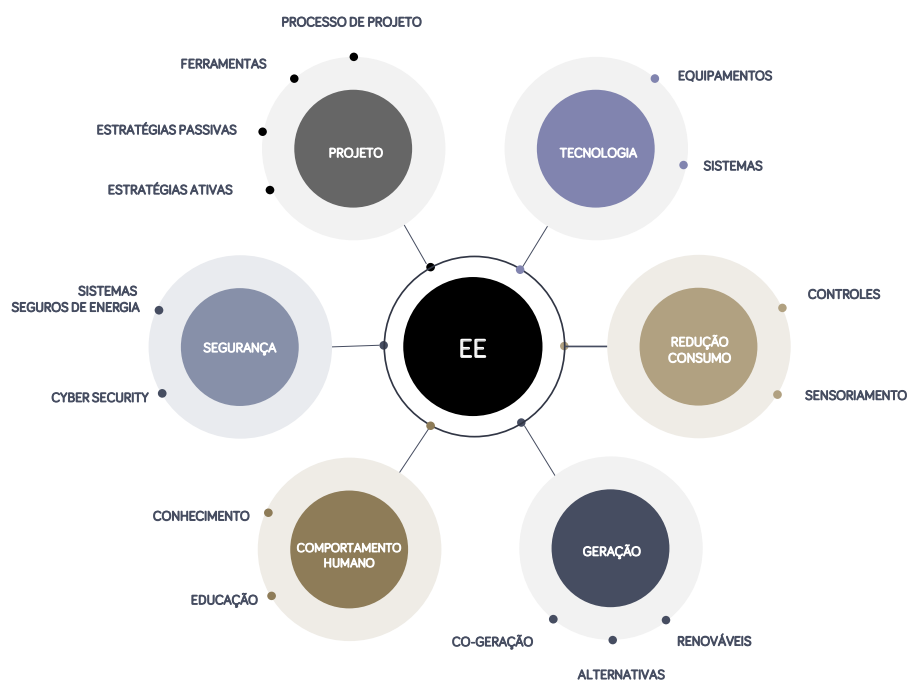


Figura 9 – Eficiência Energética

Fonte: Produzido pela autora

## Camadas dos Edifícios

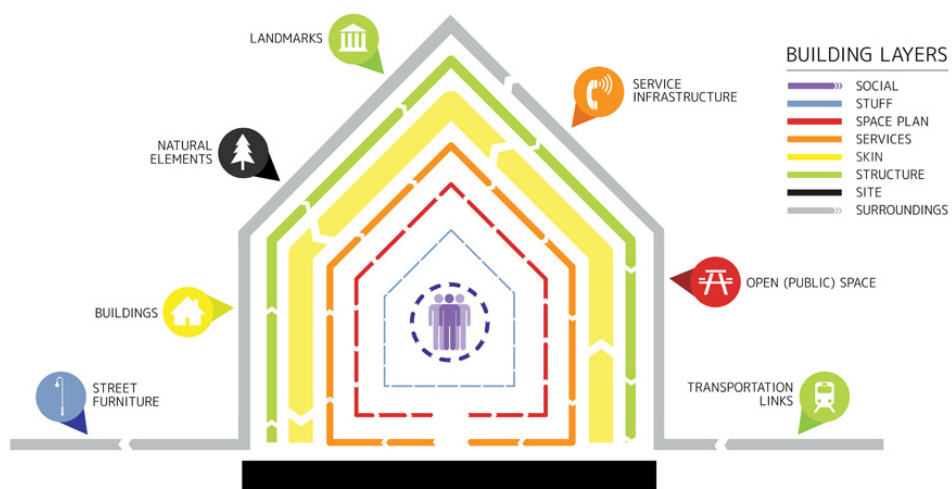


Figura 10 – Camadas dos Edifícios

Fonte: Adaptado pela Loughborough University do conceito de Brand, S. 1994. How Buildings Learn; What Happens After they're Built. Vikings Press.

fazem. Sendo eles praticamente o edifício. A vida estrutural varia de 30 a 300 anos (mas poucos edifícios passam dos 60, por outras razões).

- ‘Envoltória’ (*Skin* na língua inglesa) - As superfícies externas do edifício, ou as envoltórias, estas mudam a cada 20 anos ou mais, para acompanhar a moda ou a tecnologia, ou para reparos. O foco recente nos custos relacionados a energia levou estas envoltórias a serem re projetadas e portanto serem herméticas e isoladas.
- ‘Serviços’ (*Service* na língua inglesa) - Estas são as entranhas de trabalho de um edifício: fiação de comunicações, fiação elétrica, encanamento, sistema de sprinklers, HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) e partes móveis como elevadores e escadas rolantes. Eles se desgastam ou ficam obsoletos a cada 7 a 15 anos. Muitos edifícios são demolidos precocemente quando estes sistemas ficam desatualizados, se estes estiverem profundamente incorporados, sendo portanto difícil a sua substituição.
- ‘Distribuição dos Espaços’ (*Space Plan* e na língua inglesa) - O layout interior, a disposição das paredes, tetos, pisos e portas. Em espaços comerciais de uso intenso, podem mudar a cada 3 anos ou mais; casas excepcionalmente tranquilas podem esperar até 30 anos.
- ‘Objetos’ (*Stuff* na língua inglesa) - Cadeiras, mesas, utensílios; todas as coisas que podem ser alteradas e movimentadas diariamente ou mensalmente.

De acordo com o UKGBC, no report *Circular Economy Guidance* muitos dos ativos são construídos e projetados para uma vida arbitrária de 60 anos e claramente alguns edifícios duram mais e outros muito menos. Portanto, é importante considerar tempos de vida alternativos e realistas para cada edifício. Sempre que possível, é recomendado o envolvimento do usuário final nas decisões e nas análises de uso, informando a filosofia do projeto, além das estimativas/ abordagem em projeto para cada elemento do edifício. Projetar para a longevidade é importante em todas as circunstâncias. No entanto, o edifício também deve ser projetado para a sua desconstrução, flexibilidade e adaptabilidade, a situações em que a vida útil de um edifício ou elemento seja menor do que os 60 anos “padrão” previstos em projeto. Essas mudanças na vida real do edifício, podem acontecer devido a diversos fatores externos, como mudanças normativas, aumento do valor de terreno, mudanças na demanda de mercado ou avanços tecnológicos (como alturas limitadas em pé direitos, significam que muitos edifícios não poderão acomodar passagem de cabos ou dutos). Esse descumprimento implica na perda de valor comercial, ou de mercado, ou de funcionalidade prática, podendo resultar em uma vida útil mais curta do que o esperado. Por outro lado, profissionais, instituições e universidades, têm condições e habilidade para projetar para uma vida útil de 100 anos ou mais. É necessário determinar tempos de vida realistas para os componentes de um edifício, que devem estar baseados nos princípios de ‘*building in layers*’, estes devem considerar as necessidades de adaptação como da estrutura, da envoltória- por exemplo, se a fachada precisar ser substituída para adaptação quanto ao novo uso do edifício. A vida útil provável da decoração interior, será determinada pelos contratos de locação e pelas tendências do mercado.

## 2.2.5. ADAPTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS

Os edifícios sustentáveis têm uma capacidade inata de se ajustar às mudanças circunstanciais e as tecnologias, sem desperdício excessivo ou conflitos (KENDALL e ANDO,2005). Nesta esfera, edifícios adaptáveis (EA) podem ser definidos como “sistemas dinâmicos que carregam a capacidade de acomodar um conjunto de demandas em evolução em relação ao espaço, função e seus componentes”, maximizando assim o valor da vida útil de um ativo (*Adaptable Futures*, 2012).

Geraedts (2008) aponta que se os edifícios fossem projetados para potenciais adaptações, seria possível responder com sucesso às demandas contemporâneas do ambiente construído. A sustentabilidade é um critério importante no julgamento quanto aos futuros edifícios e suas instalações. Entre os fatores que desempenham um papel relevante e estão sendo cada vez mais inseridos, no *design* da construção de um edifício net zero carbon, é a questão da economia de materiais básicos, a minimização da produção de resíduos, a facilidade de desmontagem e de adaptabilidade. Edifícios e instalações flexíveis que são facilmente adaptáveis às mudanças das demandas respondem a esta tendência. (MANEWA et al.,2012)

Manewa et al. (2012) defende que EA reduz o risco de capital e pode prover um retorno mais rápido do investimento. Portanto, investir em EA é um negócio lucrativo a longo prazo, desde que podem acomodar mudanças futuras, oferecendo uma alta flexibilidade além de soluções econômicas, reduzindo o seu custo durante sua vida útil, especialmente quando se trata da fase de operação e manutenção. Em alguns casos, o custo inicial pode ser mais alto, quando comparado a edifícios tradicionais mal adaptados, pois os EA consideram a durabilidade e a qualidade dos materiais e seu desempenho energético. Isso cria, portanto, boas oportunidades de mercados para um ativo, pois os inquilinos preferem pagar menos pela manutenção e operação dos edifícios, sendo altamente propensos a se manter nas mesmas instalações, por mais tempo.

Como discutido no princípio de Brand (1994) que apresenta, como um edifício precisa ser requalificado ao longo do tempo. Projetar um edifício para se adaptar a um potencial mudança de uso, significa permitir que seus *layers* possam ser substituídos; cada um em seu próprio tempo de vida útil.

Segundo o *Adaptable Futures Project* (2012) a alta frequência nas mudanças das necessidades dos usuários e a obsolescência são os fatores mais significativos para a adaptabilidade no século XXI. Portanto, as edificações precisam ser projetadas para superar esses desafios no futuro e bem como tornar se mais viáveis economicamente, valorizadas ambientalmente e socialmente aceitáveis.

Diferentes estratégias, para o alcance de edifícios adaptáveis podem ser inseridas durante o processo de *design* do edifício, conforme apresentado na (Figura 11), que foi desenvolvido pelo *Adaptable Futures Project* em 2012. A estratégias discriminadas são:

- ‘Tarefa Ajustável’ (*Adjustable Task* na língua inglesa) - refere-se à capacidade dos edifícios de ajustar-se a uma tarefa, considerando alterações relacionadas a mobiliário, controles dos usuários e elementos operáveis.
- ‘Versatilidade Espaço’ (*Versatile Space* na língua inglesa) - aplica-se a capacidade de alterar o espaço interno de um edifício. A estratégia leva em consideração sistemas como painéis móveis e mutáveis, unidades desmontáveis/portáteis e empilháveis, unidades

modulares e de fáceis conexões.

- ‘Desempenho Reajustável’ (*Refitable Performance* na língua inglesa) - descreve a capacidade de alterar componentes do edifício, considerando componentes destacáveis, degradáveis, móveis e desmontáveis.
- ‘Uso Transformável’ (*Convertible Function* na língua inglesa) - determina a capacidade dos edifícios de mudar entre diferentes usos e funções. Isso requer alterações internas e externas nestes edifícios. Considerando portanto grandes áreas, materiais renováveis, forros e espaços abertos para facilitar esses usos.
- ‘Dimensões Expansíveis’ (*Scalable Size* na língua inglesa) - A capacidade de alterar o tamanho do edifício, sua escalabilidade, ser extensível e expansível. Considerando estratégias de alterações com uso de componentes reutilizáveis, renováveis, materiais reciclados, módulos e subcomponentes de sistemas.
- ‘Mobilidade’ (*Movable Location* na língua inglesa) - A capacidade de mudar de local é explicada por meio da mobilidade. Isso incentiva a construção de sistemas industrializados, componentes padronizados e processos de pré-fabricação.

A indústria da construção deve responder criando novos edifícios que sejam adaptáveis, permitindo que seus gestores prediais respondam prontamente às mudanças nas demandas de uso do espaço ao longo da sua vida (WEBB et al. 1997), há uma necessidade de responder às crescentes pressões das rápidas mudanças nas necessidades dos usuários, das tecnológicas, alterações quanto a padrões de vida e de trabalho e outras forças que tornam os edifícios obsoletos antes do esgotamento de sua vida útil (Fernandez 2003)

## Adaptabilidade dos Edifícios

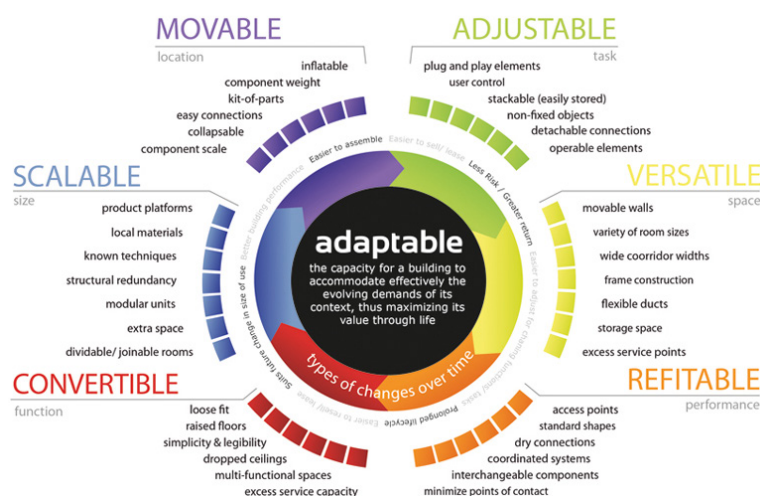


Figura 11 – Adaptabilidade dos Edifícios

Fonte: Adaptable Futures Project, 2012.

## 2.2.6. ECONOMIA CIRCULAR

Segundo o relatório *Circle Economy – The circular Gap Report* (2018), na economia tradicional, linear, os materiais são extraídos de sua fonte para produzir “coisas” e, no final de sua vida, essas “coisas” são descartadas (Figura 12). O aumento da reciclagem reduz o impacto ambiental desse processo e muitos empreiteiros de demolição já coletam e reciclam muitas partes de um edifício no final de sua vida útil. Portanto, nasce assim uma nova abordagem: a economia circular. Esta vai além dessa abordagem, inserindo a inovação para refinar e redefinir produtos, alinhando-os a um processo de *design* que elimina o desperdício. Em uma economia circular, os materiais virgens tornam-se intercambiáveis com os reciclados, reduzindo custos, desperdícios, demanda por recursos naturais e o impacto ambiental da fabricação das “coisas”. Para os edifícios, o princípio da economia circular vai além do conceito de toda a vida, os produtos são projetados para permitir a remoção, reparos ou substituição durante a vida útil do edifício, antes de serem recuperados, reutilizados, reciclados ou regenerados no final de sua vida útil. Os edifícios são projetados para serem adaptáveis, permitindo diferentes usos durante sua vida útil por meio de manutenção recorrente, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem considerados além das normas atuais.

Uma economia circular é um sistema industrial que é restaurador ou regenerativo por intenção do *design*. Uma economia circular substitui a economia linear e seu conceito de ‘fim de vida’ com restauração e regeneração, muda para o uso de energia renovável, elimina o uso de produtos químicos tóxicos e visa a eliminação de resíduos através do *design* de materiais, produtos e sistemas que podem ser reparados e reutilizados. (SINCLAIR, 2019)

No livro *Building Revolutions-Appling the Circular Economy to the Built Environment*, o autor Dave Cheshire, discute a economia circular inserida no ambiente construído, apresentando abordagens em *design* que podem contribuir para a inclusão deste princípio no processo de *design*. Na Figura 13, o conceito de economia circular é alcançado através da aplicação dos princípios: manter, reparar, reutilizar, remanufaturar e reciclar. Uma hierarquia é apresentada, com os três círculos internos sendo os mais desejáveis. Manter o edifício existente é a opção mais eficiente em termos de minimizar os recursos, seguida por readaptação e reforma do edifício existente, pois assim estão integrados os principais componentes de uso intensivo de recursos (materiais) do edifício. Para os três círculos externos, a prioridade é recuperar ou remanufaturar os componentes, com a última opção sendo desmontá-los para reciclar novamente em novos produtos ou devolver os materiais à biosfera.

Os cinco segmentos sobrepostos nos círculos mostram os princípios de *design* que podem ser aplicados para reduzir o desperdício, prolongar a vida útil do edifício e permitir a recuperação de materiais no final da vida útil. Esses princípios de projeto são discriminados abaixo:

- A ideia de ‘construir em camadas’ (*Building in layers* na língua inglesa) - reconhece que os vários elementos do edifício têm diferentes tempos de ciclo de vida útil e, portanto, devem ser independentes para permitir que diferentes “camadas” sejam removidas e substituídas ou recuperadas sem danificar as “camadas” adjacentes. Isso ajuda a criar edifícios que são mais simples de manter ou adaptar, e permite que os componentes sejam recuperados mais prontamente, no final da vida útil.

- ‘Design para minimizar resíduos’ (*Designing-out waste* na língua inglesa) - significa priorizar a readaptação e reforma dos edifícios existentes, pois isso preserva os principais componentes de uso intensivo de recursos do edifício. O uso de materiais recuperados e produtos remanufaturados, juntamente com *designs* mais enxutos, reduzirá a demanda por matérias-primas. Por último, o uso de técnicas modernas de construção pode evitar a geração de resíduos no terreno.
- ‘Design para adaptabilidade’ (*Design for adaptability* na língua inglesa) -significa que os edifícios podem ser mantidos por mais tempo. Os projetos devem considerar como o edifício pode ser convertido para outros usos e como isso pode impactar o projeto estrutural e a reconfiguração interna. Os edifícios que provaram ser adaptáveis têm algumas características em comum, mas muitas vezes se resumem ao *design* dos edifícios que são valorizados pelas pessoas, pelo layout e distribuição da planta.
- ‘Design para desmontagem’ (*Design for disassembly* na língua inglesa) - e reutilização, permite que componentes, ou mesmo edifícios inteiros, sejam reutilizados. Isso significa que os edifícios podem se tornar ativos independentes do valor do terreno e manter seu valor por mais tempo. Da mesma forma, os materiais terão mais valor se puderem ser extraídos, transformando edifícios em “bancos de materiais”.
- ‘Seleção de materiais’ (*Selecting Materials* na língua inglesa) - Por último, ao selecionar os materiais e produtos da construção, os elementos constituintes devem ser conhecidos e divididos em materiais biológicos e materiais técnicos, para permitir que sejam devolvidos à biosfera ou mantidos em um ciclo industrial de reciclagem ou reutilização. A vida útil do componente deve ser compatível com os materiais selecionados para evitar o desperdício de recursos valiosos quando os produtos são substituídos muito antes de sua vida útil. Materiais difíceis de recuperar ou reciclar no fim da vida, podem ser substituídos por materiais biológicos que podem simplesmente ser devolvidos à biosfera.

Como apresentado no *Circular Report*, produzido pelo UKGBC (2019), existe um corpo crescente de políticas governamentais relacionadas com a economia circular. Em 2016, o *UK Government Chief Scientific Adviser* do Reino Unido publicou um relatório chamado *From Waste to Resource Productivity*, que define o tom para uma abordagem renovada aos resíduos e recomenda uma revisão das práticas inovadoras de economia circular em toda a economia. O *Industrial Strategy* do governo do Reino Unido de 2017, estabeleceu uma estrutura nacional para reunir governo e indústria para criar uma indústria mais forte e resiliente para o futuro e incluiu o compromisso de mudar para uma economia mais circular. Desta estratégia surgiu o *Construction Deal Sector*, que reconhece que processos mais eficientes ajudarão a minimizar em 60% os resíduos do Reino Unido provenientes de construção, demolição e escavação. O Pacote de Economia Circular da União Europeia foi ratificado em julho de 2018 e os estados membros estão trabalhando para colocá-lo na legislação nacional. Apesar do *Brexit*, o governo do Reino Unido ratificou as propostas para atingir as metas estabelecidas.

## Economia Circular

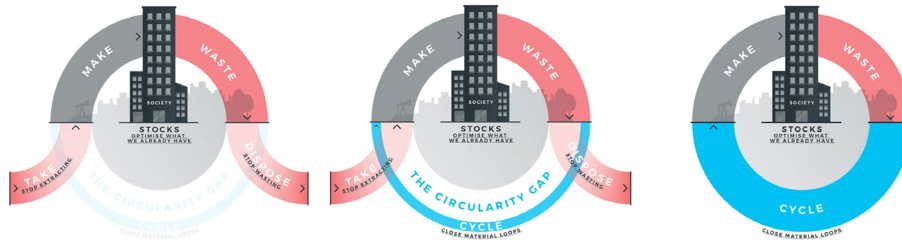


Figura 12 – Economia Circular

Fonte: Circle Economy – The Circularity Gap Report, 2018.

## Aplicando os Princípios da Economia Circular ao Projeto de Edifícios

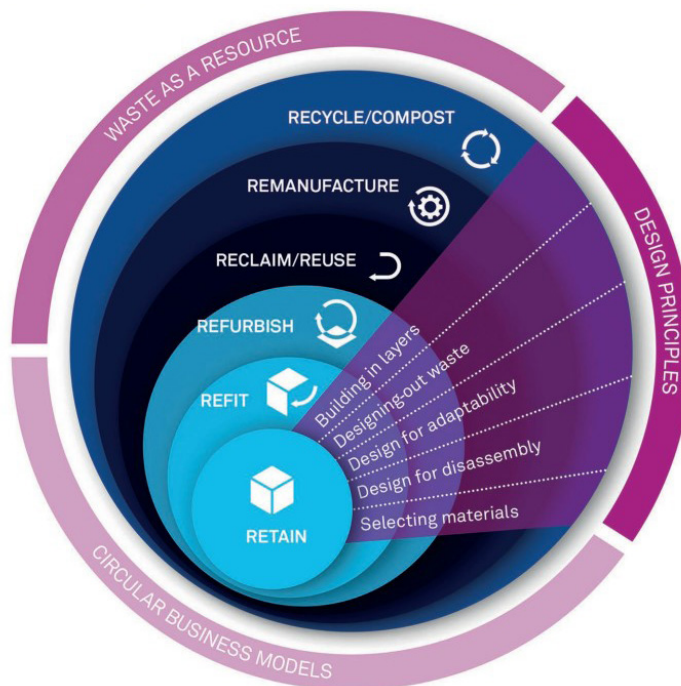


Figura 13 – Aplicando os Princípios da Economia Circular ao Projeto de Edifícios

Fonte: Cheshire, D. Building Revolutions- Applying the Circular Economy to the Built Environment, 2019.

## 2.2.7. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

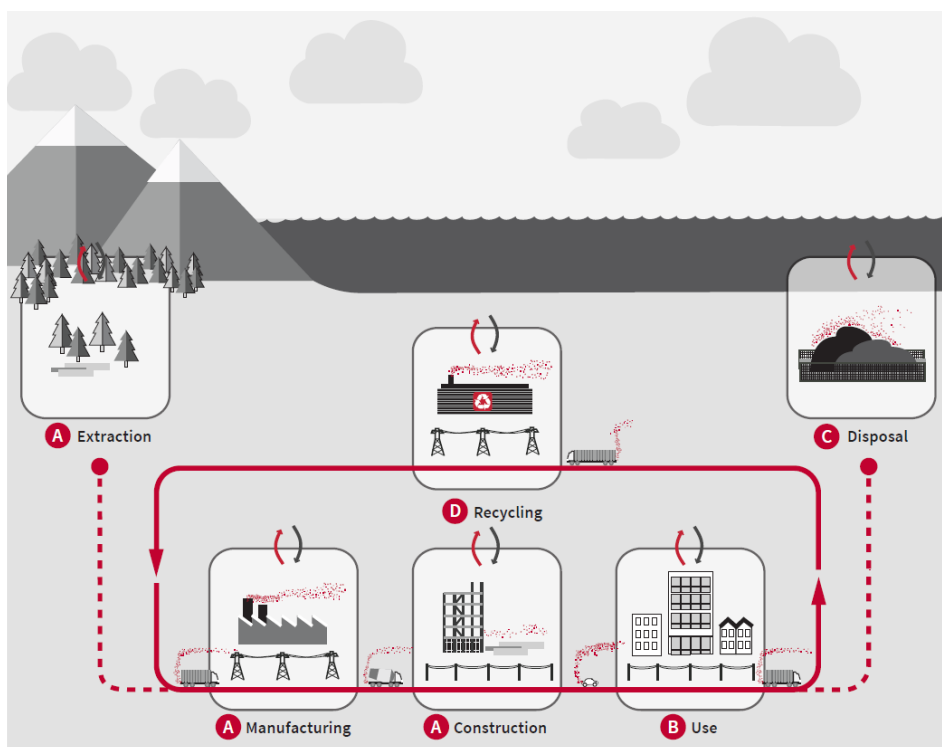
Segundo o guia *Life Cycle Assessment of Buildings: A Practice Guide*, produzido pelo *The Carbon Leadership Forum* do Departamento de Arquitetura da Universidade de Washington, construir um edifício e usá-lo por muitos anos produz impactos duradouros na saúde humana e no meio ambiente. A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma ciência em rápida evolução para esclarecer esses impactos em termos de qualidade, gravidade e duração. Uma edificação gera impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida. Os vários estágios de um ciclo de vida típico conforme definido na ACV são (Figura 14):

- 'A': estão relacionados aos estágios de produção e construção - A etapa de produção envolve a energia e os recursos usados para extrair as matérias-primas, transportar estes materiais para as instalações de fabricação dos produtos e produzir os componentes finais da construção. A etapa de construção envolve o transporte dos materiais para o canteiro de obras, bem como a energia usada para alimentar os equipamentos da construção, fornecer materiais de apoio à esta construção e destinar os resíduos gerados durante o processo de construção.
- 'B': o estágio de operação - A etapa de uso envolve os impactos da ocupação de um edifício, ao longo de sua vida útil, com a iluminação, aquecimento, uso de água e quaisquer materiais usados para manutenção, reparos e substituição.
- 'C': o estágio de fim de vida - A fase de fim de vida envolve a demolição e eliminação do edifício, bem como o processamento de resíduos (se o edifício não for reaproveitado ou melhorado para ocupação ou uso posterior).
- 'D': impactos externos fora dos limites do projeto- a última etapa reúne todos os efeitos diversos da reutilização, reciclagem e/ou recuperação de materiais, energia ou água do projeto. Esses efeitos são chamados de impactos externalizados porque se manifestam fora do limite do sistema, que é definido como os limites físicos do estudo de ACV.

O início do ciclo de vida também é chamado de “Berço” (termo em inglês *Cradle*) enquanto o ponto de saída das instalações da fabricação é conhecido como “Portão” (termo em inglês *Gate*); e o final do ciclo de vida é conhecido como “Túmulo” (termo em inglês *Grave*). Assim, termos como “do Berço ao Portão” (*Cradle-to-Gate*) e “do Berço ao Túmulo” (*Cradle-to-Grave*) são usados para se referir a diferentes faixas do ciclo de vida.

Segundo o documento *LETI Embodied Carbon Primer* (2020), a avaliação do ciclo de vida (ACV) é um procedimento de várias etapas para quantificar as emissões de carbono (incorporadas e operacionais) e outros impactos ambientais ao longo dos estágios de vida de um edifício. A norma EN 15978 (Figuras 15 e 16), é normalmente usada para definir os diferentes estágios do ciclo de vida A1-3 ('Berço ao Portão'), A1-3 + A4-5 ('Berço à conclusão dos trabalhos'), B1-5 ('Operação'), C1-4 ('Fim da Vida'), D ('Suplementar'). No caso *whole life carbon*, uma ACV avalia as emissões de gases de efeito estufa medidos em dióxido de carbono equivalente, para avaliar o Potencial de Aquecimento Global (*GWP- Global Warming Potential*).

## Ciclo de Vida e Ciclo do Carbono no Ambiente Construído



- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>A</b> <b>Product Stage</b><br/>Raw Material Supply<br/>Transport (to Manufacturing)<br/>Manufacturing<br/>Transport (to Site)<br/>Construction Installation</p> | <p><b>B</b> <b>Use Stage</b></p> <p><b>C</b> <b>End-of-Life Stage</b><br/>Deconstruction/Demolition<br/>Transport<br/>Waste Processing</p> | <p><b>D</b> <b>Beyond System Boundary</b><br/>Reuse, Recovery, and<br/>Recycling Potential</p> <p>— Extraction from Nature<br/>— Emissions to Nature</p> |
|---|--|--|

Figura 14 – Ciclo de Vida e Ciclo de Vida do Carbono no Ambiente Construído

Fonte: Life Cycle Assessment of Buildings: A Practice Guide, 2019. p. 7-8.

A Declaração Ambiental do Produto (*Environmental Product Declaration - EPD*, na língua inglesa) é definido como um documento verificado e registrado de forma independente, que comunica as informações daquele produto, de maneira transparente e comparável sobre o impacto ambiental do ciclo de vida de um produto. (*Envirodec - International EPD System*).

### 2.2.8. NET ZERO ENERGY

A publicação do *National Renewable Energy Laboratory* (NREL), denominada *Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition*, publicada por Torcellini e Crawley (2006), também é utilizada no WBDG como referência da definição e apresenta os conceitos de “energia zero” (*zero energy* na língua inglesa). Por serem conceitos relativamente novos, ainda não existem métricas definitivas e amplamente aceitas para sua definição, sendo assim, algumas definições para esse conceito são caracterizadas, incentivando projetistas, proprietários e agentes do setor da construção, a selecionar qual se adéqua ao contexto de cada projeto.

Em conceito, um edifício *zero energy* é um edifício com necessidades energéticas reduzidas devido a sua eficiência, de modo que a compensação destas necessidades energéticas possam ser supridas utilizando-se tecnologias baseadas em fontes renováveis.

O uso das estratégias para o alcance do edifício *zero energy*, não se restringe ao *design* do edifício voltado apenas para a redução de um percentual de baixo consumo energético, este entra na abordagem da utilização de energia limpa, sustentável. É necessário entender quais serão os objetivos definidos para o edifício; como esses objetivos serão inseridos, entender a melhor combinação entre essas estratégias e quais serão preferencialmente as opções de fornecimento de energia renovável, estas definições são críticas para o processo de *design*. (DERU e TORCELLINI, 2004).

No centro do conceito de edifício *zero energy* está a definição de que os edifícios podem suprir todas as suas necessidades energéticas, a partir de fontes renováveis de baixo custo, disponíveis localmente e não poluentes. No nível mais específico, um edifício *zero energy* gera energia renovável suficiente no local, para igualar ou exceder seu consumo anual de energia.

Normalmente, o edifício *zero energy* utiliza fontes tradicionais de energia, proveniente das concessionárias de eletricidade e/ou gás natural, quando a geração no local não atendem às cargas necessárias. Quando a geração no local é maior que as cargas demandadas do edifício, o excedente desta eletricidade pode ser exportado para a rede elétrica. Ao usar a rede para contabilizar o balanço de energia, o excesso de produção pode compensar o uso posterior desta energia. Alcançar um edifício *zero energy* sem a utilização da rede é muito difícil, pois as tecnologias de armazenamento desta energia ainda são bastante limitadoras, quanto a custo, manutenção ou até mesmo em questões de sustentabilidade. Apesar de alguns edifícios terem uma “independência” da energia elétrica proveniente da rede (*off-grid*), eles geralmente acabam possuindo uma dependência de fontes de energia externas, como propano (e outros combustíveis) para cozinhar, para o aquecimento de ambientes e aquecimento de água, ou bancos de baterias. Edifícios que não estejam conectados à rede da concessionária, não podem fornecer o excesso de produção de energia de volta à rede, para compensar outros usos de energia.

Alguns conceitos foram estabelecidos para ajudar a orientar as definições para os edifícios *zero energy*, que sugerem quatro maneiras pelas quais a *zero energy* pode ser definida, sendo eles:

## Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios

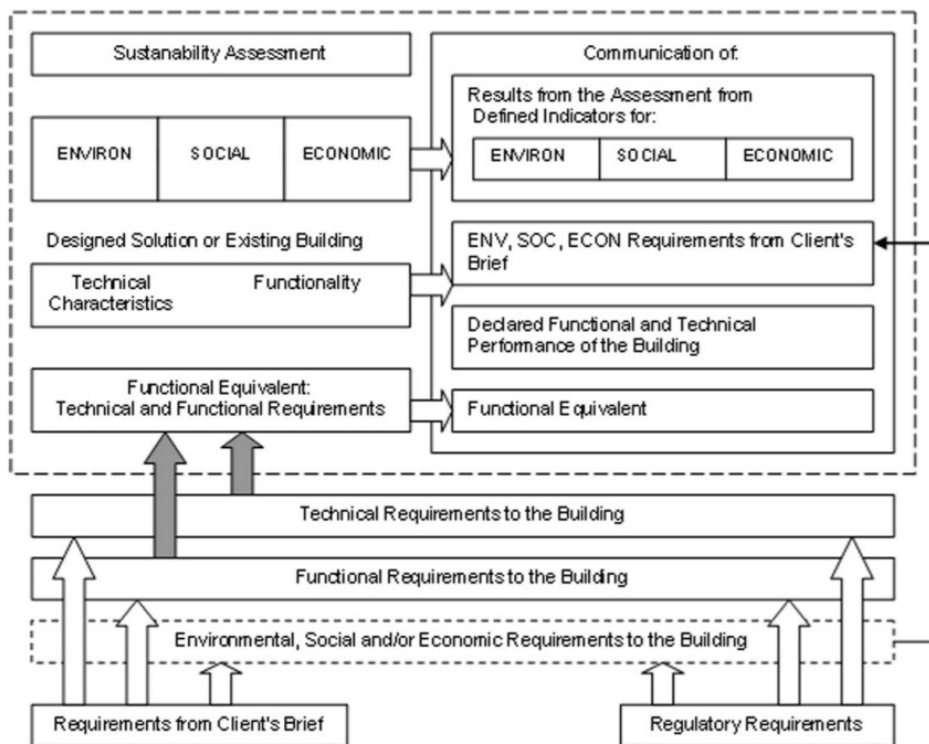


Figura 15 - Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios

Fonte: EN 15978:2011

Limite do sistema: EN 15978:2011 | Exibição de informações modulares para as diferentes etapas da avaliação do edifício

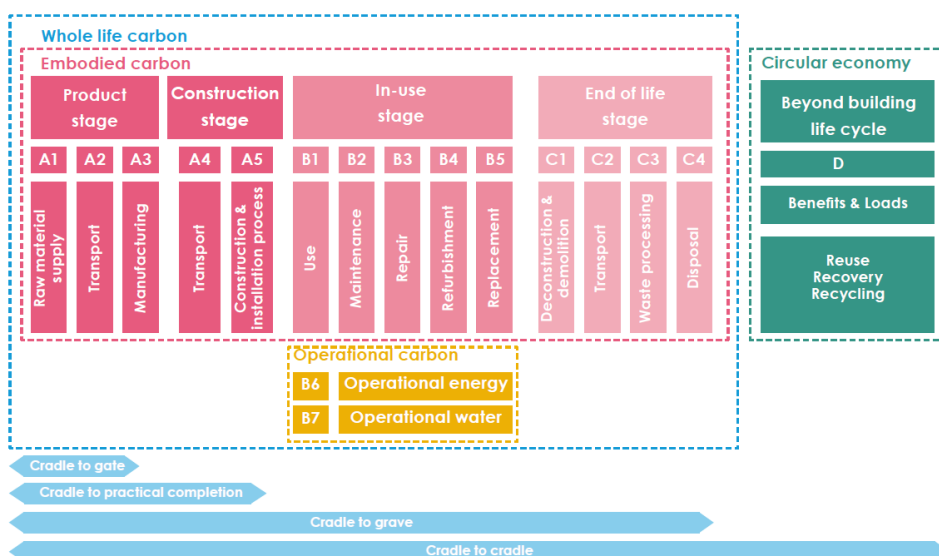


Figura 16 - Limite do sistema: EN 15978:2011 | Exibição de informações modulares para as diferentes etapas da avaliação do edifício

Fonte: LETI, Embodied Carbon Primer, 2020.

‘Energia zero no local’: refere-se à energia consumida e gerada em um local (por exemplo, um edifício), independentemente de onde, ou como essa energia se originou. Em um edifício *zero energy*, para cada unidade de energia que o edifício consome ao longo de um ano, ele deve gerar em uma unidade de energia.

‘Fonte zero de energia’: refere-se à energia primária necessária para extrair e fornecer energia para um local, incluindo a energia que pode ser perdida ou desperdiçada no processo de geração, transmissão e distribuição. As métricas de definição para edifícios *zero energy* na fonte são responsáveis por todos esses fatores, embora as métricas exatas possam variar dependendo do local e da concessionária.

‘Custo zero de energia’: é talvez a métrica mais simples de usar: significa que o prédio terá uma conta de energia elétrica de \$0 (custo zero) ao longo de um ano. O custo é aquele em que a quantidade de dinheiro que a concessionária paga ao proprietário do edifício, pela energia gerada neste edifício e que é lançada à rede, é pelo menor ou igual ao valor que o proprietário paga à concessionária pela energia utilizada ao longo do ano. Em alguns casos, proprietários ou operadores de edifícios podem tirar proveito da venda de créditos de energia renovável a partir de geração renovável no local.

‘Emissões zero de energia’: Muitas fontes de energia convencionais resultam em emissões de dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre, etc. Um edifício *zero energy* em emissões, não usa energia que resulta em emissões, ou compensa as emissões exportando energia livre de emissões (geralmente com o uso de fontes renováveis no local). Para realizar os cálculos, é necessário determinar os fatores de emissão, que podem ser difíceis de obter em algumas regiões. Além disso, embora as emissões abranjam uma variedade de poluentes, essa definição ainda é limitada principalmente ao dióxido de carbono.

## 2.2.9. NET ZERO CARBON

O Reino Unido deve atingir o *net zero* até 2050 e reduzir 78% das suas emissões até 2035, de acordo com a Lei *Climate Change Act* de 2008. O setor construtivo no Reino Unido vem fazendo um esforço para descarbonizar o ambiente construído. No entanto, permanece uma inconsistência significativa em relação às definições básicas em uso, com referência às terminologias de *net zero carbon* ao longo do ciclo de vida dos edifícios.

A LETI (*London Energy Transformation Initiative*) vem consultando grupos da indústria, incluindo CIBSE, RIBA, IStructE, GLA e *Whole Life Carbon Network*, para alinhar definições, escopos, metodologias de medição e definições de metas. Diversas variações nas terminologias, usadas para definir as emissões de carbono (como: operacionais, incorporadas, *whole life* etc.) levam a confusão entre os diferentes agentes inseridos no processo.

Portanto, em maio de 2021, foram publicadas definições estabelecidas no documento *Improving Consistency in Whole Life Carbon Assessment and Reporting*, construído pelo LETI, RIBA e *Whole Life Carbon Network* (WLCN), que teve como escopo apresentar as definições estabelecidas de carbono para o ambiente construído, em que contribuíram mais de 90 profissionais do setor.

As definições de ‘*net zero carbon*’ estabelecidas são baseadas na abordagem do Acordo de Paris, que determina que a indústria de ambiente construído deve utilizar apenas uma quantidade limitada de carbono, (incluindo energia e recursos materiais) alocados a ela, para que a economia

como um todo, alcance emissões *net zero* até 2050; e tenha assim a certeza que foram realizados os esforços necessários para limitar o aquecimento global a 1,5 graus Celsius. Isso requer a redução das emissões do ambiente construído de acordo com uma trajetória estabelecida de reduções de 50% até 2030, como medida prioritária; e depois reduzir decrescentemente a dependência ao longo do tempo, e por meio de compensações, alcançar o equilíbrio em *net zero*. As definições estabelecidas se aplicam a novas construções, retrofit e infraestrutura.

As definições estabelecidas neste documento são as utilizadas como referência no contexto desta pesquisa, e são apresentadas a seguir as definições que abordam as temáticas tratadas.

#### Definições Relacionadas:

*'Greenhouse Gases'* (GHG) Muitas vezes referido como “emissões de carbono” - Os gases de efeito estufa (GEE) são constituintes da atmosfera, tanto naturais quanto antropogênicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha, emitida pela superfície da Terra, atmosfera e nuvens. Para essas 'Definições de Carbono', estão sendo abordados apenas os GEEs com potencial de aquecimento global atribuídos pelo IPCC, por exemplo, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonos (HFC's), perfluorcarbonos (PFC's) e hexafluoruro de enxofre (SF<sub>6</sub>).

*'Whole Life Carbon'* - As emissões *Whole Life Carbon* são a soma total de todas as emissões e remoções de GEE relacionadas a ativos, tanto operacionais quanto incorporadas ao longo do ciclo de vida deste ativo, incluindo sua eliminação (Módulos: A1- A5 adiantado; B1-B7 em operação; C1-C4 fim de vida). O desempenho global dos ativos na *Whole Life Carbon* inclui relatar separadamente o potencial benefício, quanto a futura recuperação, reutilização e reciclagem de energia (Módulo D). (LETI/WLCN 2021)

'Módulo D' - é reportado separadamente, pois é considerado fora dos limites do projeto. No entanto, pode ser pensado - em combinação com os módulos C1 e C3 - como o módulo de Economia Circular. Ele quantifica o potencial benefício de carbono futuro de uma decisão tomada na etapa de *design*. Vários cenários podem ser produzidos.

*'Embodied Carbon'* - As emissões de Carbono Incorporado são as emissões e remoções de GEE associadas a materiais e processos de construção ao longo de todo o ciclo de vida de um ativo (Módulos A1-A5, B1-B5, C1-C4). (LETI/WLCN 2021)

*'Carbon Sequestration'* - Sequestro de carbono é o processo pelo qual o dióxido de carbono é removido da atmosfera e incorporado como 'Carbono Biogênico' em 'Biomassa', através da fotossíntese e outros processos associados ao ciclo do carbono.

#### Definições de Net Zero

*'Net Zero (Whole Life) Carbon'* - Um Ativo *net zero (whole life) carbon* é aquele em que a soma total de todas as emissões de GEE relacionadas a esse ativo, tanto operacionais quanto incorporadas, ao longo do ciclo de vida deste ativo (Módulos A1-A5, B1-B7, C1-C4) são minimizados, atendendo às metas locais de carbono, energia e água, com as compensações residuais, são iguais a zero. (Figuras 17 e 18)

'Net Zero Embodied Carbon' - Um ativo 'net zero embodied carbon' é aquele em que a soma total das emissões e remoções de GEE ao longo do ciclo de vida de um ativo (Módulos A1-A5, B1-B5 e C1-C4) são minimizada, atendendo às metas locais de carbono (por exemplo, kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>), e com compensações adicionais, iguais a zero.

'Net Zero Carbon' - Operational Energy - Um ativo 'net zero carbon - Energia Operacional é aquele em que nenhum combustível fóssil é utilizado, todo o uso de energia (Módulo B6) foi minimizado, atendendo as metas de uso de energia local (por exemplo, kWh/m<sup>2</sup>/a) e todo o uso de energia é gerado dentro ou fora do local usando energias renováveis. Quaisquer emissões residuais diretas ou indiretas da geração e distribuição de energia são compensadas.

### Definições Relativas à Compensação

'Carbon Offset' - Compensação de carbono significa que as reduções ou remoções das emissões alcançadas por um ativo, podem ser usadas para compensar as emissões de outra entidade.

'Carbon Neutral' - Todas as emissões de carbono são equilibradas com compensações



## Whole Life Carbon



**Whole life carbon = Operational carbon + Embodied carbon**

Figura 17 – Whole Life Carbon

Fonte: LETI, Embodied Carbon Primer, 2020.

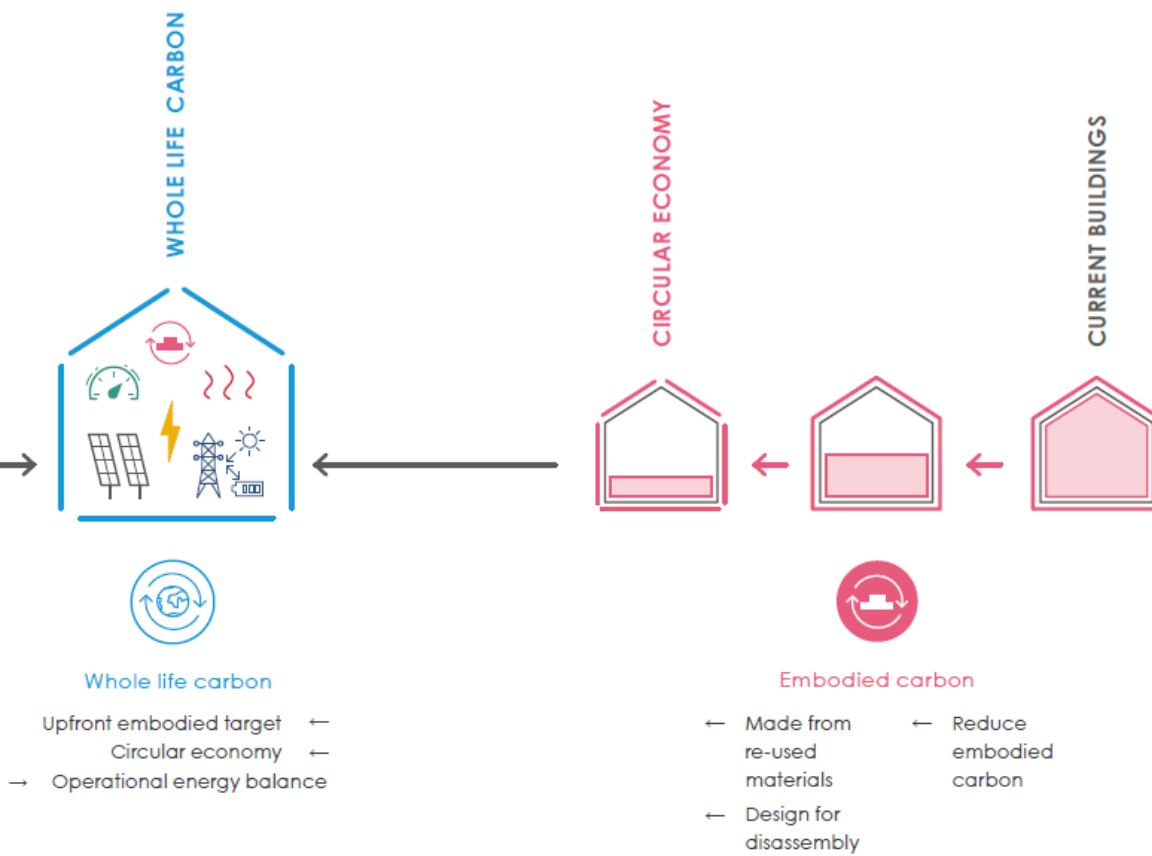
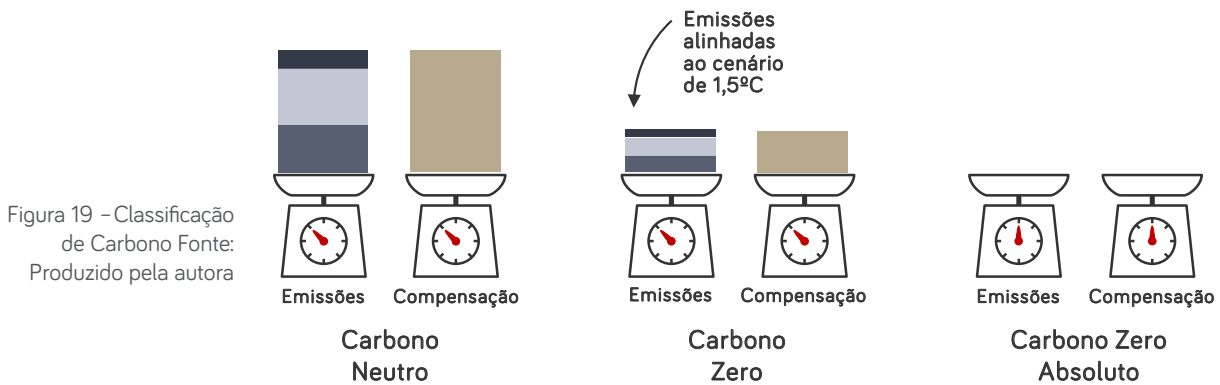


Figura 18 – Whole Life Carbon

Fonte: LETI, Embodied Carbon Primer, 2020.

baseadas em remoções de carbono ou emissões evitadas.

'*Net Zero Carbon*' - Todas as emissões de carbono são reduzidas, alinhadas com a trajetória de 1,5°C do Acordo de Paris, sendo as emissões residuais compensadas por remoções de carbono ou por emissões evitadas.



'*Absolute Zero Carbon*' - Eliminando todas as emissões de carbono sem o uso de compensações.

### Carbono Incorporado

Emissões de carbono incorporadas ao ciclo de vida - (Figura 20) - O diagrama é estruturado pelos estágios do ciclo de vida da BS EN 15978. A forma circular é devido à proposta de integrar um período de pré-design no início, enfatizando as oportunidades disponíveis para reduzir as emissões iniciais de carbono associadas aos estágios do ciclo de vida A1-A5.

A1-A5 – Emissões iniciais de carbono no produto e na construção

A1-A3 - Fornecimento de matéria-prima/ Transporte/ Fabricação - ('Berço ao Portão')

A4-A5 - Transporte/Construção e processos de instalação ('Berço à conclusão dos trabalhos')

B1-B5 – Emissões de carbono em uso - ('Operação')

B1-B5 - Uso/ Manutenção/ Reparo/ Substituição/ Reforma

C1-C4 – Emissões de carbono no fim da vida útil - ('Fim da Vida')

C1-C2 - Desconstrução e demolição/ Transporte

C3-C4 - Processamento / Descarte de Resíduos

D – Além do limite de vida útil do edifício ('Suplementar')

Reutilização, Recuperação, Reciclagem (reportados separadamente, mas os princípios da Economia Circular podem ser usados para reduzir o carbono inicial)

### Carbono Operacional

Um edifício novo é *net zero carbon operacional* quando não queima combustíveis fósseis e é 100% alimentado por energia renovável, atingindo um nível de desempenho energético em operação que se alinha às metas nacionais de mudança climática. Isso significa ter um balanço entre a energia operacional consumida no edifício, e a que é produzida por fonte de energia renovável.

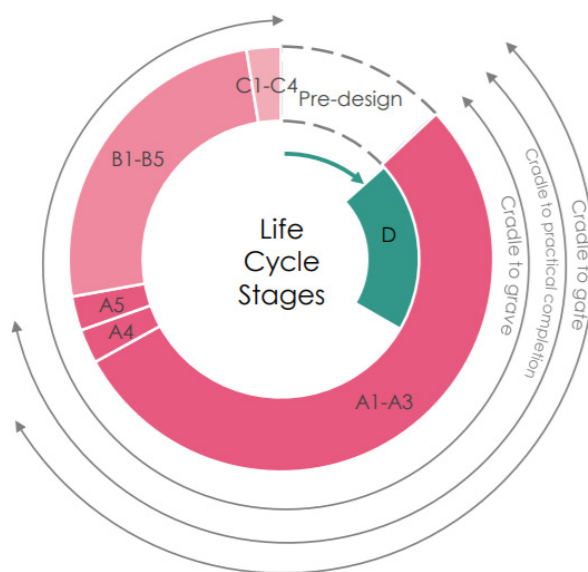


Figura 20 – Emissões de Carbono Incorporadas ao Ciclo de Vida

Fonte: LETI Embodied Carbon one-pager. 2020.

Nenhuma compensação de carbono pode ser usada para alcançar esse equilíbrio. Para alguns tipos de edifício, como residenciais de pequena escala, 100% do consumo de energia pode ser atendido no local com painéis fotovoltaicos instalados no telhado. Edifícios mais altos têm uma proporção menor de área de telhado em relação a sua área de piso, portanto, será necessário o investimento em energia renovável adicional, fora do terreno. Esse investimento em energias renováveis adicionais não é considerado uma compensação.

Além de alcançar o balanço do *zero carbon* em relação ao edifício, é também importante que esse equilíbrio seja alcançado no nível nacional (Figuras 21 e 22). Para cumprir as metas relacionadas às mudanças climáticas, no caso do Reino Unido, todos os edifícios devem atingir *net zero carbon* operacional. Como a quantidade de energias renováveis que o Reino Unido pode produzir é limitada, para alcançar o *net zero carbon* operacional em escala, os empreendimentos não devem exceder a meta de intensidade de uso de energia (*Energy Use Intensity-EUI*) bem como a provisão de consumo de energia. Uma vantagem no contexto brasileiro é que a energia fornecida pela rede é 85% de fonte de energia limpa, pois a maior parte é produzida por hidrelétricas.

A Intensidade de Uso de Energia (EUI) é uma medida anual da energia total consumida por um edifício. A LETI acredita que estabelecer um requisito EUI para novos edifícios é fundamental para cumprir nossas metas de mudança climática, sendo um bom indicador para o desempenho do edifício, pois a métrica depende exclusivamente do desempenho do edifício em operação; em vez de emissões de carbono, que também refletem a intensidade de carbono relacionadas à rede. O EUI é uma métrica que pode ser estimada na fase de *design* e muito facilmente monitorada no dia-a-dia de uso do edifício, pois as contas de energia são baseadas em kWh de energia. Essa métrica pode ser usada para comparar edifícios de tipologias semelhantes, para entender o desempenho do edifício em operação. O EUI pode ser expresso em GIA (Área Interna Bruta) ou NLA (Área Líquida Locável). O EUI deve substituir as reduções de emissões de carbono como a principal métrica usada em políticas, regulamentos e decisões de *design*.

Como referência quantitativa de consumo para uma tipologia comercial, o LETI *Embodied Carbon Primer* apresenta os valores de Intensidade Total de Uso de Energia (EUI). O uso de energia aferido no medidor deve ser igual ou inferior a 70 kWh/m<sup>2</sup>/ano (NLA) ou 55 kWh/m<sup>2</sup>/ano (GIA) para escritórios comerciais.

### *Whole Life Carbon*

Segundo o *Climate Emergency Design Guide*, no Reino Unido, os edifícios são responsáveis por 49% das emissões de gases do efeito estufa, das emissões anuais de carbono associadas aos edifícios, cerca de 80% são emissões de carbono operacionais relativas ao parque imobiliário existente, os restantes 20% estão relacionados com o impacto do carbono incorporado de novas construções. Tradicionalmente, o enfrentamento das mudanças climáticas se concentra na redução das emissões de carbono no consumo operacional, relacionado à energia. No entanto, à medida que os edifícios se tornarão mais eficientes em termos energéticos (e a geração de eletricidade da rede se descarbonizar), o carbono operacional dos novos edifícios irá reduzir proporcionalmente. Isso significa que o carbono incorporado pode representar uma proporção maior na *whole life carbon*, do que costumava representar. Assim, o carbono incorporado tornou-se significativo e pode representar de 40 a 70% do *Whole Life Carbon* em um novo edifício.

O *Whole Life Carbon* é a soma total de todas as emissões relacionadas ao carbono operacional e ao carbono incorporado ao longo do ciclo de vida do edifício.

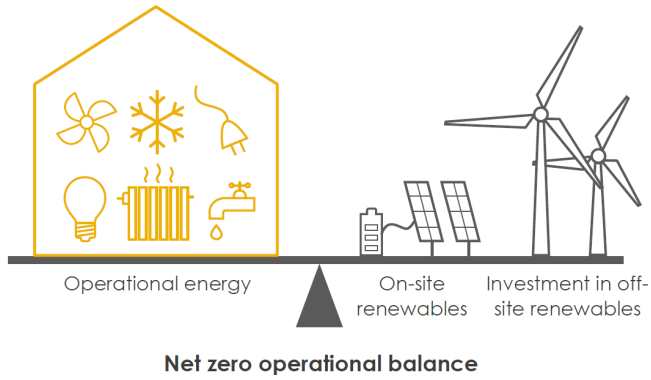


Figura 21 - Saldo Operacional Net Zero | Na Escala do Edifício

Fonte: LETI Embodied Carbon Primer. 2020. p.12.

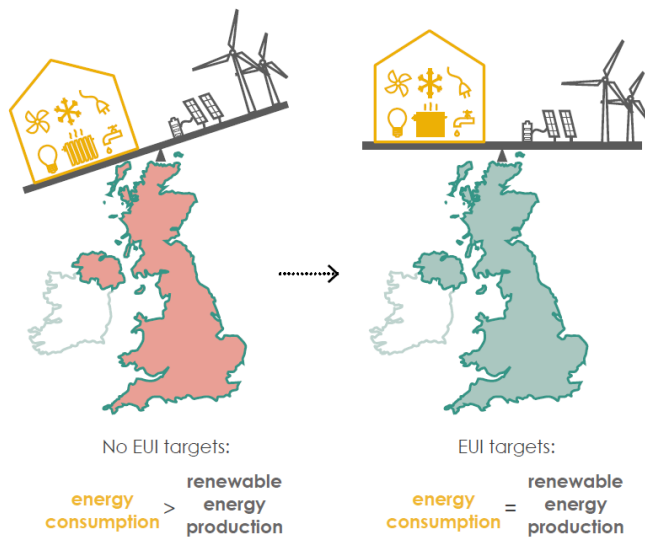


Figura 22 - Saldo Operacional Net Zero | Na Escala do Reino Unido

Fonte: LETI Embodied Carbon Primer. 2020. p.12.

Estratégias para controle e redução do *Whole Life Carbon* inseridas em *design* (Gráfico 16):

- Definir as metas de energia e carbono incorporado, bem como o processo de medição e verificação WLC na concepção do *design*, acompanhando durante todo o processo. A divulgação formal da medição deve ser feita após a conclusão da construção e depois anualmente.
- Usar a análise WLC durante o *design* para otimizar o carbono incorporado, reduzindo a energia operacional e integrando os princípios da Economia Circular.
- Abordar as emissões de carbono incorporadas antecipadamente (A1-5) usando o mínimo de material.
- Considerar o custo/benefício do carbono previamente entre o carbono operacional e as trocas/ requalificações necessárias durante o ciclo de vida da edificação, (essas podem ser observadas no gráfico 16, responsáveis pelo aumento do carbono incorporado nos anos de final de vida de alguns componentes, sendo assim necessária a sua substituição, acarretando no aumento das emissões).
- A cada ciclo de troca/ requalificação, priorizar materiais de baixo carbono e princípios de Economia Circular para reduzir as emissões de WLC.
- As cargas operacionais de energia devem ser minimizadas e cumprir as metas de energia locais; como as metas EUI. Uma futura rede descarbonizada depende da redução dos consumos gerais de energia.
- Utilizar os princípios da Economia Circular no início e no final do ciclo de vida do edifício e dos componentes. Isso inclui requalificação, reutilização de materiais, materiais reciclados e *design* para adaptabilidade futura. Documento de cenários de fim de vida e quantificação dos potenciais benefícios futuros de carbono.

Na Figura 23 é possível visualizar uma sobreposição entre a avaliação do ciclo de vida e a sua correspondência quanto às emissões de carbono. A cor marrom (no primeiro círculo) representa as emissões do carbono operacional, limitadas ao período de operação do edifício, enquanto o azul (no segundo círculo) representa apenas o carbono incorporado, o terceiro círculo representa a soma de ambos, *Whole Life Carbon* durante o ciclo total de vida.

Diagram: Life cycle stages defined by BS EN 15978:2011

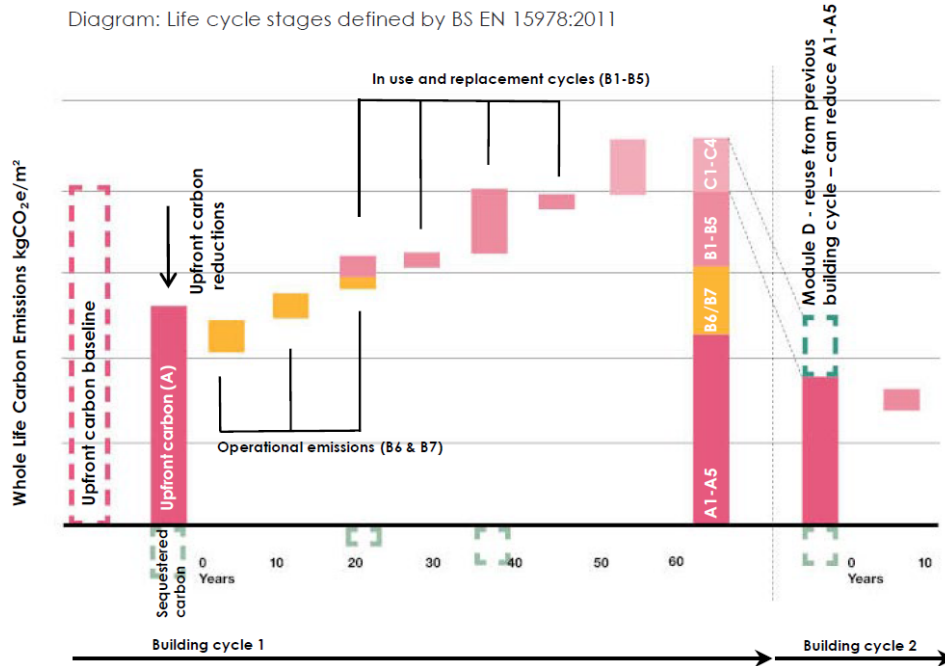


Gráfico 16 – Exemplo de emissões WLC ao longo do tempo para um ciclo de construção com uso de energia ultra baixa, uma rede descarbonizada e algum benefício de carbono sequestrado.

Fonte: LETI Whole Life Carbon one-pager. 2020.

### Ciclo de Vida de um Ativo Construído

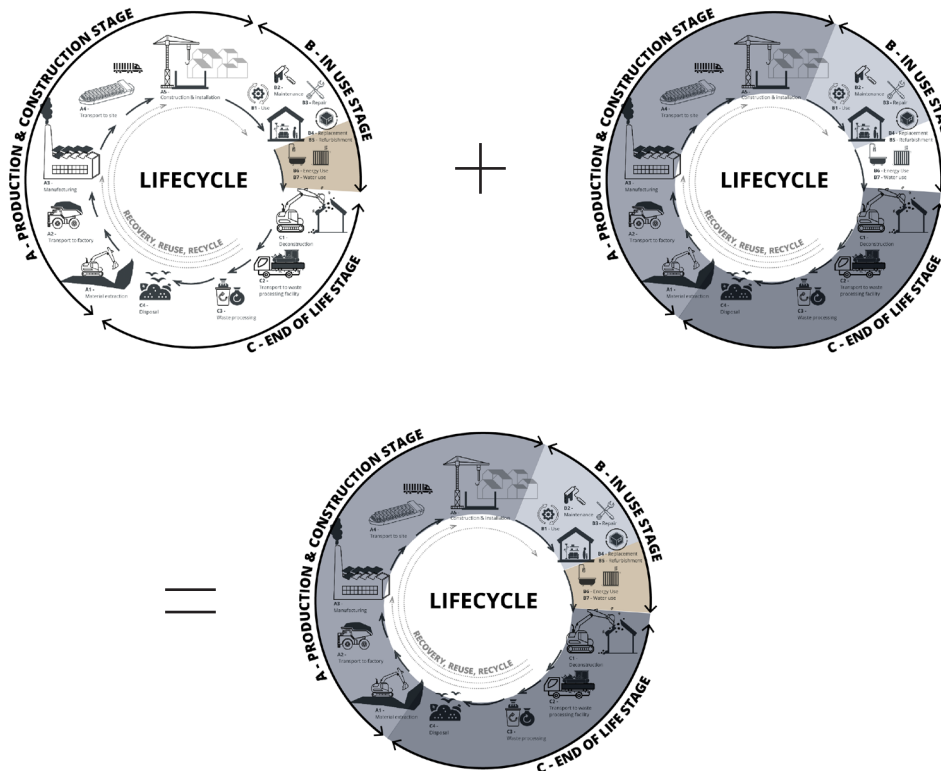
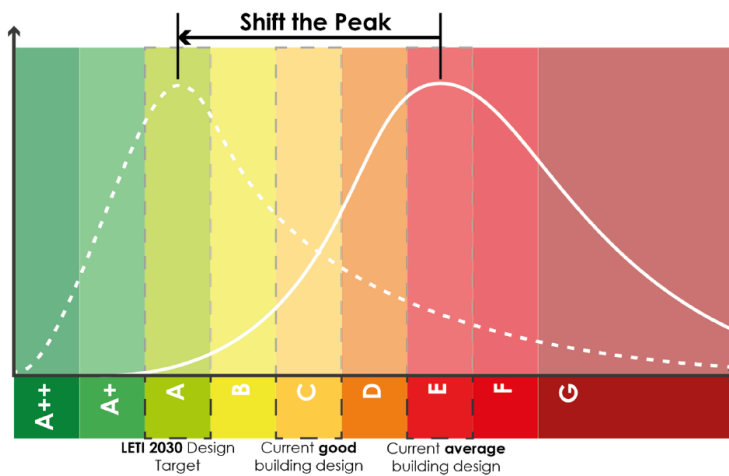


Figura 23 – Ciclo de Vida e Ciclo de um Ativo Construído

Fonte: Produção própria adaptado do

## Futura Regulamentação

A indústria precisa padronizar o desempenho e os escopos de relatórios para atender às recomendações do IPCC para redução das emissões. O LETI trabalhou com RIBA, GLA, IStructE e UKGBC que estão fomentando para isso a criação de um sistema de etiquetagem para as emissões de carbono (Gráfico 17), porém é preciso primeiro padronizar e possuir medição consistentes, sendo assim possível estabelecer um *benchmark* e metas de *design* e reivindicações. O alinhamento na metodologia é considerado um passo provisório para o desenvolvimento de metas *net zero carbon* que reflitam a provisão da emissões de carbono para o Reino Unido. O projeto do UKGBC, *2021 Whole Life Carbon Net Zero Roadmap* pretende gerar estimativas setoriais de provisão das emissões de carbono, o que ajudará no futuro estabelecimento de metas mais detalhadas no nível de construção.



| Project Name: Test Project<br>Project Sector: Office<br>Assessment Date: 16/02/2022<br>Assessment By (Company): LETI<br>Location of Data: LHR, London | Upfront Embodied Carbon<br>A1-S<br>exc. sequestration<br>(kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ) | Life Cycle Embodied Carbon<br>A1-S, B1-S, C1-H<br>(kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ) |
|---|--|---|
| A++   | 100  | 350   |
| A+  | 225  | 345   |
| A   | 350  | 330   |
| B   | 475  | 750   |
| C   | 600  | 920   |
| D   | 725  | 1190  |
| E   | 850  | 1450  |
| F   | 1100   | 1620  |
| G   |  |   |
| Non-Listed Typology:  |  |   |
| Sequestered Carbon:   | -84 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>   |   |
| Module D:   |  | 110 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>  |

Gráfico 17 –  
Alinhamento de  
Metas de Carbono  
Incorporado

Fonte: LETI Embodied  
Carbon Target  
Alignment. 2020. p.1.

## 2.2.10. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

Na década de 80 começam a ser criados os sistemas de avaliação de desempenho do edifício, as certificações ambientais, que foram iniciativas da sociedade civil organizada e associações não vinculadas a uma legislação. O processo para a obtenção da certificação não representa uma metodologia de projeto para o melhor desempenho ambiental, mas uma ferramenta para minimizar o impacto dos edifícios no cenário ambiental global. Os sistemas de certificação são a validação, por uma terceira parte externa ao processo de *design* e construção, que audita e atesta que foram utilizadas as estratégias conforme as regras especificadas pela certificação escolhida.

A primeira certificação a ser instituída foi o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) criado em 1988 na Inglaterra, já o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) foi estabelecido em 1993 nos Estados Unidos. Hoje existem diversos sistemas para avaliação e certificação de edifícios “verdes” ou sustentáveis, em diferentes países.

Um edifício sustentável é um edifício que, em seu *design*, construção ou operação, reduz ou elimina impactos negativos, e que pode criar impactos positivos em nosso clima e ambiente natural (WGBC), auxiliando na redução e controle dos consumos de água, energia, materiais e ajudando a promover uma consciência de sustentabilidade, qualidade do ambiente interno e a inserção do edifício no meio urbano junto ao mercado, aos usuários do edifício e a comunidade local.

Nos últimos cinco anos, além de certificações voltadas ao edifício sustentável, também foram lançadas certificações com foco em bem estar (*well-being*) para os ocupantes, assim como certificações que estimulam a produção de edifícios *net zero energy* e de edifícios *net zero carbon*.

A Certificação WELL *Building Standard* foi lançada em outubro de 2014, e segundo o WGBC, é um sistema baseado em desempenho para medir, certificar e monitorar recursos do ambiente construído que impactam a saúde e o bem-estar humano, através do ar, água, nutrição, luz, condicionamento físico, conforto e mente.

Em maio de 2017, o Canadá lançou pelo *International Living Future Institute*, o *Zero Energy Certification*. O GBC Brasil foi o segundo a lançar, em agosto de 2017, uma certificação *Zero Energy* que foi desenvolvida no Brasil por um comitê técnico composto por diferentes agentes do setor construtivo. Os quesitos para a certificação *Zero Energy Building* tem o intuito de maximizar a eficiência energética, a geração de energia renovável no local ou remoto (*on-site* ou *off-site*), ou a compra de Certificados de Energia Renovável (RECs), que comprovam a natureza da energia que a edificação utiliza.

O programa “*Advancing Net Zero*” foi lançado pelo *World Green Building Council*, durante a COP Paris, com o objetivo de contribuir para o cumprimento das metas de zerar as emissões de carbono na atmosfera oriundas do setor de construção civil até 2050, com o intuito que novas edificações se tornem *net zero* à partir de 2030, e 100% dos edifícios se tornem *net zero* até 2050.

No Guia RIBA *Sustainable Outcomes Guide*, é apresentada a Tabela 2 que resume alguns métodos de avaliação de sustentabilidade e de avaliação de pós-ocupação, que são amplamente utilizados no mercado. Demonstrando os pontos em comum entre eles, ressaltando apenas os resultados mais importantes destas certificações.

Segundo o Guia, as ferramentas devem ser escolhidas pela qualidade do *insight*, e do *feedback* que fornecem para informar o *briefing* e o *design* nos estágios iniciais; o gerenciamento das expectativas à medida que o projeto avança; a avaliação de desempenho e intervenções corretivas quando um edifício é operado. Se todas as ferramentas disponíveis fossem usadas em um único projeto, haveria duplicidade, contradições, excesso de dados e aumento dos riscos não correlatos entre causas e efeitos.

Ainda segundo o Guia, é preciso minimizar a lacuna do desempenho e fornecer níveis consistentes de resultados sustentáveis; não é possível confiar apenas nos valores previstos do *design*, o desempenho durante a operação deve ser medido e verificado de maneira consistente e precisa.

O BREEAM e o LEED são as certificações de sustentabilidade mais utilizados, sendo que os métodos de avaliação colaboraram fundamentalmente para a compreensão e integração do *design* sustentável e das tecnologias. Além disso, o BRE e o *International WELL Building Institute* (IWBI) estão colaborando para promover a saúde e o bem-estar inseridos no *design*, construção e operação de edifícios e ajustes pós-entrega.

## Ferramentas para Avaliação de Sustentabilidade

|  | Zero Operational Carbon | Zero Embodied Carbon | Sustainable Water Cycle | Sustainable Connectivity and Transport | Sustainable Land use and Bio-diversity | Good Health and Wellbeing | Sustainable Cities and Communities | Sustainable Life Cycle Cost | Measurement in use |
|--|-------------------------|----------------------|-------------------------|--|--|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| BREEAM   | ●                       | ●                    | ●                       | ●                                      | ●                                      | ●                         | ●                                  |                             | optional           |
| BUS Methodology                                  |                         |                      |                         |  |  | ●                         |                                    |                             | yes                |
| CIBSE TM22                                       | ●                       |                      |                         |  |  |                           |                                    |                             | yes                |
| CIBSE TM 54 and 59                               | ●                       |                      |                         |  |  |                           |                                    |                             | yes                |
| CIC Design Quality Indicators                    |                         |                      |                         |  |  | ●                         |                                    |                             | yes                |
| Greenstar (Australia)                            | ●                       | ●                    | ●                       | ●                                      | ●                                      | ●                         | ●                                  |                             | optional           |
| BRE Home Quality Mark                            | ●                       | ●                    | ●                       |  | ●                                      | ●                         | ●                                  |                             | optional           |
| LEED   | ●                       | ●                    | ●                       | ●                                      | ●                                      | ●                         | ●                                  | ●                           | optional           |
| Living Building Challenge                        | ●                       | ●                    | ●                       | ●                                      | ●                                      | ●                         | ●                                  | ●                           | yes                |
| Leesman Index                                    |                         |                      |                         |  |  | ●                         |                                    |                             | yes                |
| NABERS (Australia)                               | ●                       |                      | ●                       |  |  | ●                         |                                    |                             | yes                |
| Passivhaus                                       | ●                       |                      |                         |  |  | ●                         |                                    |                             | yes                |
| RIBA Social Value Toolkit                        |                         |                      |                         |  |  |                           | ●                                  | ●                           | yes                |
| WELL Building Standard                           |                         |                      |                         |  |  | ●                         |                                    |                             | yes                |
| Process Tools to ensure the delivery of outcomes |                         |                      |                         |  |  |                           |                                    |                             |                    |
| RIBA Plan for Use                                | ●                       | ●                    | ●                       | ●                                      | ●                                      | ●                         |                                    | ●                           | yes                |
| Soft Landings                                    | ●                       | ●                    | ●                       | ●                                      | ●                                      | ●                         |                                    | ●                           | yes                |

Tabela 2 – Ferramentas para Avaliação de Sustentabilidade

Fonte: Sustainability Assessment tools - RIBA Sustainable Outcomes Guide, 2019. p. 14.

## 2.3. A CULTURA DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM AMBIENTES DE TRABALHO

### 2.3.1. ANÁLISE DE CUSTO DO CICLO DE VIDA

Montes (2016) afirma que a Análise do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) é um método econômico de avaliação de projetos, que leva em consideração todos os custos das fases do ciclo de vida de uma edificação, como a construção, a operação, a manutenção e o final da vida, sendo especialmente indicado para avaliação de alternativas de projeto de edifícios com diferentes opções de análises. (GUINDANCE, 2005; BSI, 2008)

Como o conceito de sustentabilidade abrange mais do que questões ambientais, consequências financeiras das decisões de projeto, além do investimento inicial também devem ser levadas em consideração (BUYLE). Esta consideração decorre do fato que o produto da indústria da construção civil é um investimento de alto valor, com vida útil longa e seus custos vão além dos custos de projeto e construção.

Para Yoshitake (1995) os custos de operação e manutenção ao longo da vida de um edifício excedem em muito os custos iniciais, e é justamente por essa razão que os custos devem ser considerados no processo da tomada de decisão. Sendo assim, do ponto de vista econômico, o investimento de alto custo inicial é compensado ao incorrer em menores custos a *posteriori*, em função de manter a propriedade do ativo. Entende-se como custos da fase de operação e manutenção, as reformas, os reparos e os operacionais, tais como, energia elétrica, água e esgoto (TESHNIZIA, 2018).

A norma ISO 15686-5:2008 fornece uma estrutura discriminada dos custos para os componentes do ciclo de vida da construção. O custo total (CT) é o somatório dos custos: (1) Custo inicial de projeto e construção – (CI); (2) Custo de operação – (CO); (3) Custo de manutenção – (CM); e (4) Custo de final de vida útil – (CFV).

$$CT = CI + CO + CM + CFV$$

De acordo com Schade (2007), o custo de produção é um fator principal no custo da construção, e muitas vezes é fixado no seu valor mínimo, o que necessariamente não melhora o desempenho dos edifícios durante sua vida útil. No entanto, um custo de produção mais alto pode diminuir o custo total do ciclo de vida. É importante, portanto, mostrar ao cliente na fase inicial do projeto, a relação entre as alternativas do projeto e o custo de vida útil resultante. Hoje, o cálculo do ACCV é usado majoritariamente para produtos industriais, para minimizar o custo de produção e aumentar o lucro. Claramente, existem diferenças significativas entre um produto industrial e um edifício do ponto de vista do ciclo de vida. As principais diferenças são a vida útil de uma edificação e a falta de industrialização no processo construtivo, principalmente durante a construção. Esses fatores dificultam o cálculo do ACCV para um edifício no início do processo de projeto.

Segundo o *European Bank for Reconstruction and Development* (EBRD), o custo do ciclo de vida deve ser utilizado para informar a tomada das decisões, em vez de ser apenas uma métrica de custo de capital unidimensional, este deve ser utilizado como instrumento para avaliação das alternativas das estratégias em projetos. Sendo uma abordagem mais holística, que auxilia na análise dos custos durante as fases de desenvolvimento, construção e operação e desativação de um edifício. Os estudos de custo de capital por si só, em muitas vezes inflacionam os riscos das ações para *net zero carbon*, enquanto os estudos de ciclo de vida podem destacar oportunidades ao longo de toda a vida de um edifício, como para escolhas de equipamentos e sistemas de menor consumo em aquecimento ou iluminação. Além disso, benefícios monetários por meio de incentivos fiscais e financeiros para a economia de carbono também podem ser contabilizados.

O *Whole Building Design Guide*, corrobora desta mesma abordagem, colocando que a análise de custo do ciclo de vida (ACCV) é especialmente útil quando são avaliadas alternativas em projeto, que atendam a requisitos voltados para desempenho, mas diferem em relação aos custos iniciais e custos operacionais, que precisam ser comparadas para selecionar aquela que maximiza a sua economia final. O ACCV ajudará a determinar a inserção de um sistema de HVAC ou envidraçamento de fachada de alto desempenho, que pode acarretar no aumento do custo inicial, mas resultará em custos operacionais e de manutenção reduzidos.

Existem diversos métodos de avaliação econômica para ACCV, que apresentam vantagens e desvantagens. A maioria dos modelos utiliza o método do valor presente líquido (VPL). Alguns outros métodos também são utilizados como, Taxa Interna de Retorno e Período de Retorno (*Payback*), entre outros (SCHADE,2007). A abordagem para fazer escolhas dos custos efetivos relacionados aos projetos podem ser bastante semelhantes e podem ser chamados de estimativa de custos, engenharia de valor ou análise econômica. (WBDG).

Segundo WBDG, o *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) deve ser realizado no início do processo de *design*, enquanto ainda há possibilidade de refinar o *design* para garantir uma redução nos custos do ciclo de vida. Este deve ser validado no final de cada etapa do projeto. A primeira e mais desafiadora tarefa de um LCCA, ou de qualquer método de avaliação econômica, é determinar os resultados econômicos de projetos alternativos de edifícios e sistemas construtivos e quantificar esses efeitos e expressá-los em valores monetários.

Quando analisamos em um período de 30 anos, os custos iniciais de projeto representam apenas 3% do total, os custos iniciais de construção representam aproximadamente 27% enquanto os custos de operação e manutenção equivalem a 80%. (ACEC- *American Council of Engineering Companies*, 2019) (Gráfico 18).

Custo do Ciclo de Vida do Edifício (30 Anos)

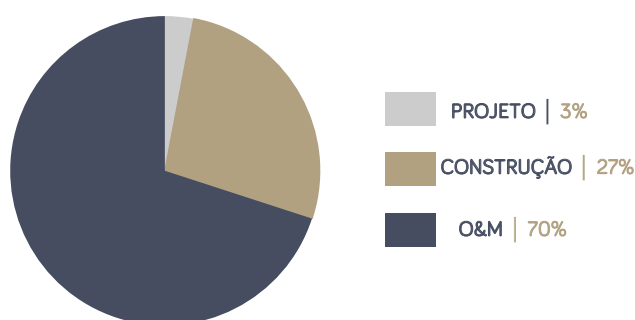


Gráfico 18 – Custo do Ciclo de Vida do Edifício.

Fonte: ACEC- American Council of Engineering Companies, 2019.

Quando somados os valores relacionados aos custos dos salários ao longo de um período de 30 anos, os custos iniciais de construção representam apenas 2% do total, enquanto os custos de operação e manutenção equivalem a 6% e os custos de pessoal representam 92%. (WBDG; ROMM, 1994)

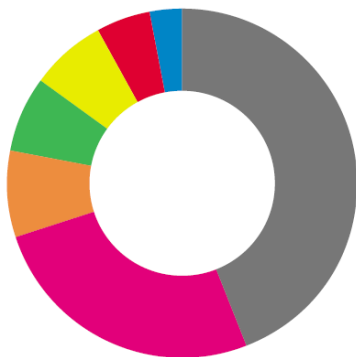
Em um relatório produzido pelo *Commission for Architecture & the Built Environment* (CABE) e *British Council for Offices* (BCO) em maio de 2005, denominado *The Impact of Office Design on Business Performance*, são apresentados os Gráficos 19 e 20:

O Gráfico 19 demonstra o custo de desenvolvimento, de quem tem a propriedade e opera um edifício de escritórios típico ao longo dos 25 anos de um contrato de arrendamento, todos reduzidos a valor presente a uma taxa de desconto de 6%. Este evidencia que, excluindo os terrenos, 44% do total, está relacionado ao custo de construção do incorporador, e o saldo de 56% está relacionado à operação e manutenção da propriedade. Isso exclui os custos dos salários de quem trabalha no edifício.

O Gráfico 20 apresenta o mesmo cálculo, porém incluindo na equação a valor presente dos salários que serão pagos aos funcionários. O impacto é significativo. Neste cenário, apenas 6,5% está relacionado ao custo total de construção do edifício; 8,5% está relacionado à operação e manutenção da propriedade; e 85% está relacionado aos os custos salariais.

Uma outra forma de visualizar esse mesmo resultado, porém distinguindo-se os custos relacionados ao *design* do edifício é apresentado no relatório *The Financial Case for High Performance Buildings* (STOCK, 2018) na Figura 24.

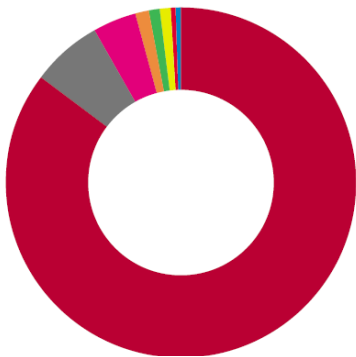
Cabe salientar o impacto da qualidade do ambiente interno, como já mencionado nesta pesquisa, está intimamente relacionada à produtividade e bem estar dos usuários, como apontado acima, este é o maior custo destas empresas. Outro ponto que é importante ser mencionado, que também está sendo discutido neste trabalho, como também é mencionado nas entrevistas, quando se analisa o edifício *net zero carbon*, necessariamente os métodos de avaliação econômica precisam incluir a avaliação total do ciclo de vida do edifício.



- Building – construction 44%
- M&E services – running & maintenance 26%
- Furnishings and furniture – capital cost 8%
- Building – maintenance 7%
- Cleaning, security etc 7%
- M&E services – depreciation 5%
- Furnishings and furniture – maintenance and depreciation 3%

Gráfico 19 – Perfil de 25 Anos de Despesas dos Ocupantes de Escritórios | Excluindo Custos Salariais

Fonte: CABE, BCO. The Impact of Office Design on Business Performance. 2005. p. 36.



- Salaries of occupants 85%
- Building – construction cost 6.5%
- M&E services – running and maintenance 4%
- Furnishings and furniture – capital cost 1.25%
- Building – maintenance 1%
- Cleaning, security etc 1%
- M&E services – depreciation 0.75%
- Furnishings and furniture – maintenance and depreciation 0.5%

Gráfico 20 – Perfil de 25 Anos de Despesas dos Ocupantes de Escritórios | Incluindo Custos Salariais

Fonte: CABE, BCO. The Impact of Office Design on Business Performance. 2005. p. 36.

### Proporção dos Custos versus Projeto

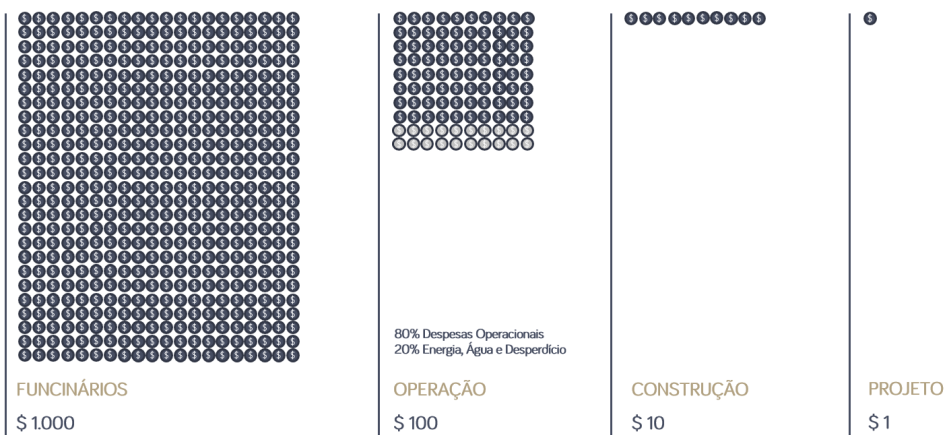


Figura 24 – Proporção dos Custos versus Projeto

Fonte: The financial case for High Performance Buildings, Stock, 2018. p. 5.

### 2.3.2. DIFERENÇA ENTRE PROJETO E DESIGN

Segundo definição do Instituto de Arquitetos do Brasileiros (IAB), a palavra projeto significa, genericamente, intento, desígnio, empreendimento e, em acepção, um conjunto de ações, caracterizadas e quantificadas, necessárias à concretização de um objetivo. Embora este sentido se aplique a diversos campos de atividade, em cada um deles o projeto se materializa de forma específica. O objetivo principal do Projeto de Arquitetura da Edificação é a execução da Obra idealizada pelo arquiteto. Essa obra deve se adequar aos contextos naturais e culturais em que se insere e responder às necessidades do cliente e futuros usuários do edifício.

Segundo Melhado (1998) o projeto compreende duas categorias de processos que se inter-relacionam e se justapõem para sua realização, o processo de gerenciamento de projeto (*Project*) e o processo de projeto de desenho do produto (*Design*).

O processo *Project*, consiste na aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de satisfazer os seus requisitos e, atingir ou exceder as diferentes necessidades e expectativas das partes envolvidas ou interessadas – clientes, organização empreendedora, parceiros, fornecedores, instituições financeiras, órgãos jurídicos e legais, etc. – com relação ao projeto, o que invariavelmente envolve equilíbrio entre as diferentes demandas: escopo, prazo, custos e qualidade (PMI, 2000; ROMANO, 2003). O processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, indo da montagem da operação imobiliária, passando pela formulação do programa de necessidades e do projeto do produto até o desenvolvimento da produção, o projeto de *as built* e a avaliação da satisfação dos usuários com o produto. (FABRÍCIO, 2002, p.75)

O Processo de *Design*, está relacionado ao desenvolvimento do projeto de desenho do produto, predominantemente criativa, fundamentada em conhecimento e experiência, e dirigida para a busca de soluções ótimas de produtos técnicos, a fim de determinar a construção funcional e estrutural e criar documentos que são legíveis para a manufatura, incluindo a escolha de material (BACK e OGLIARI, 2000; ABNT, 1977). Este explicita de maneira qualitativa e quantitativa os atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminação técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções, e disposições especiais.

Segundo Melhado, o projeto do produto (*Design*) é parte significativa e estratégica no ciclo de vida dos empreendimentos (*Project*) da construção civil, desta forma é fundamental que os gestores compreendam a sua complexidade e interfaces entre o *Design* e o *Project*, de forma a melhor planejar e controlar o empreendimento em todo o seu ciclo de vida.

Assim sendo, o projeto é um processo coletivo de construção de um artefato no qual o resultado final é maior do que a soma ou síntese das contribuições individuais dos participantes, sendo viabilizado pela organização que o sustenta, onde os principais problemas envolvidos são: criar um ambiente para o trabalho intelectual cooperativo; gerenciar e controlar o estado da informação; compartilhar informação de conteúdo adequado e no tempo correto, etc. (NAVEIRO, 2001; ROMANO, 2003).

Este trabalho tem como foco o processo de projeto do *Design*, que será utilizado para a devida distinção e melhor entendimento, mas busca também analisar o processo de projeto do *Project*, por entender que as decisões tomadas durante este processo são fundamentais e tem impacto direto nos resultados de desempenho esperados para a edificação.

### 2.3.3. EDIFÍCIOS NOVOS VERSUS EXISTENTES

Uma das classificações mais amplas para se caracterizar um edifício, é se este é novo ou existente. Os benefícios para a construção dos edifícios novos com alto desempenho como objetivo é notória, mas apenas uma fração da metragem quadrada dos edifícios novos serão construídos anualmente, mesmo nos países em desenvolvimento. É importante ressaltar que será nos edifícios existentes que encontraremos as maiores oportunidades para redução dos consumos relacionados a água e energia, com as devidas ações para melhorias de eficiência energética, como também, para minimizar as emissões de carbono, desde que estes edifícios já estão construídos. Esta pesquisa tem como foco principal o edifício novo, devido à facilidade de rastreabilidade do processo, bem como para compreensão dos impactos da utilização das novas ferramentas aplicadas ao seu desenvolvimento. O processo de projeto para a requalificação também poderá utilizar do mesmo processo e resultados desta pesquisa para sua qualificação, ambos os processos de projeto, para edifícios novos ou existentes, trarão por consequência benefícios para seus usuários como para a sociedade, com edifícios de melhor desempenho ambiental, energético e de baixa ou zero emissão de carbono.

## 2.3.4. ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO

### ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO NO CONTEXTO BRASILEIRO

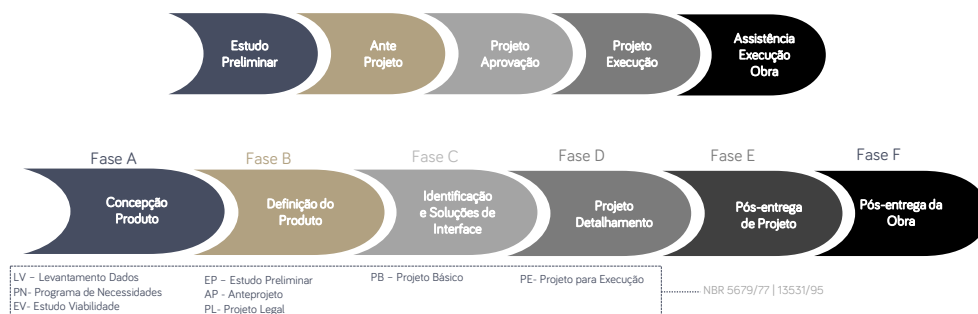


Figura 25 – Etapas de Projeto

Fonte: Produção própria.

O Instituto dos Arquitetos do Brasil apresenta as etapas do projeto de arquitetura da edificação, inseridas no processo de *Design*, como compreendendo as fases de Estudo Preliminar, Anteprojeto e/ou Projeto de Aprovação, Projeto de Execução e Assistência à Execução da Obra, que se caracterizam como blocos sucessivos de coleta de informações, desenvolvimento de estudos/ serviços técnicos e emissão de produtos finais, objetivando, ao término de cada uma destas etapas:

- I. avaliar a compatibilidade do projeto com o programa de necessidades, em especial no que se refere a:
  - funcionalidade;
  - dimensionamentos e padrões de qualidade;
  - custos e prazos de execução da obra;
- II. providenciar, em tempo hábil, as reformulações necessárias à concretização dos objetivos estabelecidos no programa de necessidades, evitando-se posteriores modificações que venham a onerar o custo do projeto e/ou da execução da obra;
- III. construir o conjunto de informações necessárias ao desenvolvimento da fase subsequente.

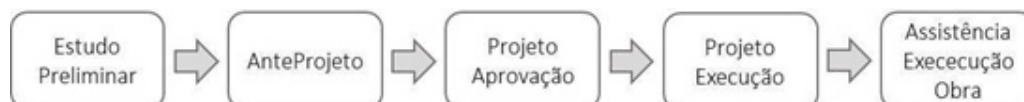


Figura 26 – Apresentação das etapas de projeto segundo o Instituto dos Arquitetos do Brasil.

Fonte: Produção própria.

Ainda segundo o IAB, o Estudo Preliminar constitui a configuração inicial da solução arquitetônica proposta para a obra (partido), considerando as principais exigências contidas no programa de necessidades. O Anteprojeto constitui a configuração final da solução arquitetônica proposta para a obra, considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades. O Projeto de Aprovação é uma subfase ao anteprojeto, desenvolvida, concomitante ou posteriormente a ele. Constitui a configuração técnico-jurídica da solução arquitetônica proposta para a obra considerando as exigências contidas no programa de necessidade do Estudo preliminar ou do Anteprojeto, aprovado pelo cliente; as normas técnicas de apresentação e representação gráfica emanadas dos órgãos públicos (em especial, Prefeitura Municipal, concessionárias de serviços públicos e Corpo de Bombeiro). Nos casos especiais em que não haja necessidade de aprovação do projeto pelos poderes públicos esta subfase deixa de existir. O Projeto da Execução é o conjunto de documentos técnicos (memoriais, desenhos e especificações) necessárias à licitação e/ou execução (construção, montagem, fabricação) da obra. Constitui a configuração desenvolvida e detalhada do Anteprojeto aprovado pelo cliente. Por fim, a Assistência à Execução da Obra é fase complementar de projeto que se desenvolve concomitantemente à execução da obra.

O Sindicato da Habitação (SECOVI) produziu em conjunto com entidades representativas do setor de projetos do mercado imobiliário e da construção civil, os manuais de escopo de projetos e serviços, voltados a indústria imobiliária, seus documentos complementares pretendem criar uma base de conhecimento comum à todos os agentes do setor, estabelecendo uma padronização para o desenvolvimento de escopo e contratação de projetos, em todas as fases do empreendimento imobiliário, portanto inserido dentro do conceito do Projeto.

Foram produzidos quatorze manuais nas especialidades de: Arquitetura e Urbanismo, Acústica, Ar Condicionado, Estrutura, Coordenação de Projeto, Automação e Segurança, Vedações, Instalações Hidráulicas, Instalações Elétricas, Luminotécnica, Impermeabilização, Revestimentos, Paisagismo, Infra Estrutura Esportiva. Todos os manuais são separados na mesma sequência de fases, iniciando na Fase A e finalizando na Fase F, esta busca estabelecer um fluxo de trabalho padronizado na elaboração do projeto do empreendimento (Figura 27). Os manuais têm como intenção contribuir para a interação eficiente entre as diferentes equipes envolvidas com o projeto.



Figura 27 - Apresentação das etapas de projeto segundo o Manual de Escopo de Projeto e Serviços de Arquitetura e Urbanismo  
Fonte: Produção própria.

O Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Urbanismo 3ª Edição, teve a colaboração da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA) para sua execução. Todas as fases de projeto apresentadas pelo IAB estão presentes neste processo, mas inseridas dentro de um contexto maior, que vai desde a concepção do produto até a pós-entrega da obra. Estas fases são explanadas a seguir:

## **FASE A | Concepção Do Produto**

Objetivo é levantar um conjunto de informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas; dados analíticos e gráficos, Normas Técnicas aplicáveis, bem como a definição dos padrões e critérios de desempenho (Mínimo, Intermediário e Superior) níveis de sustentabilidade do empreendimento (definindo inclusive se será objeto de Certificação). Estas premissas têm como objetivo determinar as restrições e possibilidades que regem e limitam o produto imobiliário pretendido e permitirão caracterizar o partido arquitetônico e urbanístico, e as possíveis soluções das edificações e de implantação dentro das condicionantes levantadas. Esta fase está subdividida nas seguintes etapas: LV - Levantamento de Dados; PN - Programa de Necessidades; EV - Estudo de Viabilidade.

## **FASE B | Definição do Produto**

Objetivo é desenvolver o partido arquitetônico e demais elementos do empreendimento, definindo e consolidando todas as informações necessárias a fim de verificar sua viabilidade física, legal e econômica, bem como possibilitar a elaboração dos Projetos Legais. Esta fase está subdividida nas seguintes etapas: EP - Estudo Preliminar; AP - Anteprojeto; PL - Projeto Legal; para início desta fase é fundamental que estejam definidos e contratados todos projetistas e consultores de cada especialidade os quais serão demandados no projeto. Os mesmos deverão realizar análise, avaliação e emitir comentários preliminares do material desenvolvido da Fase anterior, os quais servirão de subsídio para início da Fase B. Também é importante definir se haverá certificações de sustentabilidade e o nível pretendido, além de definir a adoção de processo de desenvolvimento do projeto na plataforma BIM. Esta atividade ocorre por meio de um processo de aproximações sucessivas e nem sempre o processo é linear.

## **FASE C | Identificação e Solução de Interfaces**

Objetivo é consolidar claramente todos os ambientes, suas articulações e demais elementos do empreendimento, com as definições necessárias para o intercâmbio entre todos envolvidos no processo. A partir da negociação de soluções de interferências entre sistemas, o projeto resultante deve ter todas as suas interfaces resolvidas, possibilitando uma avaliação preliminar dos custos, métodos construtivos e prazos de execução. Quando esta fase estiver concluída ainda que o projeto não esteja completo e for necessário licitar a obra, esta fase opcional se caracteriza como: PB - Projeto Básico /Pré Executivo.

## **FASE D | Projeto de Detalhamento das Especialidades**

Objetivo é executar o detalhamento de todos os elementos do empreendimento de modo a gerar um conjunto de referências suficientes para a perfeita caracterização das obras/serviços a serem executadas, bem como a avaliação dos custos, métodos construtivos, e prazos de execução. Executar o detalhamento de todos os elementos do empreendimento e incorporar os detalhes necessários de produção dependendo do sistema construtivo. O resultado deve ser um conjunto de informações técnicas claras e objetivas sobre todos os elementos, sistemas e componentes do empreendimento. Esta fase se caracteriza com: PE - Projeto Executivo.

## **FASE E | Pós-Entrega do Projeto**

Objetivo é garantir a plena compreensão e utilização das informações de projeto, bem como sua aplicação correta nos trabalhos de campo.

## FASE F | Pós-Entrega da Obra

Objetivo é analisar e avaliar o comportamento da edificação em uso para verificar e reafirmar se os condicionantes e pressupostos de projeto foram adequados e se eventuais alterações, realizadas em obra, estão compatíveis com as expectativas do empreendedor e de ocupação dos usuários.

## ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO NO CONTEXTO DO REINO UNIDO

O *Plan of Work* do *Royal Institute of British Architects* (RIBA), é um mapa de alto nível para a condução do processo de projeto desenvolvido pelo RIBA, para as etapas do *Briefing*, projeto, construção e entrega de um edifício. Ele reconhece a etapa de uso do edifício, bem como a necessidade e importância do ciclo de *feedback* inseridos ao processo. Foi criado em 1963 passando por uma evolução ao longo dos anos, para abarcar as mudanças na maneira como os edifícios são elaborados. (SINCLAIR, 2019).

Segundo o RIBA, o *Plan of Work* (2020) é a versão mais recente desde 2013. Este divide o processo em oito estágios de projeto, que vão de 0 a 7 e a intenção é que os profissionais leiam o processo de maneira circular em vez de uma linha reta, onde a Etapa 7 deverá ser seguida por uma nova Etapa 0. Este foi baseada nos comentários coletados pelo RIBA da indústria da construção, e continuará a ser monitorado para entender como está sendo usado e como esta versão atualizada, trará maior consistência de uso aos projetos atuais, permitindo que os clientes e os profissionais da prática, se concentrem nas melhorias de eficiência, que resultarão gradualmente em uma indústria remodelada da construção.

O Plano pretende ser o mais neutro possível quanto ao método de entrega de projeto, podendo ser adaptado para *Design & Build*, IPD ou outras metodologias. A palavra “arquiteto” não aparece no *Plan of Work* este sempre se refere à equipe de projeto. O RIBA produziu uma tabela comparativa dos diferentes processos de projeto em diferentes locais do mundo (Tabela 3), entretanto, essa não continha o processo brasileiro, que foi inserido na tabela para melhor entendimento comparativo entre cada uma das etapas do processo em São Paulo, Londres e Estados Unidos.

### RIBA Plan of Work 2020



|              | Pre-Design            |                       | Design            |          |                    |                        | Construction | Handover             | In Use   | End of Life |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|----------|--------------------|------------------------|--------------|----------------------|----------|-------------|
|              | 0                     | 1                     | 2                 | 3        | 4                  | 5                      | 6            | 7                    |          |             |
| RIBA (UK)    | Strategic Definition  | Preparation and Brief | Concept Design    | NOT USED | Developed Design   | Technical Design       | Construction | Handover & Close Out | In Use   | NOT USED    |
| NBR (Brasil) | 0                     | 1                     | 21                | 22       | 23                 | 24                     | 3            |                      | 4        | 5           |
|              | Levantamento de Dados | Estudo de Viabilidade | Estudo Preliminar | NOT USED | Anteprojeto        | Executivo              | NOT USED     | NOT USED             | NOT USED | NOT USED    |
| AIA (USA)    |                       |                       | -                 |          | -                  | -                      | -            |                      |          |             |
|              | NOT USED              | NOT USED              | Schematic Design  | NOT USED | Design Development | Construction Documents | Construction | NOT USED             | NOT USED | NOT USED    |

Tabela 3 – RIBA - Plan of Work 2020.

Fonte: RIBA Plan of Work 2020, p. 9.

O processo é separado em 8 etapas, sendo elas:

### **ETAPA 0 | *Strategic Definition***

A Etapa 0 não é sobre *design*, este se concentra em adotar as decisões estratégicas corretas e capturá-las em um *Business Case*. A etapa envolve considerar os prós e contras, os riscos do projeto e o seu orçamento. Caso necessário, é recomendado realizar as pesquisas relacionadas ao terreno (*Site Survey*), para as avaliações relacionadas ao *Planning* (Aprovativo). Esta etapa trata da coleta de lições aprendidas de projetos anteriores para uma retroalimentação e qualificação do processo de projeto, além de melhorar o desempenho final da edificação. Este não deve ser considerado apenas como um primeiro passo, ele é a continuação da Etapa 7 dentro do processo circular do *Plan of Work*, pois no fim da vida do edifício este deve ser reformado, reaproveitado para outro uso ou desconstruído.

A equipe de projeto não entra nesta fase, apenas a recomendação do RIBA, é a da contratação, em qualquer que seja o tamanho do projeto, de um arquiteto denominado de *Client Advisor*, este profissional não irá trabalhar no projeto de arquitetura nas etapas subsequentes, ele atuará na equipe do cliente, independente da equipe de projeto. O seu papel é auxiliar o Cliente, a partir de uma visão técnica holística e independente, desde a fase inicial, nas tomadas de decisões durante o ciclo do projeto, resguardando e alinhando os interesses do Cliente para o resultado esperado.

### **ETAPA 1 | *Preparation and Briefing***

Este é o início oficial do projeto e da equipe do cliente, que inicia o processo de composição dos requerimentos do *Briefing*, onde serão definidos os objetivos e os resultados esperados para o edifício como: metas de sustentabilidade, aspirações quanto a qualidade, o programa e o quadro de áreas. A recomendação do RIBA é que antes do início do processo de projeto o cliente deva ter o *Briefing* estabelecido. O estudo de viabilidade, a definição do orçamento e os riscos do projeto, estão incluídas nesta etapa. No final da Etapa 1, a equipe de projeto e a matriz de responsabilidade devem ser definidas, além do *Principal Designer*, que tem uma função com deveres estatutários sob o Construction Regulations (*Design and Management*), de 2015.

Uma das grandes mudanças entre as versões 2013 e 2020 do *Plan of Work* foi o crescimento do uso do BIM, como ferramenta no projeto, esta recomendação não é de uso obrigatório, porém é incentivada pelo governo, mas é importante que seja definido se será utilizada a partir desta etapa, para a definição das metas BIM.

O *Briefing* pode ser construído de maneira prescritiva ou pode ser levado para considerações da equipe de projeto.

### **ETAPA 2 | *Concept Design***

O Briefing de projeto é ajustado, nesta etapa, para se alinhar com o conceito arquitetônico, bem como para acomodar as contribuições da equipe de projeto e dos consultores. A maior parte do desenvolvimento do projeto irá acontecer durante as etapas 2-4. Nesta etapa é quando as discussões e revisões de projeto acontecem, explorando ideias e analisando opções, para chegar a um conceito de um projeto viável, que satisfaça os anseios e necessidades do Cliente. O cronograma do projeto deve ser preparado, de acordo com a Matriz de Responsabilidades. O planejamento de custos deve demonstrar que as propostas e a especificação do projeto estejam alinhadas ao orçamento previsto. O Cliente pode iniciar a consulta ao *Planning* a partir de uma pré-submissão (Pré-Aprovativo) nesta etapa.

### **ETAPA 3 | *Spatial Coordination***

Conhecido anteriormente como *Developed Design*, esta etapa é fundamentalmente sobre testar e validar o partido arquitetônico, para garantir que as informações de arquitetura e engenharia preparadas na Etapa 2 possam ser detalhadas na Etapa 4. Se possível, o projeto não deve ser alterado após o Estágio 3. O *Lead Designer* e a equipe de projeto são fundamentais nesta fase. A equipe do cliente está envolvida no processo quando decisões são requeridas. Durante a Etapa 3 ou no final desta, é quando é feita a submissão do projeto ao *Planning*.

### **ETAPA 4 | *Technical Design***

A Etapa 4 envolve a preparação de todos os desenhos e informações necessárias para a manufatura e construção do edifício. A equipe de projeto e os subcontratados especializados concluem o projeto neste estágio. Em alguns métodos de entrega de projeto, uma equipe de revisão do projeto pode ser nomeada para revisar os projetos produzidos.

### **ETAPA 5 | *Manufacturing and Construction***

A Etapa 5 foi renomeada para levar em conta o uso crescente de elementos pré-fabricados ou pré-moldados da construção. A maior parte do trabalho na Etapa 5 é feita pela equipe do construtor, com seus subempreiteiros e fornecedores. As contribuições da equipe do cliente e da equipe de projeto dependerão da estratégia da equipe de suprimentos e de como o cliente decide revisar a qualidade da construção, à medida que a construção avança.

### **ETAPA 6 | *Handover***

A Etapa 6 e 7 começam ao mesmo tempo, com a conclusão das obras. Em projetos maiores, onde várias estruturas estão sendo construídas e concluídas em momentos diferentes, elas também podem se sobrepor a Etapa 5. Na Etapa 6 o Cliente se torna a principal pessoa (ou empresa) responsável pelo empreendimento. A construtora entregará os documentos, incluindo o manual do proprietário do edifício e os arquivos obrigatórios relacionados à saúde e segurança. A equipe do projeto será requisitada para uma sessão de *Project Performance*, para avaliar o desempenho do projeto e abstrair as lições aprendidas do processo.

### **ETAPA 7 | *Use***

Para o cliente ou para os novos proprietários, o foco está no cuidado com a edificação e na avaliação se está funcionando como pretendido. Na maioria dos projetos, a equipe de projeto e a equipe de construção não têm papel a cumprir nesta Etapa. No entanto, ambas as equipes estarão interessadas em receber *feedbacks* contínuos, para ajudá-los a entender como podem melhorar o desempenho dos futuros edifícios. A aplicação dos serviços de avaliação pós-ocupação é incentivada para determinar o desempenho do edifício em uso, para ajudar a ajustá-lo, bem como para qualificar os próximos projetos. O uso de *Digital Twins* poderá ser aplicado para otimizar a operação e manutenção do edifício e comparar o desempenho previsto em projeto, com o desempenho real.

Habitualmente, nesta Etapa do processo os arquitetos não ficam tão envolvidos, o RIBA tem trabalhado para alterar essa cultura. Esta etapa é a que deve durar mais tempo no ciclo de vida, até o ponto em que o edifício precisará ser substancialmente reformado, alterado ou substituído. Com o novo foco do *Plan of Work* na sustentabilidade, clientes e arquitetos estão sendo incentivados a dedicar mais tempo no desenvolvimento da Etapa 0, que recomeça no final desta Etapa. De acordo com os princípios da economia circular, uma reforma pode prolongar a vida útil do edifício

ou facilitar um novo uso. Onde não for possível essa requalificação, a desconstrução do edifício deveria ser realizada, para um novo uso para o local, e talvez um novo edifício.

São fornecidos pelo RIBA, diversos materiais para dar suporte a implementação do *Plan of Work*, na condução do dia-a-dia dos projetos, como tabelas em Excel interativas, além de manuais explicativos das dinâmicas, dos passos e formatações dos conteúdos necessários em cada etapa, definições de papéis no processo de *design*, matrizes de responsabilidades, estas informações estão disponíveis para *download* no site do Instituto. O intuito do RIBA é facilitar a assimilação do uso do material, como um instrumento de qualificação do processo de projeto.<sup>7</sup>

### 2.3.5. MÉTODOS PARA ENTREGA DE PROJETO

O *American Institute of Architects* (AIA) pondera que ter um conhecimento básico das partes envolvidas, bem como das fases do processo de construção, permite ampliar o conhecimento e a discussão no setor da construção civil. A seguir são descritos os dois métodos mais utilizados no mercado e que estão inseridos no contexto da pesquisa, segundo o AIA, no documento *Integrated Project Delivery* (2001):

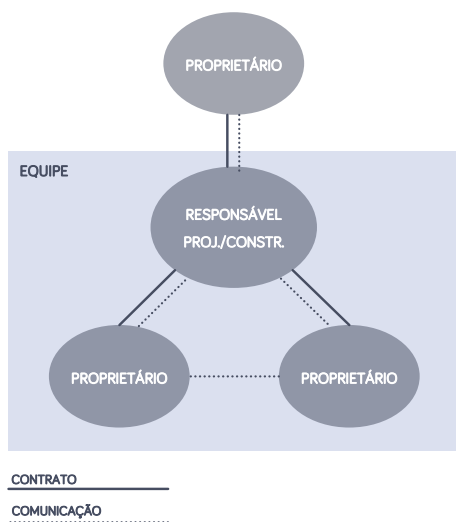
No método *design build* o proprietário inicia os contatos com o empreiteiro de construção em vez do arquiteto, e tem um contrato único para o projeto e a construção, normalmente uma construtora (Gráfico 21). O proprietário geralmente escolhe o *design-build* para transferir o risco e o esforço de coordenação para uma entidade contratual e garantir um nível mais alto de coordenação. Este responsável pelo projeto e construção, então contrata a equipe de *design* ou possui uma equipe interna para isso. A função do proprietário no *design-build* normalmente requer um envolvimento pesado no início da definição dos critérios do projeto, seguido por menos gerenciamento posteriormente, à medida que o responsável executa o projeto em conformidade com os critérios estabelecidos. A vantagem mais significativa desse método é fazer com que o contratado atue como coordenador do projeto, e desta maneira tenha a oportunidade de fixar o preço muito mais cedo. Isso reduz o risco para o proprietário, porque ele não espera até que o projeto seja concluído antes de conhecer os custos de construção. A maior parte do risco é suportada pelo responsável do projeto, geralmente em troca de reter parte das economias identificadas durante o processo. O sucesso do projeto geralmente é medido pelo melhor tempo de entrega do produto ou pela economia de custos encontrada pelo responsável do projeto, em comparação com o preço cheio, acordado com o proprietário. O ônus é do proprietário que tem que deixar claro o nível aceitável quanto às expectativas de qualidade e desempenho para aquele projeto, por meio dos requisitos descritivos quantitativos ou de desempenho do projeto estabelecido inicialmente com o proprietário.

O método de entrega do *Integrated Project Delivery*, (IPD) com tradução para o português para Processo de Projeto Integrado, é o método mais novo para o mercado da construção que é muito utilizado para projetos focados em alto desempenho. As funções dos envolvidos são definidas neste método para facilitar uma abordagem de equipe, que integra pessoas, sistemas, estruturas e práticas de negócios em um processo que aproveita os talentos e conhecimentos de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar eficiência em todas as fases de projeto, fabricação e construção (Gráfico 22).

---

<sup>7</sup> Estão inseridos no Anexo alguns exemplos dos materiais disponibilizados pelo RIBA.

## Design & Build



## Integrated Project Delivery

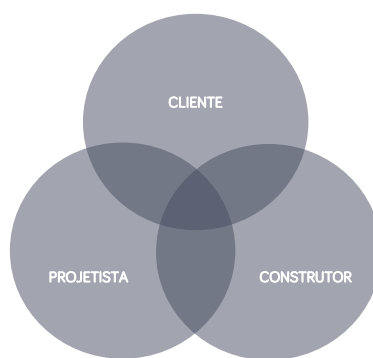


Gráfico 21 – Esquerda | Design & Build

Fonte: Produção Própria.

Gráfico 22 – Direita | Integrated Project Delivery

Fonte: Produção Própria.

Os princípios de processo de projeto integrado podem ser aplicados a uma variedade de acordos contratuais, e as equipes podem incluir outros membros, além da tríade básica de proprietário, arquiteto e construtor. Este processo de projeto se diferencia pela colaboração altamente eficaz entre o proprietário, o responsável principal pelo desenho e o construtor, começando desde o início e continuando até a fase de entrega do projeto.

O proprietário é considerado parte integrante do projeto e da construção, assim como a equipe de projeto e o construtor. Contratualmente as responsabilidades e riscos são compartilhados pelo sucesso do projeto e todos são igualmente responsáveis. Todos os participantes são incentivados a tornar o projeto bem-sucedido, pois há riscos e recompensas compartilhadas. Isso significa que, se o projeto for concluído com mais rapidez e menor custo do que o definido inicialmente, os valores economizados serão distribuídos a todas as partes envolvidas - o proprietário economiza dinheiro, e a equipe de projeto e construtor obtém um lucro maior. Esse método permite um desenho de projeto muito mais colaborativo e completo desde o início do projeto, com todos os profissionais envolvidos, minimizando a possibilidade de mudanças durante a construção. O IPD é visto como o melhor método, pois elimina o conflito e a animosidade entre as partes e incentiva como foco de resultado, o melhor projeto possível. A principal vantagem demonstrada neste método de entrega, é a construção concluída no prazo e dentro do orçamento, devido à sua eficiência e abordagem da equipe. As desvantagens incluem não ser um formato de condução tão conhecido pelo mercado, requer um proprietário muito mais envolvido no processo, e são grandes as demandas com questões

relacionadas a financiamento, seguro e contratos. Esse método é aplicado com mais frequência a projetos complexos com um proprietário (ou um representante) que precisa ser muito engajado e ter seu próprio financiamento para eliminar a necessidade de financiamento externo.

A Tabela 4 apresenta um comparativo entre o processo tradicional e o processo do projeto integrado.

Tabela 4 – Comparação entre Processo de Projeto Tradicional e Projeto Integrado

Fonte: AIA - Instituto Americano de Arquitetos

| PROCESSO DE PROJETO TRADICIONAL   |                          | PROCESSO DE PROJETO INTEGRADO  |
|---|--------------------------|--|
| Fragmentado, montado com base no “necessário” ou “mínimo necessário”, Base, fortemente hierárquico, controlado                      | EQUIPES                  | Uma entidade de equipe integrada composta por stakeholders chave, reunidas no início do processo, abertas e colaborativas  |
| Linear, distinto, segregado; conhecimento reunido “conforme necessário”; informações coletadas; silos de conhecimento e experiência | PROCESSO                 | simultaneamente e multinível; contribuições iniciais de conhecimento e experiência; informações compartilhadas abertamente; confiança e respeito das partes interessadas |
| Gerenciado individualmente, transferido na maior extensão possível  | RISCO                    | Gerenciado coletivamente, compartilhado adequadamente  |
| Perseguido individualmente; mínimo esforço para máximo retorno; (geralmente) com base no primeiro custo                             | COMPENSAÇÃO   RECOMPENSA | Sucesso da equipe atrelado ao sucesso do projeto; baseado em valor   |
| Papel, Bidimensional; analógico   | COMUNICAÇÃO   TECNOLOGIA | Baseado digitalmente, Modelo virtual; Modelagem de informações de construção BIM (3, 4 e 5 dimensionais)   |
| Incentivar esforços unilaterais; alocar e transferir riscos; sem compartilhamento   | ACORDOS                  | Incentivar, fomentar, promover e apoiar o compartilhamento e a colaboração multilateral; compartilhamento de riscos  |

### 2.3.6. PROJETO INTEGRADO E COLABORATIVO

O que se constata a partir dos levantamentos bibliográficos é que existe um esforço e uma organização, seja das instituições do setor construtivo, dos conselhos profissionais, empresas e agentes em tornar o projeto integrado e/ou colaborativo uma prática, por seu reconhecido valor para a qualificação final do edifício quanto ao desempenho, seja energético, qualidade do ambiente interno e das emissões de carbono.

Alguns exemplos desses incentivos do uso de projeto integrado e/ou colaborativo podem ser constatados : i) CIBSE - *Environmental Design Guide A*, (Figura 28) em que a versão mais recente de 2019 inclui um capítulo sobre a qualidade do projeto ambiental, incentivando a adoção de uma abordagem holística ao processo de projeto; ii) O RIBA *Plan of Work* pode ser utilizado como uma ferramenta de suporte ao processo, que auxilia o profissional a incorporar novos conceitos nas diferentes etapas do projeto, na sua última versão de 2020 é ressaltado que a inovação só poderá ser fomentada se a indústria da construção partilhar suas experiências; iii) A certificação ambiental LEED na versão v.4 incentiva o uso do *Integrative Process*, sendo pré-requisito para os ambientes de saúde e crédito em pontuação para as demais tipologias; iv) O *International Energy*

Agency -IEA (2003), reuniu metodologias e ferramentas para orientar processos de projeto com demandas de desempenho ambiental.

Alguns métodos podem ser utilizados para o alcance desta integração e colaboração, sendo o *Integrated Project Delivery* o mais referenciado.

No método tradicional, o processo é segmentado e com grande isolamento entre as diversas disciplinas. O processo é crescente, ele se iniciava com poucos agentes, normalmente somente com a arquitetura, com o engenheiro de estrutura e com o engenheiro de sistemas. À medida em que o projeto se desenvolve, gradativamente outros agentes se juntam ao processo, atingindo o seu ápice no executivo, como será apresentado e mencionado nas entrevistas realizadas pela pesquisa. De acordo com Melhado (MELHADO, 2001; FABRÍCIO, 2002), à medida que o projeto se desenvolve as possibilidades de alteração ficam restritas quanto a sua implementação.

No projeto integrado esse processo é invertido, parte-se do princípio de que a maior parte da equipe já estará envolvida no processo desde o início do projeto. Assim, todos os envolvidos estarão contratados desde o início, podendo contribuir ativamente com suas respectivas especialidades e impactando positivamente no desempenho. Outros especialistas e consultores entram em pontos específicos no decorrer do processo, porém a maior parte da equipe é constituída desde o início.

Segundo Figueiredo (2010), as oportunidades de alterações e melhorias significativas são grandes no início e diminuem rapidamente ao longo das etapas. A incorporação de metas mais rigorosas de desempenho, sejam funcionais, ambientais, construtivas ou de custo ao longo do ciclo de vida do edifício, é fundamental. Além de considerar as interdependências entre os subsistemas e desenvolvê-los de forma integrada. Por essas razões, o processo de projeto integrado pressupõe o trabalho multidisciplinar integrado entre os diversos agentes envolvidos desde o início do processo de projeto. Proporciona a discussão e definições em consenso entre o cliente e os projetistas quanto aos objetivos, metas de desempenho, meios, papéis e responsabilidades logo nas etapas iniciais. Não obstante, demais elementos metodológicos também são considerados fundamentais, como o uso de ferramentas de simulação de desempenho energético ao longo de todo o processo.

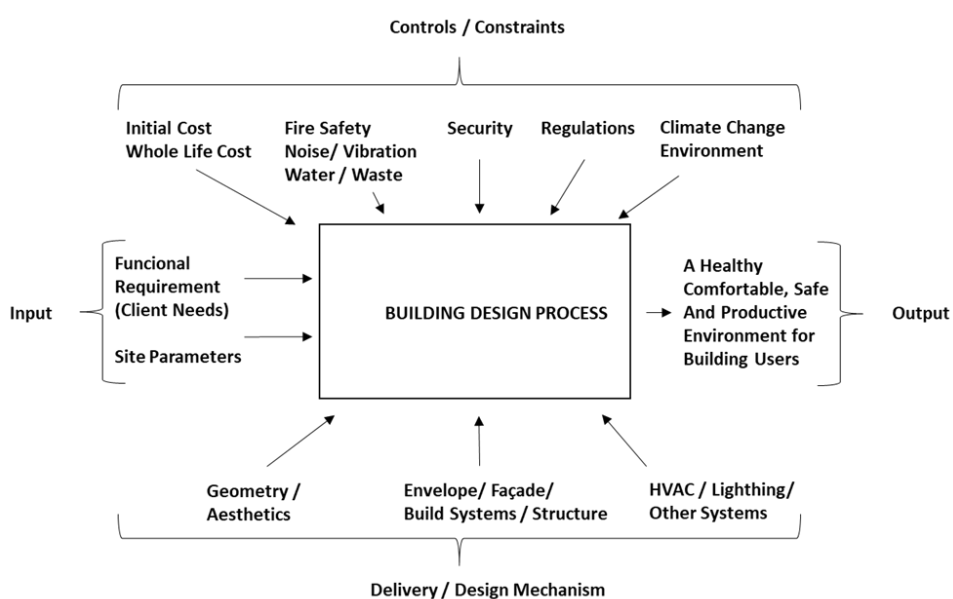


Figura 28 – Abordagem Holística de Projeto

Fonte: CIBSE, Guide A: *Environmental Design - Holistic Approach to Design*, 2015.

Melhado (2001) denomina a integração entre os trabalhos multidisciplinares e entre as etapas de projeto e produção do edifício como Projeto Simultâneo do Produto e de sua Produção, emprestando esse método, de outros setores da indústria, denominado engenharia simultânea. Outros autores brasileiros focando a gestão de processos de projeto e produção de edifícios como Fabrício (2002) e Romano (2003) também defendem a constituição de equipes multidisciplinares desde o início do processo de projeto.

Segundo o *International Energy Agency* (2003) o processo de projeto integrado é caracterizado por uma série de ciclos iterativos, compondo cada etapa de projeto, nos quais as alternativas são formuladas, testadas e reformuladas até se encontrar a melhor solução, a equipe trabalha colaborativamente para desenvolver todos os aspectos do projeto.

Figueiredo e Gomes (2010) ilustram o processo tradicional na Figura 29 e o processo de projeto integrado na Figura 30, os pequenos quadrados representam os subsistemas desenvolvidos ao longo das etapas. Na primeira figura, há grande isolamento entre os subsistemas e uma parte deles (por exemplo, sistemas ativos para condicionamento e iluminação) é tratada apenas nas etapas finais do projeto. Em contrapartida, no processo de projeto integrado, devido à estreita colaboração entre todos os agentes, todos os subsistemas são considerados de forma integrada desde as etapas iniciais.

Outra diferença importante, ressaltada pelos autores, é o deslocamento de uma série de atividades para as fases iniciais, para garantir que as entradas de informações sejam adequadas. As etapas de Programa de Necessidades, Levantamento e Estudo Preliminar são mais longas, mas uma base mais rica de informações de entrada possibilita um melhor desenvolvimento das soluções e menor necessidade de alterações nas etapas seguintes. Consequentemente, a etapa de Projeto Executivo resulta em uma etapa mais curta, podendo compensar o tempo adicional despendido no início do processo.

O *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) avaliou o desempenho energético em seis exemplos de processo de projeto integrado, verificando reduções no consumo anual de energia entre 25 e 70% (TORCELLINI et al., 2006).

Outro exemplo de método que foi desenvolvido, e que surgiu de uma iniciativa do *The Building Centre* do Reino Unido, reuniu uma equipe composta por mais de 30 profissionais e de instituições do setor da construção, para discutir e analisar o processo colaborativo, denominado *Collaborative Synthesis* (2015)<sup>8</sup> (Gráfico 23 e 24). Foi um projeto desenvolvido em conjunto com diferentes empresas de renome com atuação em Londres e internacionalmente, sendo algumas delas: ARUP, Chapman BDS, Buro Happold, Atelier Ten, AKTII; bem como da Academia: *Bartlett School of Architecture, University College London - UCL*; além dos Institutos como RIBA, CIBSE, *Royal Academy of Engineering* e *Construction Industry Council*.

Segundo material compartilhado é possível entender a dinâmica do processo. O projeto e construção totalmente integrados sempre oferecem resultados que excedem muitas vezes os padrões das melhores práticas, alcançando benefícios imprevistos. A intenção foi reunir em torno de um interesse comum, sendo possível facilitar o esforço de colaboração, para fornecer resultados para projetos mais bem integrados no Reino Unido. Com um objetivo único, o grupo tinha um perfil de profissionais da prática, multidisciplinar e todos os participantes estiveram envolvidos ou acompanharam a entrega de projetos colaborativos de referências.

---

8 Trabalho compartilhado por fonte de acesso restrito, para uso nesta pesquisa.

## Processo de Projeto Tradicional

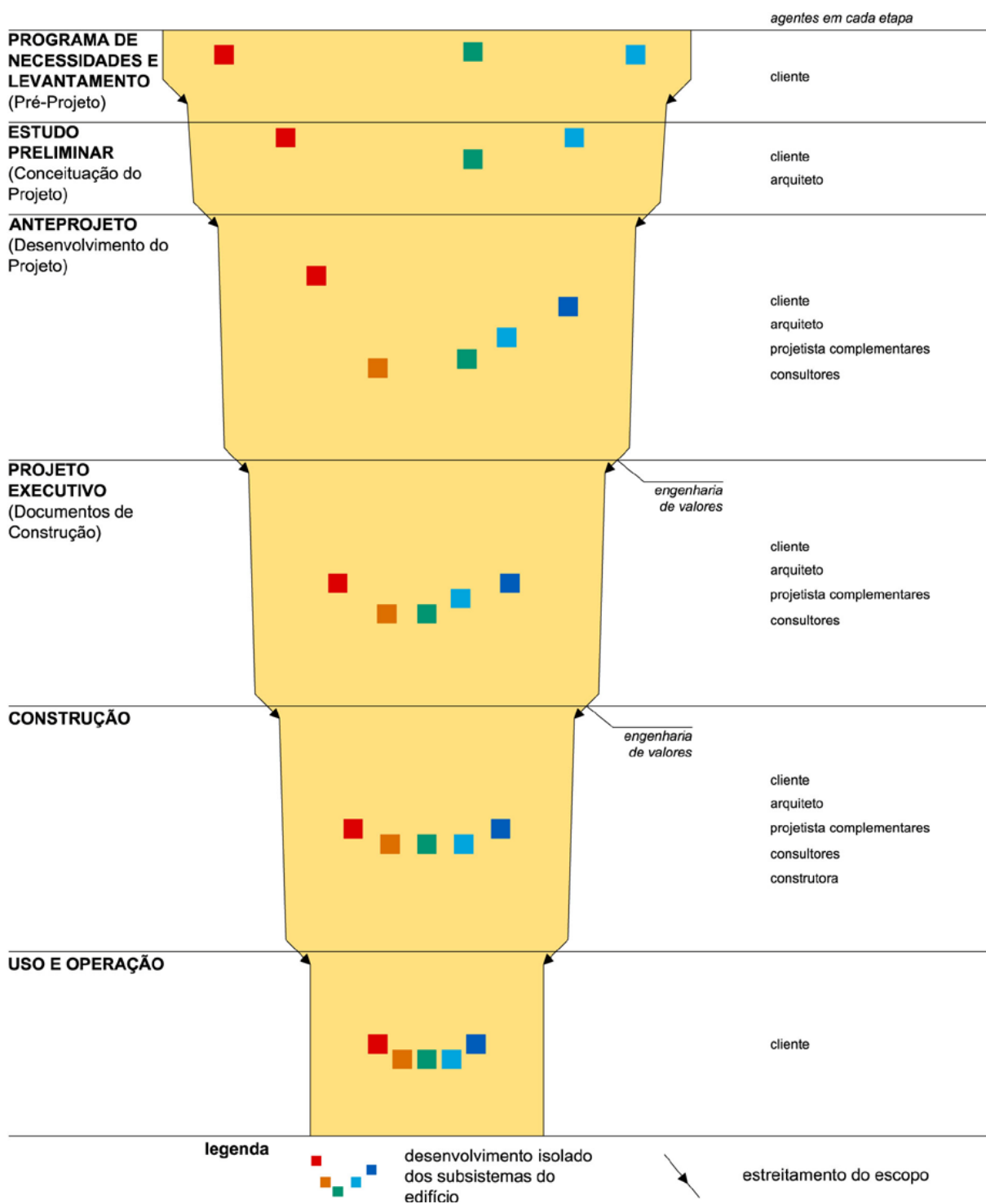


Figura 29 – Processo de Projeto Tradicional

Fonte: Figueiredo F. G. & Silva V. G., 2010. p. 4.

## Processo de Projeto Integrado

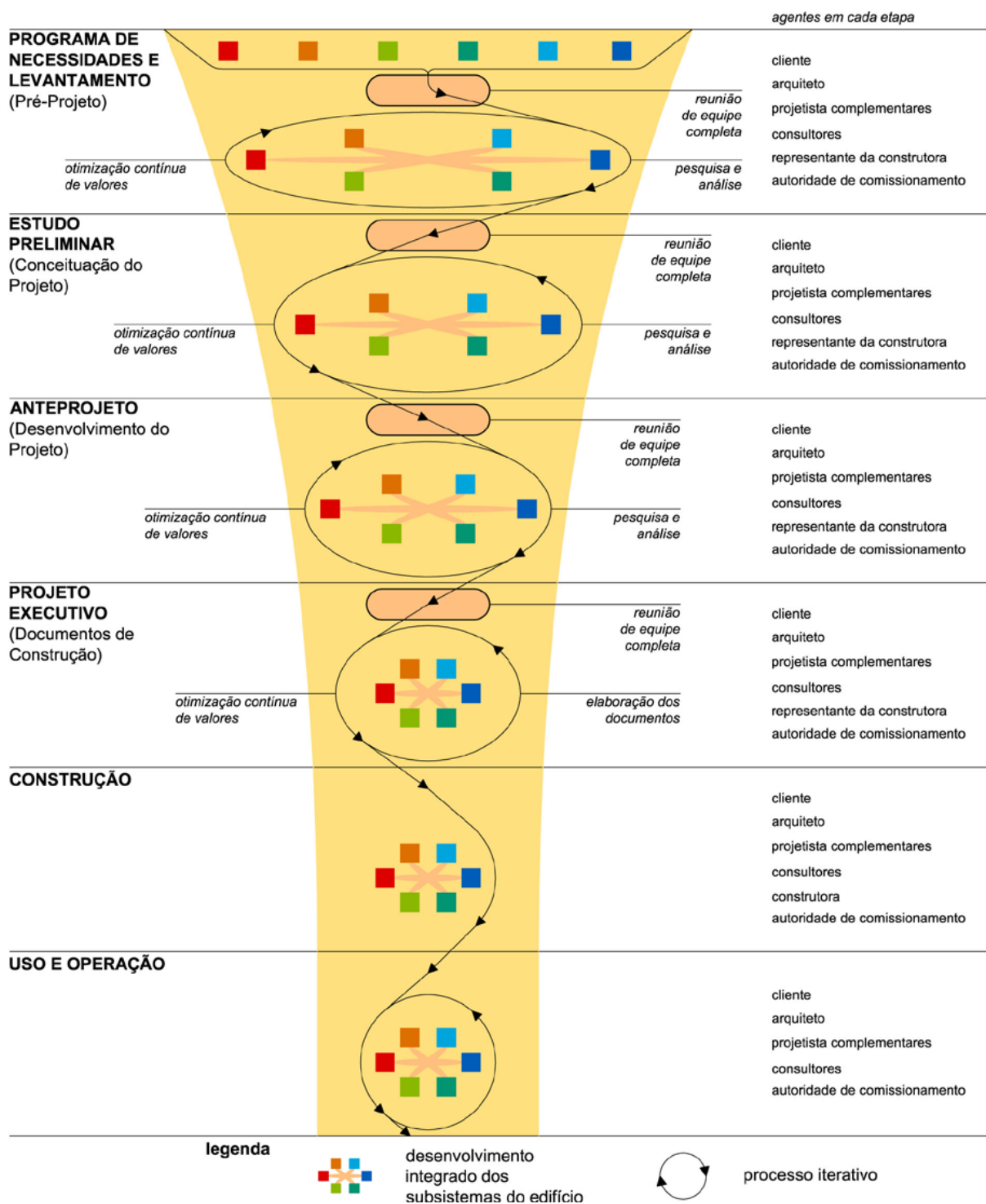


Figura 30 – Processo de Projeto Integrado

Fonte: Figueiredo F. G. & Silva V. G., 2010, p. 5.

Em 1970, apenas cinco ou seis principais disciplinas constituíam a equipe de projeto, atualmente esta se fragmentou, sendo constituída por mais de 40 disciplinas inseridas no processo. Embora a especialização tenha possibilitado que um conjunto de disciplinas aflorassem, ela também contribui para um maior isolamento das mesmas, que devido ao padrão tradicional de condução de projeto estão acostumadas a um processo unilateral, dentro do cronograma habitual da construção, evitando um diálogo iterativo que é um requisito essencial, se quisermos engajar as habilidades e a troca de conhecimento. Uma equipe hierárquica, com direção única, pode até se adequar a um projeto isolado, mas no mundo atual de rápida mudança e de especializações complexas e granulares, não se adequa à inovação ou ao avanço, tão necessário. O trabalho desenvolvido inclui uma modelagem prática, que mostra como as equipes com liderança geralmente encontram níveis mais altos de experimentação e adequações em vários estágios do projeto. Profissionais da construção estão assistindo à distância como a implementação deste processo está acontecendo em outros setores industriais, como aeronáutico, farmacêutico e engenharia de software. Esses avanços são muitas vezes alcançados através do poder de redes colaborativas dinâmicas.

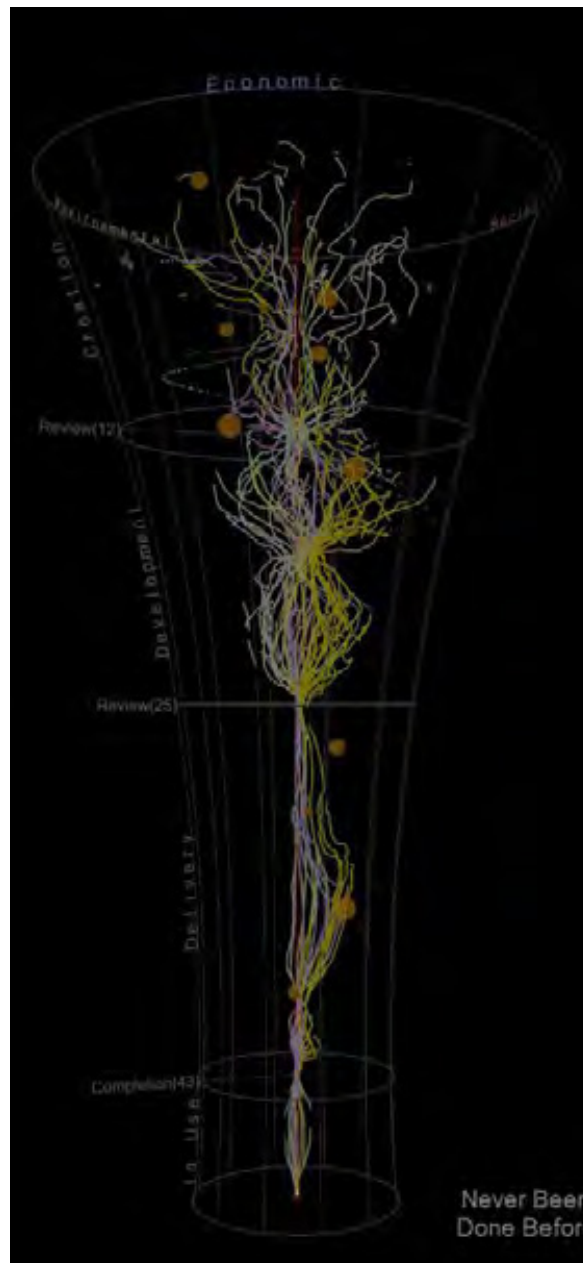
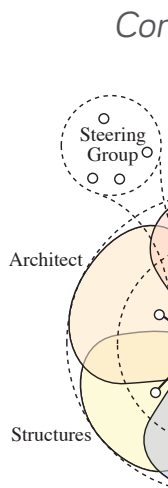
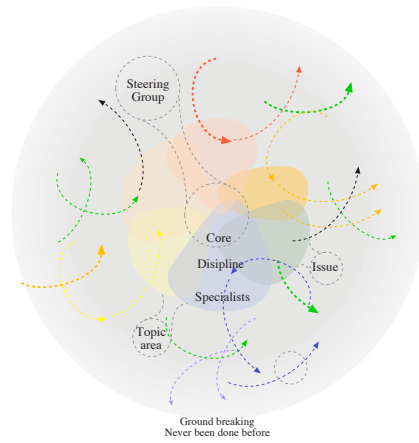
Para o trabalho proposto, foram estabelecidas equipes em diferentes projetos, que tiveram as equipes do cliente comprometidas e engajadas no processo, de modo que a equipe principal de design, tinha autoridade para agir à medida que surgiam as oportunidades. A maioria dos projetos se beneficiou do envolvimento precoce do Cliente. Como os níveis mais altos de inovação são geralmente alcançados em um processo colaborativo, é cada vez mais vital envolver toda a equipe desde o início do processo, para garantir uma entrega fidedigna. É evidente que os níveis de sucesso são aprimorados em equipes colaborativas que já se conhecem, ou encontram tempo para se integrar. Quando você pensa sobre essas equipes operando como uma rede, o equilíbrio só será encontrado quando os relacionamentos se estabelecerem após conversas, discussões e debates iterativos.

Portanto, o que fica ressaltado é que organizar as etapas de preparação do projeto é fundamental para selecionar a equipe, o *Briefing* e os requisitos certos. Em projetos altamente colaborativos, a rede se desenvolve em torno de uma equipe central. Quando os níveis de inovação são altos, o núcleo é mais exploratório, envolve pensadores laterais mais amplos e as divisões se permeiam, incentivando a fusão da expertise. À medida que os níveis de inovação são reduzidos a busca por soluções ótimas globais diminuem na equipe, quando chegamos aos “negócios como de costume”, a sobreposição profissional não é necessária.

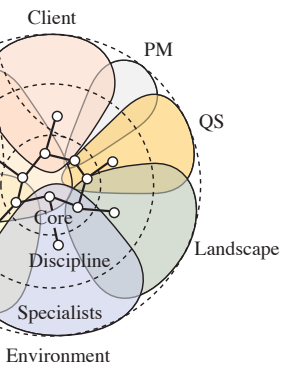
Foram sintetizados fatores comuns e, usando informações da equipe, foi desenvolvido um modelo tridimensional da rede colaborativa, dentro de uma equipe altamente colaborativa. Quando se compara este modelo com uma equipe tradicional, é possível ver como uma equipe colaborativa é muito diferente e muito mais dinâmica. A rede colaborativa apresenta um fluxo de exploração desde as fases iniciais. Muitos clientes tradicionais percebem isso como errático e arriscado. Mas esse esforço colaborativo é vital para que os clientes encorajem até um certo nível de exploração nos estágios iniciais, para que usem a equipe para encontrar as melhores oportunidades de *design*. Com o cliente engajado, essa interação entre os agentes pode acontecer de uma maneira mais confiável, nas fases de entrega do projeto.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, as discussões nos workshops foram promovidas para incentivar o alcance da colaboração. Isso foi construído usando as evidências dos projetos e se baseou nas contribuições do denominado *Steering Group*. Foi desenvolvido um modelo, que pode ser utilizado como uma metodologia, para demonstrar e discutir princípios, ou como uma ferramenta prática e simples, que pode alimentar e melhorar o desempenho colaborativo.(Gráfico 24)

Ground Breaking | Never been done before



Impact Team



'Business as Usual' Replication

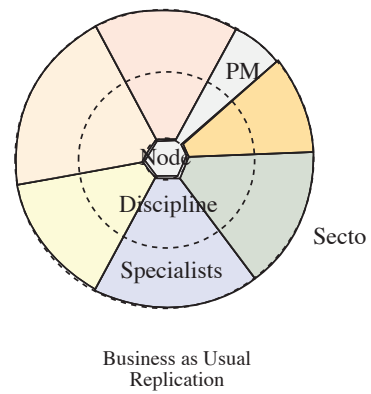


Gráfico 23 - Collaborative Synthesis  
 Fonte: The Building Centre UK, 2015.

Método de Estudo Colaborativo, desenvolvido pelo The Building Centre do Reino Unido, denominado Collaborative Synthesis (2015)



|  | Evaluation  | Performance   | Description/ Statement   |
|--|---|---|--|
| Skills & support from the client           | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | The team members believe that the collaborative process best serves the project needs as well as their own personal objectives.  |
| Base on clear analysis                     | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> |  |
| Learning through the project               | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | Assessment<br>Percentage of the core team & disciple leaders that believe in the collaborative process   |
| Share issues & learning                    | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Exploration & enquiry                      | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | Red = 'Act Against' = Less than 50%<br>Pink = 'Impede' = 50-60%<br>Amber = 'Allow' = 60-70%<br>Light green = 'Encourage' = 80-90%<br>Bright green = 'Accelerate' = 90-100% |
| Regular iterative dialogue                 | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> |  |
| Each member sees the whole structure       | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | Evidence<br>Personal Experience, Corporate Agendas & Track Record  |
| Clear programme & targets                  | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Set out risks, roles & responsibilities    | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Integrate physical & digital networks      | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Balanced contractual arrangements          | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Appropriate reward & ability to adapt      | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> |  |
| Realistic budget assessment                | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Identification of risks & responsibilities | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> |  |
| Clear financial success criteria           | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Early constructor engagement               | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Client involvement                         | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Early engagement of key disciplines        | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Clear collaborative leadership             | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> |  |
| Core team with authority to act            | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Respect, resolve & no blame                | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> |  |
| Commitment to highest quality              | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> |  |
| Transparent & open culture                 | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f0e68c;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| <b>Belief in collaborative process</b>     | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #90ee90;"></div></div> |  |
| Clear project objectives                   | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> | <div style="display: flex; width: 100px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid #ccc;"><div style="width: 20%; background-color: #f08080;"></div></div> |  |

Gráfico 24 - Método de Estudo Colaborativo, desenvolvido pelo The Building Centre do Reino Unido, denominado Collaborative Synthesis (2015)

Fonte: The Building Centre UK, 2015.

### 2.3.7. CUSTO E OPORTUNIDADE DE MUDANÇAS

O Gráfico 25, publicado pelo AIA, que apresenta a relação tempo versus o custo, em que apresenta a diferença entre realizar um esforço de projeto tradicional comparado ao processo de projeto integrado, onde os agentes são envolvidos muito mais cedo nas etapas de concepção de projeto, portanto, a troca de conhecimento ocorre desde a etapa inicial e onde as possibilidades de mudanças são maiores, com o menor custo, viabilizando sua implementação. Quanto mais tarde, são inseridas as alternativas, mais avançada as etapas e desenvolvimento do projeto, mais difícil sua implementação e as alterações em projeto, além de maior impacto no custo.

No Gráfico 26, o RIBA *Planf of Work* (2020) apresenta algumas recomendações para inserção de Procedimentos de Controle de Mudanças em Design, que terão impacto no custo do projeto e da construção, após a aprovação do *Concept Design* no *Stage 2* e da definição do *Briefing*.

Durante o *Stage 3*, o *design* continua a ser desenvolvido com estudos, análises de engenharia e definições de estratégias. Este trabalho é denominado “desenvolvimento de *design*” e pode envolver ajustes no conceito arquitetônico. Mudanças funcionais não são consideradas desenvolvimento de *design* e devem ser tratadas dentro do escopo do Procedimentos de Controle de Mudanças.

O RIBA *Planf of Work* recomenda que os Procedimentos de Controle de Mudanças comecem formalmente no início do *Stage 3*. Isso permite que quaisquer mudanças propostas ao Conceito Arquitetônico sejam devidamente absorvidas antes de serem implementadas. Observando que essas mudanças podem afetar diferentes membros da equipe de projeto em diferentes e diversas maneiras. Também deve ser observado que quaisquer mudanças substanciais no *Briefing* durante o *Stage 2* também requerem validação junto ao cliente. O impacto dessas mudanças, incluindo a necessidade de custos adicionais ou uma extensão do cronograma de *design* no *Stage 2*, dependerá de quando e quão significativas elas impactam o trabalho de *design* realizado até aquele momento.

À medida que o projeto avança para o *Stage 4* do detalhamento de projeto e para a construção no *Stage 5*, o custo devido às mudanças aumenta à medida que mais informações de projeto precisam ser atualizadas e, em última análise, há um determinado momento em que as mudanças começam a afetar o trabalho de andamento em obra.

### 2.3.8. CÍRCULO VICIOSO VERSUS CÍRCULO VIRTUOSO

Os edifícios em que vivemos e trabalhamos têm um impacto não só nas nossas vidas e na nossa sensação de bem-estar, mas também no mundo em que vivemos. Os edifícios e o processo da sua construção são provavelmente os maiores contribuintes para o uso global de recursos e emissões de poluição. Consequentemente, a potencial contribuição dos edifícios, do setor imobiliário e da construção para o desenvolvimento sustentável é imensa. Então, por que tão poucos edifícios sustentáveis estão sendo projetados, construídos ou adaptados? Por que o investimento e a gestão de propriedades sustentáveis ainda não são habituais? Quais são os impulsionadores deste processo e quais são as barreiras? O investimento imobiliário sustentável realmente compensa ou os investidores imobiliários estão simplesmente fazendo isso para mostrar suas credenciais verdes? Os consumidores estão suficientemente informados sobre os respectivos méritos das opções

## Tempo x Custo e Possibilidade de Mudança Projeto Integrado

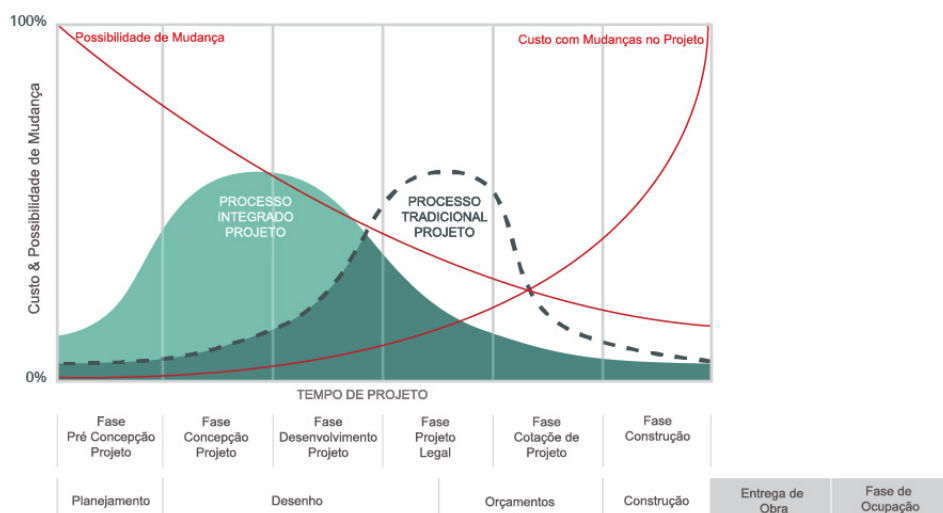


Gráfico 25 – Tempo x Custo e Possibilidade de Mudança

Fonte: Castellanos, S. Uma História de Liderança, Advocacia e Compromisso, 2010. Publicado pelo AIA..

## Custo e Oportunidade de Mudança

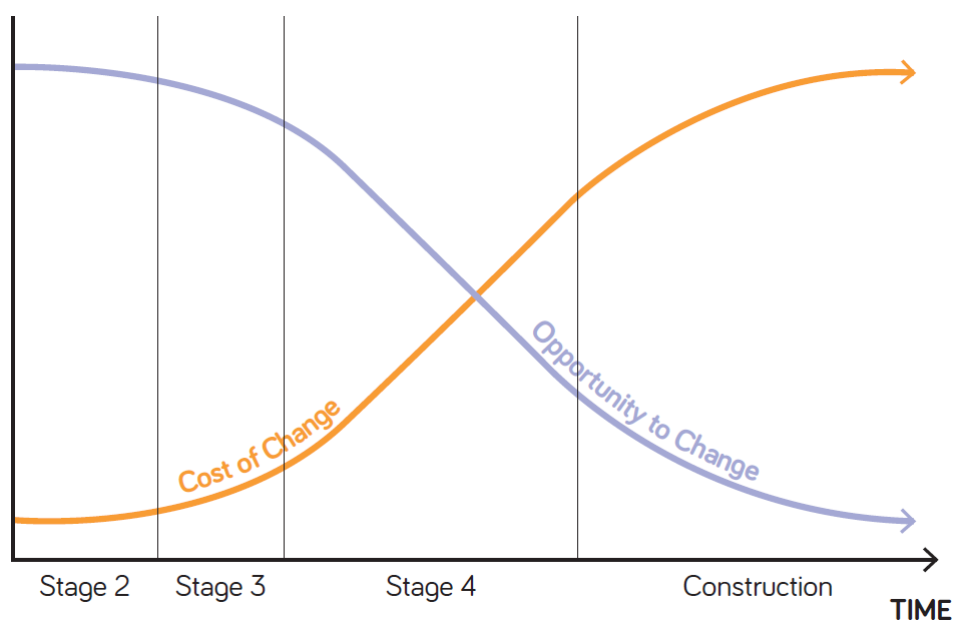


Gráfico 26 – Custo e Oportunidade de Mudança

Fonte: RIBA Plan of Work 2020. p. 123.

que lhes são oferecidas e valorizam realmente a “sustentabilidade” como atributo na tomada de decisões relacionadas com a propriedade? (HARTENBERGER E LORENZ, 2008)

Estas foram algumas das questões levantadas durante a conferência realizada pelo RICS - *Royal Institution of Chartered Surveyors*, denominado *RICS EU Public Office*, durante a segunda *EU Sustainable Energy Week* em Bruxelas em 2008. A conferência, intitulada “*Investing in a Sustainable Built Environment – do energy efficient buildings make economic sense?*”

Pontos chave podem ser destacados, dentre outros discutidos nesta conferência e que ainda se mantêm atuais e que estão relacionados à esta pesquisa:

- Edifícios sustentáveis não são mais caros de serem construídos do que os de padrão de mercado, mas a sua propriedade pode resultar em benefícios claros para os investidores, que vão desde custos operacionais mais baixos até a melhor comercialização, uma vida útil mais longa, um aumento significativo da produtividade dos ocupantes e bem-estar, bem como uma menor taxa de vacância, que por sua vez, têm benefícios econômicos;
- O esforço deve ser focado no imenso potencial de economia do parque imobiliário existente. A requalificação e a renovação do estoque de edifícios existente oferecem a solução mais econômica para reduzir o consumo de energia;
- Práticas insustentáveis de construção, investimento e gestão levarão à obsolescência acelerada da construção, e perdas, em relação ao valor dos ativos;
- Deve haver uma mudança nas estratégias de comunicação da propriedade sustentável para um foco claro na satisfação e conforto do usuário, o que pode aumentar o valor intrínseco do edifício.
- Um mercado imobiliário verdadeiramente sustentável precisa ir além das considerações “verdes” e econômicas e também abraçar a sustentabilidade social.

Como apontado no documento do RICS, a Conferência se propôs a investigar por que todos os envolvidos - investidores, incorporadores, construtores, ocupantes, passam a responsabilidade para outra pessoa. Isso ficou conhecido como o “*Vicious Circle of Blame*” (traduzindo para o português, “Círculo Vicioso da Culpa”) (Figuras 31 e 32), (CADMAN,2000). Em princípio, quebrar esse círculo vicioso deveria ser natural, porém na prática, no entanto, existem lacunas óbvias e a necessidade de envolvimento de uma esfera mais ampla de agentes para criar a “*Virtuous Loops of Feedback and Adaptation*” (traduzindo para o português, “Circuitos Virtuosos de *Feedback* e Adaptação”) (Figura 33) dentro do mercado, bem como um repensar em termos da comunicação entre as partes. Só então o ambiente construído desempenhará todo o seu papel em termos de ser verdadeiramente sustentável, não simplesmente tornando-se “verde”, mas também abraçando os aspectos sociais, econômico e ambiental que até agora tem sido negligenciado pelos agentes e profissionais, bem como pelos políticos, mas que certamente ganhará força. A interação entre todos esses diferentes atores, bem como o fluxo de informações, precisa ser organizado de tal forma que o conhecimento sobre os benefícios de construções sustentáveis permeie todas as áreas e seja contabilizado dentro dos processos de avaliação de investimentos e análise de risco. No momento, o problema do mercado é que os mecanismos de *feedback* que podem encorajar e facilitar a mudança ainda não estão totalmente implementados.

## Ciclo Culpa X Ciclo Virtuoso

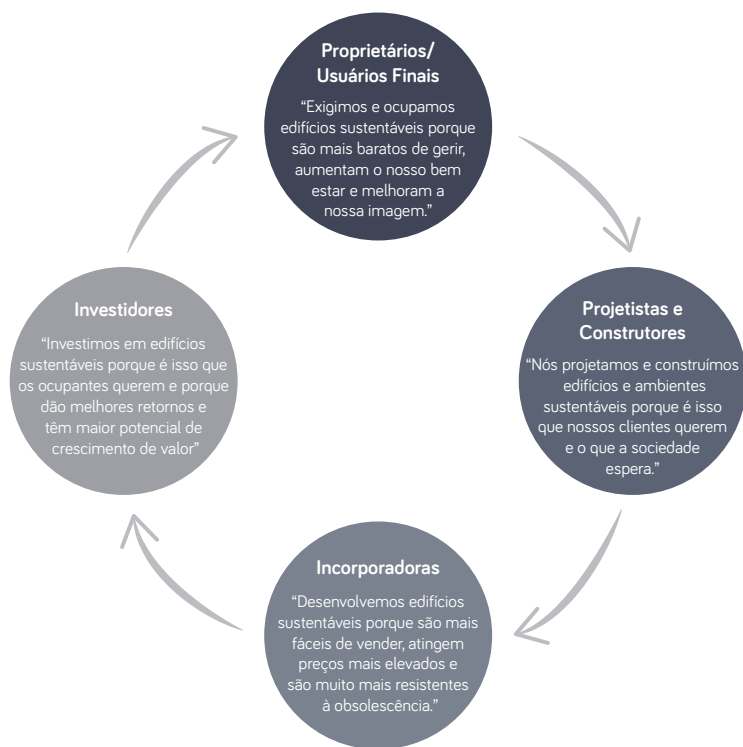


Figura 31 – O Círculo Vicioso da Culpa

Fonte: Produção própria com base em: RICS, Breaking the circle of blame for sustainable buildings, 2015.



Figura 32 – Rompendo o Círculo Vicioso da Culpa

Fonte: Produção própria com base em: RICS, Breaking the circle of blame for sustainable buildings, 2015.

## Laços Virtuosos de Feedback e Adaptação

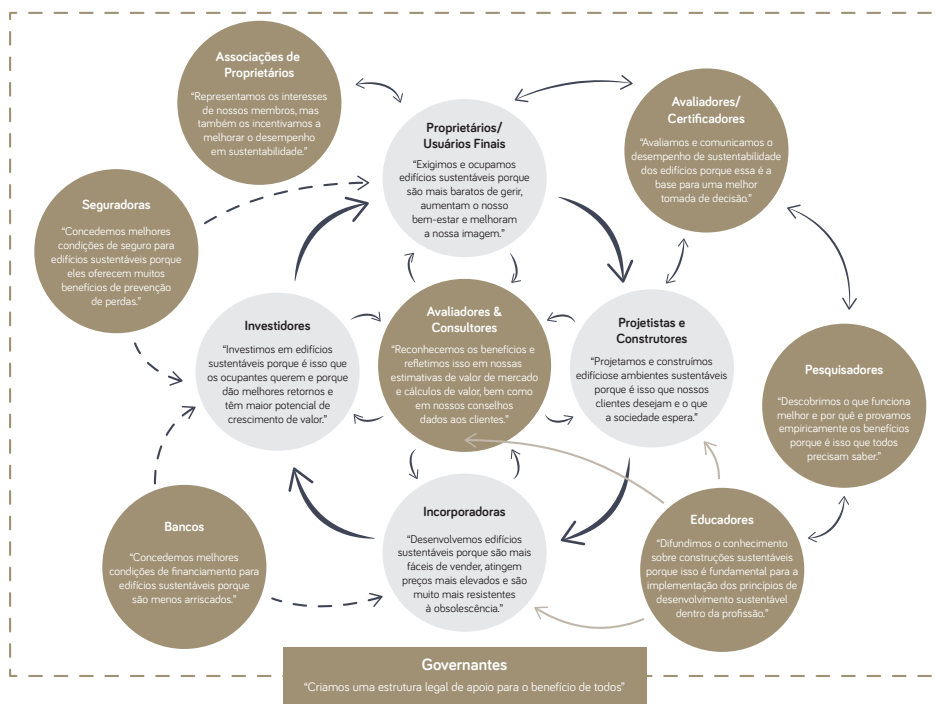


Figura 33 – Laços Virtuosos de Feedback e Adaptação

Fonte: Produção própria com base em: RICS, Breaking the circle of blame for sustainable buildings, 2015.

### 2.3.9. METODOLOGIAS DE PROCESSO DE PROJETO

A seguir são apresentadas algumas metodologias que estão sendo utilizadas por reconhecidas empresas do cenário internacional, como *Urban System Design* (Figuras 34 e 35), SOM | *Skidmore, Owings & Merrill* (Gráfico 27) e ARUP (Figura 38), que têm trabalhado para desenvolver um embasamento técnico na abordagem, para o desenvolvimento do processo de *design*. Outras são instituições do setor como a *World Green Building Council* (WGBC) (Figura 36), o *RIBA 2030 Climate Challenge* (2020) (Gráfico 28) e o *RIBA Sustainable Outcomes Guide* (2019) (Figura 37) que tem buscado colaborar com a qualificação dos agentes e da disseminação do conhecimento, bem como apresentar maneira de acelerar o processo de implementação destas estratégias frente ao desafio de se atingir os edifícios zero carbono até 2030 e 2050.

O objetivo comum nestas abordagens é o alcance de edifícios que possuam qualidade ambiental, sejam energeticamente eficientes, mas principalmente que alcancem o zero carbono. Essas abordagens não são inovadoras no processo de desenvolvimento do projeto, mas são vitais que aconteçam de maneira sequencial, que todas as etapas sejam realizadas da maneira mais otimizada possível, para se chegar a este resultado do edifícios zero carbono. Algumas das abordagens são mais específicas que outras, mas indiferentemente são pensadas para abordar todo o ciclo de vida dos edifícios, tirando partido de estratégias passivas, da arquitetura vernacular.

Segundo Marcondes (2010) a fim de proporcionar conforto ambiental e eficiência energética, um aspecto fundamental do projeto do edifício é adaptar-se ao clima local. A adaptação climática sempre foi um princípio essencial na arquitetura vernacular, pois a construção civil deve lidar com o clima local para criar ambientes confortáveis nas condições mais extremas. Como regra geral, o princípio fundamental para um edifício ambientalmente responsável é maximizar o uso de recursos naturais, incluindo luz natural, ventilação natural, massa térmica e aquecimento solar, juntamente com outras estratégias passivas, como sombreamento e resfriamento evaporativo, de acordo com as condições climáticas, reduzindo assim a demanda por iluminação artificial e controle ambiental artificial. Diferentes climas apresentam diferentes requisitos ambientais para o conforto humano e para o desempenho do edifício e isso pode ser traduzido em diferentes estratégias de projeto.

Segundo Gonçalves e Bode (2011), o projeto do edifício com foco no melhor desempenho ambiental, diferente do modelo convencional, é caracterizado por uma abordagem mais abrangente, envolvendo tanto aspectos da arquitetura quanto da engenharia de sistemas. A abordagem de edifícios de baixo consumo energético pode ser resumido em três grandes etapas: a primeira relaciona-se à redução da demanda de energia através de um projeto arquitetônico de inserção climática e uma revisão dos critérios de conforto; a segunda etapa envolve o uso de sistemas tecnológicos energeticamente eficientes e de baixo impacto ambiental, e o terceiro está relacionado ao consumo de energia no uso e operação do edifício, envolvendo o uso de energias renováveis.

Processo de Projeto | Metodologia Urban Systems Design

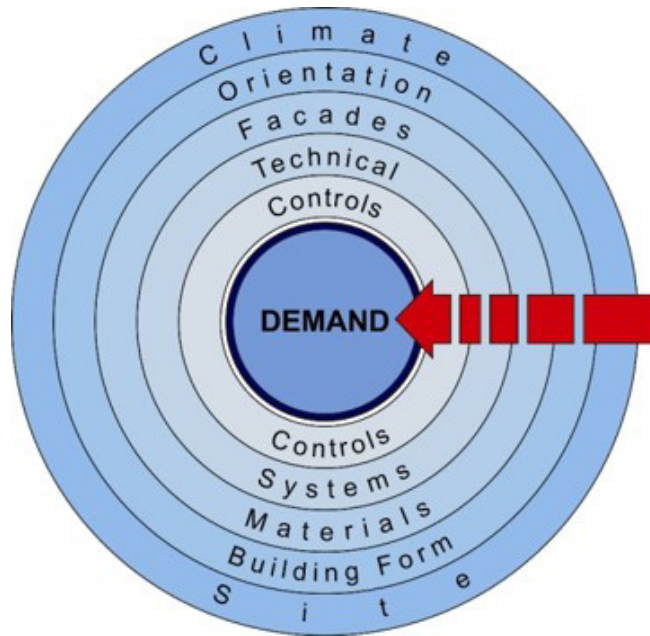


Figura 34 - Processo de Projeto | Metodologia Urban Systems Design 1

Fonte: Bode, K. Urban Systems Design.

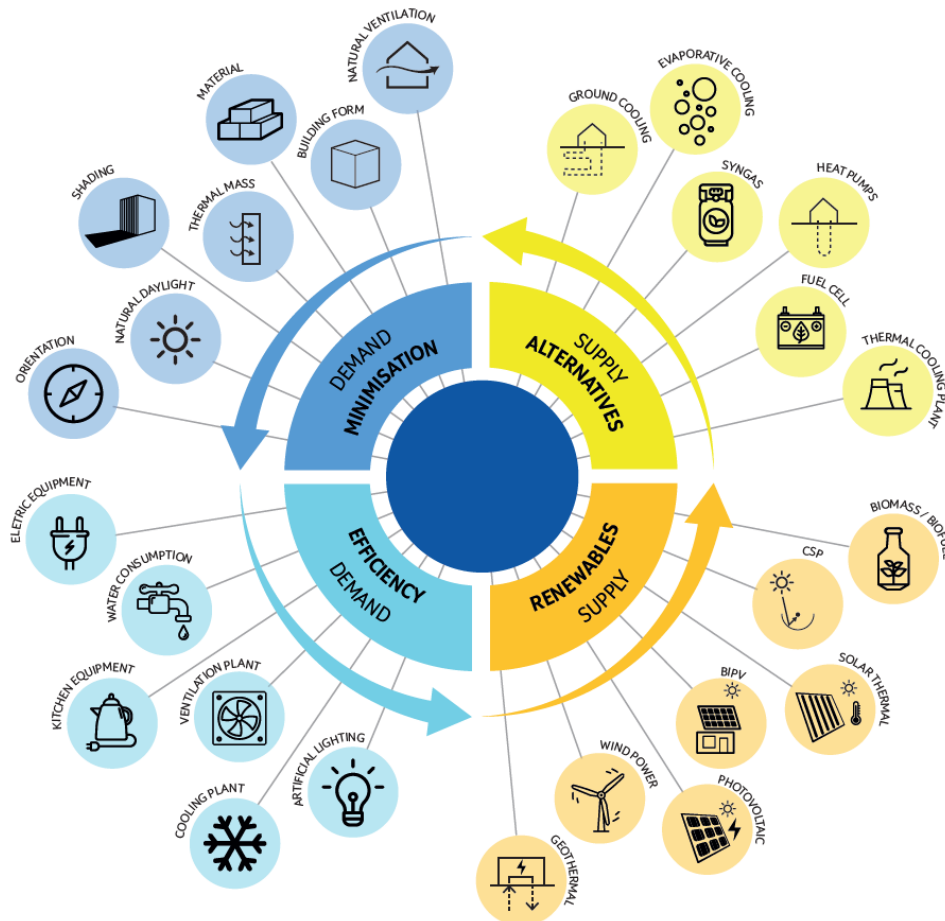


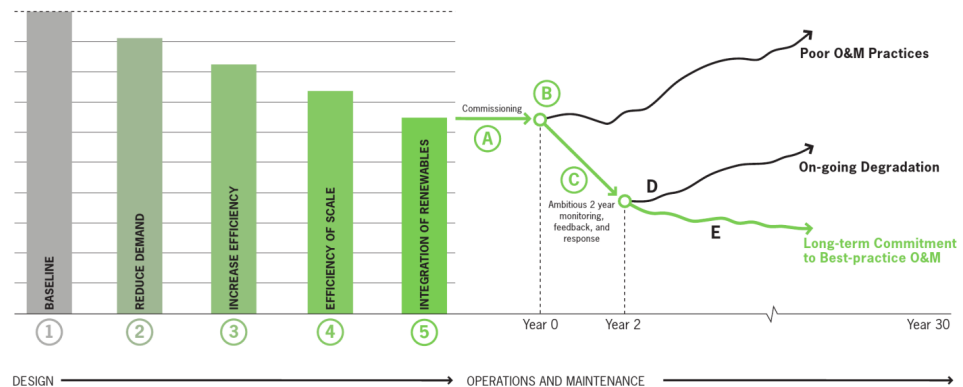
Figura 35 - Processo de Projeto | Metodologia Urban Systems Design 2

Fonte: Bode, K. Urban Systems Design.

## Processo de Projeto | Metodologia SOM

Gráfico 27 - Processo de Projeto | Metodologia SOM

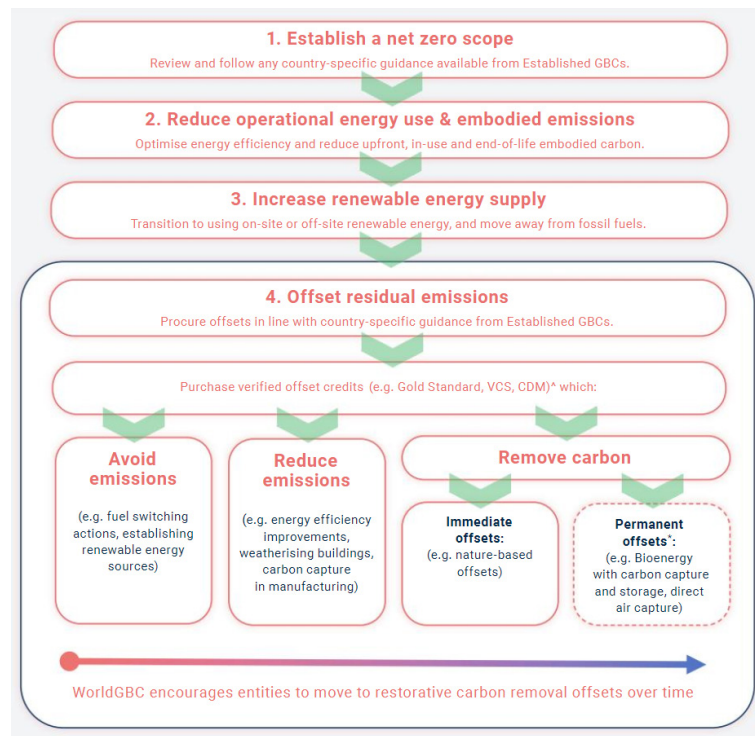
Fonte: Kibert C. J. Sustainable Construction Green Buildings and Delivery, 2016, p. 28.



## Recomendações do WordGBC para Redução de Emissões e Caminhos de Compensação para Edifícios Net Zero

Figura 36 - Recomendações do WordGBC para Redução de Emissões e Caminhos de Compensação para Edifícios com Net Zero

Fonte: WordGBC Advancing Net Zero Whole Life Carbon, 2021, p. 9.



## Plano de Trabalho RIBA 2020

### RIBA Sustainable Outcomes – Plan of Work 2020

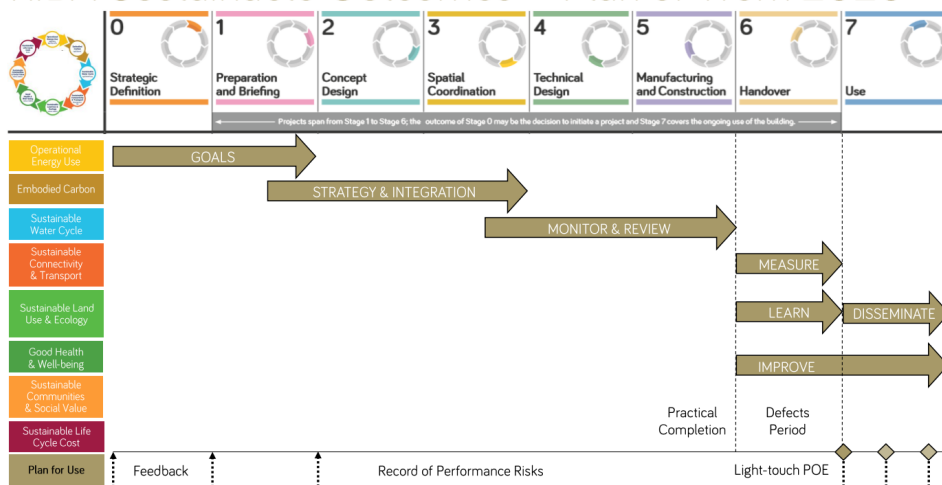


Gráfico 28 – Plano de Trabalho RIBA 2020

Fonte: RIBA 2030 Climate Challenge, 2020.

## Principais Metas de Resultados Sustentáveis

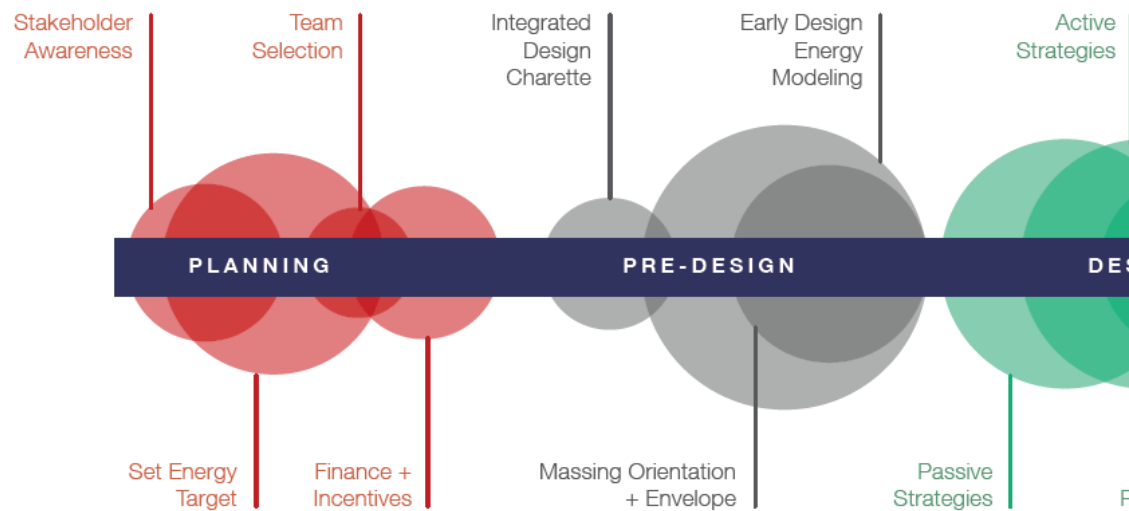


Figura 37 – Principais Metas de resultados Sustentáveis

Fonte: RIBA Sustainable Outcomes Guide, 2019. p. 11.

## Processo de Projeto | Metodologia ARUP

### ZNE+C WORKFLOW



### ZNE+C APPROACH

To maximise the return on investment of building measures, follow this six-step approach to cost-effective ZNE+C design.

#### 1. Load reduction

Reduce building energy demands through passive strategies.

*Example measure: improved insulation*

#### 2. Passive strategies

Implement passive design measures that harness environmental conditions to meet building loads.

*Example measure: natural ventilation*

#### 3. Efficient systems

Reduce energy losses by increasing energy efficiency of active systems (ie, systems that use energy).

*Example measure: heat pump with a high coefficient of performance*

#### 4. Energy recovery

Supply energy by recovering energy from waste streams.

*Example measure: wastewater heat recovery*

#### 5. Renewables

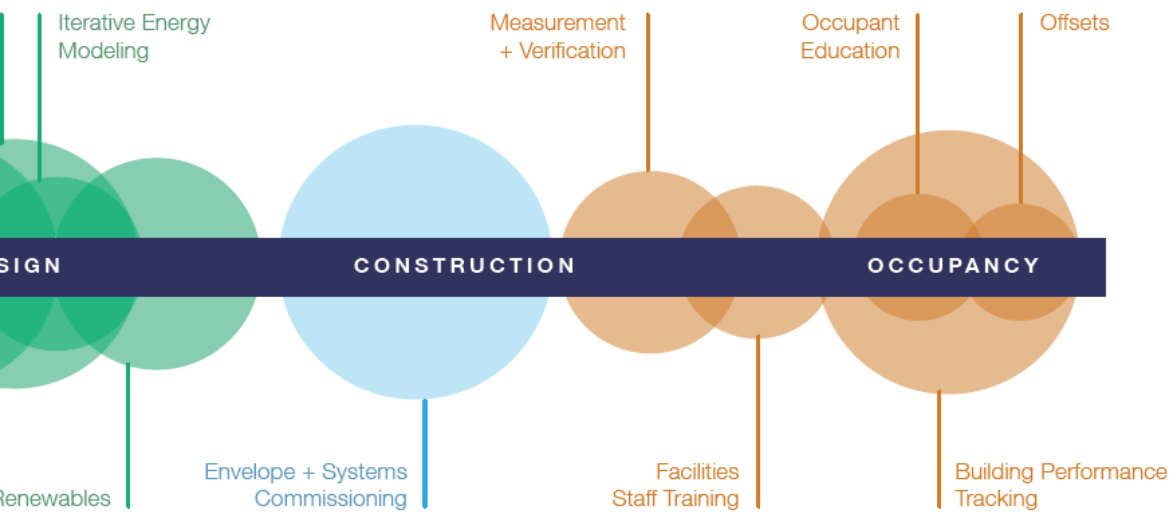
Supply demands of energy consumption through on-site energy generation.

*Example measure: solar thermal water heating*

#### 6. Offsets

Offset remainder of the energy demand through offsets.

*Example measure: energy efficiency offsets*



energy from existing energy losses.  
heat recovery system

consumption with renewable

panels

budget if necessary.

energy project investment

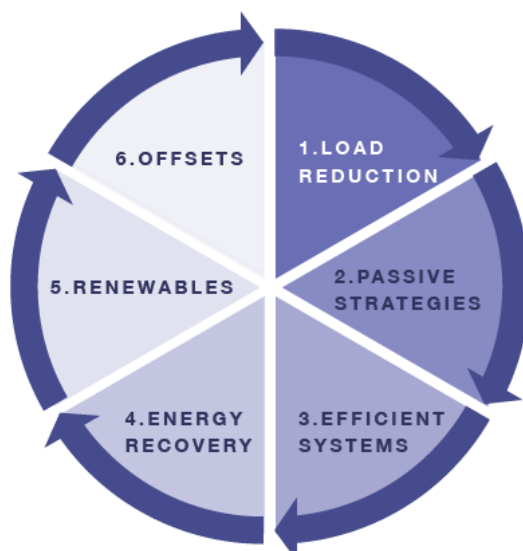


Figura 38 - Processo de Projeto | Metodologia ARUP

Fonte: ARUP, Zero Net Energy and Carbon, 2019, p. 9.

### 2.3.10. FERRAMENTAS

Os termos de integração e interoperabilidade e a noção de projeto colaborativo ampliaram a importância multidisciplinar nas decisões projetuais, compartilhando informações e responsabilidades nas intervenções. Assim, diluíram-se as hierarquias e, embora incrementando a complexidade, diversas demandas relacionadas a custos e execução da obra, sistema construtivo, utilitários, eficiência energética, gerenciamento pré, durante e pós-obra começaram a ser computadas em um processo integrado já nas fases iniciais de concepção. A responsabilidade passou a ser compartilhada por todos os agentes do processo (arquitetos, engenheiros, consultores, gerentes, construtores), e o próprio cliente passou a ter uma ativa participação, alterando-se os modelos contratuais do empreendimento. Tal contexto favoreceu as intervenções relacionadas ao desempenho ambiental do edifício, pois elas passaram a ser incorporadas na essência do partido arquitetônico. (GONÇALVES, et al, 2014)

Malkawi e Augenbroe (2004) apontam que o espectro do termo simulação de edificações é bastante amplo e varia de estimativas de fluxo de massa e energia, passando por durabilidade e desempenho de sistemas, além das simulações do comportamento da edificação no local da construção. Os primeiros desenvolvimentos de ferramentas de simulação foram iniciados nas décadas de 1960 e 1970, focando no campo de desempenho energético da engenharia, e expandindo-se para sistemas de iluminação, climatização, reconhecimento, ventilação e outros. Atualmente este escopo se ampliou e oferece avaliações combinadas para transferência de calor, sistemas de controle e configurações individuais, configurações de simulações de climas urbanos e microclimas.

Inserida no processo BIM (*Building Information Modeling*), a análise de desempenho ambiental possibilita a predição das condições de conforto e eficiência energética do edifício, e passa a ser mais um instrumento de avaliação, direcionando as decisões projetuais de maneira integrada aos diversos elementos definidores do resultado arquitetônico (MOURA, 2014). O BIM é um processo aperfeiçoado de planejamento, projeto, construção, operação e manutenção que usa um modelo-padrão de informação mecânica legível a cada instalação, nova ou velha. Esse modelo contém toda a informação relevante, criada ou associada àquela instalação em um formato acessível a todos durante o ciclo de vida (*National Building Information Modeling Standard*, NBIMS).

Gonçalves (2014) ressalta que a cobrança crescente pela quantificação do consumo de energia em edifícios ao redor do mundo fez das simulações computacionais de desempenho energético e ambiental uma parte essencial do processo de projeto. Os métodos de avaliação de desempenho apoiados em técnicas de simulação computacional vieram aprimorar o processo de projeto com a investigação criteriosa sobre o impacto dos vários aspectos arquitetônicos e do programa de atividade de desempenho ambiental dos edifícios. Desse modo, a eficiência de soluções projetuais derivadas da interpretação arquitetônica dos princípios da Física pode ser comprovada, quantificada e aprimorada.

Entende-se por desempenho energético o comportamento do perfil de consumo de energia da edificação e seus sistemas (iluminação, climatização, elevadores) durante um período de tempo (dias, meses ou anos). No caso de uso para *design*, a ferramenta pode fornecer os dados para seleção do sistema de climatização a ser utilizado. Já para o uso em requalificações, as ferramentas de simulação podem auxiliar na avaliação de alternativas para redução de consumo de energia, fornecendo a equipe de subsídios para uma escolha mais adequada dos sistemas a serem modificados. (HERNANDEZ, 2014)

Os principais usos de ferramentas de simulação são apresentados por Hong, Chou e Bong (2000),

- I. Estudo de estratégias passivas - Ferramentas de simulação que permitem avaliar o impacto no desempenho energético da edificação pelo uso de estratégias passivas como sombreamento, iluminação natural, geotermia e etc.
- II. Uso de ferramentas de Dinâmica de Fluidos Computacional (*Computational Fluid Dynamics*, CFD) - Tipo de ferramenta que permite estudos de microclima urbano e no interior de edificações, ventilação de edificações, segurança em incêndios etc.
- III. Cálculo de cargas de resfriamento/aquecimento de edificações - Os valores de pico e o perfil das cargas de aquecimento/resfriamento são a base para dimensionamento e de seleção de sistemas de climatização, aquecimento, ventilação e refrigeração. Essas cargas são definidas como a quantidade de energia necessária para se manter um ambiente com suas condições de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar controladas.
- IV. Análise de desempenho energético para projeto e retrofit - A ferramenta de simulação pode oferecer os perfis de consumo de energia da edificação e o desempenho dos principais sistemas em carga nominal e parcial.

O bom uso das ferramentas de simulação está associado a diversos fatores que devem ser avaliados constantemente, de forma a garantir a qualidade do resultado final. Isso permitirá que as ferramentas de simulação efetivamente contribuam de forma positiva para o processo de projeto de projeto e/ou requalificação de edificações mais sustentáveis. (HERNANDEZ, 2014)

A escolha da ferramenta pode ser bastante difícil e deve levar em conta os seguintes aspectos (Hong; Chou; Bong, 2000):

- I. A necessidade ou propósito: o entendimento da natureza do problema que precisa ser resolvido é muito importante. A escolha de uma ferramenta mais complexa que o necessário, pode incorrer em custos altos e desnecessários, além de correr o risco de aumentar a possibilidade de erros maiores por incapacidade na utilização da ferramenta em virtude de sua alta complexidade;
- II. Orçamento: a avaliação do custo da ferramenta de simulação deve incluir os custos de aquisição da ferramenta e das suas atualizações, bem como a plataforma na qual será operada a ferramenta e os custos de treinamento;
- III. Disponibilidade de instalações: o usuário deve escolher uma ferramenta de simulação que pode ser implementada nas instalações de manutenção disponíveis.

### 2.3.10.1. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NOS ESTÁGIOS INICIAIS DO DESIGN

Como mencionada anteriormente, a maior conscientização e visibilidade das questões ambientais, aliada aos requisitos de eficiência energética, hídrica e sustentabilidade, gerou a necessidade de ferramentas que avaliem o desempenho dos edifícios. A comunidade de *design* de edifícios é desafiada pelo aumento contínuo das demandas de desempenho dos edifícios, que são muitas vezes combinadas com metas ambiciosas para o ambiente interno, para o impacto ambiental e para os custos da construção (JENSEN et Al, 2015). De acordo com Jensen, para auxiliar a tomada de decisão, a simulação de edifícios é amplamente utilizada nas fases finais do projeto, mas sua aplicação ainda é limitada nos estágios iniciais em que as decisões de projeto têm um grande impacto no desempenho e no custo final da edificação, além da operação e manutenção.

A integração precoce de ferramentas de simulação enfrenta vários desafios, que incluem o tempo de modelagem, flexibilidade, requisitos conflitantes, incertezas e agilidade nas mudanças de projeto. Além disso, segundo Hensen et al (2012), muitas vezes exigem dados exatos em um estágio em que os projetistas consideram ideias conceituais de uma variedade de opções ao invés de detalhes e números precisos. Ainda, a maioria das ferramentas existentes se concentra na avaliação das alternativas de projeto após a tomada de decisão, e em grande parte, negligenciam a comunicação com os projetistas antes da tomada de decisão (HENSEN et Al, 2012).

#### Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Energy Modelling

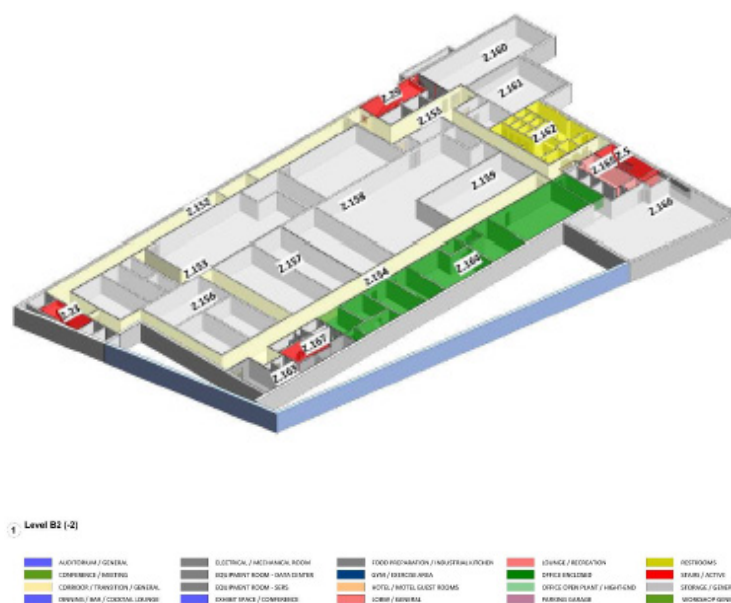


Figura 39 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* |  
Energy Modelling

Fonte: Restrita.

Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* |  
Computational Fluid Dynamics - CFD

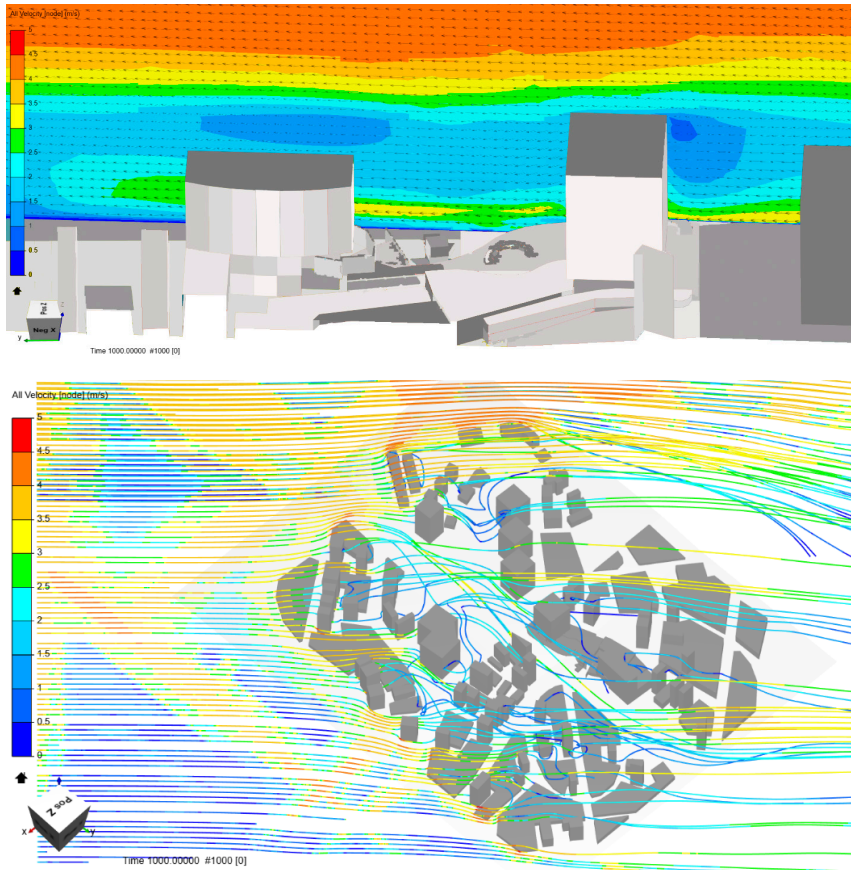


Figura 40 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | CFD

Fonte: Restrita.

Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* |  
Simulação Térmica

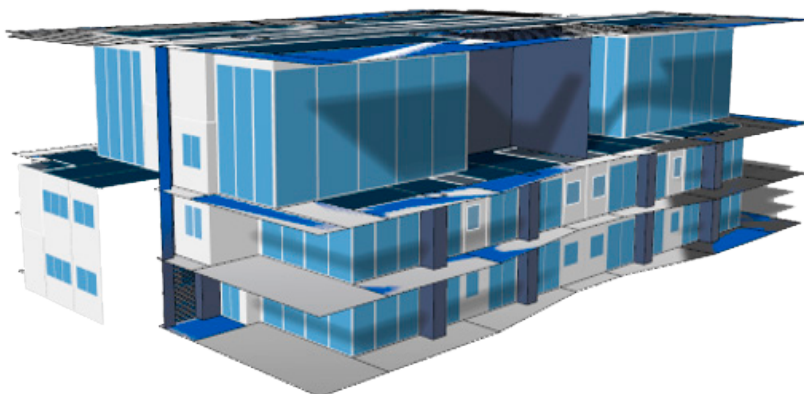


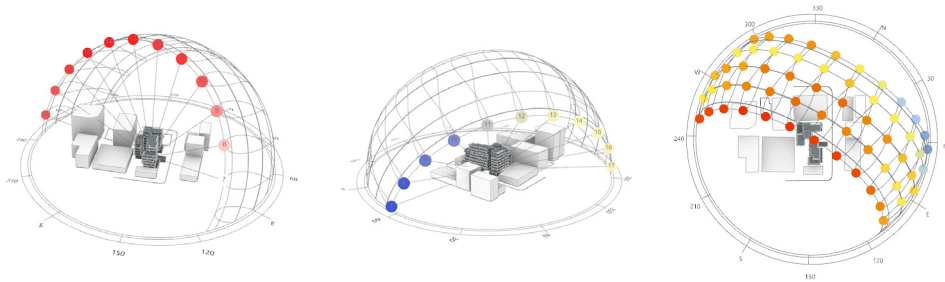
Figura 41 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Simulação Térmica

Fonte: Ceadas pela arquiteta Carolina Leme sócia do Studio Symbios, para uso específico para esta pesquisa.

Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* |  
 Simulação Térmica - Sunpath

Figura 42 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Simulação Térmica - Sunpath

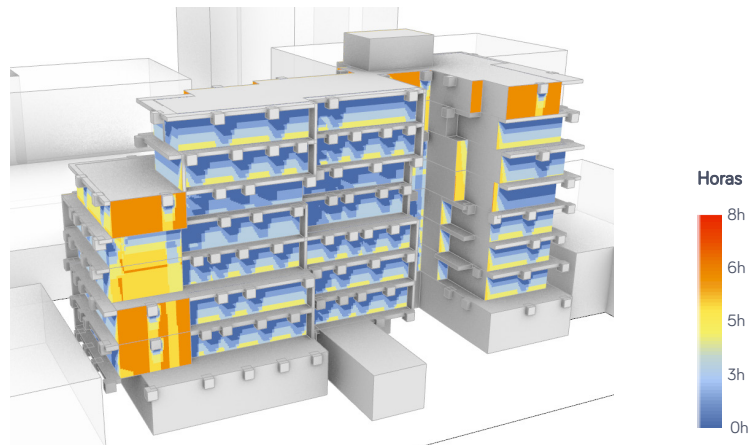
Fonte: Cedidas pela arquiteta Carolina Leme sócia do Studio Symbios, para uso específico para esta pesquisa.



Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* |  
 Horas Sol

Figura 43 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Horas Sol

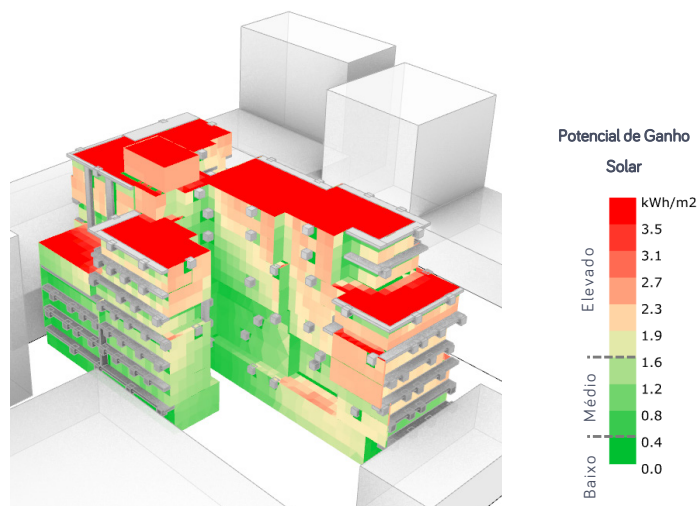
Fonte: Cedidas pela arquiteta Carolina Leme sócia do Studio Symbios, para uso específico para esta pesquisa.



Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* |  
 Radiação Cumulativa Diária Verão

Figura 44 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Radiação Cumulativa Diária Verão

Fonte: Cedidas pela arquiteta Carolina Leme sócia do Studio Symbios, para uso específico para esta pesquisa.



## Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Simulação Luz Natural

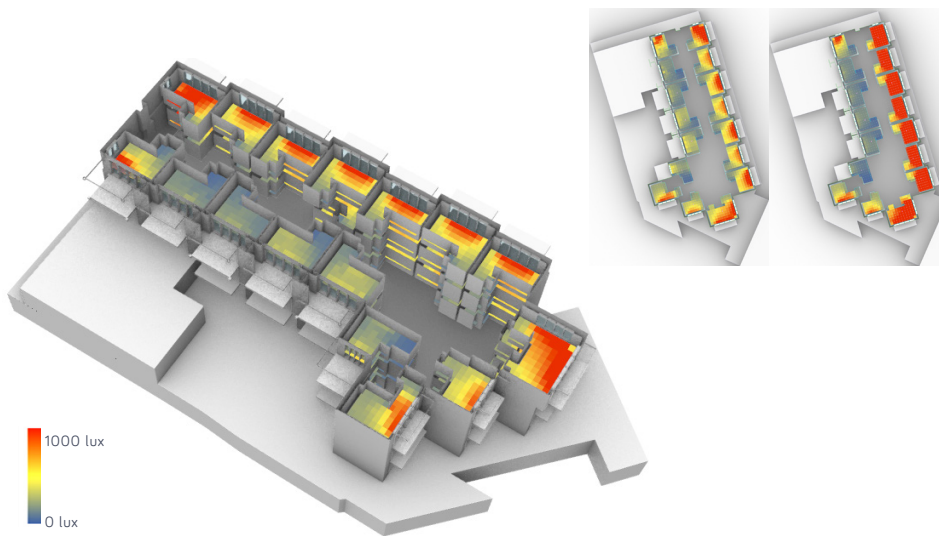


Figura 45 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Simulação Luz Natural  
Fonte: Cedidas pela arquiteta Carolina Leme sócia do Studio Symbios, para uso específico para esta pesquisa.

## Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Simulação Luz Artificial

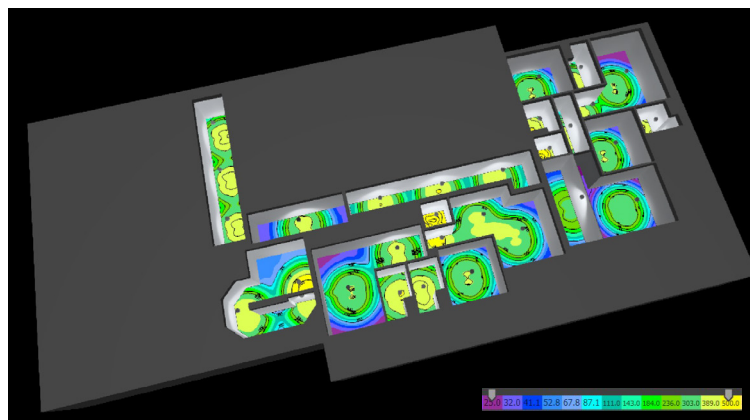
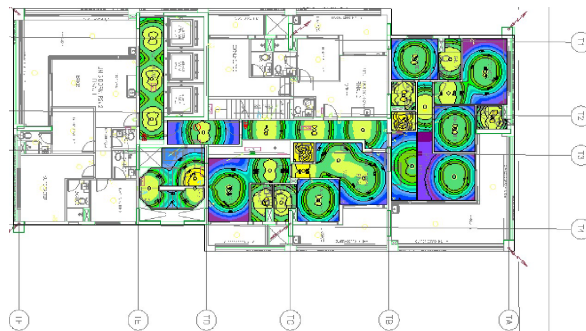


Figura 46 – Processo de Projeto | *Environmental & Energy Modeling* | Simulação Luz Artificial

Fonte: Cedidas pela arquiteta Carolina Leme sócia do Studio Symbios, para uso específico para esta pesquisa.

Não obstante, as ferramentas de simulação do ambiente construído são normalmente utilizadas para garantir ao edifício a conformidade a normativas, ou para avaliar o desempenho de alguns projetos ou sistemas alternativos. Portanto, a maioria destas não possui a capacidade de guiar o projetista para edifícios com melhor desempenho (OSTERGARD et Al, 2016). Para remediar isso, observa-se recentemente o desenvolvimento de ferramentas de projeto que realizam simulações proativas dos edifícios, principalmente, por meio da integração com ferramentas BPS (*Building Performance Simulation*). Durante os últimos anos, o desenvolvimento de novas formas de integração de ferramentas de projeto e ferramentas BPS proporcionaram maior agilidade de execução. Esses novos métodos fornecem *feedback* de desempenho diretamente na ferramenta de projeto nativa, e possibilitam novos cenários de projeto anteriormente inacessíveis aos arquitetos e aos engenheiros durante os estágios iniciais do projeto (OSTERGARD et Al, 2016).

Para Ostergard et Al (2016), a questão que se coloca é: como esses modelos acoplados se encaixam no processo de projeto dos estágios iniciais do *design*? Para os autores, para obter resposta a tal questionamento deve-se primeiramente deduzir as formas como as ferramentas de *design* e as ferramentas BPS podem ser acopladas. Contudo, antes que se possa avaliar as escolhas de acoplamento, é necessário definir os usuários e seus requisitos para essas ferramentas. O projeto de construção é uma disciplina de vários colaboradores, onde as decisões de projeto são influenciadas por arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários de edifícios. Aliado a isso, reconhece-se que os requisitos do projeto de edifício são compostos por elementos quantitativos (ou seja, consumo e demanda de energia, quantidade de luz natural, custo etc.) e elementos qualitativos (impacto social, planejamento espacial, estética...), sendo que o projeto de construção visa desempenhos mensuráveis. Assim, o projeto do edifício está evidentemente conectado às definições de papéis e processos colaborativos, sendo que a utilização do desempenho do edifício deve respeitar a ampla extensão dos elementos quantitativos e qualitativos inerentes ao projeto.

Existem três maneiras de integrar o BPS no processo de *design*: (a) um modelo combinado, em que todas as simulações podem ser realizadas dentro do ambiente de modelagem, (b) um modelo central, em que as informações são compartilhadas entre diferentes ferramentas de modelagem e simulação usando um padrão de dados, e (c) um modelo distribuído, em que as ferramentas de simulação são acopladas ao ambiente de modelagem por meio de *middleware* (plataforma ou software ponte entre os sistemas operacionais e os bancos de dados) (NEGENDAHL, 2015). Esses sistemas geralmente dependem de bancos de dados dos quais os resultados de outros projetos estão disponíveis, ou abordagens generativas acopladas a algoritmos de otimização que auxiliam o projetista a minimizar as iterações de projeto.

No entanto, essas abordagens não auxiliam o projetista na tomada de decisão para uma estratégia de *design* específica, diferente das anteriores, pois mesmo grandes bancos de dados muitas vezes perdem uma solução bem ajustada e os algoritmos de otimização não ajudam a encontrar outras opções além da otimizada (Ostergard et Al, 2016). Além disso, todos esses métodos carecem de uma interface amigável para arquitetos e projetistas e que possa ser facilmente adaptada a diferentes tarefas de projeto em seu ambiente comum. Portanto, uma nova metodologia integrada a um ambiente tradicional deve ser desenvolvida para permitir que os projetistas definam problemas de projeto e apoie a busca por soluções eficazes (OSTERGARD et Al, 2016).

O que se observa é um esforço do mercado, da academia e dos desenvolvedores de softwares em suprir tal demanda, frente às pressões de melhor desempenho e menor impacto ambiental da construção civil. Nesse sentido, combinar sistemas passivos e ativos desde o início é um desafio, implicando alinhar todos os agentes envolvidos para o mesmo objetivo. A Figura 47, ilustra as principais barreiras de projeto que impactam o uso de ferramentas de simulação no início

da fase conceitual, uma vez que a integração dos aspectos de projeto durante as fases iniciais é extremamente complexa, demorada, requer um alto nível de especialização e avançadas ferramentas de avaliação (HENSEN et AL, 2012). Nesta fase, os arquitetos estão em constante procura por uma direção de *design* para tomada de decisões informadas. Decisões tomadas durante esta fase podem determinar o sucesso ou o fracasso do projeto.

Nesse sentido, o BPS é ideal para diminuir tais barreiras, nos últimos dez anos, a disciplina BPS atingiu um alto nível de maturação, oferecendo uma gama de ferramentas para avaliação de desempenho (HENSEN et AL, 2012). As técnicas de BPS podem fornecer o suporte quando integrado no início do *design* arquitetônico. Segundo Hensen et Al (2012), a simulação em teoria lida com dinâmicas e iterativas investigações de *design*, o que a torna eficaz para possibilitar novos conhecimentos, abrindo portas para outras especialidades convencionais, incluindo arquitetos e práticas menores, durante o projeto em fases iniciais.

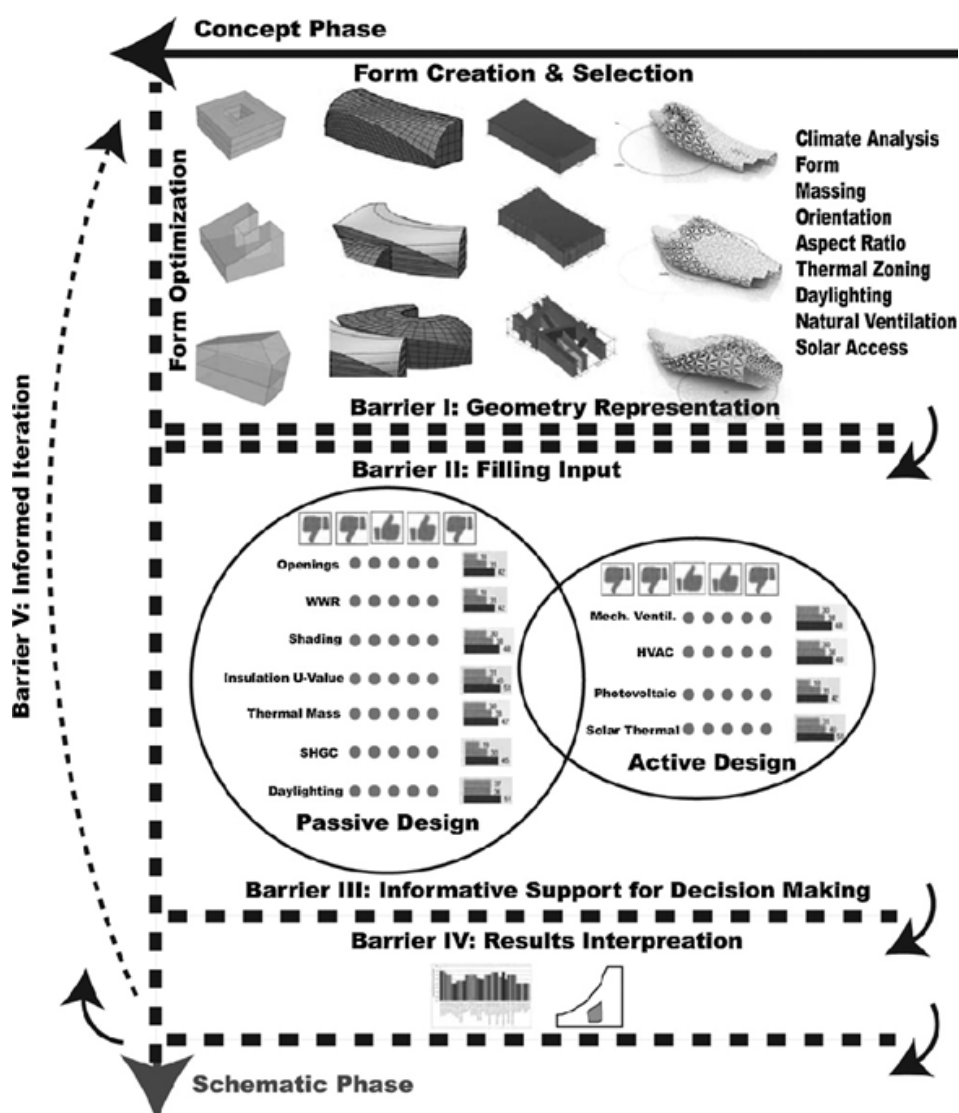


Figura 47 - Barriers of Decision Making During Early Design Stages.

Fonte: Hensen et Al, 2012.



### 3. METODOLOGIA

### 3.1. OBJETIVO

O objeto da pesquisa é caracterizar a cultura do processo de projeto, em ambientes de trabalho, identificar e mapear as práticas contemporâneas adotadas para o alcance dos edifícios de alto desempenho ambiental, nas cidades de Londres e São Paulo, no contexto de descarbonização, sustentabilidade e qualidade ambiental.

A pesquisa de caracterização da cultura do processo de projeto é feita por meio de parâmetros estabelecidos, com base nos quais apresentou o processo de projeto desde os conceitos, papéis, dinâmicas, metodologias, ferramentas, tempos e custos associados ao processo de projeto. Por meio de uma análise comparativa, são estabelecidas as diferenças na cultura do processo de projeto em ambientes de trabalho em ambas as cidades.

A escolha das referências comparativas, dentro do contexto da pesquisa, se deu pela cidade de Londres, por ser reconhecida pela excelência e pela vanguarda dos profissionais e dos projetos que se tornaram ícones desta tipologia, não só no Reino Unido, mas em diferentes cidades no mundo. A cidade de São Paulo foi escolhida pelo fato desta ser a maior economia na América Latina, com a maior concentração de edifícios com certificação ambiental.

Para este objetivo, a pesquisa realizou o levantamento de um conjunto de informações técnicas e considerou como embasamento, para as análises dos resultados, as entrevistas com os profissionais da prática de arquitetura, engenharia e os agentes envolvidos no processo de projeto. A pesquisa também se apoia na análise específica de um estudo de caso em cada cidade, reconhecidos como edifícios de melhor desempenho ambiental e energético nos seus respectivos contextos.

O objetivo geral é revelar a importância que o setor da construção dá ao projeto, além de revelar como o processo está atrelado aos resultados dos edifícios de alto desempenho. Somado a isso, identificar a condução do projeto e entender como os profissionais que dominam este conhecimento desenvolvem e lideram este processo na prática e, com isso mapear as diferenças e desafios existentes em ambas as cidades, a fim de retroalimentar e requalificar o processo de projeto.

## Recorte | Objetivo



Figura 48 – Recorte | Objetivo

Fonte: Produção própria

## Questão Central

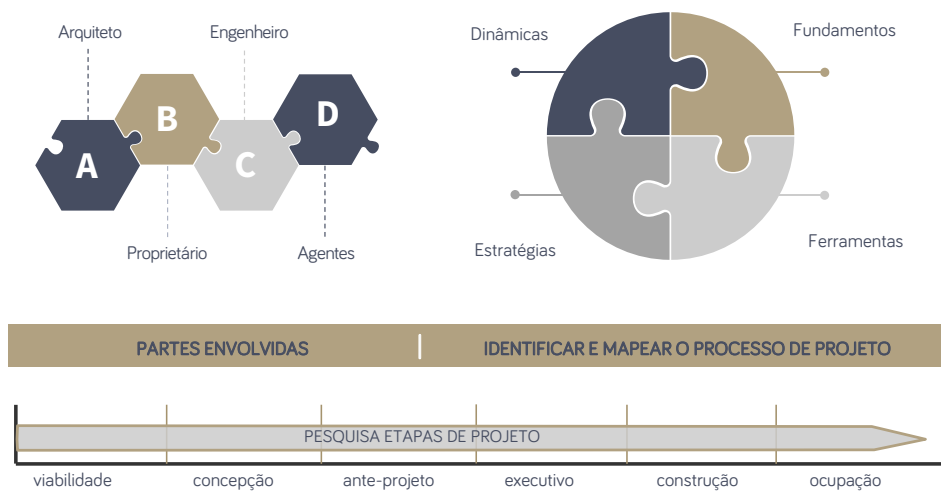


Figura 49 – Questão Central

Fonte: Produção própria

## 3.2. METODOLOGIA

O método adotado para a caracterização da cultura do processo de projeto, para o alcance dos edifícios de alto desempenho ambiental em ambientes de trabalho, é essencialmente de natureza qualitativa, que além do estudo de referências bibliográficas sobre o tema, toma como base informações extraídas de um contato com agentes da prática profissional e da análise de estudos de caso de edifícios existentes.

A pesquisa se embasou no levantamento bibliográfico, trabalho de campo a partir de entrevistas semiestruturadas com os profissionais da prática, além da análise dos estudos de caso, tendo como referência a cultura do processo de projeto das cidades de São Paulo e Londres, em que a segunda tem um papel de liderança e referência. As etapas de realização da pesquisa foram:

1. Embasamento teórico, levantamento bibliográfico de temas relevantes à pesquisa:  
a) Referências teóricas sobre edifício de alto desempenho, sustentabilidade aplicada ao ambiente construído, descarbonização nos edifícios; qualidade ambiental; b) Normatizações e regulamentações sobre o tema (nacionais e internacionais); c) Métodos de condução e gestão do processo de projeto e de design; d) Levantamento das informações técnicas, como do design dos estudos de caso selecionados.

2. Com base no levantamento bibliográfico, foi construído um questionário estabelecendo-se parâmetros para futura análise comparativa, para ser aplicado aos profissionais da prática envolvidos no processo de projeto do edifício de alto desempenho ambiental.

3. Pesquisa de campo em fontes de acesso restrito: Levantamento em cada uma das cidades, em diferentes escritórios, realizando entrevistas com profissionais da prática de arquitetura, engenharia e os agentes envolvidos no processo de projeto, estabelecendo uma visão mais macro desde os conceitos, papéis, dinâmicas, metodologias, ferramentas, tempos e custos no desenvolvimento do processo de projeto do edifício de alto desempenho ambiental.

4. Pesquisa de campo específica dos estudos de caso selecionados, realizando entrevistas com os profissionais envolvidos no processo de projeto destes edifícios, estabelecendo uma visão aprofundada e específica dos conceitos, papéis, dinâmicas, metodologias, ferramentas, tempos e custos sucedidos no desenvolvimento do processo de projeto destes edifícios de alto desempenho ambiental.

5. Pesquisa de campo, visita *in loco* nas obras construídas, dos estudos de caso.

6. Após a coleta de informação com os profissionais em cada uma das cidades foi realizada a transcrição das entrevistas, o conhecimento adquirido foi sistematizado, onde foi desenvolvida uma matriz de análise dos resultados, sendo assim possível estruturar análise comparativa dos resultados do processo projeto do edifício de alto desempenho ambiental.

7. A partir da análise comparativa dos resultados, foi possível mapear o estado da arte da prática contemporânea do processo de projeto, possibilitando compreender as diferenças e desafios existentes em cada contexto, nas respectivas cidades.

Desta forma foi possível concluir a pesquisa, apresentando como o processo de projeto está sendo conduzido, compondo o que se conhece da teoria, com o que é desenvolvido na prática,

portanto sendo possível demonstrar as diferenças e desafios existentes em cada cidades e, desta forma, retroalimentar e requalificar o processo de projeto de forma geral.

### 3.2.1. EMBASAMENTO TEÓRICO

O embasamento teórico é construído pela sobreposição de conceitos, definições e métricas de avaliação de desempenho, além do processo de projeto, de modo a construir efetivamente, com o desenvolvimento da pesquisa que é, fundamentalmente, estruturada por esta base. Esta tarefa é fundamental para a alimentação e construção da pesquisa em si, e no desenvolvimento dos trabalhos de campo.

Na esfera de conceitos, as principais referências bibliográficas são: WBDG (2008); Gibson (1982); IEA (2019). Na esfera das definições e métricas de avaliação de desempenho, as referências fundamentais são: Gonçalves e Umakoshi (2010); Gonçalves e Bode (2015); WorldGBC, (2013); Brand (1995); LETI (2019). As referências bibliográficas fundamentais do processo de projeto são: RIBA (2020), Fabrício (2002); Melhado (2006); AIA (2001); Sinclair (2019); AKSAMIJA (2016).



Figura 50 – Metodologia  
Fonte: Produção própria

## 3.2.2. LEVANTAMENTO DE CAMPO

### 3.2.2.1. ENTREVISTAS

A pesquisa de campo está baseada em entrevistas, os escritórios e os profissionais que foram selecionados para as entrevistas, são reconhecidos como sendo referência de atuação em seus contextos locais ou mesmo mundialmente. São agentes do processo que trouxeram contribuições significativas, durante a última década, para o desenvolvimento do processo de projeto do edifício de alto desempenho ambiental. Alguns desses profissionais atuam em escritórios aclamados pelo mercado por projetarem edifícios ícones de alto desempenho ambiental. Como AKTII, ARCHITYPE, *Foster and Partners*, *Rogers Stirk Harbour and Partners*, SOM | *Skidmore, Owings & Merrill* e *Urban Systems Design* na cidade de Londres. Afalo e Gasperini, Perkins + Will e Königsberger Vannucchi, MHA Engenharia, Sustentech, CTE na cidade de São Paulo. A pesquisa também entrevistou membros de Instituições do setor construtivo, além de professores de renomadas Universidades para conseguir compreender o espectro de maneira mais ampla, relacionados aos contextos de normativas, legislação e ensino, que tangenciam e influenciam o resultado do processo de projeto.

Foram realizadas 35 entrevistas pela pesquisadora, todas elas no decorrer do ano de 2019, entrevistas estas sucedidas nas cidades de São Paulo e na cidade de Londres, com mais de 55 horas de gravação com diferentes agentes envolvidos no processo de projeto.

São apresentados na Tabela 5, os nomes dos entrevistados, seus cargos e posições, além das respectivas datas de quando foram realizadas as entrevistas.

### 3.2.2.2. QUESTIONÁRIO

Com base no levantamento bibliográfico, foi construído um questionário para ser aplicado aos profissionais da prática onde foram estabelecidos parâmetros para futura análise comparativa. O conteúdo do questionário encontra-se anexado ao Apêndice deste trabalho. É importante ressaltar que: i) Desde que o questionário foi construído para contemplar diversos aspectos inseridos ao processo de projeto, desde da sua fase inicial no estudo de viabilidade, até a fase de operação e manutenção, este abarca diferentes critérios, portanto nem todas as perguntas foram feitas a todos os entrevistados, dependendo da sua área de atuação; ii) O questionário passou pelos trâmites do CEP (Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo) e foi aprovado, os documentos entregues ao comitê, bem como o parecer consubstanciado estão anexados ao Apêndice deste trabalho; iii) Devido ao processo do Comitê de Ética, cada entrevistado assina e recebe uma cópia de igual teor do documento TCLE (Termo de Consentimento Livre Esclarecido) desenvolvido para pesquisa, seu modelo também encontra-se anexo ao Apêndice deste trabalho.

| RELAÇÃO DE ENTREVISTADOS |   |  |            |
|--------------------------|---|--|------------|
| ÁREA                     | NOME  | POSIÇÃO / EMPRESA  | DATA       |
| ARQUITETURA              | Catherine Harrington                                  | Senior Architect ARCHITYPE - Londres   | 19/10/2019 |
|                          | Douglas Tolaine                                       | Principal Design Perkins + Will - São Paulo                                      | 05/08/2019 |
|                          | Daniel Toletto  | CEO Konisberger Vannucchi Arquitetura - São Paulo                                | 22/08/2019 |
|                          | Flávia de Barros Marcondes                            | Diretora Associada Aflalo Gasperini Arquitetos - São Paulo                       | 23/08/2019 |
|                          | Gianfranco Vannucchi                                  | Sócio Fundador Konigsberger Vannucchi Arquitetos - São Paulo                     | 30/01/2019 |
|                          | Jack Newton   | Senior Associate Architect Rogers Stirk Harbour + Partners - Londres             | 25/11/2019 |
|                          | José Luis Carrera Lemos                               | Sócio Diretor Aflalo Gasperini Arquitetos - São Paulo                            | 29/07/2019 |
|                          | Marili Sicoli   | Senior Partner Foster + Partners - Londres                                       | 05/08/2019 |
|                          | Miguel Aflalo   | ITECH Master Studio / Ex-Aflalo Gasperini Arquitetos - São Paulo                 | 02/07/2019 |
|                          | Paula Hornsi  | Arquiteta Aflalo Gasperini Arquitetos - São Paulo                                | 23/08/2019 |
| Roberto Klein            | Consultor BIM Aflalo Gasperini Arquitetos - São Paulo | 23/08/2019   |            |
| REAL STATE               | Diego Pastor  | Ex-Diretor na GTIS - São Paulo   | 17/09/2019 |
|                          | Katia Goldberg  | Diretor Lohn & Goldberg - São Paulo  | 06/09/2019 |
|                          | Luiz Henrique Ceotto                                  | Ex-Diretor na Tishman Speyer / Urbic - São Paulo                                 | 17/07/2019 |
|                          | Kenneth Kinsella                                      | Director of Capital Development at London School of Economics - Londres          | 09/12/2019 |
| CONSULTORES              | Bruno Martinez  | Diretor Técnico Petinelli Consultoria de Sustentabilidade / NZEB - São Paulo     | 18/08/2019 |
|                          | Carolina Leme   | Diretor Studio Symbios - São Paulo   | 02/12/19   |
|                          | Eduardo Yamada  | Gerente técnico no CTE Centro de Tecnologia de Edificações - São Paulo           | 18/04/2019 |
|                          | Kartikya Rajput                                       | Head Sustainability Chapman BDS - Londres  | 19/11/2019 |
|                          | Klaus Bode  | Director Urban Systems Design - Londres  | 03/10/2019 |
|                          | Mina Hasman   | Head Sustainability SOM - Londres  | 11/10/2019 |
|                          | Marcelo Nudel   | Sócio CA2 Consultores Ambientais Associados - São Paulo                          | 15/07/2019 |
|                          | Marcos Casado   | Diretor Técnico e Comercial - Sustentech - São Paulo                             | 27/06/2019 |
| ENGENHEIROS              | Carlos Centurion                                      | Diretor MHA Engineering - São Paulo  | 20/09/2019 |
|                          | José Roberto Muratori                                 | Projetista de Automação - Diretor Executivo da AURESIDE - São Paulo              | 25/07/2019 |
|                          | Luiz Dornela  | Gestor de Projetos e Negócios Concremat - São Paulo                              | 07/03/2019 |
|                          | Ricardo Baptista                                      | Director AKT II - Londres  | 02/12/2019 |
|                          | Yopanan Rebello                                       | Ycon Engenharia Projetos Estruturais - São Paulo                                 | 06/25/2019 |
| INSTITUCIONAL            | Maíra Macedo  | Gerente de Relações Institucionais e Governamentais do GBC Brazil - São Paulo    | 25/07/2019 |
|                          | Tim Dwyer   | UCL Institute for Environmental Design and Engineering - Londres                 | 07/11/2019 |
|                          | Tercio Ambrizzi                                       | Professor do IAG USP - Climate Change Committee - São Paulo                      | 19/07/2019 |
| SIMULAÇÃO                | Alberto Hernandez Neto                                | Pesquisador na Escola Politécnica da USP - São Paulo                             | 11/06/2019 |
|                          | Fabiano Ferreira                                      | Auditor LEED   Canada Green Building Council - CaGBC - São Paulo                 | 05/28/2019 |
| F.M.                     | Marcos Maran  | Diretor do Conselho da ABRAFAC - Brazilian Association of Facilities - São Paulo | 07/23/2019 |
| P.M.                     | Daniella Equi   | CBRE Project Management Director for Google - Bay Area - Califórnia              | 10/07/2019 |

Tabela 5 – Relação de Entrevistados desta Pesquisa

Fonte: Produzido pela autora

O questionário foi dividido em 5 grandes temas, estabelecendo critérios de abordagem das seguintes temáticas:

1. Papel da arquitetura e da engenharia no processo de projeto;
2. Gestão de projeto e processos de projeto;
3. Desenvolvimento de metas para resultados específicos do projeto;
4. Ferramentas de projeto;
5. Estratégias utilizadas em projetos;
6. Implementação de normativas para o setor construtivo.

Perguntas em cada um dos critérios, abordaram cada um dos temas com mais profundidade, justamente para auxiliar nas análises dos parâmetros comparativos sendo assim possível, mapeamento do processo de projeto do edifício de alto desempenho ambiental.

### 3.2.3. ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso escolhidos em cada cidade, foram selecionados devido ao notório reconhecimento destes edifícios, sendo referências nacionais e internacionais como exemplos de edifícios de alto desempenho ambiental. São eles:

#### **A) Centre Buildings Redevelopment (CBR) da instituição London School of Economics and Political Science (LSE), escritório Rogers Stirk Harbour and Partners, Londres- Reino Unido.**

O edifício é inspirado nos valores de colaboração, excelência e inovação, fornece plantas livres e adaptáveis para uma variedade de usos, amenidades públicas, espaços departamentais para os professores da Universidade, além de instalações de ensino. Com *design* focado em desempenho e sustentabilidade, o projeto alcança o BREEAM Outstanding através da combinação de estratégias passivas, estratégias de eficiência energética e estudos para qualidade do ambiente interno, permitindo que os usuários possam se adaptar ao ambiente construído; além de ter sido pioneiro quanto ao cálculos das emissões de carbono. O projeto possui 19.000m<sup>2</sup> de área construída, o valor divulgado do projeto foi de £ 90 milhões. Este projeto recebeu entre os anos de 2020 e 2021 mais de 13 premiações de renomadas instituições como RIBA e BREEAM, tornando-se portanto uma referência de edifícios de alto desempenho no contexto de Londres, bem como internacionalmente.

#### **B) São Paulo Corporate Tower (SPCT), escritório Pelli Clarke Pelli Architects com desenvolvimento de projeto do escritório Aflalo Gasperini Arquitetos, São Paulo- Brasil.**

O projeto contempla duas torres, que foram concebidas para ser a sede da empresa Camargo Corrêa, além de ser ocupado por diferentes inquilinos. É reconhecido, no contexto dos projetistas e do mercado brasileiro que este edifício é uma referência de edifício de alto desempenho, devido às

## Estudo de Caso: São Paulo Corporate Tower



Figura 51 – São Paulo Corporate Tower

Fonte: Aflalo/Gasperini Arquitetos.

### Ficha Técnica

**Localização:** São Paulo, latitude 24° S – Brasil  
**Cliente:** Camargo Corrêa / Particip. Morro Vermelho S / A  
**Arquitetura:** Pelli Clarke Pelli / Aflalo Gasperini Arquitetos  
**Estrutura:** K & F Eng. Assoc. / Concrete Structure: France Ass.  
**Environmental Design / Sustentabilidade:** Atelier Ten / CTE  
**Status:** Construído | data: 2008 a 2015 | terminado 2016

## Estudo de Caso: London School of Economics



Figura 52 – LSE Centre Building

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

### Ficha Técnica

**Localização:** Londres, latitude 52° N - Reino Unido  
**Cliente:** London School of Economics - LSE  
**Arquitetura:** Rogers Stirk Harbour + Partners  
**Estrutura:** AKT II  
**Environmental Design / Sustentabilidade:** Chapman BDSP  
**Status:** Construído | 2013 a 2019 | Terminado 2019  
**Certification:** BREEAM Outstanding

suas proporções, grau de certificação alcançado, além de toda a tecnologia que foi implementada ao edifício. Os projetos, excluindo a concepção da arquitetura, foram desenvolvidos no Brasil. As torres são seladas e controladas por sistemas ativos, com uso de vidros laminados insulados com fator de proteção solar, além de cogeração de energia. Com *design* focado em sustentabilidade e eficiência energética, o projeto alcança o nível de certificação LEED Platinum, Core&Shell.

### 3.2.3.1. VISITA *IN LOCO*

Foi realizada pesquisa de campo, com visita *in loco* para conhecer os edifícios investigados nos estudos de caso e assim ter a percepção da qualidade do ambiente construído, no período de uso e operação do edifício.

**A) LSE – London School of Economics and Political Science, escritório Rogers Stirk Harbour and Partners, Londres- Reino Unido.**

Foi realizada visita ao edifício na data de 01 dezembro de 2019, sendo possível verificar *in loco*, as estratégias passivas que foram desenvolvidas em projeto, para o alcance do edifício de alto desempenho.

**B) São Paulo Corporate Tower, escritório Pelli Clarke Pelli Architects com desenvolvimento de projeto do escritório Afalo Gasperini Arquitetos, São Paulo- Brasil.**

Foi realizada uma visita técnica, guiada pelo engenheiro Ricardo Yamada do CTE, que participou do projeto. Esta visita aconteceu na data de 15 de março de 2019, sendo assim possível conhecer o edifício, além de verificar *in loco*, as estratégias ativas e tecnologias que foram desenvolvidas em projeto para o alcance do edifício de alto desempenho.

### 3.2.4. FORMA DE ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir da matriz de análise dos resultados desenvolvida com as respostas das entrevistas, foram estabelecidos os parâmetros para realização das análises comparativas, que são discutidas nas seguintes questões:

1. Definição do Edifício de Alto Desempenho;
2. Metas e resultados específicos do projeto;
3. Papel do Arquiteto;
4. Processo de Projeto;
  - a. Desafios e Requisitos para um edifício de alto desempenho ambiental em São Paulo;
  - b. Proprietário;
  - c. Requisitos de Projeto;
  - d. Projeto Integrado;

- e. Equipes e Agentes inseridos no processo;
- f. Tempos e Ciclos de Projeto;
- g. Etapa;
- h. Ferramentas;
  - i. Ferramentas computacionais de avaliação de desempenho ambiental;
  - ii. Ferramentas de integração e desenvolvimento - BIM;
- i. Metodologia de projeto;
- j. Ocupantes;
- k. Adaptabilidade;
- l. Tecnologias de coletas de dados;
- m. Futuro para o processo de projeto.

Foram apresentados e discutidos em cada um destes parâmetros, com o auxílio da matriz de resultados, por meio das colocações dos entrevistados, as experiências e os conhecimentos adquiridos na prática profissional. Sendo assim, foi possível analisar de maneira comparativa, considerando Londres a referência e assim mapear o desenvolvimento do processo de projeto, retratando por fim, o estado da arte da cultura contemporânea do projeto de cada uma das cidades.

### **3.2.5. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ESTUDOS DE CASO**

Os estudos de caso escolhidos, refletem a definição e a cultura do processo de projeto de cada cidade, para o edifício de alto desempenho ambiental, em cada uma das cidades estudadas. Ambos receberam os certificados ambientais nos seus níveis máximos, da LSE, o BREEAM Outstanding e do SPCT, o LEED Platinum. Portanto, estratégias para sustentabilidade e eficiência energética foram necessariamente inseridas no desenvolvimento do projeto.

Em função das entrevistas com os profissionais da prática profissional que participaram do processo de projeto foram analisados alguns parâmetros em função dos contextos de cada edifício e da maneira como estes foram desenvolvidos e conduzidos, o questionário aplicado foi o mesmo para ambas as cidades, porém as respostas em função das especificidades de cada contexto e projeto, determinaram a análises dos parâmetros de maneira específicas para cada edifício. O que foi analisado em cada um deles foi:

No São Paulo Corporate Tower as análises realizadas dos parâmetros estabelecidos pela pesquisa foram:

1. Requisitos de projeto (*Briefing*);
2. A estrutura do projeto; Responsabilidades do projeto de arquitetura;
3. Desenvolvimento do processo de projeto;

4. Integração da equipe de projeto;
5. Abordagem de sustentabilidade e as tomadas de decisões;
6. Ferramentas;
7. Tempo e etapas de projeto;
8. Boas práticas aplicadas ao edifício e ao processo de projeto.

No caso da LSE os parâmetros analisados foram:

1. Requisitos de projeto (*Briefing*);
2. Fachadas e ventilação natural;
3. Abordagem de projeto pela equipe de *environmental*;
4. Ferramentas;
5. A estrutura do projeto;
6. Análise do ciclo carbono;
7. Tempo e etapas;
8. Desenvolvimento do processo de projeto;
9. Boas práticas aplicadas ao edifício e ao processo de projeto

Foram apresentados e discutidos em cada um destes parâmetros, utilizando o levantamento de matérias e publicações sobre os edifícios, o conhecimento adquirido das análises comparativas das entrevistas com diferentes agentes do mercado, bem como as colocações dos entrevistados, descrevendo a vivência e suas percepções do processo de desenvolvimento de cada projeto. Sendo assim foi possível analisar de maneira comparativa, considerando Londres como referência e concluir a pesquisa apresentando o estado da arte da cultura contemporânea do processo de projeto para o edifício ambiental, nas cidades de Londres e São Paulo.







## 4.1. ENTREVISTAS DE LONDRES E SÃO PAULO

### 4.1.1. DEFINIÇÃO DO EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO

Ao longo dos últimos 30 anos, a maneira como os ocupantes utilizam e se relacionam com os espaços nos ambientes de trabalho vem mudando (De CROON et al., 2005; De BEEN e BEIJER, 2014; CANDIDO et al., 2016). Com a acelerada evolução do advento das tecnologias aplicadas ao ambiente construído, desde a inserção da internet, como pelas formas de comunicação, houve a necessidade da integração dos sistemas e dos equipamentos embarcados aos edifícios. Não obstante, a evolução dos materiais e das técnicas construtivas impulsionaram o uso de componentes industrializados, seja para montagem em obra ou em sistemas off-site<sup>9</sup>. Todas essas transformações se refletiram também nos requisitos de desempenho do edifício, seja energético ou em relação às emissões de carbono, seja na qualidade do ambiente interno para o ocupante, conseqüentemente impactando e transformando o processo de projeto. Tal dinâmica contribuiu para a crescente multidisciplinaridade do processo de concepção e operação destes edifícios. Os agentes e o processo precisaram se readequar em um tempo bastante diminuto. A curva de aprendizado está acontecendo de maneira muito intensa, ressaltando o papel fundamental da pesquisa no suporte ao aprimoramento e qualificação deste processo.

O conceito do edifício de alto desempenho, segundo *Whole Building Design Guide* (2008), é apresentado como os edifícios projetados para qualificar a experiência do ocupante, promover produtividade, conforto e saúde, ao mesmo tempo que reduz o uso de energia e o impacto ambiental. É o resultado da utilização de profissionais qualificados durante todo o seu processo, desde o projeto, da construção, até a operação e a manutenção do edifício<sup>10</sup>.

Gibson (1982) define desempenho como sendo acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios, focado nos requisitos que a construção deve atender e não no meio como este deve ser construído. Estes são os conceitos inerentes à temática desta pesquisa, o edifício de alto desempenho, que foi abordado por meio de entrevistas realizadas com o intuito de definir este entendimento em cada uma das cidades estudadas, Londres e São Paulo.

Para a cidade de São Paulo, os entrevistados responderam que o edifício de alto desempenho esta vinculada à imagem de um edifício que recebeu certificação ambiental, que consome menos energia. Estando esse associado ao edifício do *International Style*, sendo caracterizados por fachadas de vidro, em que os ambientes são climatizados por meio de sistemas de ar condicionado eficientes e pé direitos mais generosos. Entretanto, o que as análises das entrevistas indicaram é que a definição do edifício de alto desempenho está vinculada, se restringi apenas, a edifícios comerciais de grandes lajes corporativas.

O arquiteto Douglas Tolaine, principal designer da Perkins + Will de São Paulo, traduz tal perfil no contexto brasileiro, “*acabamos importando uma solução e não valorizando a nossa Cultura. Isso acabou virando uma cultura de projeto, como quebrar esse paradigma agora*”.

---

9 Construção offsite é um sistema baseado em módulos industrializados fabricados fora do canteiro de obra.

10 Este conceito está sendo explicado no capítulo 2.

Para a cidade de Londres, a resposta de Ricardo Batista, diretor da AKTII, foi “*significa atingir o melhor dentro de cada especialidade, em que os projetistas têm como objetivo alcançar o estado da arte naquele projeto*”. Como pontuado por Mina Hasman, líder de sustentabilidade da SOM na sede de Londres, “*houve uma mudança neste conceito desde 2017, entre os clientes, consultores, projetistas, profissionais envolvidos no setor da construção, que mudaram suas mentalidades, além de como abordam os problemas*”. Dessa forma, em Londres as respostas demonstraram um consenso na definição, em que se caracteriza por edifícios com desempenho energético e na pegada de carbono, que irão perdurar por bastante tempo, com altos níveis de qualidade e conforto. Muitos por atuarem em projetos em diferentes países, pontuaram que um edifício de alto desempenho é diferente em cada terreno, sendo único para cada local, devido às restrições urbanas, respondendo às diferentes orientações, sendo necessário ter os objetivos bem definidos: de onde é? Para quem é? Qual será seu uso? Como será utilizado?

#### 4.1.2. METAS E RESULTADOS ESPECÍFICOS DO PROJETO

Quando o tema das certificações ambientais e sustentabilidade é levantado nas entrevistas, as respostas demonstraram as diversas facetas do tema abordado. Colocações de alguns entrevistados na cidade de Londres são importantes de serem ressaltadas, a primeira da arquiteta Marilu Sicoli, sócia sênior do escritório *Foster and Partners*:

*“Nós sempre fizemos os projetos para atender estas demandas, era nossa responsabilidade. Agora nossa responsabilidade fica ainda maior pois as pessoas estão falando sobre isso e olhando o perfil dos projetistas envolvidos, portanto precisamos continuar a fazer, se olharmos os projetos realizados pelo escritório do final dos anos 90, temos projetos atemporais como do Parlamento na Alemanha<sup>11</sup> ou o Commerzbank<sup>12</sup>. Continuamos o design com ethos, existe uma grande responsabilidade pois o mundo está exposto a todos estes problemas atuais. Definir os parâmetros se será LEED Platinum, Well é uma aspiração, mas na realidade se você realmente estabelecer e realizar todas estas análises desde o início, esse atendimento será um resultado natural. Claro que dependerá do orçamento do cliente, mas você conseguirá obter um edifício com alto desempenho.”*

Outra colocação, também mencionada por Marilu e reforçada por Ricardo Batista em relação a mudança de percepção dos clientes. Segundo os entrevistados, os clientes têm dado maior importância ao resultado do edifício e menor relevância às certificações. As certificações tendem a se atualizar mais lentamente que as necessidades ambientais, por exemplo o BREEAM não considerava, até recentemente, as emissões da estrutura do edifício, o que representa de 50% a 60% de todo o carbono incorporado.

---

11 Foto Parlamento na Alemanha (Figura 53)

12 Fotos Commerzbank (Figuras 54, 55 e 56) e diagramas de ventilação (Figuras 57 e 58)



Figura 53 – Edifício do Parlamento Alemão

Fonte: Site Foster + Partners.



Figura 54 – Edifício Commerzbank Tower

Fonte: CTBUH Technical Guides. Natural Ventilation in High-Rise Office Buildings. 2013.



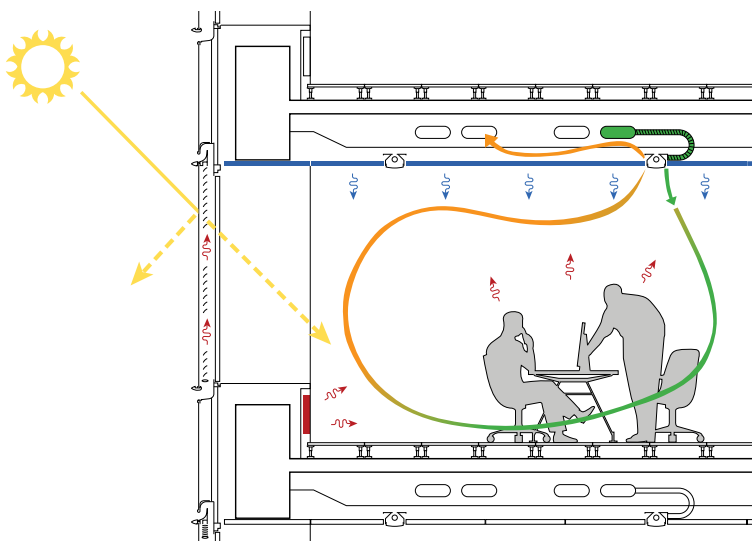
Figura 55 –  
Commerzbank Tower |  
Vista do Sky Garden

Fonte: CTBUH  
Technical Guides.  
Natural Ventilation  
in High-Rise Office  
Buildings. 2013.



Figura 56 –  
Commerzbank Tower |  
Cobertura do Átrio  
Cebtral

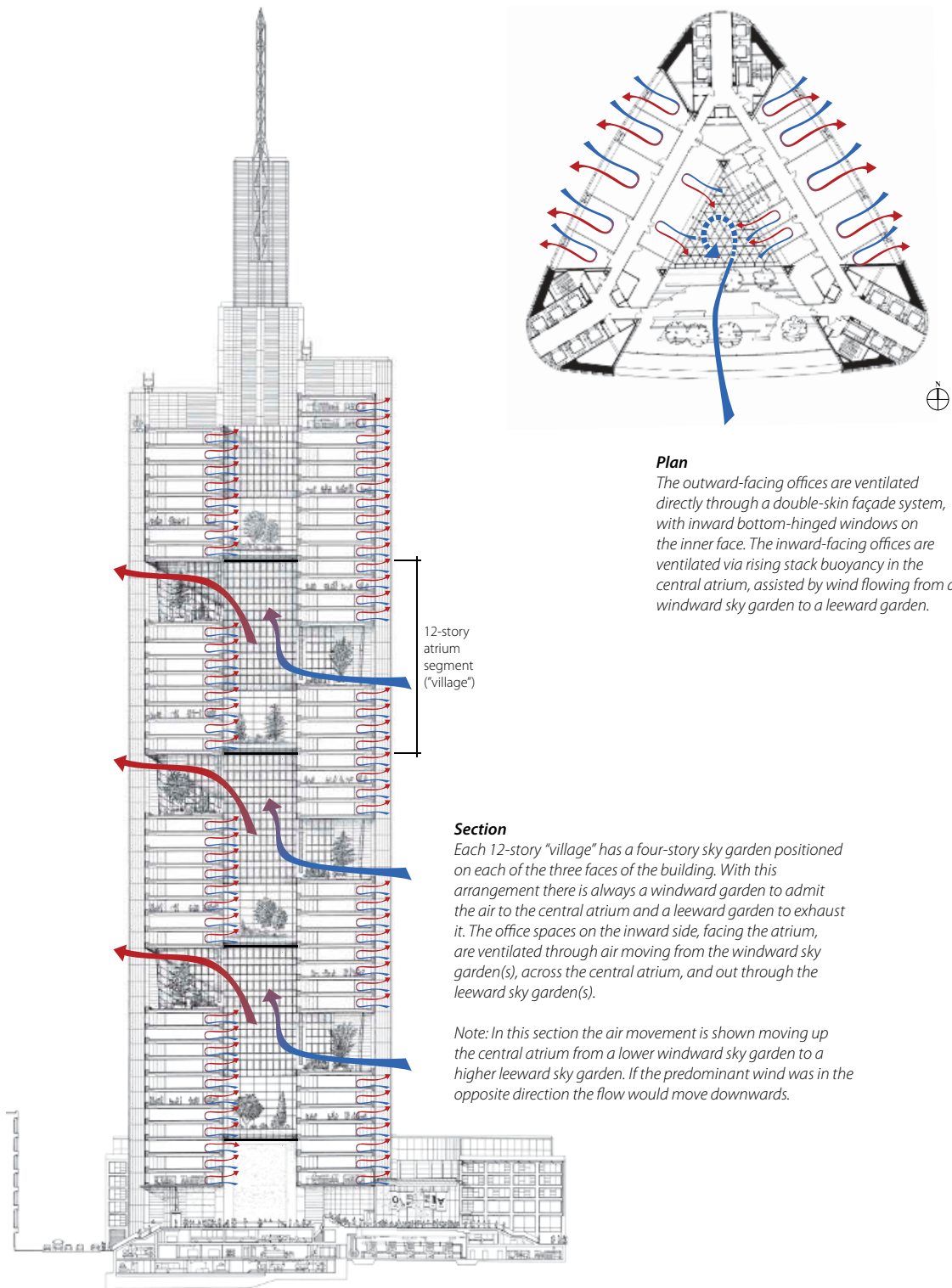
Fonte: CTBUH  
Technical Guides.  
Natural Ventilation  
in High-Rise Office  
Buildings. 2013.



▲ Figure 2.2.12: Diagram showing a typical office during either hot or cold weather extremes that prohibit natural ventilation. Mechanical ventilation introduces air which on hot summer days is chilled by a water-filled cooling system integrated in the ceiling panels. In winter, supplemental heating is provided via panel radiators located beneath perimeter windows. © Foster + Partners

Figura 57 –  
Commerzbank Tower |  
Diagrama Mostrando  
um Escritório Típico  
Durante Extremos de  
Clima Quente ou Frio.

Fonte: CTBUH  
Technical Guides.  
Natural Ventilation  
in High-Rise Office  
Buildings. 2013.



**Plan**  
 The outward-facing offices are ventilated directly through a double-skin façade system, with inward bottom-hinged windows on the inner face. The inward-facing offices are ventilated via rising stack buoyancy in the central atrium, assisted by wind flowing from a windward sky garden to a leeward garden.

**Section**  
 Each 12-story "village" has a four-story sky garden positioned on each of the three faces of the building. With this arrangement there is always a windward garden to admit the air to the central atrium and a leeward garden to exhaust it. The office spaces on the inward side, facing the atrium, are ventilated through air moving from the windward sky garden(s), across the central atrium, and out through the leeward sky garden(s).

*Note: In this section the air movement is shown moving up the central atrium from a lower windward sky garden to a higher leeward sky garden. If the predominant wind was in the opposite direction the flow would move downwards.*

Figura 58 –  
 Commerzbank Tower |  
 Planta Típica e Corte

Fonte: CTBUH  
 Technical Guides.  
 Natural Ventilation  
 in High-Rise Office  
 Buildings. 2013.

Ainda, Jack Newton, arquiteto associado na *Rogers Stirk Harbor and Partners*, traz reflexões sobre as certificações e as solicitações quanto à sustentabilidade. De acordo com o entrevistado: *“BREEAM e LEED genuinamente significam sustentabilidade? Esse é um debate bem amplo, mesmo que se consiga uma alta pontuação, apesar disso continua a trazer os materiais importados da China, para ser construído em Londres. Nós, como arquitetos, precisamos seguir os requisitos do cliente, mas fazendo constantemente o exercício de estressar as ideias, desde sustentabilidade, flexibilidade e adaptabilidade dos edifícios<sup>13</sup>. Os incorporadores, que constroem o edifício para venda, dificilmente pagarão por edifícios net zero carbon, pois não justifica o custo se não for calculado levando em consideração o ciclo de vida da edificação. A menos que o mercado indique o desejo que este seja um zero carbon. Precisa-se que o mercado mude, como estamos em um mundo capitalista, de livre mercado, se não existe demanda, não haverá valor agregado. O mercado está mudando motivado pelo crescente volume de clientes que almejam isso, principalmente em edifícios comerciais, que buscam um edifício sustentável e que são muito mais “sensíveis” as certificações”.*

*“Há cerca de 2 a 3 anos houve uma mudança devido ao contexto atual de emergência, relacionado às mudanças climáticas. Antes um edifício de alto desempenho era ‘nice to have’, fornecia um valor agregado ao edifício, os clientes o tinham como uma ferramenta de propaganda. Por uma reputação e não pelo entendimento exatamente dos benefícios de qualidade e bem-estar para os usuários, a longo prazo”,* como colocado por Mina Hasman.

As constatações feitas por Jack Newton e Mina Hasman apresentam um ponto que aproxima as duas cidades: o significado da certificação para essa tipologia de edificação. Como ressaltado na maior parte das entrevistas, o uso da certificação ambiental se tornou requisito obrigatório em ambas as cidades estudadas. Um dos possíveis motivos para esse alinhamento é que na sua grande maioria, o perfil do cliente é o mesmo, desde fundos de investimentos, gerenciadoras patrimoniais ou multinacionais, que possuem comprometerimentos públicos quanto ao atendimento de metas e que possuem premissas de sustentabilidade como pré-requisito.

A colocação de Douglas Tolaine corrobora com esta discussão, pois enfatiza a falta de cultura de sustentabilidade na sociedade brasileira. Segundo ele, *“o mercado ligado a tecnologia e inovação já é premissa, quando a demanda é originada por empresas internacionais, deve-se ter no mínimo a certificação. Nacionalmente é muita vontade, porém a visão é muito superficial, não sinto a mesma necessidade se comparado ao exterior, onde já se incorporou tal consciência. Na prática acaba sendo mais posicionamento de mercado que ação, quando é um fundo de investimento internacional que tem isso como requisito, na grande maioria das vezes, é porque acredita”.*

Indiscutivelmente as certificações ambientais, como a certificação de bem-estar, seja no mercado brasileiro ou no Reino Unido, são utilizadas como uma ferramenta de propaganda e um diferencial de mercado, além do seu retorno financeiro. A pesquisa realizada em 2020 pela JLL, *The impact of sustainability on value*, revela que edifícios sustentáveis no centro de Londres tiveram um aumento no valor do aluguel na faixa de 6% e 11%; e que após os primeiros 12 meses/ 24 meses de ocupação, a vacância foi menor nos edifícios com classificação *Outstanding/Excellent* do BREEAM em comparação com aqueles classificados como *Very Good*.<sup>14</sup> A pesquisa também apresentou um aumento na demanda por espaço de escritório sustentáveis em um período relativamente curto.

A adesão às certificações ambientais é voluntária, mas pode fornecer elementos de referência para entender a inserção de estratégias, bem como seu impacto no desempenho das edificações em cada mercado. As que possuem maior representatividade, nos contextos estudados,

---

13 Este conceito está sendo explicado no capítulo 2

14 Este conceito está sendo discutido neste mesmo capítulo no item Valor e Custos.

são o BREEAM no Reino Unido e o LEED para o Brasil, com uma amostragem representativa em cada uma das cidades, 13.389 edifícios em Londres, contra os 826 edifícios em São Paulo. A análise comparativa entre o total de certificações alcançadas demonstra que o número de edifícios que buscaram a certificação em Londres é significativamente maior do que no Brasil (Gráfico 30).

Segundo Klaus Bode, na cidade de Londres, *“O Planning<sup>15</sup> acaba te forçando a obter a certificação para edifícios comerciais. Há o London Plan, que já é bastante restrito, porém as sub-prefeituras podem e acabam sendo ainda mais restritivas”*. O item sustentabilidade para o *Planning* é um dos itens inegociáveis para a aprovação. Sendo assim, a exigência por meio do sistema aprovativo aliada às normativas locais, mais restritivas, têm conseguido elevar o desempenho do estoque de edifícios na cidade de Londres.

*“Para mim e para SOM na verdade não existe uma separação, é inclusivo, não apenas quantitativamente, mas também qualitativamente quanto aos aspectos do edifício. O meu papel na empresa é definido como sustentabilidade e bem-estar, mas por uma necessidade de descrição junto ao mercado, que ainda lê de maneira segmentada. O mercado internacional ainda olha predominantemente os edifícios de alto desempenho, como aquele que reduz o consumo de energia, se olhar para o mercado europeu, está se falando de carbono, mas fora deste contexto é basicamente vinculado à energia. Depois vem o conceito de bem-estar, que foi impulsionado pelas certificações, e por último, a questão do carbono. Existe uma relação entre economia de carbono e economia financeira ainda, alguns estudos de caso estão sendo desenvolvidos. Alguns clientes ainda perguntam, vou reduzir as emissões só se for edifício net zero carbon, mas quanto isso irá me custar? Ou quanto isso irá reverter em valor agregado de venda no produto? Ainda existe uma grande parte de clientes, que é movida pelo mercado, que ainda está interessado em economia financeira, mais do que no bem-estar das pessoas ou em contribuir para o planeta. Entretanto, a Certificação WELL conseguiu mudar este processo, estabelecendo este link com o aspecto financeiro. O custo para a certificação é significativamente alto se comparado a obtenção de um edifício zero carbon, mas o mercado solicita pois a exemplos de edifícios que foram construídos e que são certificados WELL que são vendidos ou alugados a preços maiores. O mercado infelizmente ainda não quantificou essa relação para carbono.”* Coloca Mina Hasman.

Alinhado com o comentário feito por Klaus Bode, Mina Hasman, em entrevista de novembro de 2019, aponta a importância do mercado em quantificar e demonstrar a viabilidade econômica das estratégias de sustentabilidade. Naquele momento, ainda não havia estudos financeiros ou levantamento de viabilidades para edifícios *net zero carbon*. Entretanto, em agosto de 2021, a LETI - *London Energy Transformation Initiative*, produziu o *LETI Client Guide for Net Zero Carbon Buildings*, inclusive com a colaboração da própria Mina Hasman. O intuito do documento é apresentar as maiores barreiras percebidas pelo mercado londrino, por meio de uma pesquisa junto a diferentes agentes (Gráfico 29). Além de demonstrar os benefícios relacionados, seja para o proprietário, como para o incorporador, construtora, operador do edifício e para os ocupantes, durante as diferentes fases do processo de projeto. Outros estudos abordando a relação valor e custo atrelados ao projeto serão apresentados mais detalhadamente<sup>16</sup>, a posterior.

---

15 O processo aprovativo, junto ao órgão legal em Londres é denominado *Planning*.

16 Este conceito está sendo discutido neste mesmo capítulo no item Valor e Custos.

## As Maiores Barreiras para Alcançar Projetos *Net Zero Carbon*

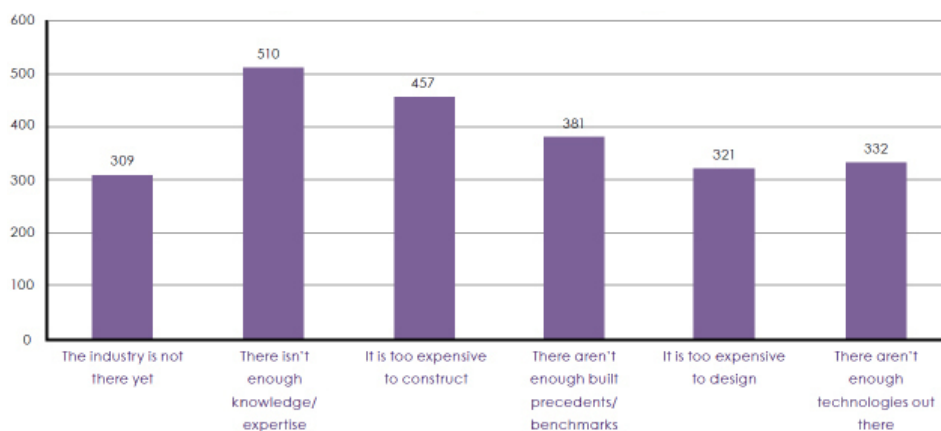


Gráfico 29 – As Maiores Barreiras para Alcançar Projetos *Net Zero Carbon*

Fonte: LETI Client Guide for Net Zero Carbon Buildings, 2021. p. 17.

A discussão das estratégias inseridas nos projetos de edifícios *zero carbon* são apresentadas por Ricardo Batista em sua entrevista. Segundo ele, em Londres num curto prazo de tempo (há 12 meses) a questão do carbono incorporado passou a ser um item importante nas reuniões de equipe, desempenhando um papel de destaque e prioridade no processo de projeto.

“Atualmente todos os projetos que estão sendo conduzidos pela SOM, são edifícios *net zero carbon*. Decidimos fazer isso em todos os projetos, pois, o que está sendo projetado hoje deverá desempenhar como *net zero carbon* em dez anos. Mesmo que o cliente não solicite o projeto será realizado para ser um edifício *net zero carbon*, nós trabalhamos com estratégias desde o início, tendo isso em mente” coloca Mina Hasman

Frente às mudanças climáticas e a urgência em medidas para mitigação e adaptação, muitas ações acerca das emissões de carbono têm sido tomadas. Muitos líderes de organizações se comprometeram com os edifícios *net zero carbon* durante a Conferência das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (COP26), que aconteceu em novembro de 2021, aderindo a campanhas como a *Race to Zero* patrocinada pela Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (UNFCCC) e assim mobilizando diferentes agentes nos setores. As definições mais recentes enfatizaram uma perspectiva de emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) pela qual as organizações assumem a responsabilidade de equilibrar as emissões de carbono em toda a sua cadeia de valor, por meio de compensação apropriada para atingir emissões *net zero*. Para o ambiente construído, isso incluiria tanto o carbono operacional, quanto o carbono incorporado.

Praticamente em todas as entrevistas realizadas em Londres, a discussão é a busca pelo edifício *net zero carbon*, enfatizadas pelos entrevistados de diferentes escritórios e agentes na cadeia, empenhando-se em estabelecer processos e métodos<sup>17</sup> para atingir tal objetivo. O comprometimento do cliente e da equipe de projeto, por meio de um trabalho colaborativo entre as disciplinas, é fundamental para o alcance deste objetivo. O projeto precisa considerar todo o ciclo de vida da edificação e quando este ciclo termina, como será feito o desmonte, a desconstrução e a reciclagem do edifício<sup>18</sup>, trazendo desta maneira a economia circular para dentro do processo de projeto.

17 Alguns métodos estão sendo apontados no capítulo 2, item 2.3.5 Métodos de Processo de Projeto.

18 O conceito está sendo apresentado no capítulo 2, item 2.2.6 Economia Circular.

Este mesmo conceito precisa ser utilizado para as requalificações (*retrofits*) que precisarão acontecer no final da vida de cada componente, quando estes edifícios precisarão ser atualizados<sup>19</sup>. Segundo *LETI Climate Design Guide*, quando se realiza a avaliação do ciclo total de carbono (WLCA) ou também chamado do berço ao túmulo de uma edificação, são levadas em consideração as emissões do carbono operacional, acrescida ao carbono incorporado, sendo o resultante da energia utilizada na construção, operação, manutenção e demolição da edificação. O carbono operacional pode ser minimizado a partir de estratégias para a redução do consumo de energia, potencializado por estratégias passivas e pela especificação de sistemas e equipamentos mais eficientes. O carbono incorporado deve levar em consideração a especificação dos diferentes componentes e materiais inseridos ao edifício. O guia do LETI apresenta alguns números relativos à contribuição das emissões destes componentes no edifício, alguns deles, como a estrutura, pode chegar a representar 48%, as fachadas 16% e MEP 15% do total das emissões do edifício. Neste sentido as *Environmental Product Declarations* (EPD)<sup>20</sup> são fundamentais para auxiliar os projetistas em especificações mais assertivas.

Ricardo Batista salienta que um edifício de alto desempenho minimiza suas emissões relacionadas à construção e operação, sendo necessário durante a etapa de projeto do comprometimento, principalmente, dos projetistas de estrutura, elétrica, ar condicionado, além da arquitetura que tem uma responsabilidade bastante específica no que diz respeito a envoltória e de consolidação do todo. Segundo o entrevistado, *“Diante disso, a engenharia estrutural pode utilizar novos materiais, como o caso da madeira que ganhou uma dimensão por ser um material que em termos de pegada do carbono é pequeno. Ainda, se bem estruturado pode ser negativo. No caso do concreto armado ou de estruturas metálicas tem a ver com minimizar o consumo de material a ser utilizado.”*

Ainda de acordo com Ricardo Batista, *“há 20 anos, em Londres, a estrutura dos edifícios era muito mais robusta, pautada na possibilidade de maior flexibilidade dos layouts que estas proporcionavam. O que se percebe hoje é a tentativa de otimização do uso dos materiais. Tem-se trabalhado com ciclos de vida do edifício de 1, 2, 3 ciclos – 30, 60, 100 anos e cada vez mais no Reino Unido a intenção é de avaliar as atuais estruturas e considerar a melhor maneira destas estruturas servirem de novo, sem a necessidade de demolição e reconstrução. Portanto do ponto de vista estrutural é importante: (i) minimizar o uso de material; (ii) utilizar novos materiais quando possível; (iii) especificar materiais de forma mais adequada – como concreto, que é responsável por 10% das emissões de carbono no mundo. Se feito da maneira correta podemos reduzir drasticamente entre 40 a 50% a pegada de carbono da estrutura, utilizando diferentes componentes agregados ao concreto, não apenas cimento, componentes de refugo da produção do aço podem ser utilizados como substitutos”*.

Um exemplo de requalificação do edifício realizado em 2016, é o South Bank Tower, do CIT Group na cidade de Londres, projeto do escritório KPF e projeto estrutural do AKTII, que recebeu diversas premiações em quesitos de estrutura e requalificação. Originalmente projetado em 1972 pelo arquiteto Richard Seifert, possui 67.000m<sup>2</sup> de área construída de uso comercial, sendo convertido para um edifício de uso misto. Foram adicionados 11 andares aos 30 andares do edifício existente (Figuras 59 e 60). Com o uso da ferramenta de dinâmica de fluidos computacional (CFD), foi avaliado o desempenho do vento do edifício existente, no projeto proposto, além das fundações, fornecendo assim subsídios para que a equipe de projeto avaliasse de maneira ideal a capacidade

---

19 O conceito está sendo apresentado no capítulo 2, item 2.2.4 Camada dos Edifícios.

20 O conceito está sendo apresentado no capítulo 2, item 2.2.7 Análise do Ciclo de Vida.



Figura 59 – Edifício South Bank Tower

Fonte: Site KPF

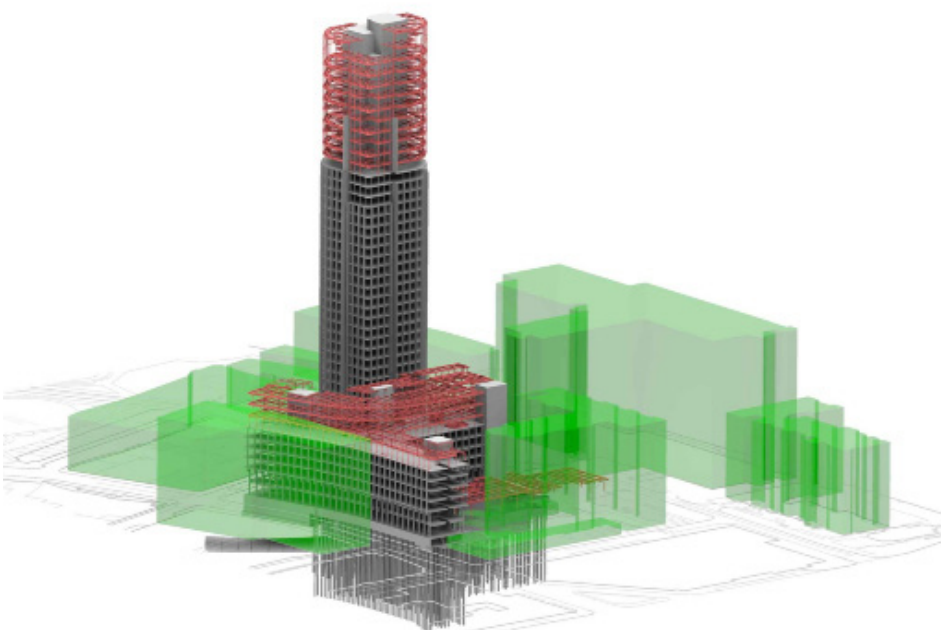


Figura 60 – Modelo Estrutural do Edifício South Bank Tower

Fonte: Site AKTII

estrutural. Dessa forma, otimizando a eficiência no uso do material, além do desempenho geral do edifício. Foram realizados estudos climáticos para identificar os perfis locais de velocidade e turbulência, sendo desenvolvido um modelo 3D que avalia tanto o edifício, quanto o contexto urbano imediato, permitindo assim que o cálculo do vento seja aplicado em vários níveis de resoluções.

Ricardo Baptista comentou a respeito deste projeto: *“acrescentar 11 andares ao edifício não é um caso isolado em prédios com uma estrutura superdimensionada. Pela mudança de uso do edifício de escritório, onde o dimensionamento foi feito para cargas maiores, quando convertido para uso residencial há uma capacidade inerente à estrutura que é libertada, assim nos permitindo adicionar alguns pisos. Além das ferramentas e métodos de análises que temos atualmente, muito mais poderosas e complexas, que nos permitem utilizar os materiais nos seus limites, acrescenta-se a forma como analisamos o impacto do vento atualmente, não existia antes, devemos nos beneficiar destes novos métodos. Estamos trabalhando em um novo projeto do mesmo cliente, onde está sendo possível acrescentar 12 andares a um edifício existente de 15 andares. Não é possível fazer esses retrofits em todos os edifícios, mas naqueles que temos possibilidade, precisamos nos beneficiar”*.

Outro edifício que inseriu estratégias para desempenho ambiental e energético é o *White Collar Factory* (Figuras 61 a 63). Edifício de 16 andares localizado na esquina Old Street/ Silicon Roundabout, na chamada *“Tech City”* no centro de Londres, com 22.000m<sup>2</sup> de área construída este edifício recebeu a certificação LEED nível *Platinum* e BREEAM nível *Outstanding*. Da *Dewent Londos*, com projeto de arquitetura do *Allford Hall Monaghan Morris* foi finalizado no ano de 2017 e ganhou várias premiações entre elas, do BCO (*British Council for Offices*) em *Innovation e Commercial Workspace (Highly Commended)*, além do RIBA e do RICS no segmento comercial.

A sede do escritório AKTII está localizada neste prédio, além de terem feito parte da equipe do projeto. Segundo Ricardo Baptista, utilizou-se 50% menos em consumo de cimento para a sua construção e atualmente já se fala que é possível o uso de concretos em que 90% do cimento pode ser substituído por diferentes derivados, tendo, portanto, um impacto positivo enorme na sua pegada de carbono.

O segundo componente de maior impacto nas emissões nos edifícios, segundo o guia da LETI, é a fachada. Gonçalves (2003) apresenta em *A Sustentabilidade do Edifício Alto*, que o projeto das fachadas é parte essencial dos edifícios concebidos para atingirem metas de eficiência e conforto ambiental. As fachadas são o primeiro “filtro” e a zona de transição entre os fatores externos que influenciam as condições ambientais internas: ganhos de calor por radiação global, ventilação, iluminação, e a qualidade do espaço interno. Nesses edifícios, a envoltória é projetada para controlar os fluxos de energia entre os meios interno e externo. Normalmente, este controle é realizado com a utilização dos mais variados tipos de vidro e elementos de controle da radiação solar direta e difusa (sombreadores), ou seja, luz e calor, com a finalidade de garantir o bom desempenho térmico, acústico e luminoso das fachadas.

Gonçalves (2010) no livro *The Environmental Performance of Tall Buildings* coloca que edifícios altos de baixo impacto ambiental, de diferentes partes do mundo, trazem uma variedade de fachadas quanto à especificação de materiais e estratégias incorporadas de climatização natural. As inúmeras alternativas variam desde as fachadas inteligentes, as sensíveis ao microclima externo por meio de sensores e sistemas de automação, até a simples e sábia arquitetura de balcões e brise-soleil. A fachada de um edifício alto encontra diferentes zonas microclimáticas ao longo da verticalidade e das diferentes orientações solares. A correta compreensão destas zonas microclimáticas distintas é parâmetro fundamental para a precisão do projeto, uma vez que neste



Figura 61 - Edifício White Collar Factory

Fonte: Archdaily

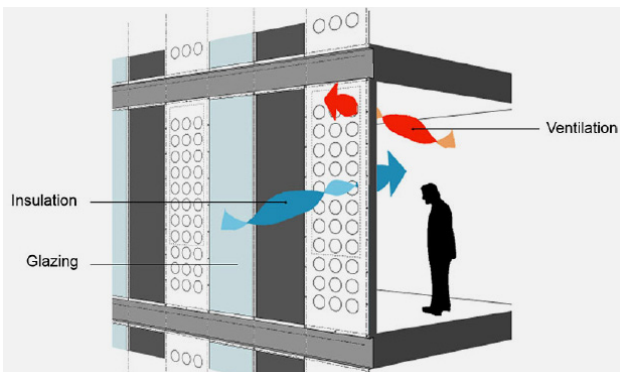


Figura 62 - Edifício White Collar Factory | Janelas que Podem Ser Abertas e Outros Recursos Passivos Projetados

Fonte: Arup

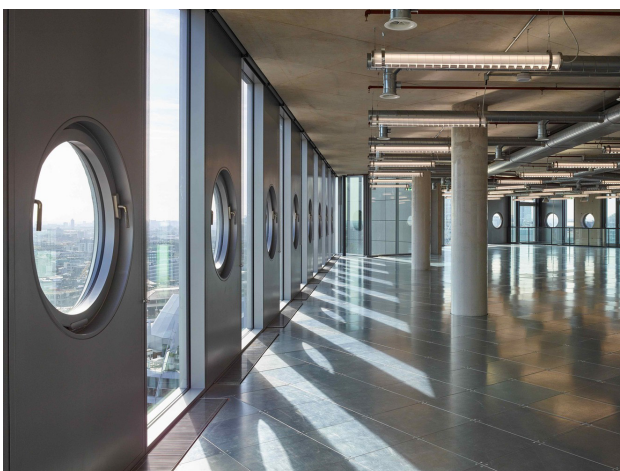


Figura 63 - Edifício White Collar Factory | Vista Interna

Fonte: Arup

processo estão envolvidas delimitações de zonas de sombreamento, vistas do céu, eficiência de estratégias de ventilação natural e mesmo a geração de energia “limpa” (solar e/ou eólica).

Partindo para a questão específica da radiação, a necessidade de sombreamento representa definitivamente um fator determinante nas envoltórias dos edifícios, não apenas localizados em cidades de clima quente, mas devido às mudanças climáticas e, portanto, o estudo de cenários futuros precisa ser considerado desde as fases iniciais do projeto. Esta avaliação implica a definição de materiais, forma e estratégia de arrefecimento, principalmente nos edifícios destinados ao uso comercial e de escritórios, em que as cargas internas de calor são bastante significativas.

*“Solar architecture brings together two of the most potent and inspiring sources of architecture – tradition and technology. Tradition is the expression of the culture, a time and place. Technology is about the making of things. A high level of technology in the context of one place at one point in time may appear to be a low level of technology in the context of another time or place. The challenge is to identify and apply the appropriate level of technology. It is important to remember that technology is a means and not an end in itself. Buildings are generated by people and their needs. Given the present crises of pollution and energy, solar architecture offers the potential for a true vernacular of today, which would offer variety in its sensitive response to different locations. Solar architecture is not about fashion – it is about survival.”* Arquiteto Sir Norman Foster.<sup>21</sup>

O alcance, seja do edifício *zero energy*, ou *zero and low carbon buildings* passa obrigatoriamente pela inserção e potencialização do uso das estratégias passiva e como estas são conciliadas nas diferentes disciplinas, durante o processo de projeto. Como mencionada acima por Marilu Sicoli, sócia sênior do escritório Foster and Partners, um dos projetos atemporais do escritório é o edifício Commerzbank<sup>22</sup> em Frankfurt na Alemanha, construído em 1997 e que teve London Ove Arup and Partners International no desenvolvimento do projeto. Foi projetado para ser a nova sede do Commerzbank em que o investidor é o usuário final (ou chamado como *built to suit*). Possui 100.000 m<sup>2</sup> no total de área construída distribuídos em 56 andares. O projeto se iniciou por um concurso internacional de arquitetura em 1992, e um dos principais requisitos do projeto era que proporcionasse maior interação e colaboração entre os usuários e que induzisse a produtividade, além da qualidade ambiental interna e um menor consumo de energia.

Ainda em Gonçalves (2013), o resultado do concurso confirmou-se na proposta que contemplava o conforto ambiental por meios passivos, introduzindo a ventilação natural em edifícios altos e repercutindo em menor consumo energético na operação. Segundo Klaus Bode, um dos engenheiros de climatização do projeto, a principal estratégia de redução do consumo de energia no edifício foi baseada na estratégia mista de condicionamento ambiental, em que os meios ativos de climatização são alternados com a ventilação natural. Na estratégia mista, o condicionamento artificial é alternado com a ventilação natural. Vale ressaltar que a possibilidade do edifício ser inteiramente operado sob condições ativas de climatização, está relacionada à preocupação dos empreendedores em garantir padrões internacionais de conforto ambiental ao empreendimento.

---

21 Texto extraído da Tese de Doutorado Joana C. S. G., pág 118. Texto extraído do original referente a uma palestra proferida por Sir Norman Foster, sobre arquitetura energeticamente eficiente (Energy Efficient Architecture em julho de 1997).

22 Fotos Commerzbank (Figuras 54, 55 e 56) e diagramas de ventilação (Figuras 57 e 58).

Para o alcance do conforto, a satisfação do usuário e a eficiência energética do edifício em operação, as estratégias utilizadas foram a de ventilação natural, tanto pelas janelas voltadas diretamente para o exterior, como na parte interna do edifício, voltada para os átrios e jardins encontrados ao longo dos pavimentos; o controle do ofuscamento e distribuição de luz natural no interior do pavimento, por meio de brises internos aos painéis da fachada; além da comunicação visual entre as partes internas do próprio edifício, e interação social por meio dos jardins com pé-direito quádruplo, que são ligados aos átrios centrais; outra preocupação foi quanto as vistas externas à cidade.

Outro exemplo, mais recente, de edifício que usufrui das estratégias passivas para melhoria do desempenho é o *White Collar Factory* (2017)<sup>23</sup>, já mencionado anteriormente. Além da preocupação em minimizar as emissões de carbono, se utiliza de estratégias para o alcance de conforto ambiental e satisfação dos usuários, bem como para a eficiência energética. Outro requisito deste projeto foi a possibilidade fornecida pelo edifício aos usuários para se adaptarem e interagirem com o espaço. Em resposta às mudanças climáticas e para evitar o superaquecimento no verão, as fachadas possuem proteção térmica e solar, com o cuidado na proporção entre área envidraçada e área opaca, variando de acordo com as necessidades do edifício e com a orientação solar. As fachadas norte e nordeste possuem áreas de maior envidraçamento, enquanto as fachadas oeste e sul possuem menor exposição. Altos níveis de luz natural foram alcançados por meio do uso de um pé direito de 3,5 m.

O concreto foi utilizado com um triplo papel: na estrutura; como acabamento - o que reduz o uso de materiais e aumenta a eficiência dos recursos; como meio de resfriamento, utilizando a estratégia de massa térmica. As estruturas das lajes de concreto estão expostas, sendo possível assim absorver os ganhos térmicos e regular a temperatura ao longo do ano. O sistema de resfriamento é realizado com refrigeração passiva, com água gelada passando por tubulações inseridas nas lajes, potencializando o efeito natural da massa térmica para regular as temperaturas internas e proporcionar resfriamento radiante, além de obter uma maior eficiência energética.

O edifício tira proveito da ventilação natural, onde as janelas podem ser abertas em todo o edifício, a previsão é de uso em 50% do tempo. O espaço pretende ser o mais flexível possível, caso os ocupantes precisem de salas de reuniões fechadas ou escritórios celulares, estes podem ser adicionados como cápsulas e simplesmente conectados ao fornecimento de água gelada por meio de conector localizado no teto. Um sistema de aplicativo conecta o usuário a operação do edifício, este informa por meio de um “semáforo digital” os horários ideais para abrir ou fechar as janelas, verde significa que abrir as janelas economiza energia, enquanto vermelho significa que é melhor mantê-las fechadas. Este aplicativo também fornece aos usuários dados sobre quanta energia o edifício está usando, além de monitorá-lo e coletar dados de medição dos consumos diários, sendo assim possível melhorar seu desempenho. O edifício recebeu selo “A” do EPC e consome 25% menos energia se comparado ao padrão de mercado dessa tipologia. O custo total do edifício ficou 10 a 15% do custo padrão do BCO (*British Council for Offices*), se comparado a edifícios selados de vidro, usufruindo das estratégias passivas em vez de trabalhar apenas com as tecnologias ativas.

Como o escritório do AKTII está localizado no *White Collar Factory*, Ricardo Baptista comentou *“como possui ventilação natural, os membros do escritório tiveram que se adaptar no primeiro verão com uma temperatura mais elevada do que se esperava para um edifício de escritórios. No entanto, com controle das janelas e o efeito do uso das lajes para massa térmica,*

---

23 Imagens e ilustrações do projeto do Collar White Factory, Figuras 61, 62 e 63.

que é um processo mais lento que o ar condicionado, passamos por um processo de adaptação. Quando passadas algumas semanas, já estávamos mais habituados, adaptando as vestimentas. Esse é o caminho, um futuro inevitável é o que estamos fazendo, quanto à inserção destas estratégias de ventilação natural”.

Ricardo Baptista continua, “o grande dificultador para multiplicar esta estratégia no Reino Unido é o BCO que não é uma entidade reguladora, mas um Conselho bastante importante, que define uma série de parâmetros para os edifícios de escritórios comerciais. Quando se procura um edifício no Reino Unido é desejado este selo, quase como um “selo de garantia de qualidade” de que o edifício foi construído segundo esses parâmetros. É muito valorizado, definindo alguns critérios, desde temperaturas máximas e mínimas. Ter um cliente que quebre essa cultura é bastante difícil, onde ele entende que a temperatura possa chegar a 26°C, mas sendo que irá impactar favoravelmente no desempenho do edifício”.

Klaus Bode também menciona na sua entrevista o manual do *British Council Office*, que segundo ele se tornou uma referência de mercado e, portanto, uma meta específica a ser alcançada nos projetos no contexto de Londres.

O guia do BCO, é atualizado com certa frequência pelo Conselho, sendo as últimas versões dos anos de 2009, 2014 e 2019<sup>24</sup> e tem como objetivos agregar valor aos projetos, com foco na produtividade e saúde das pessoas. Diversos parâmetros e premissas, são apresentados e que acabam se tornando padrões a serem seguidos nos projetos; alguns exemplos são: desde a densidade da ocupação por m<sup>2</sup>, em que na versão de 2019 acabou sendo reduzida se comparada a de 2014, ficando entre 8-10m<sup>2</sup>; A distância máxima recomendada da janela ao núcleo do edifício (6-13,5m); A altura do pé-direito (novos edifícios de 2,6 a 2,8m/ e plantas fundas de 2,8 a 3,2m). Muitos destes parâmetros irão impactar diretamente na qualidade do ambiente interno, como acesso às vistas; a distribuição de luz natural bem como na viabilidade de implementação da estratégia de ventilação natural.

Outro ponto que também é discutido no guia diz respeito as temperaturas e a sua variação interna nos ambientes, este ponto foi mencionados por Ricardo Baptista em sua entrevista. O que se recomenda, são temperaturas no verão de 24°C ± 2°C e no inverno de 20°C ± 2°C. Recomendações para o uso do sistema no modo misto e ventilação natural também estão contempladas no guia, sendo no verão, não exceder os 25°C por mais de 5% das horas ocupadas e não exceder 28°C por mais de 1% das horas ocupadas; já no inverno a recomendação é de se manter a 20°C ± 2°C. Definições de taxas mínimas de renovação de ar, critérios de acústica, ou ainda, às quantidades de elevadores e seus respectivos tempos de viagem, também são pontos discutidos.

Percebe-se em Londres um movimento a partir dos anos 90 e, mais recentemente nos outros países, na retomada do uso da ventilação natural frente aos novos desafios para *zero energy* ou *zero carbon*. Tal estratégia terá uma significativa parcela de contribuição para esses objetivos. O CIBSE (*The Chartered Institution of Building Services Engineers*), em 1997, produziu seu primeiro manual acerca da Ventilação Natural em edifícios não residenciais (*Natural ventilation in non-domestic buildings, Applications Manual AM10*). Naquela época, houve uma expansão significativa do interesse na aplicação da ventilação natural para os edifícios em Londres. O manual buscou apresentar o conhecimento existente naquele período e apresentá-lo aos membros da equipe de projeto. Em 2005, depois de um maior conhecimento e operação de edifícios naturalmente ventilados, foi feita uma nova revisão em parceria com a *Carbon Trust*.

---

24 Foi inserido no Anexo uma tabela comparativa, da evolução dos manuais do BCO de 2009, 2014 e a versão atualizada de 2019.

A ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) lançou em 2021 o *Design Guide for Natural Ventilation*, com intuito de auxiliar engenheiros, arquitetos, proprietários de edifícios, equipe de instalações e profissionais de projeto a explorar a viabilidade de implementação de ventilação natural durante as fases iniciais do projeto. Assim, incentivar o projeto de edifícios com ventilação natural para obter eficiência energética.

*“Appropriate solutions for appropriate situations, that is my message. All too often appropriate solutions are applied to inappropriate situations. The converse is also true but what matters here is that the end results are the same. It strikes me that as much, if not more, effort needs to be channeled into ensuring that the situation itself is appropriate as goes into studying the technical solution to be applied to it. The solution can swing from one extreme to another depending on the situation it is being applied too. A poorly designed building skin for instance, will require complex environmental controls to compensate for the extreme fluctuations in internal climate resulting from that choice. On the other hand a well designed skin may not require any controls at all; fluctuation being dumped passively by the skin itself. So by changing the situation the appropriateness of the solution changes with it. This is obvious of course but it is surprising how often the solution is sought to a problem rather than attempting to eliminate the problem in the first place. Integrated design presents the opportunity to consider all aspects of the design in a thoughtful manner and to address deficiencies in the process. Only then can appropriate solutions be found which are fully and truly appropriate in the holistic sense.”<sup>25</sup>*

No contexto de São Paulo, as entrevistas demonstraram que a introdução da certificação ambiental, modificou o processo de projeto. Como o objetivo era alcançar a certificação, o processo precisou adequar-se às exigências das certificadoras. Isto porque os critérios para a obtenção da certificação estão vinculados a normativas e requisitos de qualidade e desempenho dos seus países de origem, e as regulamentações locais não contemplam os mesmos requisitos e/ou restrições.

A certificação LEED é a mais representativa em edifícios de escritórios como mencionada por Daniel Toledo, executivo do escritório Konigsberger & Vannucchi. No caso da certificação LEED na versão atual v4.1, a norma de energia utilizada é a ASHRAE 90.1-2016. Conseqüentemente o processo brasileiro vem adequando-se, a estas exigências e desta maneira qualificando-se gradativamente, afastando-se assim do *status quo* habitual do processo de projeto praticado no mercado.

Marcos Casado, diretor da Sustentech, coloca que *“a certificação tirou o mercado da zona de conforto, sendo uma terceira parte validando o processo”*, enquanto para Douglas Tolaine *“as certificações passaram a ser consideradas um novo diferencial no mercado paulista.”*

Entretanto, Bruno Martinez aponta uma diferença entre o papel do consultor de certificação aqui no Brasil se comparado ao exterior *“o consultor LEED lá fora faz a interligação entre equipe de projetistas e o órgão certificador, recebe as metas destes projetistas, organiza a documentação e passa para o órgão certificador. No Brasil o que acontece é que as equipes, em muitos momentos, não têm a capacidade de chegar ao nível de desempenho exigido pela certificação, sendo assim, é o consultor quem precisa atuar como engenharia, não só realizando esses trâmites dos documentos”*.

A consultoria é quem define muitas vezes os equipamentos, luminárias, e envoltória por

---

25 Colocação de John Berry engenheiro diretor da Arup de Londres, sobre o projeto de climatização e sistemas prediais de edifícios London Bridge, em Londres. Em entrevista fornecida a Joana Carlas Soares Gonçalves, em 26 outubro 2001. (Gonçalves, 2013. p. 143)

meio da modelagem de energia, por exemplo antigamente a iluminação correspondia a 20 watts/m<sup>2</sup>, hoje já trabalhamos com valores de 8, 10, 12 watts/m<sup>2</sup>, afirma o engenheiro Eduardo Yamada, gerente técnico da CTE.

Arquiteto consultor, reforça essa colocação: *“o consultor está ali para fazer tudo, na verdade ele é um facilitador, um gerenciador que busca entender as interferências entre os projetos, como fazer as coisas funcionarem de forma conjunta, mas ele não tá ali para fazer pelo projetista, criou-se a cultura aqui como se a consultoria de certificação fosse uma disciplina à parte, assim como as outras, e que o sucesso ou fracasso de uma certificação está nas mãos do consultor em certificação, isso eu não via na Austrália. Esse consultor se faz necessário, no nosso mercado, por conta dessa ausência de um centralizador, para fazer qualquer projeto sustentável de verdade, ele precisa de um centralizador, um facilitador que faça com que as áreas se comuniquem, ter a visão holística, ele faz a integração, o que existe aqui é um tipo de consultoria que resolve absolutamente tudo para os projetistas, é quem toma as decisões pelo cliente. O problema é que você tem ali um gerenciador, um facilitador para realizar um projeto sustentável que não tem poder, é um projetista que está no mesmo nível de hierarquia, o cliente não o endossa também. Alguns papéis não ficam muito bem definidos no Brasil”*.

Embasada pelas entrevistas, é possível perceber a falta deste agente centralizador ou coordenador técnico inserido ao processo. Esse assunto será melhor esmiuçado no item dos agentes e equipes do processo.<sup>26</sup>

Quando abordado o assunto das certificações com foco em qualidade do ambiente interno na cidade de São Paulo, Marcos Casado expressa *“atualmente, observa-se um crescente interesse por certificações relacionadas à qualidade ambiental”*. José Luís Lemos, sócio do escritório Afalo Gasperini, pondera que nenhuma destas ações relacionadas à qualidade do ambiente interno têm sido solicitadas amplamente pelos clientes, mencionando que existem, mas sendo bastante pontuais. No entanto, a arquitetura busca sempre trazê-las à tona. Diferentemente de ações como economia de energia ou água, que são mais tangíveis. Ele coloca que o padrão de plantas mais profundas, com menor área de fachada está sendo alterado, para fachadas com maior acesso a iluminação natural e vistas para o exterior, não por uma solicitação relacionada a QAI, mas por uma solicitação de mudança de uso dos espaços e layouts. *“Temos conseguido argumentar neste sentido e com isso conseguimos aumentar a altura de piso a piso, para justificar plantas maiores, quando não temos limites com o COMAR ou com o bombeiro relacionados à altura do edifício”*.

A metragem média do tamanho de lajes corporativas em São Paulo, ainda segundo José Luís Lemos, é entre 2.000 a 2.500m<sup>2</sup>, ou o que for possível em relação ao terreno. Em lajes menores que 1.500m<sup>2</sup>, já é preciso sair do núcleo central e ir para o núcleo lateral.

O *World Green Building Council* lançou em 2016 o Programa *Global Advancing Net Zero*, com o objetivo de contribuir com o cumprimento das metas do Acordo de Paris e de zerar as emissões de carbono advindas do setor da construção civil até 2050. O programa apresentou em setembro de 2018 um compromisso de edifícios *zero carbon* que desafia as empresas, cidades e estados a atingir a emissão de *zero carbon* na operação de seus portfólios até 2030, além de favorecer que todos os edifícios operem com zero carbono até 2050. O *World Green Building Council* representa sessenta e sete países dentre os quais o GBC Brasil. Em 2017 o GBC Brasil lançou o GBC Brasil *Zero Energy*, logo após o GBC Canadá lançar o *CagBC Zero Carbon Building Standard*. A certificação brasileira é aplicável em diversas tipologias de edificação e para que um

---

26 O item Agentes e Equipes inseridos no processo, está sendo discutido no capítulo 4, item 4.1.5.5.

empreendimento possa se certificar é necessário que tenha pelo menos um ano de operação monitorada de forma contínua com o balanço energético anual zerado, ou seja, com geração anual de energia igual ou maior que o consumo de energia no ano. (GBC BRASIL, 2021).

A certificação GBC Brasil *Zero Energy* aborda treze requisitos: tempo de operação; taxa de ocupação mínima; metragem mínima das áreas construídas; tipologia; atendimento a legislações; empreendimento *off grid*; eficiência mínima para geração *on site* e *off site*; geração de energia renovável *on site* e *off site*; compra de créditos de energia renovável; uso de energia não renovável e balanço anual do empreendimento. O empreendimento que busca a certificação GBC Brasil *Zero Energy* pode gerar energia renovável no terreno ou fora dele, como também comprar créditos de energia renovável, limitados a 10% do consumo anual total de energia elétrica do edifício, por meio de REC Brazil com compensação por PPA (*Power Purchase Agreement*), ou seja, com contratação de âmbito privado no mercado livre e preço fixo negociado da energia.

Segundo Maira Macedo, relações institucionais do GBC Brasil, a certificação *Zero Energy* é um incentivo ao mercado brasileiro de construções sustentáveis, sendo pioneiros em lançar a Certificação GBC Brasil *Zero Energy*, desenvolvida especialmente para o mercado brasileiro, que verifica as ações para maximizar a eficiência energética, a geração de energia renovável.

Ao se fazer uma análise das edificações que obtiveram a certificação, verifica-se que há uma predominância de edifícios de menor porte, ou predominantemente horizontais, na cidade de São Paulo ainda não existe nenhum edifício certificado, havendo uma maior concentração na região sul do país. Foram até o momento certificados 20 edifícios e 28 estão com solicitações de registro entre 2018 e janeiro de 2022.

Bruno Martinez traz esse contexto na sua entrevista, quando se aborda a certificação LEED em específico: *“Estamos fazendo um comparativo entre dois edifícios virtuais, sendo que o edifício de comparação está baseado na normativa da ASHRAE, é difícil as pessoas entenderem isso. Às vezes se consegue chegar a níveis de redução de consumo da edificação bastante significativos, porém quando o cliente compara com edifícios do seu portfólio em operação, ele espera ver essa redução, mas nem sempre essa redução acontece. Por isso o edifício Zero Energy é muito mais fácil das pessoas entenderem o conceito”*.

Alberto Hernandez Neto, professor da POLI-USP e membro do grupo de trabalho que desenvolveu a certificação, também ressaltou esse ponto, mencionando ser muito mais fácil o entendimento, para o público em geral, do que significa um edifício *zero energy*, além de haver um comprometimento com a operação muito maior, do que quando se entra na explanação técnica, sobre a questão do carbono.

Majoritariamente nas entrevistas brasileiras o que se aferiu é que os edifícios *zero energy* não são uma realidade no nosso mercado, bem como os edifícios *zero carbon*, ainda não estão na pauta de discussão. No entanto, segundo Daniel Toledo, naturalmente se tornará um tema central à medida que o mercado amadureça.

No Brasil, de acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2007), a construção civil é responsável por diversos impactos ambientais, medidos em 2007, como do consumo de energia elétrica, na ordem de 50% na operação dos edifícios. Quanto à água, a construção civil consome 21% do total consumido no país, além do consumo de 75% dos recursos naturais extraídos.

A avaliação do ciclo de vida dos materiais é base para se calcular as emissões de carbono incorporado e parte fundamental do cálculo da avaliação do chamado do berço ao túmulo.

É pouco factível se pensar em realizar um edifício *zero carbon* sem essas informações e infelizmente o mercado brasileiro possui muita pouca informação ainda sobre as EPDs. “*Como você não tem EPD, e a análise do ciclo de vida no Brasil é muito pobre, você não tem essa oportunidade*”, expressou arquiteto consultor.

*“É feito na experiência, não temos uma matriz de materiais, vida útil dos componentes, garantias, custos de operação e manutenção”* menciona José Luís Lemos.

*“Tentamos inserir nos projetos, mas não têm solicitação no nosso mercado. Temos exemplos de projetos desenvolvidos para serem executados em CLT (Cross Laminated Timber) desde lajes e pilares, que não passaram pelo aprovativo dos bombeiros.”* Coloca Douglas Tolaine.

Um ponto muito relevante que foi levantado em algumas entrevistas é que no contexto brasileiro os projetistas não realizam as especificações dos componentes ou materiais por desempenho, apresentando apenas as restrições e os critérios mínimos necessários. Percebe-se que o aspecto financeiro é o orientador da tomada de decisão quanto à aquisição ou definição dos materiais, elementos e sistemas inseridos ao edifício. Por vezes, os projetistas não se comunicam e tais decisões ficam a cargo da equipe de suprimentos das construtoras ou incorporadoras. Quem por fim fornece o suporte para definição técnica final é a empresa que está sendo consultada para compra daquele produto. Essa questão traz à tona alguns fundamentos da cultura do processo de projeto brasileiro, dentre eles que o escopo do projetista não está vinculado ao desempenho final do edifício, durante a fase de operação e manutenção, finalizando sua contribuição no término de desenvolvimento de projeto.

Quando o projetista especifica um material, componente e/ou sistema, muitas vezes estas especificações não estão alinhadas ao orçamento previsto para aquele edifício. Orçamentos podem mudar durante o desenvolvimento de projeto e construção, porém estes deveriam ser alinhados e revistos a cada etapa do processo. Assim como uma consulta ou mesmo uma nova discussão (na etapa pós-projeto/ construção), caso necessário entre as diversas disciplinas impactadas por aquela mudança. Tais escolhas poderão impactar significativamente o resultado global de desempenho esperado para o edifício, bem como afastar-se dos requisitos iniciais de projeto, solicitados pelo cliente.

Arquiteto consultor, cita que “*O problema está na especificação dos materiais. Nós aqui não especificamos por desempenho, tais elementos têm que cumprir essas restrições. No Brasil a construtora acaba trocando o material por um similar e não consulta o projetista*”.

Segundo Corbella e Yannas (2003), entende-se como projeto passivo com implementação da arquitetura bioclimática a integração do edifício com o meio ambiente por meio de características da vida e do clima local, em busca de melhoria de qualidade de vida do indivíduo no ambiente construído e no entorno, e de menor consumo de energia garantindo conforto ambiental. O impacto da pandemia difundiu a importância da qualidade interna, principalmente na percepção dos usuários. Em especial nos edifícios selados que dependem do sistema de condicionamento de ar, em que haverá um aumento do consumo de energia pelos sistemas de ar condicionado, devido ao aumento das taxas de renovação de ar externo para garantia da qualidade do ar interno.

Alberto Hernandez Neto comenta que para a obtenção da eficiência energética, é preciso que haja um tripé de três aspectos: tecnológico, institucional e cultural. No tocante ao aspecto tecnológico, existem atualmente diversos sistemas e soluções para diminuir o consumo no edifício; o institucional/empresa é necessário que aconteça o engajamento da empresa ao processo; o cultural que são as pessoas e o impacto do seu comportamento no desempenho da edificação. Na falta de um destes, não é possível o equilíbrio e, portanto, difícil se alcançar o objetivo. Para os itens cultural

e institucional, leva-se um tempo maior, pois existe a questão da mudança de mentalidade dos ocupantes da edificação, da mudança de comportamento do gestor e da valorização do trabalho do *Facilities Manager*.

Alberto Hernandez Neto traz alguns dados mencionando os resultados de uma pesquisa realizada recentemente, esta apresentou que se aumentarmos 1 grau no setpoint do sistema de ar condicionado, em média seria possível reduzir de 5 a 8% o consumo da edificação. Normalmente o consumo do ar condicionado representa 40% do consumo total de energia de um edifício, portanto estamos falando em uma redução na ordem de 2% do consumo do edifício. Alterar esses parâmetros, como o de temperatura interna, passa por uma mudança cultural, como mencionado anteriormente no caso de Londres, por Ricardo Baptista exemplificado no edifício *White Collar Factory*, sede da AKTIL.

Outro dado de pesquisa, realizada em 2010, apresentado pelo Professor Alberto Hernandez foi que se todos os edifícios no Brasil reduzissem o seu consumo entre 3 a 5%, seria possível desligar uma turbina de geração de energia da hidroeétrica de Itaipu.

Luis Henrique Ceotto, menciona que “*o maior desafio para o mercado da construção civil é a economia de energia e água, além da produção de esgoto. Vale a pena investir nisso, para não inviabilizar o uso do edifício, o custo de uma conta de condomínio (para os locatários) 50 a 55% são relacionados a água e energia. Hoje vale a pena investir em tecnologia de energia, vale mais a pena investir em eficiência do que em geração, mas como temos um baixo nível de distribuição de energia no Brasil, o edifício que tem a autonomia de produzir sua própria energia e trabalhar 24hrs por dia, consegue com isso elevar o ticket da locação, muito mais para dar conforto ao cliente e mantê-lo operando. Os principais requisitos do mercado para ser triplo AAA é a geração de energia, o ar condicionado e a conta de energia anual. A questão da sustentabilidade não é de ética, é econômica, se tiver impacto no bolso e incentivos*”.

Portanto, quando falamos sobre eficiência energética nas edificações ou ainda de *zero carbon* será obrigatória uma mudança da cultura, hábitos e do comportamento de todos inseridos atualmente no processo, desde o proprietário, projetistas, gestores e usuários destes edifícios. Como já mencionado, o uso de estratégias passivas é a primeira estratégia a ser incorporada ao processo de desenvolvimento de projeto, sendo que a ventilação natural, com certeza será a mais difícil se olharmos para o contexto brasileiro. Como demonstrado no conceito do edifício de alto desempenho, o uso de sistemas de condicionamento de ar está vinculado a esta imagem.

No contexto das entrevistas, quando perguntado sobre a dificuldade de uso de ventilação natural, *modo misto* ou mesmo de ventilação noturna para os edifícios de São Paulo, as respostas estiveram vinculadas a problemas relacionados à acústica e a poluição do ar, portanto, o atual caminho dirige-se para os edifícios controlados por sistemas. Entretanto, foi mencionado que poderia haver espaço para esta implementação. Apenas foi questionado se haveria disponibilidade técnica para isso, desde que não é uma realidade no mercado brasileiro. “*Temos todas as condições do mundo para usar esse sistema, mas ainda é difícil, tem que ter o cliente e o lugar certo*” colocou José Luís Lemos.

Outra realidade que ficou demonstrada, por meio das entrevistas em São Paulo, é a discussão sobre edifícios *net zero carbon*, que ainda não é uma realidade para o mercado nacional. O tema amplamente discutido no contexto de São Paulo, segundo os entrevistados, é a inserção das certificações de bem-estar e saúde.

Retomando e analisando o assunto das certificações de maneira comparativa entre as cidades de Londres e São Paulo, o valor agregado das certificações é assimilado pelo mercado em

ambas, como um diferencial no aluguel ou na venda do edifício. Estas são adotadas voluntariamente, mesmo que a definição de um edifício de alto desempenho contemple muitas outras estratégias e abordagens em seu conceito<sup>27</sup>. As certificações LEED e BREEAM são uma amostragem representativa, por serem as certificações de maior aderência em ambas as cidades estudadas. Sendo assim é possível, por meio da análise da implantação destas certificações, avaliar a implementação da adoção de estratégias de desempenho ambiental e eficiência energética nestes edifícios.

Com base em uma análise comparativa entre os números de certificações, percebe-se que proporcionalmente o número de edifícios certificados em Londres (somado à etapa de *In-Use* e *O+M*) é 16 vezes maior que os números do mercado brasileiro. Quando comparado ao nível mais alto, de cada uma das certificações, *Platinum* no LEED e *Outstanding* no BREEAM, (somando a etapa de *O+M*) esse número cai praticamente pela metade (7,5 vezes). Portanto dois pontos são possíveis de serem aferidos: (i) o mercado brasileiro poderia valorizar a certificação de maior nível se comparado à Londres, valorizando desta forma um diferencial de mercado; (ii) o aprovativo da cidade de Londres solicita a obtenção da certificação ambiental e, portanto, o número de edifícios certificados tenderá a ser significativamente maior, contabilizando 13.389 edifícios em Londres, contra os 826 edifícios de São Paulo.

A exigência da adoção das certificações BREEAM pelo sistema aprovativo de Londres (*Planning*), além das normativas mais restritivas existentes, impactaram diretamente no volume de edifícios certificados, garantindo que o estoque de edifícios tenda a ser composto por edifícios com um melhor desempenho de maneira global.

Outro ponto que é interessante de ser observado é quanto às certificações de operação e manutenção (no BREEAM, denominado *In-Use* e no LEED de LEED *O+M*), demonstraram ter uma adesão menor, se comparado ao número de certificações dos edifícios de novas construções. Porém, percentualmente falando, se a análise for feita entre as tipologias estudadas em cada cidade, em São Paulo representam 29,4% dos edifícios que se certificaram em *O+M*, se comparado ao número de edifícios certificados de *C&S* e *Novas construções*. Essa porcentagem em Londres é de 6,5% entre os edifícios que se certificaram *In-Use* se comparados a *New Construction*. Em números absolutos a representatividade de Londres é maior, são 117 edifícios contra 30 edificadas em São Paulo (Gráficos 30 e 31).

Durante as entrevistas, quando questionados se havia distinção entre os requisitos e o processo de desenvolvimento do projeto, quando o proprietário iria operar o edifício, ou apenas quando estava construindo para vender ou alugar, independentemente da cidade, a resposta foi unânime e afirmativa.

No contexto brasileiro, segundo Bruno Martinez “*A incorporação dificilmente procura eficiência energética, ciclo de vida, qualidade do ambiente interno, devido ao distanciamento que existe entre a fase de operação e do próprio usuário final. Um edifício de alto desempenho não garante uma operação de alto desempenho, tem uma ciência na operação, desde a educação ao treinamento, a manutenção no Brasil é sempre considerada custo*”.

Marcos Casado comenta que empresas que irão gerenciar os empreendimentos, como a CBRE e Cushman & Wakefield, são obrigadas em contrato, em um prazo máximo de 2 anos, a certificar estes empreendimentos em operação e manutenção.

Quando se analisa as certificações que abordam a qualidade do ambiente interno, foi possível verificar um crescimento na adoção destas certificações, motivado possivelmente pela

---

27 O item Certificação Ambiental, está sendo discutido no capítulo 2, item 2.2.10.

## Edifícios com certificação BREEAM

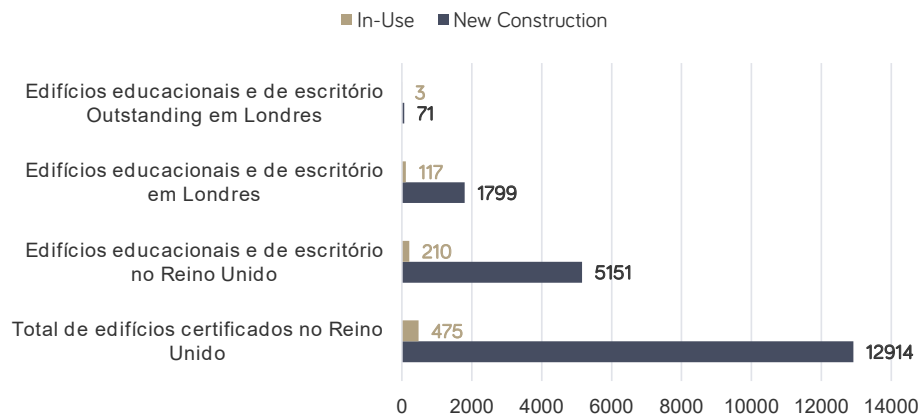


Gráfico 30 - Edifícios com certificação BREEAM

Fonte: Explore BREEAM - Certified BREEAM Assessments.

## Edifícios com certificação LEED

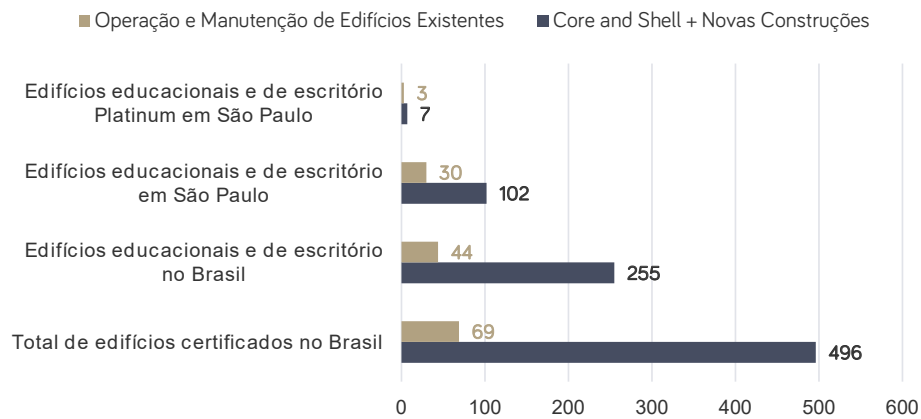


Gráfico 31 - Edifícios com certificação LEED

Fonte: GBC Brasil - Empreendimentos LEED.

### Edifícios com certificação WELL Brasil

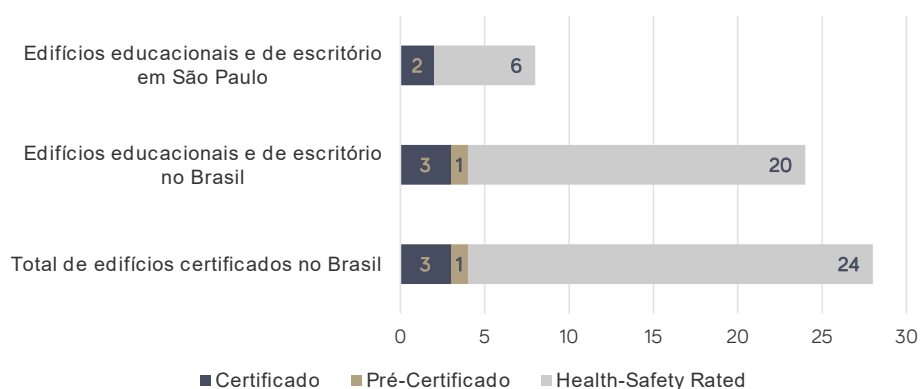


Gráfico 32 - Edifícios com certificação WELL Brasil

Fonte: WELL Projects

### Edifícios com certificação WELL Reino Unido

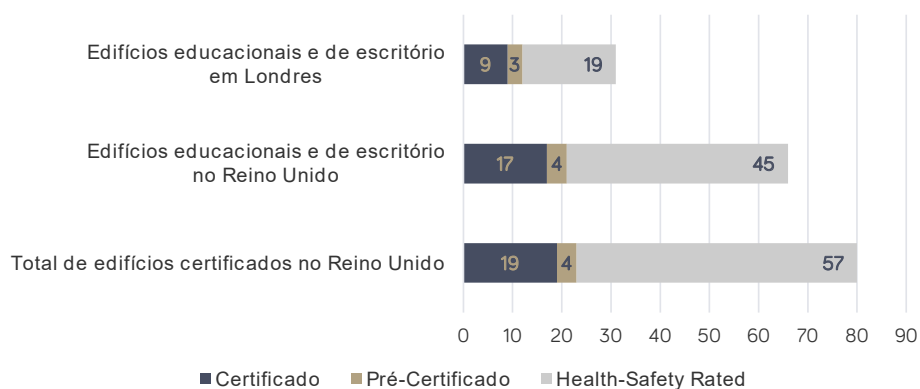


Gráfico 33 - Edifícios com certificação WELL Reino Unido

Fonte: WELL Projects

pandemia de COVID. Entretanto, o efeito da pandemia não foi captado nas entrevistas, uma vez que estas foram realizadas em 2019, pré-pandemia. No entanto, analisando as solicitações de registro da certificação disponíveis no GBCI (*Green Business Certification Inc.*), foi possível verificar um crescimento da procura pela certificação WELL, seja no contexto de São Paulo como no de Londres (Gráficos 32 e 33). Além disso, uma nova certificação denominada Healthy-Safety Rate foi estabelecida em 2020 pelo órgão certificador GBCI, que obteve um número de solicitações e pré-certificação expressivo se comparado a certificação WELL.

### 4.1.3. PAPEL DO ARQUITETO

Como mencionado, o papel do arquiteto, como da grande maioria dos profissionais envolvidos no processo, passou por uma transformação ao longo dos últimos 30 anos. Klaus Bode, fundador da *Urban Systems Design*, descreve “*O arquiteto sempre teve uma incrível e poderosa posição, mas igualmente de muita responsabilidade, não apenas com o cliente do projeto ou com as pessoas que irão utilizá-lo, mas também com a cidade e com a vida que as pessoas querem ter, além do próprio edifício. Um arquiteto tem um papel de responsabilidade social e além dele, a arquitetura é metade ciência e metade arte, lidando com a beleza. Portanto é uma posição extremamente complicada e muito bonita se realizada apropriadamente, pois pode impactar muitas vidas a longo prazo.*”

Tradicionalmente o arquiteto era o *masterbuilder*, entendia da construção, da estrutura, dos sistemas e estratégias passivas. Muitos dos entrevistados, seja em São Paulo ou em Londres, usaram uma analogia ao descrever o papel do arquiteto, a do maestro de uma orquestra. O que no início era um pequeno quarteto, composto por arquiteto, engenheiro de estrutura, engenheiro *MEP*<sup>28</sup> e proprietário, passou por uma mudança bastante significativa e agora é uma orquestra completa, independentemente se o projeto esteja sendo desenvolvido para Londres, Estados Unidos, Europa, Ásia ou Oriente Médio, coloca o engenheiro Klaus Bode.

Mina Hasman cita, “*houve a disseminação do papel do consultor, não estou destituindo a importância do conhecimento e da solução dos problemas... nós vivemos em um mundo de especialistas, de múltiplos consultores, e que estão ficando cada vez mais granulares e granulares, alterando drasticamente a maneira como o processo de projeto está sendo seguido. Tornando-o cada vez mais ineficiente e desfragmentado... Outros agentes e especialistas entraram no processo, como consultores de acústica, fachada, automação, prefeitura, sustentabilidade, carbono, transporte, entre outros*”.

Segundo Jack Newton, arquiteto associado na Rogers Stick Harbor and Partners, *a imagem do arquiteto masterbuilder, dos anos 50 e 60 não existe mais, os edifícios estão muito complexos, com equipamentos e sistemas, o arquiteto tem que ser um especialista em todas as especialidades o que é impossível.* O que as entrevistas demonstraram é que está havendo uma mutação no processo e nos papéis.

Seguindo na fala de Klaus Bode, o papel do arquiteto, em um nível ainda é o mesmo, ser criativo e buscando entregar a maioria dos requisitos do cliente, entendendo o contexto das cidades,

---

28 Quando se refere ao engenheiro de MEP, este concentra as áreas de Mechanical, Electrical and Plumbing. (o conceito em português utilizamos como engenheiro hidráulico, elétrico e mecânico- ar condicionado).

usuários, claro que diferentes arquitetos priorizam os requisitos de maneira diferente. Existe o lado artístico e a “assinatura” da arquitetura daquele edifício, em que se pode reconhecer certos trabalhos dos arquitetos, alguns clientes querem trabalhar com estes arquitetos justamente por isso. Portanto, tudo isso ainda continua o mesmo, mas o trabalho do arquiteto tem ficado muito mais complicado e extenso, devido ao diálogo com os agentes. Voltando a analogia da orquestra, mesmo que todos tocassem muito bem em conjunto, precisa haver harmonia entre eles, para que possamos ter uma boa música e esse é o grande desafio.

Uma diferença no papel do arquiteto ficou salientada durante as diversas entrevistas em São Paulo, quando comparada com a atuação de Londres. Luiz Henrique Ceotto, atualmente diretor da Urbic e que atuou como diretor da Tishman Speyer no Brasil, mencionou: *“Ele (arquiteto) se limita muito, só está dando ênfase apenas a estética inicial, não se sente responsável pelo projeto até o final. Ele reduz muito seu escopo de trabalho e não quer ampliar esse escopo, fala que é mal remunerado por isso, se tornou um ciclo vicioso em que ficou um pouco perdido e não consegue sair, e com isso está se desvalorizando. Profissão do arquiteto como é concebida nos Estados Unidos e Europa é um profissional dos mais completos de todos, o arquiteto precisa ter o domínio do projeto até o fim, aqui no Brasil se faz o projeto até a fase do projeto legal, participa, mas não gerenciam o projeto executivo, praticamente não fazem as especificações ficando muitas vezes restritos às negociações de fachada e deixa todo o restante na mão das construtoras e incorporadoras. No modelo americano o arquiteto participa até o comissionamento, para validar o desempenho, pois tem responsabilidade sobre isso... arquiteto não faz a coordenação de projeto, porém não renuncia à coordenação do design”*.

Essa percepção fica reforçada na fala de um arquiteto consultor: *“a função do arquiteto acho que não está muito clara no Brasil, vai além da criação da concepção de arquitetura, tem um papel fundamental na junção das partes, na compreensão de como as outras disciplinas impactam nesse todo, o arquiteto é o responsável por juntar tudo e fazer encaixa no seu projeto”*.

Douglas Tolaine traz uma reflexão no mesmo sentido, quando o arquiteto se restringia a ser um atelier, *“ele acabou deixando um espaço para que outros agentes assumissem, criaram-se especialidades e como consequência também deixou-se de valorar o papel do arquiteto, a criação de profissionais que lidam por exemplo com a parte legal, coordenação de projeto... a profissão ficou fragmentada, o mercado reconhece o valor do arquiteto mas ao mesmo tempo o arquiteto deixou de se capacitar mais, investir mais no que tem que oferecer, deixou uma oportunidade para que o mercado pudesse pulverizar a nossa atribuição, e como consequência diminuiu a questão do valor, o arquiteto perdeu a mão disso e outros stakeholders assumiram”*. O papel está muito desvalorizado e os arquitetos não estão reagindo a isso, afirma o arquiteto Miguel Aflalo.

Além do ponto colocado por Douglas Tolaine, sobre a necessidade de escritórios de arquitetura possuírem uma maior estrutura e formalização, não sendo mais praticável o conceito do atelier de arquitetura, desde que, para se projetar um edifício de alto desempenho é necessário um investimento em ferramentas, softwares para o desenvolvimento das análises e desenho destes projetos. Deve-se ressaltar também a importância de uma equipe multidisciplinar, fato que pode ser constatado nas visitas aos escritórios de arquitetura de Londres, como Norman Foster e Rogers Stick Harbor and Partners.

No cenário brasileiro foi constatada uma diferença no papel do arquiteto se comparado a Londres, havendo um enfraquecimento da sua figura ou ainda uma redução do seu escopo de atuação, como mencionado por alguns entrevistados. No Brasil o arquiteto deixou de ter a qualificação técnica, diante de um projeto cada vez mais multidisciplinar, talvez como resultado da sua formação

que não acompanhou este processo, ficando atualmente restrito ao *design* do projeto.

*“A coordenação dos projetos fica na maioria das vezes com os arquitetos, normalmente não é uma coordenação tão técnica, são mais desenho de arquitetura, áreas e espaços, além da cobrança de prazos. A compatibilização física entre as disciplinas se faz, está embutido no contrato do arquiteto, mas a compatibilização funcional ninguém faz”,* comenta Eduardo Yamada.

A fala de Luiz Henrique Ceotto, expõe essa questão, que nos Estados Unidos raramente se tem o arquiteto coordenando todo o negócio, quem tem essa função é o representante do investidor que coordena o negócio, o *Project Manager*, que tem o foco dele no investidor, que normalmente são engenheiros com uma visão cartesiana. Quem garante que o projeto tenha o equilíbrio entre os 20 a 30 projetos simultâneos é o arquiteto. Ele ainda menciona, *“os Starchitects conseguem ter um equilíbrio, fazer disso uma arte. O Arquiteto no Brasil abriu mão de muitas coisas, começou a “delegar” e como se apequenou o incorporador se acostumou com isso e vai ser difícil mudar esse processo, virou cultura”*.

Outro ponto apresentado por José Luis Lemos, sócio do escritório Aflalo e Gasperini, poderia ser um dos ingredientes que levaram o arquiteto a esta atual posição, mais enfraquecida no mercado brasileiro: assim que o arquiteto se forma na graduação, este já tem o direito de assinar tecnicamente por um projeto, no exterior o arquiteto precisa atuar e se qualificar e assim adquirir experiências, para que possa assim ter a autorização para ser o responsável técnico pelo projeto.

O que se percebeu por meio das entrevistas em Londres, é que o arquiteto controla o processo de projeto, assumindo também o papel de *Lead Design* no processo. Esse agente é responsável em coordenar o projeto, com uma visão técnica da inter-relação entre as disciplinas e suas interdependências. Não sendo usual no contexto brasileiro, justamente motivando as declarações das entrevistas, da existência de uma lacuna ou a falta de um profissional de arquitetura em assumir e preencher este papel. Neste quesito algumas outras colocações foram feitas, no sentido do cliente, sendo esta a incorporadora ou construtora, ao assumir essa gestão. No Brasil, esse papel muitas vezes é confundido com a do agente do *Project Manager*. O arquiteto em Londres, pode assumir e associar essas duas posições no processo, a do desenvolvimento do projeto de *design*, além de assumir a coordenação da equipe técnica.

Daniel Toledo abordou essa questão na sua entrevista, *“que fique claro que não conseguimos fazer isso em 100% dos casos, mas é o começo de algo que nós perseguimos, nosso objetivo é que 100% dos nossos projetos sejam orientados para projeto integrado e que sejam coordenados por nós. Quando estamos trabalhando com projeto integrado, influenciamos a tomada de decisão, mas não somos nós que escolhemos, fornecemos opções ao cliente na tomada decisão... nós não somos os únicos atores que estamos promovendo isso, fazemos parte desta onda... estamos em um processo, ele vai ficando cada vez mais possível na medida em que vamos conseguindo articular o negócio do cliente, com a arquitetura e o design. É uma lacuna que precisa ser preenchida, se você consegue fazer esta transformação entre qual o negócio do seu cliente, quem é seu cliente, qual o benefício para ele, qual é o driver, o que o investidor dele quer, se é um fundo de investimento, haverá um administrador deste fundo... você vai entendendo o todo, para entender quais são os riscos que o cliente quer tomar e não quer, quem são os stakeholders, o power map neste processo... você começa a entender e vai tendo um maior protagonismo dentro do processo, não integral, mas muitas vezes estamos discutindo estratégias de compra de terreno com nosso cliente... se inicia em uma atitude de como eu posso te ajudar a realizar, passo a passo, são alguns clientes que conseguimos atuar assim. O que está todo mundo percebendo é que as coisas estão mudando e mudando rápido, que temos que sair do lugar, mas para onde cada um está indo é difícil de falar”*

Outro ponto que foi apresentado por alguns entrevistados é que o arquiteto possui uma maior proximidade junto ao cliente por ter um papel de confiança e ser um dos primeiros agentes a entrar no processo, além de ter uma maior interface durante as dinâmicas do desenvolvimento do processo. Assim, desenvolvendo um papel de destaque na definição e tomada de decisões em relação às estratégias a serem inseridas nos projetos.

Mina Hasman coloca “o arquiteto tem o papel de confiança com o cliente e, portanto, de maior influência junto a ele, precisa usar isso, de acordo com a dinâmica, nem sempre os consultores têm voz”.

“Não sou eu que quero, eu quero que o cliente queira. Quero que tenhamos o poder e a oportunidade de fazer isso, mudar a mentalidade e a cultura do escritório. Que consigamos articular de uma maneira compreensível e justificável, que seja interessante para o meu cliente” colocou Daniel Toledo

Marilu Sicoli pontua, “Quanto mais próximo se está dos usuários e de quem toma as decisões, o cliente melhor, quanto menos “in between of chinese whispers, better” o processo acaba sendo mais eficiente.

Carlos Centurion menciona: “O arquiteto muitas vezes é o nosso cliente ou potencial representante deste cliente, vem embarcado com o cliente final e é influenciador para incorporar a equipe de engenharia”.

Ricardo Baptista faz uma relevante ponderação na sua entrevista: “o papel seja do arquiteto como o do engenheiro é de educação. A indústria da construção no Reino Unido é muito desenvolvida, é a vanguarda, mesmo assim vê-se receio em muitos dos empreiteiros e construtores. Muitos clientes já têm essa apreciação tem que haver uma responsabilidade para explicar que não podemos continuar a projetar como fazíamos anteriormente, tentar mudar o status quo, a mentalidade dos profissionais envolvidos. O Arquiteto como Lead Designer tem este papel, até por estar mais tempo em contato com os clientes, têm essa função. Os engenheiros minimizam o consumo dos materiais, especificando da melhor maneira possível e tentando aprender com estes processos continuamente. Onde o material não seja usado apenas uma vez, que possa ser usado múltiplas vezes. Quanto aos empreiteiros nota-se uma vontade de fazer melhor, a indústria tem uma importância enorme e se tiver menos reservas, saindo de uma zona conhecida, podemos fazer melhor”.

#### **4.1.4. PAPEL DO ENGENHEIRO E SUA RELAÇÃO COM O ARQUITETO**

O engenheiro foi outro agente que definitivamente vivenciou uma mudança significativa ao longo dos últimos 30 anos, seja nas restrições normativas; nas tecnologias embarcadas nos edifícios, que impactaram desde as exigências até as distribuições de sistemas e equipamentos; seja das ferramentas computacionais que agilizaram muitos dos cálculos e das análises realizadas durante o processo. Quando pensamos em níveis de desempenho, com redução dos consumos de água, energia ou emissões de carbono, todas as ações têm interface com as avaliações de alternativas, ações ou especificações projetuais, realizadas por estes profissionais. O engenheiro pode fornecer contribuições criativas e ajudar no desenvolvimento de técnicas e soluções inovadoras, fornecendo embasamento e provendo o arquiteto, a equipe de projetos e a equipe do cliente, com os instrumentos necessários para a avaliação das melhores decisões, para os respectivos e diferentes contextos

de cada projeto. Da mesma forma que houve um aumento do número de agentes e consultores inseridos no processo, o número de especialidades da engenharia também transcorreu por este fato. Em ambas as cidades, as respostas das entrevistas demonstraram de forma confluyente o papel e importância do engenheiro como o agente fundamental para a viabilidade e exequibilidade do edifício.

Douglas Tolaine afirma que observa-se o amadurecimento da relação do arquiteto, engenheiro e consultores no intuito de trabalharem em conjunto para definição da tomada de decisão. *“Isso amadureceu e melhorou ainda mais essa visão, enquanto a formação está sendo equilibrada em formas, ferramentas e inovação que aproximam o arquiteto do engenheiro para que cada um possa olhar um pouco mais as suas atuações”*.

Jack Newton menciona, *“O arquiteto é que tem ainda o maior escopo de trabalho, e que tem o maior valor de contrato. Na realidade, o projeto é movido pelos engenheiros, pela perspectiva de custos e viabilidade, o engenheiro de estrutura é chave, além do de environmental. Isso devido ao trabalho operacional, no entanto, o arquiteto é o condutor, ele não pode tocar os instrumentos, mas é o que mantém todos em sincronia. Nós fornecemos a direção criativa, mas os engenheiros é quem vão fazer funcionar”*. Para Luiz Henrique Ceotto, o engenheiro auxilia o arquiteto a consubstanciar executivamente tanto o projeto executivo como o planejamento, na produção da ideia do empreendedor, incluindo o custo.

*“O engenheiro dá o suporte para o arquiteto em todos os sentidos, desde viabilizar o conceito e buscar a melhor solução para aquele problema e para o cliente. O engenheiro consegue fazer a ponte, dar os subsídios técnicos para o arquiteto e para que o cliente tome, as decisões, referentes a cronograma, logística e riscos. O engenheiro de obra, mesmo que não seja ele quem irá construir, tem um forte papel no processo”*, pontua José Luiz Lemos.

Klaus Bode comenta durante a sua entrevista, que existe uma diferença na composição técnica das empresas de engenharia em Londres se comparado ao Brasil. Há a figura única do engenheiro/ empresa de MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*) em Londres, sendo que no Brasil existe uma segmentação, as empresas atuam normalmente nas disciplinas de elétrica e hidráulica e o profissional AVAC-R – (Aquecimento, Ventilação, Ar-Condicionado e Refrigeração) é um profissional especializado. Ainda, segundo ele, o papel do engenheiro é resolver problemas, e neste contexto de *design*, cada um será único.

Carlos Centurion, discorre sobre o aumento das especialidades dentro da engenharia, *“A engenharia está com um número de especialidade muito grande, acústica, impermeabilização, fundação, solo, concreto, estrutura, hidrossanitária, combate a incêndio... a integração dos sistemas está ficando muito grande, a engenharia consegue integrar todas essas especialidades de maneira operacional. Não dá para não ter os especialistas envolvidos sem estarem integrados”*.

## 4.1.5. PROCESSO DE PROJETO

### 4.1.5.1. DESAFIOS E REQUISITOS PARA UM EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO EM SÃO PAULO

Segundo Luiz Henrique Ceotto, “*Os principais fatores de um estudo de viabilidade são: localização do edifício, qual a vocação do prédio; maximizar a área privativa e a área computável; a partir daí se pensa na volumetria; na parte para a economia energética a redução dos consumos de energia e água; manutenibilidade, fazer a manutenção sem que se precise parar o funcionamento do edifício, sem intervir no locatário; a qualidade do ambiente interno e o impacto na produtividade, o well-being começa a ser solicitado pelo mercado*”.

“*Estamos sempre sendo comparados em relação ao que está sendo feito lá fora, existe uma série de requisitos dos locatários multinacionais para os empreendimentos comerciais, e que precisam ser checados: como a profundidade máximo da planta, que irá impactar o acesso a luz natural e absenteísmo, o core é central não é central, qual tipo de certificação, o sistema de ar condicionado e a capacidade de resfriamento, qualidade acústica, tem toda uma questão técnica, mas também tem uma questão cultural envolvida...O que se aprende com os grandes fundos internacionais é que eles gostam de endereço, uma das coisas que a equipe do George Soros falava, países em desenvolvimento, tem poucos endereços que servem, então o valor do terreno fica muito caro, países mais desenvolvidos pode-se estar em diferentes bairros, são todos bons*”, menciona Katia Goldberg, que traz o exemplo do edifício Infinity, que conseguiu alterar essa lógica habitual de mercado, quanto a valores de aluguel relacionados a sua localização, “*consegue ter o melhor valor de aluguel mesmo não estando na Faria Lima.*” O edifício tem arquitetura, é um prédio que respira, ele tem um pé direito maior o que proporciona uma maior adaptação, a qualidade dos acabamentos, tecnologia embarcada em termo de ar condicionado, de uso da luz e uma administração que mantém isso.

Segundo Diego Pastor, que participou da estruturação do fundo de investimento do empreendimento Infinity, um diferencial do empreendimento foi a questão comercial. Na comercialização do edifício focou-se nas necessidades específicas dos locatários, permitindo uma flexibilização espacial e da infraestrutura que pudesse acomodar os interesses dos locatários. Desde as especificações técnicas, do projeto internacional do escritório KPF. O perfil de inquilino de grandes empresas avalia questões técnicas, como o tráfego de entregas, elevadores, visitas, exaustão de geradores, espaços técnicos para equipamentos próprios, se há cogeração a diesel e a gás.

Outro ponto ilustrado por Diego Pastor e que também impacta na tomada de decisão, é a identificação da oportunidade, o produto de mercado na visão final do ciclo de projeto, nos anos à frente quando será realizada a entrega do edifício. É preciso ter uma análise de mercado em relação ao ciclo de produção de novos edifícios, alinhando a oferta de m<sup>2</sup> de edifícios triplo AAA, com a vacância. Ele também menciona alguns riscos e desafios do mercado brasileiro para o segmento que abarca tal perfil de edifícios: (i) devido à lei do inquilinato de 1940, o período de locação máximo permitido é de 3 anos, o que representa uma grande instabilidade para quem opera o edifício e dificultando a oferta de maiores benefícios para esses locatários; (ii) a disponibilidade de crédito para o segmento residencial, que ocorre desde 2004. O crédito fez expandir o setor construtivo neste

segmento. Em contrapartida, no comercial essa disponibilidade não acontece, o que aumentou a margem de risco do negócio. Tal situação resultou na permuta do terreno, além de uma venda a preço de custo de uma parcela do empreendimento para a construtora.

#### 4.1.5.2. PROPRIETÁRIO

Segundo ASHRAE *Green Guide* v5, o principal impulsionador do projeto de um edifício de alto desempenho é a motivação do proprietário. É ele quem inicia a criação do projeto, aquele que paga por ele (ou quem carrega o ônus de seu financiamento), e aquele que precisa (ou identifica a necessidade de) ser atendido pelo projeto em questão. Se o proprietário não acredita que o projeto de alto desempenho seja necessário, entendendo não ser importante, ou presumindo ser de importância secundária a outras necessidades, então o projeto não acontecerá.

Como colocado por Miguel Aflalo, no Brasil todos os empreendimentos invariavelmente, que tiveram desempenhos ambientais e energéticos, ou outras inovações, sempre estiveram ligados a um único indivíduo específico, sendo aquele o sonho daquela pessoa.

Klaus Bode descreve alguns perfis de clientes, *“Quando se fala de clientes, é preciso entender as características que esses têm, pois influenciam o processo. Se tem o Governo como cliente, em que ninguém quer tomar as decisões e costuma se arrastar por muito mais tempo. No Setor Privado, o cliente pode ser dividido entre: (i) as incorporadoras, (ii) cliente próprio. As incorporadoras são as que possuem uma visão clara do que querem. Entretanto, são quem tem os maiores receios de mudanças, pois estão vinculadas a uma visão do agente imobiliário, como esse é o mercado, isso é o que você precisa fazer. Neste caso se tem alguma flexibilidade, mas não muita. Os clientes próprios, principalmente os muito recentes, dos últimos 5 a 10 anos, que tem capital financeiro próprio, como as Big Techs, não precisam de capital de instituições ou dos bancos. Nesta situação, o capital humano é muito mais importante, com uma abordagem em Human Centered Design e assim desenvolvendo novos designs onde os pontos como Cultura e Contexto ganham importância. Os agentes “tardios” do mercado deixam de ter sentido, pois esse perfil de cliente não está mais interessado no que o mercado dita. O custo é importante, mas está baseado em outros conceitos e modelos. E por fim tem um outro perfil de cliente privado do que são os indivíduos, ou ainda mais complicado são um grupo de indivíduos que se juntam para um projeto específico e que não tem um rosto, que se desfazem após o projeto. Assim, a habilidade de interagir com o cliente na verdade não existe, eles só estão interessados em “entregar e ir embora” o que se torna um grande problema para a sustentabilidade”*.

Quando perguntado aos entrevistados se havia alguma diferença entre a condução e requisitos do processo de projeto para clientes que estavam construindo para operar e manter o edifício, em relação àqueles clientes que estavam construindo para aluguel ou venda do imóvel, as respostas foram praticamente unânimes.

José Luis Lemos, coloca que para o cliente final, aquele que opera, *“o processo é muito mais complexo e amarrado, com milhões de demandas e pessoas envolvidas, se comparado ao edifício para as administradoras de condomínio, como Core&Shell é muito mais genérico”*.

*“Quase outra necessidade, muda completamente o processo, ter o Facilities Manager no processo”*, coloca Douglas Tolaine.

Eduardo Yamada menciona, “A diferença é enorme, o investidor está preocupado com o Capex, o quanto terá que investir para bancar o edifício. Este não se preocupa com eficiência energética, apenas em obter o LEED pelo impacto financeiro. No entanto, a performance e a sustentabilidade não são uma preocupação, com exceção de algumas incorporadoras, que operam. Quando a intenção é alugar, como as que operam o edifício, eles sabem a importância, quando estão construindo para eles, como o caso do São Paulo Corporate Tower, que tem a propriedade, que mesmo não estando no comando da operação, continua na supervisão do edifício. Quando se entrega o edifício no osso, deixando para o locatário, é para gastar o mínimo, inclusive com projeto”.

Bruno Martinez se posiciona da mesma maneira, “Quando o edifício é construído para mercado imobiliário ser vendido ou alugado, o que se avalia é apenas o Capex, quanto vai custar. A visão do incorporador é construir X por m<sup>2</sup> naquele valor, não faz sentido o retorno sobre o investimento para um incorporador imobiliário. Quando o cliente vai operar o edifício, a visão de custo é global em relação ao edifício, não só o custo da construção e, portanto, o retorno sobre o investimento passa a fazer sentido. No setor corporativo se consegue mostrar valor e chegar em resultados bastante interessantes”.

Luiz Henrique Ceotto traz uma explicação bastante elucidativa sobre essa questão, “Quando se tem um ciclo, como no Brasil que é linear, você não tem responsabilidade sobre ele (edifício). Quando se vai administrar o uso deste edifício, ele tem que dar lucro, portanto ele tem que ser eficiente. A Tishman define os Ciclo de vida de uma edificação de 50, 100, chegando a 200 anos. No Brasil é utilizado 50 anos, depois se tem as requalificações para novos usos. Quando se tem esse modelo linear, o que se quer é que o edifício seja o mais barato possível, pois o único resultado é através da margem, não se considera o resultado na operação. Na Tishman desenvolvemos um método, como você mede o impacto da construção no meio ambiente?... não temos uma ferramenta única, mas simplificamos e estabelecemos uma relação que se custa, impacta. Fizemos um levantamento do custo do empreendimento desde sua concepção até o seu retrofit, as porcentagens estão relacionadas a um ciclo de vida de 50 anos. O projeto representa 2%; até o edifício ficar pronto para operação (fase de construção) representa 13%; a maior parte 80% estão relacionados à operação e manutenção; os 5% restantes sendo referente ao retrofit<sup>29</sup>. No processo linear o foco da redução de custo é nos 13%, não olhando o ciclo de vida da edificação. Quando o cliente vai construir e operar, o foco deve estar nos 85%”.

Luiz Henrique Ceotto, continua: “Portanto, uma sensibilização que tínhamos junto aos investidores era que, para se construir um edifício muito bom crescia-se 5% a 8% no custo da construção, o que representa em torno de 4% no custo do edifício como um todo. Esse investimento inicial significava um seguro contra a obsolescência do prédio, além de ainda ser rentável. Quando o seu foco é no processo linear, torna-se o edifício obsoleto em até 5 anos”.

Luiz Henrique Ceotto ainda ressalta que o foco dos projetistas deveria ser nos 85%, no desempenho na fase de operação e manutenção, e não na construtibilidade que representa os 13%, que é o que ocorre no processo brasileiro. Ele ressalta que se não mudarmos essa concepção linear no Brasil, dificilmente conseguiremos construir edifícios de alto desempenho em larga escala, pois o número de empresas que operam os edifícios é relativamente menor, ele ainda salienta que estamos evoluindo de maneira muito lenta neste sentido.

Segundo Kátia Goldenberg, os fundos de investimento estão voltados para o benefício financeiro, tendo data para começar e terminar, são poucos os que se mantêm na operação do

---

29 Este assunto está sendo discutido no capítulo 2, item 2.3.2 Análise de Custo do Ciclo de Vida.

edifício, os fundos possuem um histórico de edifícios e em geral possuem um corpo técnico na sua equipe.

Diego Pastor explica melhor como esse processo acontece, *“Um fundo de private equity típico, é um conjunto de investidores que contrata um gestor para administrar esse dinheiro, existem várias formas de se fazer isso, no caso GTIS ou do mercado imobiliário, são fundos que tem um horizonte de 8 a 10 anos de tempo de maturação, que se dividem em um período de aquisições, alocação, depois um período de maturação e desmobilização destes investimentos, devolvendo o dinheiro para esse investidor...Não ficam na operação e manutenção no edifício, o objetivo final é vender, mas fazem todo o ciclo, comprar o terreno, construir, aprovar, entregar, alugar e vender. Um ciclo residencial é de 3 a 5 anos, o comercial neste perfil pode chegar entre 10 a 15 anos”*.

Diego Pastor aponta que no caso do Infinity foi construída uma estrutura muito sofisticada para o mercado financeiro, devido às exigências do fundo de investimento internacional. A estrutura foi totalmente importada, financeiro, gestão e administração. *“Criamos uma estrutura interna jurídica, o Alberto Pedrini com 3 a 4 engenheiras olhavam a contratação de obra até o gerenciamento, com auditorias, supervisão dos custos e pacotes na hora da compra. Montamos uma estrutura mais pesada, que normalmente não é feita...Os projetistas, parte de construção, projeto legal, tudo sob a supervisão da nossa área técnica, nossa área técnica contratava consultores para acompanhar o que o subcontratados estavam fazendo, sistema 80/20... O empreendimento iniciou em 2007 com a aquisição, 2009 foi o início da obra, 2010 e 2011 a construção e a entrega aconteceu em 2012. Desde lá ele vem sendo operado pela GTIS”*.

O que se pode perceber no caso do empreendimento Infinity, é que mesmo estando em um ciclo linear, ele não acompanhou o processo padrão de mercado, houve a inserção de uma equipe técnica inserida no time do cliente, que acompanhou e validou todo o desenvolvimento do projeto e construção do edifício. Esta equipe foi composta por membros engenheiros, que acompanharam todo o projeto.

Carlos Alberto Centurion menciona em sua fala, a diferença na condução do processo quando o cliente irá fazer a operação do edifício *“Existem clientes, principalmente os que têm a operação do negócio, eles têm um know-how da questão operacional, não dá para colocar o arquiteto intermediando esse processo...o arquiteto sendo um elemento importante na estrutura, mas não assumindo integralmente a coordenação da engenharia. Esse filtro operacional, tem algumas questões que são relevantes demais para não terem o envolvimento direto do operador ou do cliente final. Estamos indo hoje para um caminho de projeto que cada vez mais envolve os especialistas... As questões operacionais são difíceis de serem discutidas para quem não opera, ele sabe o que é isso no resultado de 20 anos, ele toma decisões que só pelo ponto de vista estético, ou de facilidade não faria, precisa ter alguém por trás que entenda a diferença que esta decisão vai trazer”*.

### 4.1.5.3. REQUISITOS DE PROJETO

Projetos para edifícios sustentáveis segundo o ASHRAE *Green Guide*, exigem mais do que uma equipe de projetos com boas intenções. Exigem comprometimento do proprietário e da equipe do projeto, estabelecendo desde o início uma documentação com metas estabelecidas voltadas ao desempenho, definidas em um documento único, denominado, OPR - *Owner's Project Requirement*, além do BOD- *Basis of Design* apresentado pelo projetista. Os projetos sustentáveis, que foram bem-sucedidos, são aqueles em que os proprietários são dedicados e proativos, e que estão dispostos a dar a liberdade de investigação à equipe de projeto, desde o projeto à construção, passando pela operação de longo prazo e suas instalações. Esses proprietários entendem que esses edifícios exigem mais planejamento, melhor execução e melhores procedimentos operacionais, exigindo um forte compromisso em mudar a forma como os edifícios são projetados, construídos, operados e mantidos para alcançar um menor custo total do empreendimento e menores impactos ambientais a longo prazo.

Segundo este mesmo guia, um OPR fornece a visão do projeto; a vida útil esperada; as metas de eficiência energética e hídrica; expectativas da capacidade da vedação do edifício em resistir ao clima, infiltração de ar e intrusão de água; contempla aspectos da manutenção; além de treinamento das equipes operacionais e de manutenção; infraestrutura para o comissionamento contínuo e baseado em monitoramento e outros requisitos funcionais necessários para que os ocupantes cumpram de forma eficaz e eficiente suas atividades diárias.

Quando esse assunto é abordado nas entrevistas na cidade de São Paulo, algumas respostas são apresentadas:

Segundo Marcos Casado, *“apenas 20% dos clientes brasileiros vêm com o OPR, os internacionais já costumam ter.”*

Diego Pastor comenta que ao estabelecerem uma OPR para o empreendimento Infinity, *“Contratamos um consultor, para criar uma diretriz de especificações, foi uma decisão empresarial, tinha um colegiado com um comitê de investimento do fundo que tomou decisões em conjunto, um livro para passar para os projetistas e que durante o processo foi sendo adaptado”.*

*“No mercado é muito difícil encontrar clientes que tenham um OPR (Owner Project Requirement), com exceção daqueles que irão fazer gestão patrimonial, na maioria das vezes é um padrão estabelecido de equipamentos, tipologias construtivas e acabamentos... quando entramos no início do processo tentamos fazer uma reunião com o cliente para entender o que se espera quanto à eficiência, conforto térmico, segurança e questão de manutenção... queremos inserir esta prática mais são poucos os clientes que nos dão esta oportunidade”,* menciona Eduardo Yamada.

Luiz Henrique Ceotto, coloca que nos Estados Unidos os projetistas são obrigados, na fase de comissionamento, a aferir a performance do edifício. Além de realizar o comissionamento estendido em que se aferi a performance durante 2 a 3 anos, comparando a simulação do projeto. Ele menciona que o projetista no Brasil não é cobrado pelo desempenho do edifício, mas pela construtibilidade.

*“É um processo colaborativo, algumas sim, outras são construídas ao longo do caminho e vão evoluindo (OPR), não trabalhamos sobre fatos, trabalhamos sobre o futuro...um processo em transformação e as coisas vão evoluindo, nascem com alguns requisitos, esses vão sendo reavaliados, podem surgir novos assim como alguns podem deixar de existir. Quando se tem a*

entidade que irá operar, importante entender como ele opera, qual o negócio dele, entender os objetivos macros daquela organização e quais benefícios que ela quer daquele espaço, só depois disso conseguimos estabelecer os requisitos de maneira mais clara e o time consegue desenvolver a arquitetura” mencionou Daniel Toledo.

“O arquiteto chega com um conceito que conflita, no bom sentido, com as questões de conforto e de sustentabilidade, às vezes a arquitetura tem um conceito empírico, porque eu já usei em outro projeto e funcionou. Empiricamente acho que funciona e aí ele se fixa na solução por questões estéticas e funcionais. Nós, como consultores, temos uma recomendação que é barrada em determinado momento por conta da arquitetura. O que é que fica faltando para o negócio andar, é a OPR, aqui não existe isso, você fica sem parâmetro, sem suporte para um referencial de desempenho e aí todas as boas ideias de desempenho elas ficam sem suporte para serem defendidas, e isso falta para engenheiros e arquitetos. Ficam todos querendo fazer melhor, querendo inovar, querem ser sustentáveis, mas sem uma meta, você acaba fazendo a mesma coisa de sempre”, menciona um consultor.

No contexto de Londres, o OPR é denominado Briefing do projeto, são apresentadas algumas ponderações a seguir, sobre essa temática:

Ricardo Baptista coloca que, “Muitas vezes o briefing existe de maneira mais geral, mas uma das primeira coisas que a equipe tem que fazer na primeira fase é fazer um zoom in do briefing e captar tudo, pois as vezes o caminho que o design toma precisa ser discutido com o stakeholders, como ventilação natural, temperaturas aceitáveis, brises. Os FM (facilities managers) precisam estar incluídos, pensando na exequibilidade da operação e manutenção do edifício. O documento é essencial, mas como o edifício não está definido no dia zero, ele estará definido bem mais tarde do que isso, ele precisa ser como um documento vivo que vai sendo atualizado e que tenha flexibilidade para ser atualizado, para acomodar estas mudanças”.

“O briefing mínimo que se tem aqui é o relacionado às normas e regulamentações e o de programa com áreas definidas. Alguns clientes desenvolvem, alguns possuem metas ambientais como níveis de certificação, alguns são muito bons e bem detalhados, não são tantos, um bom exemplo é da LSE<sup>30</sup> mas eles estruturaram esse documento, mesmo porque eles irão gerenciar o edifício. Quando edifícios são construídos para venda estão menos interessados nisso, ficando normalmente restritos às normativas. Quando um cliente, que será proprietário, não tem um documento pronto nós ajudamos o cliente a estabelecer um, reavaliar e discutir metas que foram estabelecidas. Muitos clientes para edifícios de escritórios acabam seguindo aqui em Londres, o British Council of Offices Guidelines (BCO) que acaba virando uma referência de mercado. Outra requisição que está sendo solicitado é o da certificação WELL”, comenta Klaus Bode.

“Muitos clientes te fornecem o briefing, outros nos pedem para que desenvolvamos, temos uma equipe dedicada no escritório para o desenvolvimento desta etapa, realizando pesquisas em muitos momentos junto aos funcionários... isso implica na forma do projeto e no resultado final, nos fornecendo parâmetros para o projeto” menciona Marilu Sicoli.

Mina Hasman fala, “Nós criamos sub-OPR para a equipe seguir a cada semana, para que possamos construir um edifício verdadeiramente sustentável”.

O RIBA recomenda que este documento seja desenvolvido na fase do *Preparation of Brief - Stage 1*, onde segundo o *Plan of Work*, não é requerido o envolvimento da equipe de projeto nesta etapa, essa passa a ser inserida na etapa seguinte do *Concept Design - Stage 2*, ainda segundo o

---

30 LSE é estudo de caso desta pesquisa para a cidade de Londres, capítulo 4, item 4.2.1.

*Plan of Work* o documento deve seguir “vivo” durante esta etapa, onde ainda serão feitos os ajustes necessários. Comparativamente, o que percebemos em ambas as cidades é que este documento nem sempre está finalizado desde o início do projeto, quando as equipes entram no processo. Quem majoritariamente o estabelece antes desta entrada da equipe, são aqueles proprietários que irão realizar a operação e manutenção do edifício. Algumas informações que deveriam constar neste documento dizem respeito à apresentação do orçamento e cronograma do projeto; do perfil previsto de uso e ocupação do espaço, requisito de vida útil esperada para os principais componentes/sistemas e equipamentos, além do alcance de metas específicas, como de sustentabilidade e/ou de certificações. O conteúdo do OPR ou Briefing irá variar de projeto para projeto e é mais eficaz quando desenvolvida para cada projeto específico, ao mesmo tempo em que aproveita a experiência da equipe de projeto. Com base no OPR a equipe de projeto desenvolve o chamado base do projeto (*Basis Of Design - BOD*), descrevendo em detalhes as abordagens técnicas específicas do projeto para atingir todos os objetivos incluídos no OPR.

Em ambas as cidades foi salientado nas entrevistas que o OPR tem como objetivo ser um “documento vivo” que irá sofrer alterações durante o processo, ele deve conter os requisitos para o projeto e quais as expectativas para o seu uso e operação, com informações que possam auxiliar os projetistas: (i) desde a submissão da proposta na fase de concorrência do serviço, o que nem sempre acontece em Londres<sup>31</sup> e praticamente não acontece no Brasil; (ii) Após a contratação, ser um guia comum, servir de referência para todas as disciplinas, contendo requisitos de eficiência e desempenho esperados para aquele edifício durante a fase de operação; (iii) servir de referência para uma análise comparativa na fase de operação, como medição para o desempenho. O que se percebeu no Brasil, desde que os objetivos de projeto não estão ligados a desempenho foi uma estrutura, muitas vezes relacionando este documento às premissas iniciais de projeto como programa, exigências de áreas, especificações de sistemas e padrões construtivos e de acabamentos.

Segundo Eduardo Yamada, “*O cliente procura a certificação, nunca tivemos um caso no final da construção, que o cliente volta para verificar se o OPR foi seguido, mesmo que tenha exigido isso. O contrato não está formalizado neste sentido, mesmo porque na nossa cultura o projeto caba sendo muito volátil. O OPR consegue segurar algumas coisas, mas o cliente não entende os impactos que as mudanças podem causar no desempenho do projeto, e por isso, também não exigem esse atendimento, não tem essa disciplina*”.

Eduardo Yamada também menciona que outro documento que não é estabelecido desde o princípio é o BoD, que as premissas que estão sendo utilizadas, por cada projetista enquanto o projeto está em desenvolvimento, deveriam ser discutidas e acordadas entre a equipe de *design* e incorporadas o OPR. Ele coloca que a cultura do processo brasileiro, essas premissas de projeto são inseridas na conceituação do projeto, mas acabavam sendo demonstradas apenas no final do processo, na fase de executivo, fazendo parte do memorial descritivo. Com a entrada da certificação o mercado está mudando este processo, para os edifícios de alto desempenho, passando a antecipar estas premissas para as fases de projeto preliminar e anteprojecto.

Como a parcela de clientes que irão operar as edificações é proporcionalmente menor do que os clientes que irão construir para venda ou locação, pelo que foi apurado nas entrevistas, percebe-se ser este um dos principais motivos para a diminuta constituição deste documento- OPR.

Como mencionado na fala de Klaus Bode, a normativa é decisiva quanto às metas que serão incorporadas para a constituição do OPR, sendo o mínimo que deve ser alcançado pelo edifício,

---

31 O tema é discutido no capítulo 4, item 4.1.5.1 Custo e Valor.

portanto quanto mais restritivas e com melhores indicadores de desempenho, acaba-se elevando o nível de uma maneira global dos edifícios, que é o que Londres vem fazendo. Neste sentido, as certificações no Brasil colaboraram para essa melhoria, pois os *scorecards* acabaram se tornando muitas vezes as metas a serem alcançadas. Na falta de normativas mais exigentes no mercado local, e desde que estas certificações estão baseadas em normativas internacionais, as certificações também trouxeram um objetivo específico a ser alcançado, pelos projetistas, solicitando um projeto voltado para o desempenho.

#### 4.1.5.4. PROJETO INTEGRADO

O Processo de Projeto Integrado (*Integrated Project Delivery-IPD*) ou o Projeto Colaborativo<sup>32</sup>, supõe o trabalho multidisciplinar dos vários agentes envolvidos desde o início do processo. “*Pensar de forma sinérgica entre as disciplinas*”, aponta Eduardo Yamada em sua entrevista. Este método de condução promove uma mudança no processo para os projetistas, para a coordenação do processo como também para o cliente.

Marcos Casado salienta que o arquiteto tem o papel de trazer o tema do projeto integrado ao cliente. Para Ricardo Baptista, atualmente, o processo é bastante integrado, requer-se uma colaboração muito maior de todos os agentes inseridos e, portanto, deve ser pensado desde o início. Há 30, 40 anos, o processo era mais simples para engenharia e para a arquitetura, sendo esta responsável apenas pelo desenvolvimento do *design*. Na época, o *design* restringia-se à ideia de que o edifício iria se concretizar com poucos dimensões e detalhamentos e passava-se aos engenheiros a função de fazê-lo funcionar. Hoje percebe-se o quanto esse conceito e formato de trabalho era iniciante. Ainda, o processo atual apresenta uma dinâmica distinta, com uma contribuição muito maior e cotidiana do cliente, além de tomadas de decisões bastante precoce em relação ao *briefing* e ao desempenho.

Ainda, o desenvolvimento tecnológico inseriu maior complexidade ao ambiente construído, em especial nos grandes edifícios. Essa nova realidade afetou em definitivo o processo de projeto, segundo Jack Newton, nos grandes edifícios as tecnologias apresentam alta complexidade e nos últimos 15 anos estão cada vez mais diversas. A imagem do arquiteto *masterbuilder* das décadas de 50 e 60 não cabe mais no atual contexto, dada a robustez, a variedade e a evolução dos equipamentos e sistemas inerentes ao edifício. Apesar dos engenheiros em sua maioria terem o estereótipo do arquiteto como o agente criativo, para Jack, o processo deve ser encarado de forma colaborativa e transdisciplinar, em que o engenheiro possa ser livre e incentivado à criatividade e o arquiteto à crítica, numa relação horizontal. A estética e a função possam gerar uma boa tensão e a busca pelo consenso.

“*O diálogo, a massiva colaboração entre as disciplinas acontece com base em modelos 3D, nós criamos um modelo, enviamos para os engenheiros que modelam nos programas específicos e que nos mandam de volta, este diálogo é chave nas reuniões. As discussões acontecem em cima dos modelos realizados, assim que o processo flui de maneira mais rápida, particularmente nas fases iniciais*”, comenta Jack Newton.

“*Sempre trabalhamos desta maneira integrada entre arquitetura e engenharia, hoje todos*

---

32 O tema é discutido no capítulo 2, item 2.3.6 Projeto Integrado e Colaborativo.

*falam em projeto integrado. No entanto, sempre fizemos assim, com reuniões regulares onde todos os assuntos eram discutidos entre os agentes, não existia trabalho isolado. Sempre trabalhamos com proximidade entre todos, cooperação e trabalhando em conjunto. Esse escritório sempre fez desta maneira. Meu primeiro projeto feito aqui em 1997 já continha tal abordagem”, pondera Marilu Sicoli.*

Quando analisamos as respostas das entrevistas de Londres, o que se constata é que este processo já está incorporado e se tornou cultura na metodologia do processo de projeto. Observa-se o trabalho realizado de forma muito mais colaborativa entre arquitetura e engenharia. Mesmo assim, o que foi salientado pelos entrevistados, para evitar-se o processo linear, é necessário o empenho de todos os envolvidos na equipe, garantindo assim os benefícios do processo integrado.

Segundo Mina Hasman, *“A integração é bastante trabalhosa, existe uma dificuldade em admitir o não conhecimento sobre algum assunto ou de se manter na zona de conforto, de romper a lacuna de precisar trabalhar em conjunto com o outro. Isso acaba sendo muitas vezes imposta na nossa atuação, quando a equipe de projeto é estabelecida, pois o cliente tem que contratar profissionais e especialistas.”*

O que as entrevistas demonstraram quanto ao uso do projeto integrado no contexto brasileiro é um consenso em considerá-lo como a melhor metodologia a ser utilizada para se atingir o objetivo de um edifício de alto desempenho. Nenhum dos entrevistados demonstrou posição divergente, sendo que ficou salientado a necessidade de alteração da cultura do processo para que seja possível a sua implementação. A integração impacta necessariamente a todos os envolvidos e todos tem que estar disponíveis e abertos a esta mudança. Os arquitetos, engenheiros e consultores mencionaram que estão no meio deste processo de desenvolvimento, buscando trazer essa mudança para a prática, sendo um processo de demonstração e convencimento junto aos diversos agentes. O que ficou evidente é que o processo de projeto integrado ainda está sendo incorporado, em uma etapa de assimilação e de implementação.

Os fluxos de informações, a comunicação e as tomadas de decisão no projeto integrado também são diferentes. No método tradicional este fluxo também é crescente, no integrado o que ocorre é a intensificação do fluxo no início entre a equipe de projeto e o cliente, normalmente na etapa de Projeto Preliminar, equivalente à etapa de *Concept Design*, no Reino Unido. Depois se intensifica novamente na fase de detalhamento, denominada Executivo no Brasil, e *Technical Design* no Reino Unido.

Em relação à dinâmica da integração Mina Hasman menciona *“No início do projeto, normalmente nas primeiras duas ou três semanas de projeto, acontecem as charretes de projeto. Em que todos se sentam à mesa para discutir o projeto, durante o Concept Design (etapa do estudo preliminar no Brasil). É nesse momento que se toma a maioria das decisões de projeto, porém ainda é possível fazer alterações até o final do Schematic Design (etapa de anteprojeto no Brasil), dependendo da escala do projeto, mas normalmente são de 3 a 4 meses intensos. Após esse período, as oportunidades de alterações ficam mais travadas, dificultando as adaptações futuras. Por isso é tão importante ter todos envolvidos desde o primeiro dia, trabalhando em conjunto. Precisa haver uma liderança, mas todos precisam trabalhar em conjunto e alinhados”.*

Para o cliente duas mudanças são bastante significativas: (i) o fluxo financeiro do custo de projeto, uma vez que a maioria dos projetistas precisam estar inseridos e contratados desde o início, ao invés da contratação acontecer no decorrer do desenvolvimento do projeto; (ii) a participação seja do cliente ou do seu representante desde o início no processo, principalmente na fase inicial, momento em que a tomada de decisões precisa acontecer para a continuidade do projeto.

Em relação ao papel do cliente, Ricardo Baptista expõe “*Os profissionais apresentam uma série de cenários, mas cabe ao cliente a tomada de decisão, principalmente quando relacionada a uma decisão de aluguel ou de venda. Todas as questões técnicas são definidas pela equipe de projeto, se tem uma questão estética o cliente obviamente terá uma participação mais decisiva. Para fazer uma estratégia funcionar e conseguir certos objetivos estabelecidos quanto à sustentabilidade, temos que fazer algo. É feito um aconselhamento técnico junto ao cliente para a tomada de decisão, seja diretamente ao cliente ou por meio do coordenador de projeto. Hoje em dia as coisas são muito mais integradas, não se podendo fazer a etapa de design em isolamento, sem a conversa com o cliente*”.

Daniel Toledo exemplifica o processo de projeto integrado, inclusive estabelecendo uma ligação entre o projeto integrado e a gestão de projeto (PMBOK) ele ressalta que o projeto integrado está voltado ao benefício, “*O PMBOK é utilizado em projetos mais sequenciais e que promovem pouco diálogo entre as disciplinas, é principalmente utilizado em organizações que têm uma visão mais centralizada do processo de projeto... Com um processo descentralizado e que produz uma descoordenação. Você volta ao método antigo, que não produz benefícios, que é uma espiral de projeto, de tentativa e erro. Hoje estamos em um modelo que é de curva de convergência de projeto, ele tem que ser convergente e não espiral de projeto que é divergente... O ótimo de  $(A+B+C)$  é diferente do ótimo  $(A)+(B)+(C)$ , o ótimo global produz o benefício, não é o ótimo da estrutura + ótimo da instalação... parece óbvio quando se explica. Quando se está em um espiral de projeto, utilizando o PMBOK, irá atingir ótimos locais, quando se entra em IPD com sistemas convergentes altamente colaborativos e cooperativos, que existe a confiança mútua entre os atores e que está todo mundo orientado ao benefício e não aos entregáveis, tem-se a oportunidade de atingir o ótimo global... O IPD tem 3 bases, a engenharia simultânea, a orientação aos benefícios e o alinhamento dos interesses.*”

Como mencionado anteriormente, a receptividade e o alinhamento entre as agentes do processo é um fator preponderante para se obter o benefício do projeto integrado. Klaus Bode ressalta tal aspecto, “*O projeto Integrado é difícil, mas é possível de ser atingido. É necessário que as pessoas envolvidas estejam com a mesma mentalidade para isso, fora dos limites das suas respectivas disciplinas. Posso não ser arquiteto, mas preciso estar preparado para falar sobre. Na maioria das vezes as pessoas não fazem isso, podem ser vários os motivos que os fazem a não ir ao encontro de outras disciplinas, o que é triste e um erro. Com suas experiências, seja o arquiteto, engenheiro ou o cliente podem ter ideias fantásticas durante o processo, manter a comunicação aberta e a honestidade, quanto mais agentes, mais desafiador é... A comunicação por mais que estejamos em um mundo digital nos ajuda muito, mas não acho que resolve os problemas, se os agentes não interagirem fica mais difícil para a arquitetura*”.

Mina Hasman expressa a mesma preocupação quanto a coesão necessária entre a equipe, e apresenta uma discussão que também foi mencionada em outras entrevistas, que é a questão do impacto do indivíduo no contexto da equipe de projeto. Neste sentido alguns entrevistados colocaram que independentemente da empresa que se está contratando, o papel do indivíduo também irá impactar o processo e que é algo difícil de se prever. “*É muito difícil o processo quando não se tem o cliente ativo, mas é muito mais difícil quando você não tem uma equipe ativa, alinhada a você. Fica muito mais difícil tomar as decisões necessárias se o time não está alinhado, mesmo que o cliente não saiba exatamente o que quer. Nem todos os projetistas, consultores querem essa troca de conhecimento, é difícil estabelecer um padrão, no final das contas, o que vai contar muito são os indivíduos inseridos no processo e o quanto estes estão comprometidos com ele, mesmo sendo parte de uma grande empresa. Você estando no Reino Unido nem sempre é uma garantia*”

*de melhor desempenho, já tivemos isso em diferentes locais em que tivemos alto desempenho, o que conta é o indivíduo”.*

Professor da POLI-USP, Alberto Hernandez traz um ponto importante para discussão, que é a contribuição da academia na formação dos profissionais com uma visão de integração entre as disciplinas, *“Os profissionais, de arquitetura e engenharia, terão que pensar de uma maneira diferente, isso afeta inclusive a forma de se ensinar aos alunos nas Universidades, estamos atrasados, olhando o processo segmentado, já deveríamos estar vendo o todo, para podermos atingir o processo integrado”.*

Alguns exemplos foram colocados pelos entrevistados em Londres, de como acontece a dinâmica do processo de projeto tendo como método o processo integrado.

*“Nos escritórios como Foster e no Rogers, o time se encontra uma vez por semana em workshops para projetar, após as apresentações de cada especialidade. Você acaba entrando no processo de discussão de como alguns pontos serão resolvidos, com o uso dos croquis você deixa de saber quem é o arquiteto, ou quem é o engenheiro, pois todos participam deste processo. Esse processo muda em função do perfil do escritório de arquitetura que se está trabalhando, bem como da formação destes arquitetos. A geração mais nova está mais aberta e disposta a essa integração. Com a entrada das videoconferências<sup>33</sup> nos escritórios que não tem essa “cultura” tão arraigada, os encontros têm sido realizados digitalmente. Onde cada disciplina faz a sua apresentação e discussões, não entrando na etapa final”,* apresentou Klaus Bode.

Mina Hasman comenta como conduzem o processo na SOM, *“Temos um “modelo” ou “framework” para a condução dos trabalhos, sempre temos a reunião inicial e depois charretes, reuniões recorrentes e semanais de projeto, para ter certeza de que estão todos alinhados com os comprometerimentos da SOM. Informamos ao cliente e aos consultores. Estruturamos e impulsionamos eles, para termos a certeza que “compraram a ideia” de visão que temos para aquele projeto e que ficaram comprometidos com esta busca até o fim do projeto, pois a pressão de tempo e entregas é bastante intensa, é a nossa cultura da profissão em arquitetura. Então precisamos estar sempre em contato constante com todos, tracionando, estar sempre re-alinhando e refinando o alinhamento, para ter a certeza que continuam na busca dos resultados e não retornando às suas “zonas de conforto”,.*

Mina Hasman continua sua fala, durante as reuniões semanais recorrentes de projeto com os consultores, são eleitos temas, como esta semana será abordado o desempenho energético, como podemos *impulsioná-los*, fornecendo os quantitativos, avaliando nossas premissas. É ótimo falarmos em intenções com altos objetivos, e aspirações ideais, mas quando pensamos na entrega concreta, é onde está o maior desafio.

Algumas entrevistas citaram que o movimento de inserção do projeto integrado no Brasil se deu devido à acreditação fornecida para a obtenção das certificações ambientais. Embasada nas respostas das entrevistas no Brasil, o que se constata é que o processo está em amadurecimento e em fase de implementação.

Douglas Tolaine coloca: *“Tem negócio que não acontece se não for assim, no mercado corporativo tem que ser assim desde o início, já é uma realidade... O mercado começou a entender que precisa ser integrado, o quanto a gente ganha quando tem as visões diferentes, é uma tendência... Evita o retrabalho, e retrabalho para obra é perda de produtividade. No início do*

---

33 É importante ressaltar que esta entrevista aconteceu antes do período de pandemia, onde a disseminação do uso desta ferramenta foi intensificada.

*processo já estão na mesa o arquiteto, a construtora, dois a três consultores estratégicos”.*

*“É um processo que leva um certo tempo, mas como essas coisas afetam o resultado financeiro sou bastante otimista, está havendo um movimento global em torno do IPD... Juntos podemos fazer mais do que separados...Que fique claro que não conseguimos fazer isso em 100% dos casos, mas é o começo de algo que nós perseguimos, nosso objetivo é que 100% dos nossos projetos sejam IPD e que sejam coordenados por nós.” Daniel Toledo coloca.*

*“A equipe de projeto reflete a visão da incorporadora, se ela não tem essa visão da inter-relação ela vai contratar uma equipe de projeto que reflita esse perfil e conseqüentemente vai gerir o processo da mesma maneira, na maioria das vezes estão olhando para o custo e retorno do investimento da incorporação imobiliária”, comenta Bruno Martinez*

*No entanto, um consultor afirma que “o projeto integrado não existe na prática. O conceito de projeto integrado é de todos sentados na mesa para discutir o projeto. Está repleto de reuniões em que se tem 15 pessoas à mesa e não se discute nada. O conceito do projeto integrado é quando o projetista consegue juntar as diversas especialidades e conhecimentos para uma solução única e que seja a solução capaz de cumprir com os objetivos do projeto. Para que isso aconteça, primeiro é necessário que os objetivos do projeto sejam validados pelo cliente, depois precisa de uma equipe, que seja capaz de compreender o que está por trás da concepção do outro e disposto a compreender e a ceder, ensinar ao outro do porquê e nisso chegar a uma solução. O que se faz hoje ainda é o mesmo esquema, reunião de kick-off com todo mundo junto, fornecessem um cronograma que ninguém nem viu, cronograma que a gerenciadora junto com o cliente definiu. Quando o correto seria ter discutido com os projetistas e definidos as bases de um projeto e na reunião de kick-off se apresentar esse documento e dar a chance de se comentar em cima disso.”*

José Luis Lemos, coloca que a arquitetura sempre tenta subir a régua, que tem o papel de educar os clientes, que muitos dos clientes tem vontade de mudar, mas não quer pagar o preço, não quer mudar seu processo habitual.

O que se constata é que o formato e condução do projeto no Brasil, vem sofrendo mudanças, quanto à incorporação do projeto integrado, mas não obrigatoriamente a inter-relação entre os projetistas tenha chegado ao nível de colaboração e maturidade que hoje tem sido aplicado no processo de Londres. Um ponto levantado em uma das falas de Klaus Bode e também mencionado em entrevistas no Brasil, é a questão geracional dos membros que compõem a equipe de projeto, em que gerações mais jovens estão mais abertas e dispostas a essa troca, as discussões necessárias para a concretização do projeto integrado, em ambas as cidades.

#### **4.1.5.5. EQUIPES E AGENTES INSERIDOS NO PROCESSO**

Segundo Melhado (2005), a coordenação de projeto é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo do projeto voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto. A coordenação deve ser exercida durante todo o processo de projeto e tem como objetivo fomentar a interatividade na equipe de projeto e melhorar a qualidade dos projetos assim desenvolvidos. Logo, o coordenador de projetos, para poder atuar de modo responsável e efetivo, deve possuir não só conhecimentos técnicos acerca dos assuntos sobre os quais irá coordenar, mas também habilidades de administração e liderança de pessoas, para poder gerenciar diferentes equipes de projetos e diversos interesses.

As principais tarefas a serem cumpridas pela coordenação de projetos estão relacionadas à organização e ao planejamento do processo de projeto e à gestão e coordenação das soluções desenvolvidas. Para desempenhar a contento tais tarefas, o exercício da coordenação de projetos ressoa-se, na prática, de orientações que possam nortear o trabalho e, principalmente, auxiliar a sua melhor caracterização aos olhos do empreendedor. (MELHADO,2006)

“O tempo tornou-se cada vez mais um *driver* para o desenvolvimento do *design*. Se algo pode ser entregue mais rápido, pode gerar receita mais rapidamente, reduzindo custos de desenvolvimento ou financiamento. Por outro lado, o número de restrições que precisam ser consideradas aumentou. As expectativas do cliente e do comprador são altas. Para gerenciar o tempo e as restrições, nasceu o papel do coordenador de projetos. Simplesmente, desenvolver qualquer projeto requer coordenadores de projeto que possam gerenciar restrições externas e internas e garantir que a equipe de projeto esteja trabalhando de acordo com cronograma definido. Os coordenadores de projeto não são projetistas e não têm habilidades ou experiência para influenciar a direção do projeto. Eles, no entanto, estarão familiarizados com os requisitos de um processo de *design* e terão as habilidades necessárias para garantir que um *design* seja entregue no prazo. Também é provável que sejam bem versados nos detalhes de um setor específico, complementando as habilidades do *Lead Design*. Gerenciar o *design* também requer técnicas de gerenciamento de *design*, que diferem das abordagens de gerenciamento de projetos” coloca Dale Sinclair no livro *The Lead Designer’s Handbook*.

Existe um universo de conhecimento em Gerência de Projetos registrado por profissionais que aplicam tais conhecimentos no seu dia a dia. O PMI - *Project Management Institute*, uma organização com sede nos Estados Unidos, estrutura toda a matéria pertinente à Gestão de Projetos. Sua publicação é denominada “Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos” - Guia PMBOK, e apresenta, por nas diversas áreas, os conhecimentos necessários para se gerenciar projetos, sendo eles: escopo, prazo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, risco, aquisição e integração. O principal objetivo do Guia PMBOK é identificar o subconjunto do conjunto de conhecimentos em gestão de projetos que é amplamente reconhecido como boa prática”. O PMBOK define o projeto como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo e significa que todos possuem um início e um final definidos” (COELHO, 2006).

Ainda segundo Melhado (2013) em relação ao coordenador de projetos não foi estabelecido consensualmente entre as empresas quais as atividades e qual a autonomia desse profissional, de forma que sua atuação ainda diverge muito de organização para organização, seja ela um escritório de projeto autônomo ou uma construtora. Essa divergência ocorre também de região para região, variando a atuação do coordenador desde o sentido mais amplo do serviço prestado até a simples compatibilização de projetos. Existe também uma lacuna em relação ao perfil ideal do coordenador de projetos. Em relação às competências básicas, sabe-se que este deve ter uma formação abrangente o suficiente para compreender as questões intrínsecas aos projetos e conseguir discutir com os projetistas essas questões. Porém, ainda não se estabeleceu exatamente quais conhecimentos são fundamentais para o desempenho da coordenação de projetos, nem tampouco o nível de aprofundamento do conhecimento em cada área, ou seja, qual a formação ideal para se exercer essa função.

A divergência mencionada acima por Melhado (2013), foi identificada em algumas das entrevistas, seja no âmbito da cidade de Londres, como da cidade de São Paulo.

No contexto de Londres as colocações de alguns entrevistados foram: “*Project Manager* é

um veículo, entre a equipe de projeto e o cliente”, menciona Ricardo Baptista.

“Tenho que dizer que a maior adversidade que aconteceu no processo de design nos últimos 10 anos foi a inserção do agente de project manager na equipe do cliente, isso criou uma burocracia que existe em muitas indústrias, mas no contexto da arquitetura se inseriu um novo agente “in between”. Anteriormente se entregavam edifícios extraordinários de qualquer que fossem os tamanhos e usos dos projetos e lidamos majoritariamente com o cliente... agora temos que lidar com estas organizações, que afetam o processo de projeto não necessariamente de uma maneira positiva, não quero ser desrespeitosa, com os project managers, eles podem fazer um bom trabalho mas esta estrutura criada, na maioria das vezes não existe um background relacionado ao design e com isso uma falta de conhecimento de como trabalhamos. Podemos ver a diferença quando trabalhamos com profissionais que conhecem a profissão, como fazemos, quais são os requisitos. Temos que nos adaptar, por isso que o escritório expandiu a equipe de projeto a cerca de 5 a 6 anos atrás, inserindo um project manager, passando a ter uma pessoa dedicada que acompanha o processo junto ao representante do cliente, caso haja alguma divergência quanto ao escopo; ou que alguma mudança que possa comprometer os entregáveis; ou o programa acordado, portanto eles participam de todas as reuniões ou via webex e acenam a equipe caso percebam alguma variação. É um membro da nossa organização que não está diretamente envolvida com design, mas como um guardião de todo o processo” colocou Marilu Sicoli.

“Project manager tê-los ou não envolvidos no processo, não existe certo ou errado, em muitos projetos precisamos da ajuda de alguém de fora do nosso contexto, em outras vezes o project manager pode ser muitas vezes arbitrário, porque eles têm uma percepção abstrata sobre o projeto, perseguindo um alvo... você nunca sabe, depende muito da pessoa, depende do projeto, quando se tem um project manager que tem um background do setor da construção, eu prefiro, pois genuinamente acredito que eles tenham um maior entendimento do processo, ao invés de ficar preso a metas em planilhas de excel. Em muitos momentos quando se tem um projeto mais estabelecido o project manager ajuda na condução, mas como na LSE<sup>34</sup> que é um processo mais fluido, em que você não tem um caminho certo, é um constante estudo das soluções é mais difícil inserir este agente a mais” mencionou Jack Newton.

Klaus Bode fala, “Alteração que ocorreu nos últimos 20 anos, foi a criação do papel do project manager, o agente de Real Estate que começou a influenciar os clientes ao que fazer e que normalmente não são designers. Em muitos momentos o project manager não existe, sendo ele o próprio arquiteto... nos últimos 10 anos ocorreu uma separação entre project manager e a inserção dos designers managers, que tem como função fazer a equipe se comunicar entre si, não tendo nenhuma responsabilidade quanto ao projeto mas recebendo valores cada vez maiores. Está acontecendo uma mutação da profissão desnecessária na minha visão, mas essa alteração tem sido adotada, esta poderia ser adotada em grandes projetos... o project manager pode ajudar na gestão, mas o que está acontecendo é um “revolution process,” mais e mais profissionais tem sido incluídos e o arquiteto tem cada vez mais perdido o controle, os consultores têm se tornado uma pequena parte no processo, tendo que entregar mais trabalho do que anteriormente. Este processo americano tem sido adotado, na maioria das vezes não são engenheiros nem arquitetos, têm uma formação em custo e contabilidade, o maior impacto disso é que este processo acaba formatando o processo de decisões dos clientes”.

No contexto brasileiro Daniel Toledo coloca, “Muitos usam o PMBOK para gerenciar o design, primeiro grande erro, pois ele não serve para se gerenciar a fase de design, porque não serve, porque

---

34 LSE é estudo de caso desta pesquisa para a cidade de Londres, capítulo 4, item 4.2.1

*ele está orientado para os entregáveis, o design você faz para produzir um benefício. Quando se gerencia para os entregáveis você quer saber se entregaram um corte, se entregaram um detalhe, quando você está na fase de construção, você quer usar o PMBOK porque você quer saber se entregaram a parede que estava no projeto. O projeto já estava definido, parte-se do pressuposto que executando-se o que está projetado o benefício será atendido. O desafio é ser efetivo na ideia do que foi projetado, portanto se utiliza o PMBOK para isso, quando você não sabe o objeto e está buscando perseguir um benefício, o PMBOK é destruidor de qualidade. O que não significa que você não se possa usar para o cronograma ou para documentos de requisitos, mas você tem que desorientar o projeto para entregáveis e orientá-lo para os benefícios...O PMBOK é para projetos mais sequenciais e que promovem pouco diálogo entre as disciplinas, é principalmente utilizado em organizações que têm uma visão mais centralizada do processo de projeto, com um processo descentralizado e que produz uma descoordenação, se volta ao método antigo, que não produz benefícios, que é uma espiral de projeto, de tentativa e erro”.*

*“As gerenciadoras são muito mais gerenciadoras de cronograma, custos eventualmente de entrega, do que da qualidade da solução. Não vejo a participação no processo de decisão muito forte. Eles controlam se foi enviado, se já houve retorno. Existem gerenciadoras e gerenciadoras, algumas com mais experiências em tipologias específicas nos processos”, comentou um engenheiro.*

*Arquiteto consultor menciona, “O que falta é o conhecimento do que é possível, não falta o conhecimento técnico, acho que a gente tem excelentes profissionais aqui, talvez questione os profissionais que estão dentro da gerenciadora, questiono a qualidade técnica que esses profissionais têm, pelo trabalho que eles fazem não me parecem qualificados tecnicamente”.*

Embasado nas entrevistas, é possível afirmar que o *Project Manager* é um novo agente incorporado ao longo destes últimos anos ao processo de projeto, seja no âmbito interno aos escritórios de arquitetura, seja incorporado à equipe do cliente, em ambas as cidades. Outro agente inserido no processo que foi identificado e absorvido pelos escritórios de arquitetura, bem como pelos escritórios de consultoria, foi o consultor de custos, trabalhando internamente a equipe de *design*, além da habitual equipe do cliente, durante todo o desenvolvimento do projeto. Este profissional passa a compor a equipe de *design*, acompanhando e validando o orçamento previsto para o projeto no final de cada etapa. Isso pode ser observado, no escritório da SOM, como explicado por Mina Hasman,

*“A equipe trabalha em conjunto, a metodologia da SOM, chamamos de tripé de abordagem dos projetos, a estrutura é composta por: project manager senior; arquiteto senior com background técnico; designer. Desde o primeiro dia de projeto, no mínimo são três profissionais envolvidos e que estão presentes em todos os projetos, independentemente do tamanho do projeto. Recentemente acrescentou-se o quarto pilar, pois devido ao comprometimento de produzirmos independentemente da solicitação ou tamanho do projeto, net zero carbon buildings, foi a inclusão do Sustainable Engineers Studio, que é a junção da equipe de especialistas engenheiros de MEP, colaborando com consultores especialistas de sustentabilidade, presentes predominantemente nos escritórios americanos e que trabalham inseridos na equipe mínima; ou como consultores independentes em outros projetos. Os projetos não podem seguir, desde 2019, sem este quarto representante. Quando se inicia um novo projeto hoje em Londres, o project manager responsável, conversa para saber os inputs de sustentabilidade: como o contrato será definido; quanto tempo será preciso; quais os tipos de análises que serão realizadas e os objetivos que serão atingidos... A partir disso sabemos internamente no escritório, quais e quantos membros e contratados serão necessários para compor a equipe, por quantas semanas, em quais estágios de projetos e que tipos de avaliação será entregue. Externamente ao projeto, normalmente pela escala de projeto, o cliente contrata*

*uma empresa de project management ou um representante do cliente, que fará a gestão de todos os consultores. Neste cenário temos menos inputs e controle sobre toda a equipe de projeto e do processo, tendo maior dificuldade de influenciar o cliente com as nossas aspirações e visões, se o cliente não estiver “on board”. Tem momentos em que nós contratamos os consultores, quando sugerimos aos clientes, ou este sugere e nós subcontratamos os consultores e estes então passam a ser membros da nossa equipe, assim temos uma equipe ideal e o processo é completamente diferente. Sempre que desenvolvemos projetos em outros países, mesmo que tenhamos um consultor em Londres, sempre temos um consultor local, pelo menos um arquiteto e um MEP local”.*

Segundo Dale Sinclair, nos últimos anos ocorreu uma lenta metamorfose na equipe de *design*, impactada por um crescimento na equipe de projeto e que continua a evoluir. Esta mudança foi impulsionada por clientes que incorporam e constroem edifícios e que ampliaram a sua equipe, empregando consultores internos e transformando os seus processos. A ascensão do coordenador de projeto interno ou externo levou, inevitavelmente, a alguns edifícios serem projetados por processos cada vez mais orientados ao gerenciamento de projetos que sufocam o processo de projeto. Alguns se concentraram na criação de processos de aquisições, como um meio, para um fim, assim como o aumento do método de entrega *Design and Built*, além da sobrecarga de trabalho nos especialistas subcontratados, mudando, portanto, a dinâmica entre o *design* e o cliente. Em paralelo, o papel do arquiteto como coordenador do processo diminuiu. Essas diversas evoluções das equipes de *design* e de projeto raramente são discutidas, mas a transição do *masterbuilder* para as complexidades da equipe de projeto de hoje precisa ser considerada além do foco restrito das aquisições. A equipe do projeto precisa ser re-equilibrada, enfatizando a necessidade de um bom processo de *design* que atenda às necessidades de todas as partes interessadas, ao mesmo tempo em que entregue os projetos de forma mais rápida e melhor.

Mina Hasman, na sua entrevista menciona sobre essa questão das equipes de projeto terem se expandido no contexto de Londres, “Por um lado é ótimo que possamos ter um nível de especialização e conhecimento, pois podemos potencializar e chegar a níveis de análises que apenas um profissional que esteja focado em um assunto consegue chegar, mas por outro lado, neste momento que nos encontramos é uma desvantagem, pois contamos com uma quantidade muito grande de envolvidos no processo. Especialmente em projetos muito grandes, onde teriam que haver especialistas em diversas áreas que acabam sendo descartados, por uma questão de custo, e assim uma oportunidade se vai. O processo de projeto é o mesmo, mas o montante de inputs que são inseridos a ele, está relacionado com o desejo e o valor que o cliente está disposto a investir”.

No contexto de São Paulo Daniel Toledo menciona, “A última vendors list de um projeto de alto desempenho que estamos participando, onde também somos coordenadores e quando somos coordenadores utilizando o projeto integrado, eu me aproximo da gestão deste fluxo junto ao cliente e da tomada de decisão. Na gestão do projeto integrado, quarenta e quatro empresas estavam relacionadas, em projeto e consultoria dentro do processo, os consultores vão entrando dentro de um certo fluxo decisório”.

O que foi salientado em ambas as cidades, por meio das entrevistas, é que essa é uma realidade em ambos os mercados, o alto número de projetistas e consultores especialistas, já estão inseridos nos processos, dificultando o fluxo de comunicação e a integração necessária para a obtenção dos resultados esperados, para os edifícios de alto desempenho.

“O papel do arquiteto está mudando e deve mudar no sentido de levantar a conscientização e fazer o questionamentos necessários mesmo que não tenham o conhecimento específico, e se

tem as perguntas corretas podem convencer o cliente a investir o dinheiro para contratar um expert, porque agora nós vivemos em um mundo de experts, de multiplus consultores, e que estão ficando cada vez mais granulares e granulares, e que irão alterar drasticamente a maneira como o processo de projeto está sendo seguido e que o tornaram cada vez mais ineficientes e desfragmentado. Os arquitetos deveriam voltar um pouco aos 50 e 60 e ser masterbuilders novamente, onde tem o conhecimento de um pouco de tudo. Nossos projetos mais bem sucedidos os que aplicamos o “Framework” e a constante tração dos nossos consultores, por isso eu volto ao que falei antes a atuação do arquiteto é crucial, e muito mais crucial do que era antes, precisamos de Technical Design que tem o conhecimento “geral” constantemente pushing it em diferentes áreas”, aponta Mina Hasman

Bruno Martinez menciona sobre o contexto brasileiro, “O crescimento das consultorias é devido a haver um espaço no mercado, a engenharia não tem horas técnicas para estudar e desenvolver soluções, o arquiteto está mais preocupado em resolver questões mais ligadas a estética e técnicas relacionadas a arquitetura, surgindo assim espaço para as consultorias. Estamos percebendo que algumas empresas estão tentando incorporar isso no processo de projeto, isso no mercado, pois nem os engenheiros querem sair das suas posições conhecidas hoje, então vai surgir um profissional ou consultoria que preencha essa lacuna e que faça a integração e comunicação entre as melhores sinergia, entre todas as disciplinas e não apenas olhando o sistema”.

Esse profissional que possui uma visão técnica, ao mesmo tempo holística do processo do projeto, foi preenchido no contexto de Londres, por dois novos agentes arquitetos, justamente pela formação mais abrangente deste profissional, que são o *Client Advisor* e o *Lead Designer*. Esses profissionais têm papéis bem definidos e estão inseridos nos documentos e ferramentas do *Work of Plan* do RIBA<sup>35</sup>.

Segundo descrição do RIBA, um *Client Advisor* é um arquiteto experiente que pode ajudar o cliente de várias maneiras, principalmente em relação a questões relacionadas ao *design*. Eles podem estar em melhor posição para aconselhar sobre as práticas arquitetônicas que devem estar nos requisitos da proposta para o arquiteto, além de preparar os Estudos de Viabilidade e auxiliar o Cliente na formulação dos Requisitos Iniciais de Projeto, estabelecendo os objetivos de desempenho para o edifício, para o terreno em específico.

Dale Sinclair, (2019), apresenta o papel do *Lead Design*, como sendo crucial na condução do trabalho da equipe de *design*, coordenando os esforços de *design* e fazendo a ligação com a equipe de projeto, incluindo o cliente, as partes interessadas e o construtor, para determinar as restrições do projeto e refinar o *briefing* do cliente à medida que ele se desenvolve. Equilibrando os requisitos estéticos e funcionais, sendo indispensável o conhecimento de um *designer* e do envolvimento no processo de *design*. A equipe de *design* é composta por um conjunto diversificado de indivíduos com diferentes habilidades e experiências profissionais. O momento e a necessidade dessas habilidades variam de projeto para projeto, dependendo de muitos fatores, incluindo o segmento, a complexidade do projeto, o terreno, o *briefing* do cliente, os desafios impostos pelas ideias e conceitos iniciais do arquiteto, os prazos disponíveis e o orçamento definido.

Ele segue descrevendo a função de *Lead Design*, como sendo criada em resposta aos diversos desafios atuais, reconhecendo que alguém precisa liderar e dirigir a equipe de *design*, conduzindo-os aos desafios do processo de *design* cada vez mais complexo, com as crescentes demandas de sustentabilidade. Em muitos casos, não há solução certa ou errada, ou um caminho

---

35 O tema é discutido no capítulo 2, item 2.3.4 Etapas de Projeto

direto, a condução das decisões de coordenação à conclusão, requer bons conhecimentos técnicos e capacidades exemplares de colaboração, comunicação, persuasão e negociação, bem como a necessidade de compreender os desafios da tomada de decisão e a necessidade de ouvir as opiniões dos diferentes intervenientes que contribuem para a tomada de decisão, garantindo que o *design* seja entregue no prazo e de acordo com o visão do cliente e dentro do orçamento.

Como mencionado, não foi identificado por meio das entrevistas, este agente de coordenação da equipe, com visão holística da inter-relação necessária entre as disciplinas, auxiliando a tomada de decisão sob a ótica da técnica e das demandas e necessidades do cliente, que assume essa função formalmente na equipe de projeto, no contexto de São Paulo.

O que foi salientado é que outros agentes têm buscado suprir essa lacuna sendo eles: (i) o consultor da certificação ambiental, porém este não possui uma relação de hierarquia frente aos outros membros da equipe; (ii) o agente comissionador, que procura se inserir desde a fase inicial do projeto, pertencendo a equipe do cliente e revendo e analisando os projetos. O processo brasileiro tem uma forte influência do modelo americano, grande parte devido a expressão da certificação LEED no contexto local. Como muitas das empresas que prestam esses serviços no Brasil, atuam em ambos os segmentos, o que se percebeu é que existe uma dubiedade quanto a estes papéis.

Segundo o ASHRAE *Green Guide v5*, o comissionamento da fase de projeto promove a comunicação, identifica desconexões, questiona elementos de projeto que possam parecer incorretos, além de compartilhar experiências com os projetistas, para produzir um melhor conjunto de documentos contratuais e um melhor edifício de alto desempenho. As revisões de comissionamento do projeto focam na avaliação do projeto no cumprimento dos requisitos descritos no OPR. As revisões de projeto pelo comissionamento também podem verificar aleatoriamente o processo de controle de qualidade do projetista, identificando problemas de projeto sistêmicos que levam a possíveis ordens de mudança, incluindo informações ausentes ou equivocadas e detalhamentos insuficientes, que são necessários para orçamentos precisos e tomadas de preços competitivas. As revisões de projeto podem reduzir o risco para o proprietário e para a equipe de projeto, permitindo que correções sejam feitas com o menor custo possível, e reduzindo os pedidos de informação, instruções suplementares ou impactos no cronograma.

Eduardo Yamada comenta que em apenas uma pequena parte dos projetos o comissionamento entra desde o começo, normalmente sendo contratados nas etapas finais do processo, ele também coloca que *“A equipe de projetos e comissionamento faz toda uma análise, claro dentro dos critérios do LEED, mas também de normativas brasileiras e também da questão funcional dos sistemas, precisa analisar os projetos para saber se as informações mínimas estão constando em projeto, se não o instalador lá na obra irá fornecer aquilo que está no projeto, se está errado ou se faltou alguma informação em projeto, ele não vai fazer, por isso a análise crítica de projeto é vital, é onde precisamos investir tempo e dinheiro, nós como consultores é que temos que fazer isso”*.

Luiz Henrique Ceotto faz uma colocação que nos Estados Unidos o comissionamento é obrigatório, por ser onde se afere o desempenho do edifício, que ainda é praticado o comissionamento estendido durante dois a três anos após a entrega da obra, sendo utilizada a simulação energética, realizada durante a fase de projeto, como referência. A prática do comissionamento estendido no Brasil, nos edifícios comerciais, tem acontecido na maioria das vezes relacionado aos requisitos da certificação LEED O&M.

## Duração do Empreendimento do Início do Projeto à Entrega do Edifício

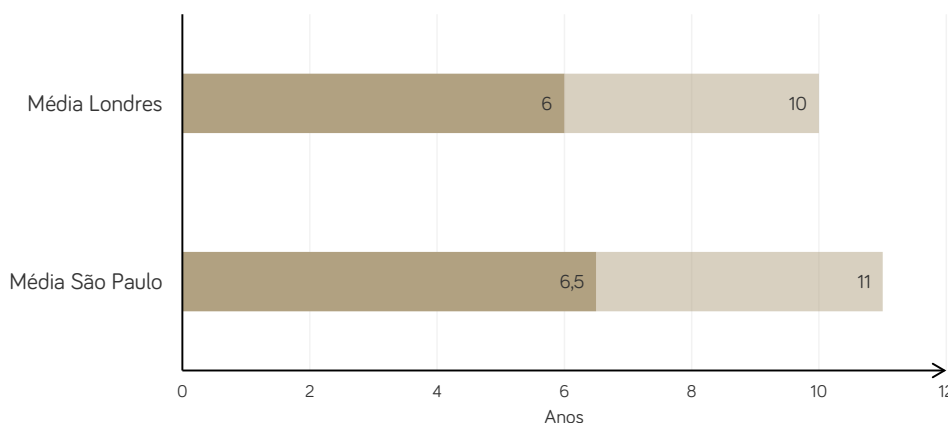


Gráfico 34 - Duração do Empreendimento do Início do Projeto à Entrega do Edifício

Fonte: Produção Própria

### 4.1.5.6. TEMPOS E CICLOS DE PROJETO

O Gráfico 34 apresenta um resumo dos Ciclos de projeto, sendo contabilizado o período desde o início até a entrega do edifício, fornecidos por alguns dos entrevistados, sendo Londres com médias de 6 a 10 anos, e no Brasil de 6,5 a 11 anos.

Exemplos de dois entrevistados, sendo um em cada cidade estudada:

Luiz Henrique Ceotto, detalhou alguns dos tempos de projeto para a cidade de São Paulo.

Processo de prospecção, compra do terreno e projeto de prefeitura: 1,5 a 2 anos

Aprovação de projetos e licenças de construção: 1,5 a 6 anos

Período entre o lançamento e a fase antes da construção: 6 meses a 1 ano

Período de construção: 24 a 36 meses

Entrega definitiva aos clientes e desligamento do financiamento: de 12 a 24 meses

Período total do empreendimento: 6,5 a 11 anos

*“O que demorava 6 meses em NY, aqui no Brasil demorava até 6 anos para a aprovação, o peso da burocracia é muito grande. Os prazos de obra no Brasil são duas vezes e meia maiores que os prazos nos Estados Unidos. O aprovar rápido é para projetos menores que teoricamente deveria ser 3 meses, porém leva entre 6 a 8 meses”.*

Mina Hasman, detalhou apresentou os tempos do ciclo de projeto, para a cidade de Londres, *“Os ciclos usuais de projeto costumam ser bastante extensos, ciclos do início de projeto a entrega das chaves da obra, como o Manhattan Loft Gardens, foram de 10 anos, e é um trabalho intenso manter as pessoas no mesmo alinhamento. Claro que a fase de projeto é mais curta, mas é justamente onde as decisões são tomadas. Não temos a visão exata dos dez anos à frente, mas temos que ter certeza, pelo menos com nosso design, que teremos uma adaptabilidade no edifício, para que este não esteja obsoleto quando for finalizado”*(Figura 64, 65 e 66).

| NBR   São Paulo  | Estudo Preliminar         | Anteprojeto      | Projeto para Execução | Tempo Total   |
|------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|---------------|
| Daniel Toledo    | 3 meses (+30 viabilidade) | 6 a 8 meses      |                       | 9 a 12 meses  |
| Douglas Tolaine  | 14 a 18 meses             |                  |                       | 14 a 18 meses |
| José Luis Lemos  | 12 a 14 meses             |                  |                       | 14 a 14 meses |
| Eduardo Yamada   | 2 meses                   | 6 meses          | 1 ano                 | 20 meses      |
| RIBA   Londres   | Concept Design            | Developed Design | Technical Design      | Tempo Total   |
| Ricardo Baptista | 6 a 18 meses              |                  |                       | 24 meses      |
| Klaus Bode       | 3 meses                   | 4 a 5 meses      | 6 meses               | 18 meses      |

Tabela 6 – Tempos estimados das etapas de design

Fonte: Produção Própria

## Tempos de Projeto

A Tabela 6 apresenta um resumo dos tempos estimados pelos entrevistados para as etapas de desenvolvimento do design, como são estimativas relacionadas a tempos de projeto hipotético, percebe-se uma margem grande quando estes são analisados. O que se abstrai é que o tempo acaba se equiparando entre as duas cidades.

### Tempos estimados pelos entrevistados, na cidade de São Paulo:

Daniel Toledo menciona em sua entrevista: *“Do início, ao ponto de decisão da geografia geral do projeto, com definições de fluxos e atributo, o produto demora em geral 180 dias pelo IPD, aumentamos o prazo de estudo preliminar fazendo em 90 dias. Chegar com o projeto compatibilizado e onde todos os sistemas precisam estar definidos, para o ponto de tomada de decisões importantes. Depois em 15 dias protocolamos na prefeitura, em paralelo com a liberação do alvará para a execução, que demora em torno de 150a 180 dias, portanto temos 6 meses entre início de anteprojeto e projeto executivo liberado para a obra. Totalizando entre 9 a 12 meses de projeto”*.

*“Demora muito para começar, planeja-se pouquíssimos o tempo real, aqui é menor se comparado aos projetos que fazemos internacionalmente, 14 a 18 meses para projeto completo, com todos trabalhando e aprovação, prefeitura entre 4 a 5 meses”,* aponta Douglas Tolaine.

José Luiz Lemos fala que: *“Em torno de 2 anos de projeto, 5 na etapa de construção, se não ocorrem interrupções de 12 a 14 meses - processo no stop de triplo AAA “*.

*“O projeto de 1 ano é muito difícil, a média é de 2 anos, do início até o liberado para obra, a obra pode começar antes do término do projeto. O Estudo Preliminar é mais rápido 2 meses de projeto, o anteprojeto 6 meses, o projeto executivo em torno de 1 ano, irá depender das revisões de projeto. O impacto do legal, o gargalo é sempre o projeto legal.”*pondera Eduardo Yamada.

### Tempos estimados pelos entrevistados, na cidade de Londres:

Ricardo Baptista descreve: *“O tempo do processo de projeto da LSE foi de 2 anos, que para o tamanho do edifício é normal, edifício de 100 milhões de maneira mais simplificada, o Concept Design e o Develop Design demoram em torno de 6 meses a 18 meses, se for feito de maneira contínua pode ser feito até mais rápido, mas sempre no final de cada uma destas fases tem o que chamamos de VE - Value Engineering, para acertar o orçamento. No Reino Unido temos a*



Figura 64 – Esquerda  
 | Manhattan Loft  
 Gardens - SOM |  
 Fachadas sul e oeste  
 Fonte: Archilovers



Figura 65 – Direita  
 | Manhattan Loft  
 Gardens - SOM |  
 Fachadas norte e oeste  
 Fonte: Archilovers



Figura 66 – Manhattan  
 Loft Gardens - SOM |  
 Detalhe Fachada  
 Fonte: Dezeen

*questão do Planning, que é um tema muito importante do processo. Muitas vezes temos a fase do Concept e na sequência vai para o Planning e o projeto acaba ficando paralisado até a resposta positiva, aí o projeto recomeça. Hoje em dia o processo de design é muito ágil e pode perfeitamente adaptar-se aos tempos que são requeridos. Temos situações de projetos controversos que vão para o Planning, ficam 1 ou 2 anos, mas quando voltam já estão desatualizados, pois foram feitos com tecnologias que já foram superadas, o fato de ter um processo mais rápido pode ajudar neste ponto de vista, pois se estará mais perto das novas tecnologias”.*

*“O tempo Europeu e o Americanos são muito parecidos, para projetos de \$100 milhões em torno de uma ano e meio, no desenvolvimento do projeto, para todos os estágios. Em torno de 3 meses para o Concept Design, 4 ou 5 meses para o Schematic Design e 6 meses no Detail Design. Não se precisa de muito mais tempo no Detail Design de um projeto médio, para um projeto grande, mas se precisa de mais tempo no Concept e Schematic Design para que se possa levantar o custo de maneira bem feita. Para o Planning Permission para Londres, antes de se submeter se pode fazer uma pré-submissão, pode-se aplicar sem a prévia, mas corre-se o risco de receber uma rejeição, normalmente se faz no final do Concept Design ou no início do Schematic, dependendo do quão ágil se quer ir, a pré-submissão são 6 meses, após a submissão de 6 a 9 meses para se ter o resultado, talvez você tenha que fazer alterações, existe também a fase de consulta pública. É um consumo grande de tempo nesta fase aqui no Reino Unido”* coloca Klaus Bode.

#### **4.1.5.7. FERRAMENTAS**

##### **4.1.5.7.1. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL**

A crescente influência de questões de desempenho ambiental no projeto arquitetônico de edifícios, incluindo conforto e energia é observado desde os anos de 1990, tem sido acompanhada do uso de simulações computacionais, tanto como uma ferramenta de avaliação do desempenho da arquitetura propriamente dita, como de integração entre as disciplinas de arquitetura e engenharia, em especial entre as equipes europeias de projeto. (GONÇALVES; BODE, 2014)

A cobrança crescente pela quantificação do consumo de energia em edifícios ao redor do mundo fez das simulações computacionais de desempenho energético e ambiental uma parte essencial do processo de projeto. Os métodos de avaliação de desempenho apoiados em técnicas de simulação computacional vieram aprimorar o processo de projeto com a investigação criteriosa sobre o impacto dos vários aspectos arquitetônicos e do programa de atividade de desempenho ambiental dos edifícios. (GONÇALVES, et al, 2014)

De acordo com Gonçalves e Bode, (2014) às simulações computacionais tem o papel de testar, validar, aprimorar e mesmo ilustrar as estratégias de projeto para um melhor desempenho ambiental dos edifícios. Apesar dos estudos com simulação computacional adicionarem complexidade ao processo de projeto, em essência, uma avaliação de desempenho ambiental com o auxílio desses programas oferece a possibilidade de simplificação e aprimoramento dos projetos de arquitetura e sistemas prediais, para um melhor desempenho ambiental

Ainda, as ferramentas de simulação são fundamentais para as avaliações de cenários futuros. As mudanças climáticas afetam a demanda de energia dos edifícios no futuro, sendo uma forma viável de avaliar quantitativamente esse impacto por meio das simulações do edifício (ZHU et al, 2016). Nas simulações, o arquivo climático detalhado é imprescindível, quando este é baseado em modelos de dados meteorológicos para o futuro, permite a análise do desempenho do edifício em diferentes cenários de aquecimento global (ZHU et al, 2016). Arquivos climáticos futuros das principais cidades mundiais já são disponibilizados, considerando diversos cenários de mudanças climáticas. No entanto, os estudos de cenários futuros ainda não é uma prática de mercado para avaliação de desempenho dos edifícios e pouco exigida ou contemplada em normativas e certificações. Certificações como o BREEAM, em sua última revisão inseriu avaliações de desempenho futuras e observa-se um movimento em incorporar tais análises para os atuais projetos, principalmente na Europa.

Há uma necessidade de ferramentas de apoio à decisão que integrem a simulação de energia no projeto inicial de edifícios de energia zero na prática arquitetônica. A experiência com avaliação pós-ocupação de NZEBs construídos, mostra que o projeto de edifícios de alto desempenho não é intuitivo, e que as ferramentas de *Building Performance Simulations (BPS)* são parte fundamental do processo de projeto. A natureza dos objetivos para o alcance dos NZEBs requer a criação antecipada de modelos de energia durante as fases de projeto pré-conceitual e conceitual (HENSEN, 2012).

Metodologicamente, sabe-se que o maior benefício dos procedimentos analíticos e das simulações computacionais para a análise de desempenho ambiental reside nas etapas iniciais de projeto, concomitante à definição do partido arquitetônico. Quando aplicado somente nas etapas finais do projeto, o seu papel se resume somente em uma ação corretiva e restritiva, muitas vezes, resultando em uma contribuição marginal para o desempenho ambiental dos edifícios. Ao contrário disso, quando incluídos nas etapas de concepção e consolidação do projeto, permitem que as simulações passem a fazer parte do processo de criação das soluções projetuais, efetivamente dando forma e qualidade à arquitetura. (GONÇALVES, et al, 2014)

Gonçalves e Bode (2014) colocam que somado ao cumprimento de exigências de regulamentação energéticas, assim como o interesse em processos de certificação, a avaliação de projetos por meio de programas de simulação computacional se tornou uma etapa obrigatória no processo de projeto de edifícios associados com algum tipo de regulamentação energética ou ambiental. Entretanto, nesses casos, a simulação pode não passar de uma simples verificação de desempenho para efeitos de comparação como um *check list* de metas e critérios sem necessariamente ter uma influência significativa no projeto arquitetônico.

A tecnologia aplicada diretamente ao projeto, com a utilização de softwares para desenho e simulações, vem alterando gradativamente o processo de projeto. As simulações, têm sido uma ferramenta fundamental principalmente na fase inicial de projeto (*Concept Design*) onde acontece uma maior concentração dos estudos, para dar suporte e informar aos agentes e ao cliente. A simulação na fase inicial de projeto, em que todos os agentes inseridos no projeto desde o início, trabalhando com a simulação como um suporte para o conhecimento e para a tomada de decisão, conseguindo desta maneira tirar o proveito máximo das estratégias passivas, conseguindo assim uma melhor qualidade do ambiente interno como iluminação natural, ventilação natural; interligando com as estratégias ativas de sistemas, equipamentos e controles, minimizando assim os consumos de energia e emissões de carbono, para aquele edifício.<sup>36</sup>

---

36 Algumas Metodologias são apresentadas no capítulo 2, item 2.3.5.

Mina Hasman ressaltou na sua fala, que as três primeiras semanas são fundamentais para se atingir os objetivos estipulados para o projeto, após este período fica muito mais difícil inserir novas estratégias ou mudar as que foram definidas. Ela menciona que: *“O escopo tradicional de um consultor quando contratado, é realizar a modelagem de energia e as avaliações de desempenho quando o design já está consumado e assim não há possibilidade de informar o design, então adiantamos o processo o quanto possível, para os estágios iniciais. Nosso processo é o mesmo, sendo que o “Framework” é o mesmo, a tração aos consultores é o mesmo, porém de um a dois anos para cá, devido ao comprometimento de produzir independentemente da solicitação ou tamanho do projeto todos edifícios sendo Net Zero Carbon. Estamos, portanto, fazendo agora ligeiramente diferente, buscando quantificar em ordem de grandeza para chegar a um edifício Net Zero Carbon. Sistemas ou tecnologias podem contribuir para obter o edifício Net Zero Carbon, quais as escolhas das estratégias, e equipamentos que serão implementados, desde sistemas em LED na iluminação, Fancoils, Sistemas de VAV, Painéis Fotovoltaicos, quais as porcentagens de redução de cada estratégia. Criamos tabelas em colunas de onde estamos e de onde queremos chegar. Com certeza nós apresentamos o impacto que as estratégias passivas têm no projeto, mas também as estratégias ativas de MEP e Renewables. Tipicamente nós fazemos as análises no final do Schematic Design onde o projeto já está mais maduro e definido, mas estamos trazendo esta análise para ainda mais cedo na discussão do projeto. Nos concursos por exemplo, para a segunda semana, pois nos demos conta que no Schematic Design já é muito tarde. Precisamos fazer esforços ainda maiores com os arquitetos e engenheiros, para trazer esta discussão ainda mais cedo no projeto, pois se deixamos para mais tarde no processo, vamos perder muitas oportunidades de implementação das estratégias que seriam possíveis, para se alcançar um edifício Net Zero Carbon”.*

Segundo Klaus Bode e Ricardo Baptista, as simulações ajudam a acelerar o processo das discussões e do entendimento entre a equipe do projeto, ao mesmo tempo o número de estudos *“what if”* também aumentou ampliando o leque de possibilidade a serem analisadas no projeto, testando as diferentes soluções, avaliando as melhores alternativas. Esta etapa de concepção de projeto é a mais curta em tempo, se comparada às outras fases, porém é justamente nela que as decisões para o alcance dos objetivos do projeto, precisam ser analisadas para o sucesso no resultado.

*“O uso de ferramentas como os estudos paramétrica feitos pela AKTII, USD e alguns escritórios de arquitetura, buscam fazer o maior número de trações possíveis a equipe de design, para levar a discussão 20 estudos, que avançam para 5 e são apresentadas 3 ao cliente, isto hoje em dia é feito de uma maneira muito mais rápida”,* menciona Ricardo Baptista.

Klaus Bode coloca, *“A automação, com uso de programas específicos para desenho, deu a impressão que se poderia fazer as coisas mais rápidas, o que é verdade, mais ao mesmo tempo acabam-se realizando muitos outros estudos, indagando mais o design com os “what if”, antigamente você fazia vários croquis pensava e discutia e era aquilo, seguia em frente, não entrávamos em tantos detalhes... De 5 anos para cá o crescimento dos estudos e análises do desenho paramétrico e generativo, pode ser utilizado para informar o design. Para muitos, de uma geração anterior isso ainda é novo, a nova geração está mais aberta e atenta a respeito, mais uma vez a cultura e a formação dos escritórios de arquitetura influenciam, alguns escritórios estão mais abertos às análises de environmental do que outros. Arquitetos como Calatrava e Zaha criam a forma e você precisa seguir aquele desenho, consegue alterar até certo ponto. Escritórios com Rogers que abraçaram a engenharia como parte integrante da arquitetura essa troca é mais intensa”.*

No contexto de São Paulo, as simulações que normalmente não eram inseridas no desenvolvimento do processo de projeto começaram a ser introduzidas. Dois fatores foram fortes incentivadores para sua inserção, o primeiro se relaciona a modelagem de energia, utilizada como comprovação de redução energética para a certificação LEED; o segundo vinculado à norma de desempenho NBR 15575. O que ficou salientado é que em ambos os casos o uso destas simulações acontece majoritariamente nas fases mais avançadas do projeto, perdendo a capacidade de influenciar as decisões fundamentais de *design*.

Fabiano Ferreira, pontuou que na grande maioria dos projetos as simulações são inseridas entre o ante-projeto e o projeto executivo, não havendo um “bate-bola” para testar alternativas e qualificar o projeto, elas acontecem pontualmente no processo, como forma de validação do potencial de economia, principalmente durante o processo para as certificações ambientais.

(A simulação) *“Está sendo inserida em estágios mais avançados na etapa de executivo, quando os clientes a partir do projeto detalhado conseguem fazer o levantamento dos custos, e acabam fazendo uma avaliação se vale a pena ou não entrar com a certificação, aí fazem uma primeira avaliação e tendo potencial avançam para a certificação e a modelagem energética. Muito poucos projetos utilizam desde o começo as simulações para dar orientações aos projetistas e para qualificar o projeto. A questão de se colocar a simulação desde o início pode facilitar a tomada de decisão. A questão é que o projeto já está em um nível de desenvolvimento que não é possível fazer muitas mudanças. As propostas que são feitas têm que ter o mínimo de impacto no projeto, primeiro foco é a iluminação, depois o ar-condicionado, a preocupação está em obter a certificação e não na qualificação de desempenho e do conforto”* pontuou Alberto Hernandez.

Eduardo Yamada também ressalta, *“Este é o nosso grande desafio nos últimos anos, queremos que o arquiteto e o cliente entendam a simulação energética, não para dar ponto no LEED, ela é uma ferramenta de projeto que vai ajudar o arquiteto, a ferramenta nada mais é do que integrar tudo, apontar os consumidores e a geração de custo de energia. Os engenheiros de ar condicionado simulam e utilizam as ferramentas para definição do cálculo de carga térmica, não simulam para ver consumo, estratégias, mudar vidro, eles usam para calcular quantos TR terá o prédio de demanda”*.

Eduardo Yamada continua, *“Quando entramos tardiamente é quando temos que revisar o projeto. Hoje conseguimos mudar a entrada no projeto, temos entrado mais no início, fazendo a modelagem e criando cenários, como alteração de vidro, com peitoril e sem peitoril, iluminação e ar condicionado. Criamos uma credibilidade com os projetistas, hoje com a modelagem, os projetistas estão refinando os projetos e incorporando algumas estratégias, os projetistas mais antigos são os mais resistentes quanto a estas mudanças”*.

O uso das simulações para *environmental design* está começando a ser mais difundida no mercado brasileiro. Alguns profissionais mencionaram que tem conseguido entrar desde a etapa inicial inserindo o uso de estratégias passivas e buscando minimizar consumos relacionados a energia, além de qualificar o conforto e desempenho para o ocupante.

Atualmente, o mercado brasileiro, muito impulsionado pela norma de desempenho, tem demandado a inserção das avaliações em estados mais iniciais de projeto. O processo ainda é bastante rudimentar, mas estamos conseguindo demonstrar a importância e a grande contribuição de estarmos inseridos no processo desde o início. Utilizamos uma diversidade de avaliações de acordo com cada estágio do projeto para que o cliente, arquiteto e projetista tenham informações para tomada de decisões, muito focada em estratégias passivas para atenuação do consumo energético. *“Quanto às estratégias passivas, o que vemos de potencial tentamos trazer na simulação,*

*alguns projetistas trazem algumas ideias. Quando é um prédio que vai buscar LEED somos nós que tentamos inserir. Para as estratégias ativas, a consultoria e a modelagem são vitais, desde as especificações de equipamento, luminárias, envoltória, chillers, roda entálpica... somos nós. Cada vez mais entendo que um edifício não precisa ter uma mega automação, o que vai baratear a parte de sistemas e instalação vai ser a envoltória, se ela for bem concebida se consegue minimizar o sistema de ar condicionado e ter uma iluminação mais barata”,* descreve Eduardo Yamada.

Quanto à inserção das simulações nas etapas de projeto no Brasil o que foi identificado, é que o processo está em meio a uma mudança, que os agentes envolvidos como o arquiteto, a equipe de projeto e o cliente estão entendendo que é possível inserir a consultoria de simulação ao processo existente. Alguns entrevistados mencionaram que tem se inserido ao processo desde a etapa de estudo preliminar, testando cenários e fornecendo análises para a tomada de decisão.

Carolina Leme pontua: “ A ideia é exercitar um trabalho colaborativo desde o início. Então, mesmo em demandas mais padronizadas ou em equipes mais tradicionalistas, tentamos desenvolver uma relação que permita nossa inserção precoce, participando ao máximo de todo o processo, por meio de uma comunicação efetiva e contribuindo para a qualificação do projeto. Percebemos que apesar de não ser prática de mercado, quando conseguimos estabelecê-la o cliente e os projetistas enxergam valor no processo de projeto e passam a demandar tal dinâmica nos projetos subsequentes.

Consultor coloca, “Tem alguns escritórios de arquitetura que vão realmente procurar entender a essência por trás do trabalho que a gente faz e eles vão se esforçar para projetar conforme algumas diretrizes, no outro espectro existem escritórios que simplesmente ignoram o que a gente fala... Geralmente quem traz é o cliente, só que ele não acontece porque faltou objetivo ou porque estamos lá para validar uma ideia do arquiteto. Quando o arquiteto quer, ele faz acontecer”.

O que foi possível perceber é que o volume de estudos e cenários testados, durante o processo em Londres, é muito maior em comparação ao que se realiza em São Paulo, além das ferramentas já estarem inseridas na cultura do processo local. Em São Paulo, muitos dos escritórios de arquitetura já têm o conhecimento da importância da ferramenta para a qualificação do projeto de alto desempenho, iniciando o uso de algumas destas ferramentas para análises preliminares internamente. O que foi mencionado em algumas entrevistas foi a busca destes agentes, principalmente de arquitetura, em fazer essa inserção no mercado, demonstrando a relevância do uso destas ferramentas e estratégias, que têm conseguido fazer isso de maneira ainda bastante pontual.

Um ponto levantado nas entrevistas por Fabiano Ferreira e Alberto Hernandez Neto foi quanto ao conhecimento de quem está realizando a simulação, da importância das calibrações dos modelos e das simulações, além do estabelecimento das premissas que serão necessariamente adotadas, principalmente quando se está em fase inicial de projeto, quando não se tem todas as informações ainda definida.

A fala de Alberto Hernandez aponta, “*Temos um número pequeno de profissionais simuladores no mercado, se comparado com o exterior, a predominância é do uso do Energy Plus. Desenvolvemos pesquisa mostrando que a calibração do modelo é muito sensível para quem está construindo o modelo, para quem está simulando, o resultado chegou a ter 100% de diferença no consumo de energia do edifício. Portanto a formação deste profissional é muito importante, você precisa ter um conhecimento da física por trás da simulação, para ter uma análise crítica dos resultados desta simulação, as premissas adotadas precisam ser definidas, além de entender qual informação você precisa extrair daquela simulação, pois isso irá impactar no softwares e nos*

*plugins utilizados, bem como na maneira que o modelo será construído. Prerrogativas do pessoal de simulação é que você tenha um outro profissional que irá confirmar as premissas adotadas”.*

Eduardo Yamada também menciona a questão do estabelecimento das premissas nas simulações, *“Simulações energéticas quando fazemos desde o início muitas premissas precisam ser adotadas, pois não temos informações ainda em projeto, cargas de iluminação, equipamentos, em muitos momentos temos que fazer a última modelagem no executivo e ainda assim faltam informações, tem que deixar claro quais as premissas que foram consideradas”.*

#### **4.1.5.7.2. FERRAMENTAS DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIM**

A indústria da construção, como qualquer setor produtivo, necessita realizar esforços para lidar com a complexidade de seus processos, que compreendem grande quantidade de documentos e pessoas, a fim de evitar problemas e perdas. Esses esforços incluem alterações em estruturas organizacionais, processos e tecnologias. A Modelagem da Informação da Construção, ou BIM (do inglês, *Building Information Modeling*) é uma abordagem para o projeto, construção e gerenciamento de instalações, considerada um dos mais promissores desenvolvimentos nessa indústria (EASTMAN et al, 2014).

BIM é um processo aperfeiçoado de planejamento, projeto, construção, operação e manutenção que usa um modelo-padrão de informação mecânica legível a cada instalação, nova ou velha. Esse modelo contém toda a informação relevante, criada ou associada àquela instalação em um formato acessível a todos durante o ciclo de vida (*National Building Information Modeling Standard, NBIMS*).

*Building Information Modeling* é um processo de gerenciamento do uso de modelos de construção 3D digitais que facilita a colaboração no processo de projeto. Um modelo BIM contém todas as informações necessárias para definir o desenho do projeto. O uso do BIM demonstrou benefícios tanto no projeto quanto na construção, melhorando a qualidade, reduzindo custos e reduzindo prazos. Como resultado desses benefícios, o uso do BIM se tornou obrigatório nos projetos com financiamento público no Reino Unido, bem como no Brasil. *Building Information Modeling* pode permitir uma comunicação maior e mais eficaz de detalhes e quantidades de um edifício entre projetistas, arquitetos e trabalhadores da construção. O modelo é compartilhado geralmente em um formato digital 3D com precisão significativamente maior, quando comparado ao formato CAD em 2D. A distribuição dessas informações cria um ambiente ideal para que os envolvidos em um projeto trabalhem juntos de forma eficiente e colaborativa.

Inserida no processo BIM, a análise de desempenho ambiental possibilita a predição das condições de conforto e eficiência energética do edifício, e passa a ser mais um instrumento de avaliação, direcionando as decisões projetuais de maneira integrada aos diversos elementos definidores do resultado arquitetônico (GONÇALVES, et al, 2014) .

Daniel Toledo coloca que o BIM possui: *“três mitos: 1) custa mais; 2) demora mais; 3) só serve se todo mundo usa. Pela nossa experiência baseada em fatos: custa menos, não mudamos nossos preços, não pedimos nenhuma extensão de prazo para os nossos clientes, não demora mais e dá para fazer para a arquitetura, mesmo que ninguém mais faça em BIM, já trazendo benefício para o projeto e para o escritório. IPD e o BIM, são cada dia mais relevantes, mas ainda não são moda, do ponto de vista estatístico. A maioria dos projetos no mercado ainda está sendo feito em*

*autocad e com fluxo “2D desintegrado” é algo que está começando, estamos em uma transição, decidimos em 2017 entrar de cabeça se antecipar algo com uma indústria mais consolidada”.*

*“Chegamos a ter 85% do escritório trabalhando em BIM, é mais complicado quando a cadeia não tem, mas o pior problema é o investimento, os gestores das empresas não conhecem a ferramenta e não querem assumir a falta de conhecimento da nova tecnologia e o quanto eles tem que mudar a forma de trabalhar, tempo, mudança de processo, comportamento, metodologia, com a tomada de decisão antes do conhecimento das especificações do edifício” expõe Douglas Tolaine.*

Marcos Casado coloca que, *“Foram feitos dois projetos de 230 realizados, mas vejo potencial de crescimento, já que encurta o processo para o cliente e este não perde a oportunidade de mercado”,* na mesma linha Eduardo Yamada menciona que *“apenas dois projetos foram realizados em BIM, só é feito quando solicitado pelo cliente”.*

Carlos Centurion pondera que o *“BIM ajuda muito, mas é um processo construtivo que tem que ser reinventado na forma de trabalho que a gente costumeiramente fazia, um processo evolutivo de projeto, não consigo mais terminar um projeto sem ter terminado o outro, a experiência em engenharia tem que ser muito maior em um projeto em BIM, do que em um projeto em Autocad, o profissional tem que ter a visão no espaço, antes de qualquer coisa acontecer, com dimensões que ainda não se tem”.*

*“BIM está engatinhando, não fala com outras plataformas, a concepção tem que sair em BIM, mas é muito complicado, o processo tem que alterar muito, é engenharia simultâneo as pessoas não estão acostumadas, complementares nem todos estão trabalhando e muito das bibliotecas não temos dos fornecedores locais, portanto você acaba precisando adaptar para a nossa realidade”.* coloca Luiz Henrique Ceotto.

Arquiteto e consultor coloca que *“O processo BIM não está implementado, o que tem é um modelo no REVIT”.*

O BIM está se inserindo ao processo de projeto no contexto brasileiro, seu estágio de implementação está atrelado a uma necessária mudança no processo de projeto, o que acaba retardando este processo. O mercado brasileiro, escritórios e profissionais ainda estão se adaptando, desde um investimento em softwares e máquinas, além de mudar a forma habitual do *status quo*, sendo necessário antecipar definições já em início de projeto.

No contexto de Londres o que foi verificado nas entrevistas foram discussões quanto a necessidade de uma maior interoperabilidade entre os diversos softwares utilizados, facilitando uma troca mais facilitada entre as diferentes disciplinas, quanto a visualização para os processos de discussão de projeto, principalmente nas fases iniciais. Desde que as discussões e estudos dos projetos acontecem com base nos modelos que cada disciplina desenvolve, em softwares analíticos específicos. Outro ponto que veio à tona foi que devido ao avanço tecnológico destas ferramentas, e a poderosa demonstração gráfica que é possível ser atingida ao utilizá-las, o projeto acaba por demonstrar uma maturidade projetual de maneira equivocada, como apontado por Marilu Sicoli, na sua fala.

Segundo Marilu Sicoli, *“O projeto está ficando cada vez mais complicado, o espectro é bastante grande, uma mudança grande foi o uso dos softwares, como o Revit e BIM, que foram impostas aos arquitetos. Este não facilita o processo criativo do arquiteto, mais está melhorando com uma maior integração entre o Revit e o Rhino ,ficando mais facilitado. Entretanto é necessário um esforço muito maior, se usado apropriadamente e é praticamente uma profissão por si só,*

*é necessário um tempo muito maior se comparado ao que tínhamos anteriormente. O nível da qualidade e visualização das imagens 3D que são feitas para apresentar o projeto são incríveis e acontecem quase que instantaneamente quando se trabalha com o Revit ou Rhino, as renderizações são in live model, o que é ótimo, mas se tem uma tendência de projetar com a máquina o que prejudica muito o processo de design. O poder de um sketch e do processo de pensar a respeito, é uma mudança, sempre tento mostrar a importância deste processo criativo à nova geração. Como você precisa ter algumas definições para poder desenhar, a realidade das imagens chega a tal ponto que chega a ficar perigoso, pois transparece que o projeto já está “finalizado”, sem que você sequer tenha pensado em alguns pontos ainda. Norman Foster sempre diz que, enquanto um projeto não foi construído, há sempre possibilidade de mudança, é por isso que testamos diferentes possibilidades, que fazemos maquetes (físicas) de visualização, para entender melhor e não ficar apenas nas renderizações”.*

*Jack Newton coloca que, “O diálogo, a massiva colaboração entre as disciplinas acontece com base em modelos 3D, nós criamos um modelo, enviamos para os engenheiros que modelam nos programas deles e que mandam de volta para nós, este diálogo é chave, nas reuniões as discussões acontecem em cima dos modelos, assim o processo flui de maneira mais rápida, particularmente nas fases iniciais”. Jack Newton comenta sobre o projeto da LSE que é um dos estudos de caso deste trabalho, “Foram usados pelo BDSF muitas simulações com detalhe, que naturalmente muda sua visão do potencial de um projeto. O que poderia agilizar bastante o processo e nos ajudar a aprofundar alguns pontos, seria ter maior computation charing, se todos utilizassem o mesmo software teria facilitado em alguns momentos, pois nós usamos um software diferente do que o BDSF, então aconteciam algumas sobreposições de trabalho”.*

Algumas ferramentas mais difundidas atualmente:

BIM: Revit, Archicad, Rhinoceros;

Térmico e energia: Energy Plus, Designer Builder;

Iluminação Natural: Rhinoceros com Radiance e Plugins para parametrização - GrassHopper, Diva;

CFD para ventilação natural: OpenFoam/ SimScale.

#### **4.1.5.8. METODOLOGIA DE PROJETO**

Segundo o ASHRAE *Green Guide v5*, o processo de projeto é elemento crucial na produção de um edifício sustentável. Para eficiência projetual, é necessário definir objetivos e critérios do proprietário, incluindo metas sustentáveis, antes do início do design, a fim de minimizar o aumento potencial dos custos. Uma vez projetado, o edifício deve ser construído, ter seu desempenho verificado e ser operado de maneira eficiente. Se as intenções não estiverem claras desde o princípio, os resultados esperados dificilmente serão alcançados.

Quando analisamos a Figura 67 é possível visualizar conceitualmente o impacto de fornecer dados projetuais de entrada nos estágios sucessivos do projeto em relação ao custo e aos esforços requeridos. A linha cheia vermelha, mostra que é muito mais fácil ter um grande impacto no

desempenho de um edifício, como o potencial de economia energética, eficiência hídrica, custos de manutenção etc, caso essa intenção exista desde as etapas iniciais do processo. Os possíveis impactos diminuem, a posteriori, à medida que as etapas subsequentes do *design* e construção avançam. O resultado disso é que o custo de implementação de mudanças para melhorar o desempenho do edifício aumenta a cada etapa sucessiva do projeto (o custo é mostrado pela curva pontilhada do gráfico)

Ainda segundo o *Green Guide v5*, a experiência de muitos projetistas é projetar tendo em mente os baixos custos da construção e, quando estes oferecem oportunidades de melhoria do *design*, geralmente essas intenções são barradas pelo proprietário devido a restrições no orçamento. A experiência mais comum é que os proprietários não aceitem aumentos nos custos que não tenham um potencial retorno de economia. Muitos proprietários, especialmente aqueles que manterão o empreendimento na sua operação, analisam o retorno do investimento a longo prazo, utilizando parâmetros de custo de ciclo de vida para reduzir o custo total da propriedade. Atingir metas em projetos sustentáveis requer uma abordagem distinta da que é aplicada comumente, os projetistas precisam ser proativos. Muitos projetistas expressaram a opinião de que a reduções significativas no uso de energia e nas emissões de gases de efeito estufa, nunca serão possíveis a partir da prática atual. Em outras palavras, a simples instalação de sistemas ou equipamentos de alta eficiência não reduzirá suficientemente o uso de energia. O projeto sustentável demanda que os projetistas adotem uma abordagem holística, indo além do ato de projetar para o proprietário e para os ocupantes do edifício. Eles precisam observar os impactos ambientais que a implementação de um edifício criará a longo prazo. Isso pode ser difícil uma vez que os projetistas são demandados a ir além de sua

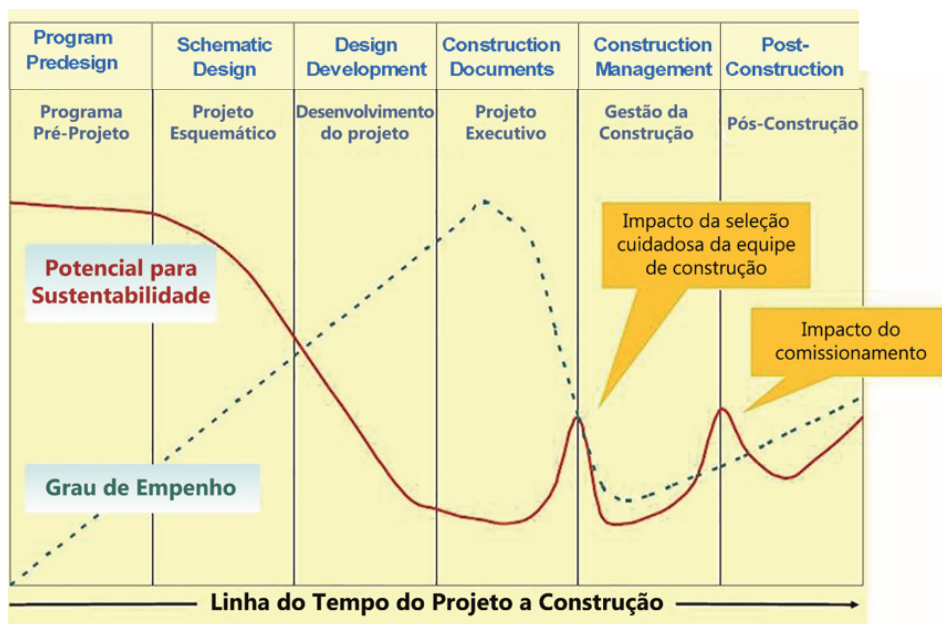


Figura 67 – Potencial de Mudança para a Sustentabilidade ao Longo do Cronograma do Projeto e o Impacto do Comissionamento

Fonte: ASHRAE GREENGUIDE, 5th ed.

principal expertise e pensar de maneira sinérgica. Os custos iniciais, quanto os custos operacionais podem ser reduzidos ao aplicar princípios sustentáveis, como a orientação e a seleção de vidros corretos podem reduzir o tamanho e o custo do equipamento de HVAC.

Klaus Bode exemplifica essa questão em sua fala, *“É devido ao custo que se criam os maiores problemas os maiores equívocos, pois acredita-se que é devido a ele, não ser possível inserir certas estratégias. Existe um enorme equívoco quanto a isso, o environmental design pode ter um custo zero adicionado ao projeto, irá depender o quão verde se queira ser. Se o edifício for gerar energia via energia renovável ou comprar da concessionária, isso terá um custo maior em tecnologia, se a escolha for para um edifício onde a planta será mais profunda, para gastar menos em fachada, inevitavelmente se pagará a mais pelo sistema de iluminação artificial, e a produtividade está fora desta equação... A questão é que a maioria dos clientes não se dá conta, por exemplo se o cálculo de carga térmica estiver superestimado, o custo com os sistemas será muito maior do que o valor pago para os trabalhos desenvolvidos pela consultoria”*.

Segundo ainda ao ASHRAE *Green Guide* v5, começar pelo pré-projeto indo até a realização da avaliação de pós-ocupação, são etapas essenciais para o sucesso de um projeto sustentável. Começa-se por uma averiguação de todos os aspectos do processo, desde a escolha do terreno pelo proprietário, a configuração da construção, os elementos arquitetônicos e a eficiência na construção e operação, até a utilização de uma abordagem integrada. Sugere-se, como ponto de partida, a definição, se possível antes mesmo da definição do terreno, dos documentos de OPR que contém as metas do projeto.

Alguns destas indicações podem ser percebidas em trechos dos diferentes entrevistados, quando explicam a metodologia utilizada por cada um dos escritórios, na obtenção do edifício de alto desempenho, zero ou low carbon, onde estes profissionais atuam, no contexto de Londres:

Mina Hasman da SOM, descreve *“Normalmente os projetos desenvolvidos no escritório SOM de Londres, sempre acabam sendo os que têm mais alto desempenho, se comparados aos outros. Isso porque alguns indivíduos acabam levando isso, desde que nossas normativas são bastante restritivas se comparada as americanas, por exemplo. Claro que também é como pensamos e abordamos os nossos projetos, desde o day one trazendo temas de sustentabilidade, não esperamos até a terceira semana para discutir esses assuntos, mesmo dentro da mesma empresa a abordagem é ligeiramente diferente, já que temos normativas mais restritas, além de excederem o mínimo exigidos destas normas”*.

Mina Hasman, segue *“Precisa haver uma liderança, mas todos precisam trabalhar em conjunto e alinhados, se cada um dos projetistas e consultores “tracionarem”, mas sem estarem alinhados para a mesma entrega, podemos “tracionar” o quanto quisermos que o projeto não irá desempenhar... Pela nossa experiência no Reino Unido e mesmo na Europa, percebemos que, mesmo com a intensidade de reuniões e do “tracionamento” por parte dos consultores, em um período intenso e curto, mesmo com o empenho em exceder as normativas mais restritivas de Londres, a menos que o arquiteto não faça o “tracionamento”, não irá acontecer. Nossos projetos mais bem sucedidos porque nós aplicamos o “Framework” constante o “tracionamento” dos nossos consultores, por isso eu volto ao que falei antes a atuação do arquiteto é crucial, e muito mais crucial do que era antes, precisamos do Technical Design (parte do tripé SOM) que tem o conhecimento “geral” constantemente “tracionando” em diferentes áreas... Mesmo que o cliente não solicite o projeto será realizado para ser um edifício Net Zero Carbon, nós trabalhamos com estratégias desde o cálculo de avaliação inicial tendo isso em mente, tendo o consultor de MEP on bord, tendo o consultor de sustentabilidade on board, discutimos as estratégias e sabemos em*

*ordem de grandeza a possibilidade de redução que teremos; sendo assim sabemos se é possível seguir com naquela intenção, ou se precisaremos dizer não conseguimos seguir assim, quais outras alternativas nós temos. Na verdade, trabalhamos junto com um Cost Consultant on board, mesmo que os custos sejam altos, tentamos mostrar aos clientes a “full picture” durante o ciclo de vida do edifício, apresentando o quanto de energia será poupado; quanto de emissões será reduzido; o quanto de dinheiro no final será salvo”.*

*Jack Newton da RSHP, apresenta “Nós abordamos todos os projetos da mesma maneira, desde o princípio do ponto de vista da cidade, com as ambições de environmental para cada projeto, para cada site, cada um com uma abordagem única. Conseguir um edifício sustentável no centro de Londres é muito mais difícil do que em outras regiões, devido à pegada de carbono, nós sempre projetamos cada edifício para cada cidade com a perspectiva urbana, muitos projetos com uso de térreo como espaço público. Os edifícios mais sustentáveis são os que são usables in long run, longevidade do edifício proporcionando adaptabilidade, flexibilidade e usabilidade, pois a maior parte da pegada de carbono já foi construída. Se puder construir um edifício que responda às mudanças e possa durar 100 anos será realmente sustentável. Mudamos a maneira de projetar em cada local, principalmente se buscamos um environmental design, fazendo a inserção climática de cada edifício. Não podemos fazer um edifício de vidro no meio do Oriente Médio. Principalmente da maneira como projetamos, em que os edifícios expressam o propósito daquilo que são. Para alguns arquitetos a forma não diz muito, fazem um grande bloco de vidro seja em Londres, Madri ou Abu-Dhabi, não importando o local, os edifícios são os mesmos, não respondendo ao contexto, estão mais preocupados usualmente com o interior, espaços e sistemas que funcionam para aquela cidade”.*

*Marilu Sicoli da Foster and Partners menciona, “Na verdade sempre fizemos os projetos desta maneira, mesmo antes de ter todas estas ferramentas, sempre olhando os arquivos climáticos locais disponíveis, iniciando do começo onde é o Norte, analisando as orientações, os dados de ventos, a umidade, iluminação natural, se perguntando o que clima pode nos fornecer, e entendendo junto ao cliente qual é o briefing, o que o cliente quer? Os usuários, como será o uso do edifício, de maneira muito única, é um Foster Style, você reconhece um edifício do Foster pois eles transparecem um nível de detalhamento, intenção/gesto muito particular, eles não são parecidos mas são pensados e desenvolvidos de maneira única para aquele site. Se olhar estes 20 anos de prática, você percebe uma abordagem consistente, que performam muito bem. Claro que o processo não é exatamente igual ou linear, pois o cliente, o edifício, os tempos são diferentes, mas você não precisa projetar necessariamente um edifício caro, do jeito que se projeta, constrói, como é feito, como será operado, o processo será sempre o mesmo pode ser um museu, um resort, uma torre, uma residência acaba-se sempre seguindo um processo analítico, driven by design decisions. Os drivers que você vai seguir com o partido de projeto, vão variar e irão depender muito do contexto local, da comunidade, da vizinhança de cada projeto e do briefing e ambições do cliente, além de como as pessoas irão usar estes espaços.”*

*Ricardo Baptista da AKTII, retrata, “O que se percebe é que a maioria dos grandes clientes, possui uma equipe de sustentabilidade dentro da empresa, os projetos acabam acontecendo de haver um consultor de sustentabilidade da equipe de design, além da equipe de sustentabilidade do cliente envolvidos. Existe uma mudança de mentalidade a este respeito, as grandes organizações como a British Land, Land Sec, têm objetivos muito concretos para a redução do carbono incorporado, quando temos que fazer edifícios carbon neutral. A solicitação (projeto) mudou completamente, em um espaço de 6 a 12 meses, existiam muitos embriões nestas organizações, e em um momento se cristalizaram, agora só se fala disso. Quando se tem uma reunião para um projeto de um*

*novo edifício, como vamos olhar para este edifício quanto à questão ambiental; como minimizar o carbono incorporado; está na cabeça de todos os clientes, pois sabem que será também uma solicitação dos clientes deles. Organizações que alugam espaços comerciais, sabemos que serão cobrados pelos locatários e funcionários, que esses espaços tenham uma série de qualidades que sem os quais haverá reclamações. É toda uma cadeia, que foi motivada pelo usuário, que está cada vez mais consciente”.*

*Ricardo Baptista continua, “Mais do mesmo, não no sentido que foi feito a pouco anos atrás, mas do que vem sendo feito agora, em uma escala muito maior. Hoje em dia já temos um foco muito maior naquilo que deve acondicionar um projeto. Não estou a dizer que o carbono incorporado tem que ser a única coisa que se define em um projeto, mas tem que ter claramente uma importância maior ou igual a muitas outras coisas, para o projeto ser viável. Ainda não chegamos lá, mas as boas intenções lá chegaram. Portanto acho que temos que continuar a fazer mais do que estamos a fazer, para realmente chegarmos a este ponto, mas a nível da compreensão de onde queremos chegar já temos esta ideia, como chegamos lá, este processo ainda está a ser desenvolvido, porque há coisas que ainda não sabemos o suficiente sobre alguns processos. A cadeia de suprimentos, empreiteiros e contratantes, todos os componentes da indústria da construção tem que fazer um catch up muito rápido, para idealmente em um espaço de 5 a 10 anos, os projetos que hoje chamamos de projetos especiais, passem a ser a norma. A nível do design, 70 a 80% das ideias já existem, é uma questão de cristalizar isso, juntar a isso clientes que são mais informados, toda uma componente, além do design. Como se escuta o projeto; como se mantém um projeto; ainda tem que aprender, mas acho que a matriz daquilo que temos que fazer, já está definida. O que temos que fazer são edifícios que sejam realmente carbon neutral, como chegamos aí? e como chegamos aí de uma forma que não seja fictícia. Muitos têm chegado utilizando a compensação, que não é verdadeiramente carbon neutral, saber compor as estratégias que já existem e fazer com que se tornem normas”.*

*Catherine Harrington da Architype aponta, “Nós utilizamos como balizamento o que chamamos de Design Quality Indicator- DQI que são os passos usuais a serem seguidos e ele também funciona como um checklist no final de cada estágio. Iniciamos com estudos de viabilidade já com todos os membros da equipe, tendo a certeza que todos os levantamentos desde a ecologia do site, mapas acústicos, se não for possível realizá-los nesta etapa inicial, por restrições nesta primeira etapa, este tem que ser feito na etapa seguinte. Nós avaliamos sempre custo e o quanto conseguimos chegar quanto a low nos projetos desde o início, quando conseguimos imputar no design desde o início, experiências, qualidade do ambiente interno, sempre queremos fazer muito, tracionando, realizando as devidas análises, leva tempo para se fazer um bom design, um bespoke design...O cliente em muitos momentos não sabe necessariamente até onde consegue chegar, pois estamos no início do processo, estamos no estudo de viabilidade, precisamos analisar o custos, o site, entender o que é possível de se fazer, ver o que funciona, se não funciona, fazemos o que denominamos de análise do Site Capacity junto com os custos. Utilizamos muito dos conceitos da Passive House, a importância do well being e da qualidade dos espaços, com luz natural, ventilação natural apropriados. Sempre que o cliente vem com o Brief, nos buscamos aplicar esses conceitos (Figura 68) agora temos diferentes standards, como o WELL ou BREEAM, já inserimos esses conceitos de qualquer maneira, mas se consegue ver a sobreposições, o que é muito útil para entender onde eles se conectam. Buscamos inserir esses princípios, da economia circular que está ficando cada vez maior, com as pessoas perguntando e querendo saber mais sobre o assunto; o carbono incorporado, não apenas o carbono operacional; os bio-based material, que nós sempre utilizamos bastante... Essas são algumas metas que nós utilizamos desde o início, importante serem inseridos na fase inicial, mesmo que o cliente não venha com essas expectativas nos inserimos*

*ao projeto. Alguns vem solicitando zero carbon ou low energy, mas o Brief não são aprofundados o bastante, então inserimos essas metas. Esses é nosso processo, baseados nas etapas do RIBA, aplicado o DQI, tendo definidos as metas, seguimos sempre checando, em muitos momentos não seguimos os standards (WELL ou BREEAM) se temos possibilidade de fazer melhor. É necessário entender a ocupação, precisamos trazer os ocupante, eles são igualmente os champions do processo, precisamos inseri-los para dentro do processo entendendo os princípios do projeto e como eles devem utilizar o edifício, na sua melhor capacidade em um processo educacional, fazer de uma maneira divertida, que eles também possam nos entender e assim como as metas do design, Engage Design... Temas como low carbon, low energy, a biodiversidade, temos que pensar esses temas no design, o design tem que ser a síntese destes princípios, em um integrated design”.*

Essa abordagem pode ser visualizada na Figura 69, que foi fornecida durante a entrevista, descrevendo quais os passos e estratégias são abordados no processo de design.

Um exemplo deste processo aplicado a um projeto é a Enterprise Centre, da University of East Anglia, projeto da Architype, de 3.400m<sup>2</sup> com espaços de escritórios e áreas voltadas ao aprendizado. Atingiu a certificação *Passive House, BREEAM Outstanding*, utilizando materiais *bio-renewable*, além de análises de ciclo de vida e emissões de CO<sub>2</sub>. O projeto teve início em 2012 em um concurso e foi finalizado em 2015 (Figura 70 a 79). As análises também incluíram Análise de Custo do Ciclo de Vida (Tabela 7), além do uso de simulação, para projeção de impacto das mudanças climáticas até 2080 (Gráfico 35). Como mencionado por Catherine Harrington na entrevista, Architype busca a inclusão no processo de projeto dos usuários, seja na fase de projeto com consultas e apresentação do projeto, seja pela avaliação de pós-ocupação entendendo a satisfação quanto aos resultados obtidos do edifício construído (Figura 82; Gráfico 36). Nas análises das emissões de carbono, o carbono incorporado foi avaliado desde a fase inicial do concurso (Figura 83 e 84), na fase de projeto sendo avaliado em cada componente e não estiveram apenas restritas ao carbono incorporado nos materiais, mas abarcavam análises quanto ao impacto do deslocamento deste material até ao terreno, no caso as superestruturas que foi feita em madeira (Gráfico 38). Foram montados in loco, painéis de palha para revestimento das fachadas, bem como da cobertura (bio-based materials). Ações de economia circular foram inseridas desde a reutilização de materiais existentes, a materiais disponíveis no entorno na localidade, bem como utilizando os componentes integralmente, como o piso de concreto que também foi utilizado como revestimento final (concreto polido) nos pisos. Ações de redução de consumos de energia e água. O BIM foi utilizado na coordenação dos desenhos e levantamentos dos materiais.

O BIM, como o Projeto Integrado acabam por exigir das equipes de projeto e do cliente uma mudança no processo de projeto, no caso do Brasil uma mudança na Cultura de Projeto. Sendo necessária a condução do processo de uma maneira mais interativa e colaborativa, como também antecipando metas e definições para o início do processo. Apresentando por meio de análises e estudos, as diversas possibilidades e estratégias necessárias para o alcance dos objetivos definidos. Esta fase inicial de projeto, fica demonstrado pelas entrevistas de Londres, sendo a etapa fundamental para a análise da viabilidade e exigibilidades das inserções destas estratégias, sejam passivas ou ativas, para o alcance dos edifícios de alto desempenho, em sustentabilidade e zero ou low carbon.

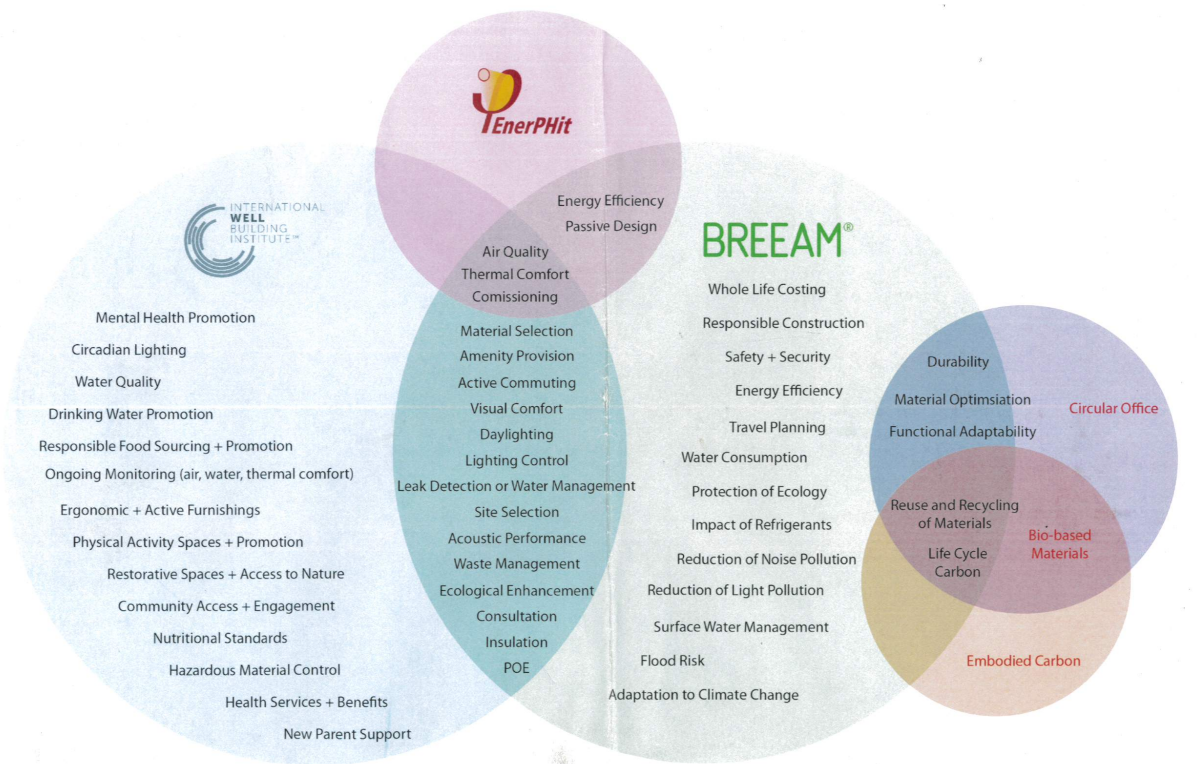


Figura 68 – Conceitos Passive Haus

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Metodologia de Processo de Projeto da Architype DQI

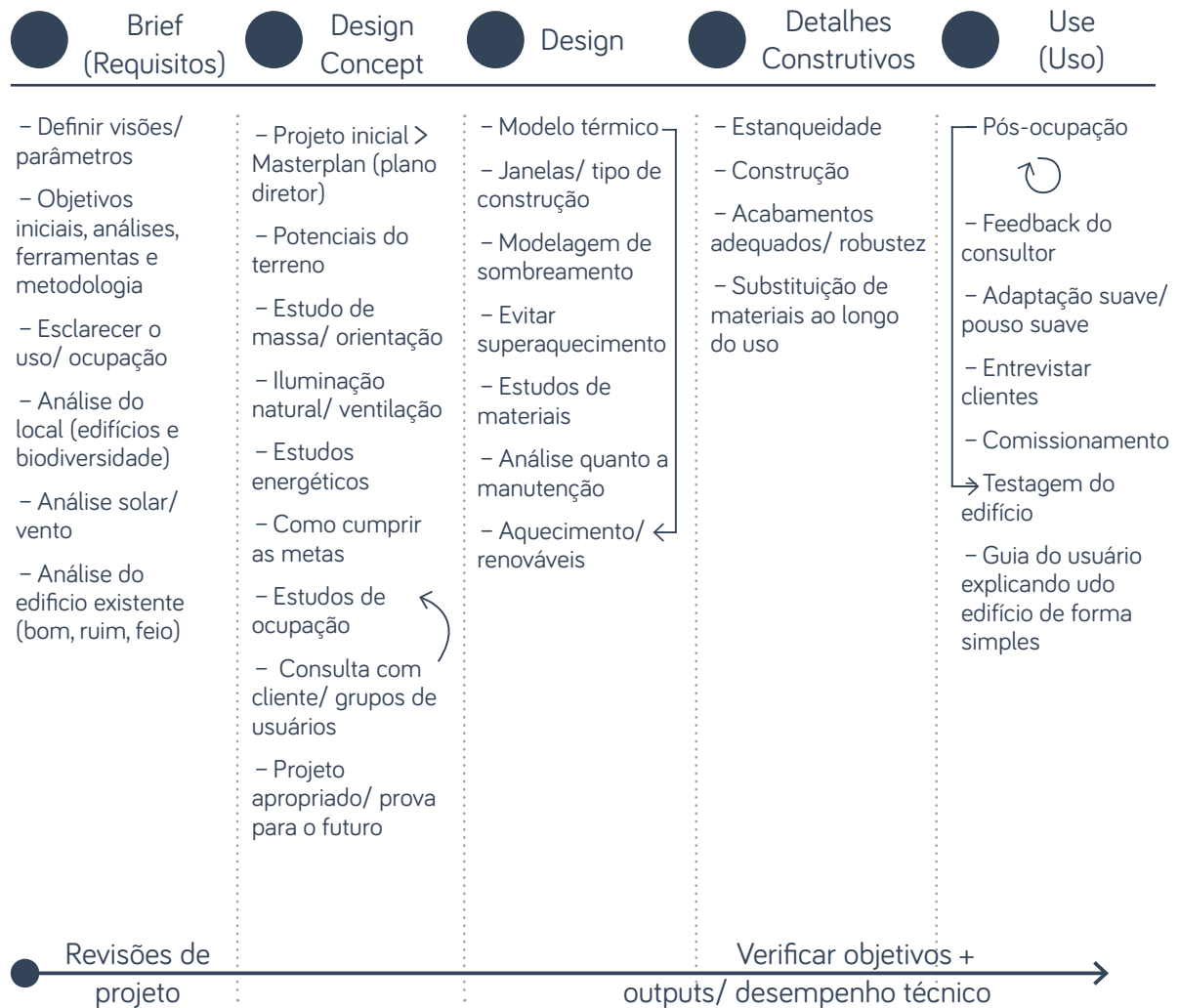


Figura 69 – Metodologia de Processo de Projeto da Architype DQI

Fonte: ARCHITYPE - O croqui fornecido durante a entrevista foi traduzido para facilitar o entendimento da metodologia utilizada pelo escritório.

## Plantas Enterprise Centre, da University of East Anglia,



Figura 70 – Plantas do Enterprise Centre, da University of East Anglia, Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Implantação

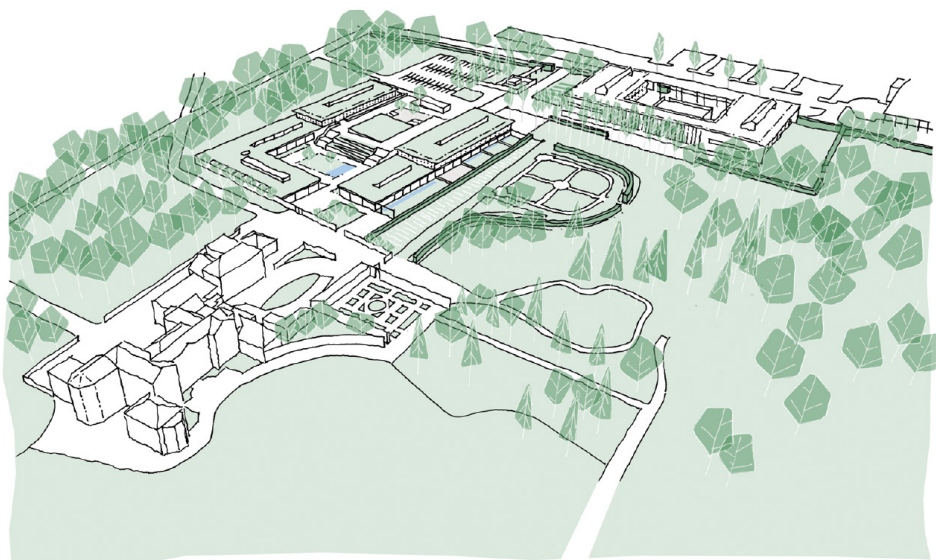


Figura 71 – Implantação Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Fotos da Maquete

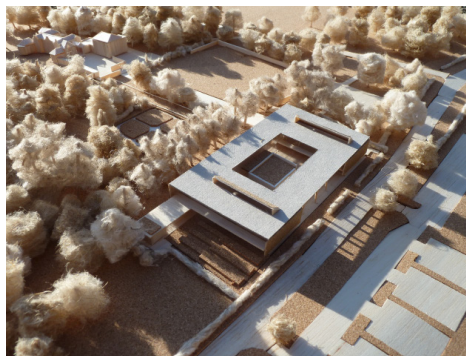


Figura 73 – Fotos da Maquete

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Estratégias Climáticas

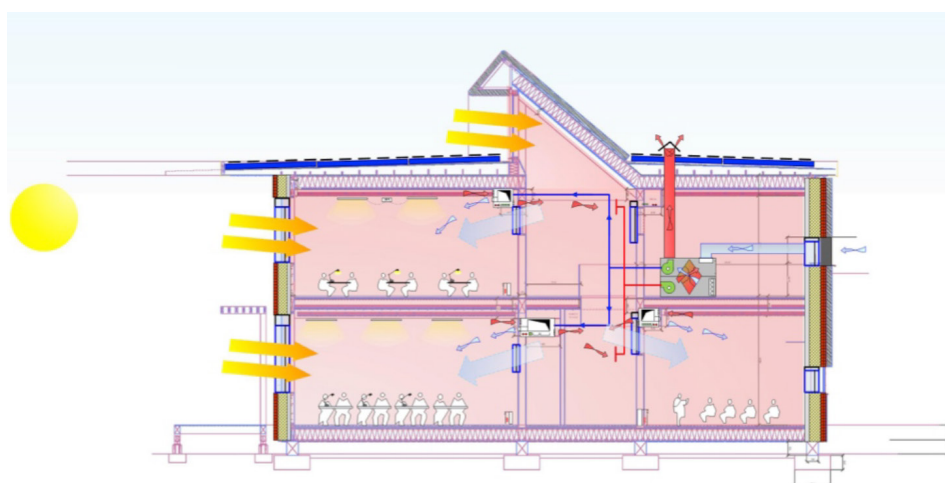
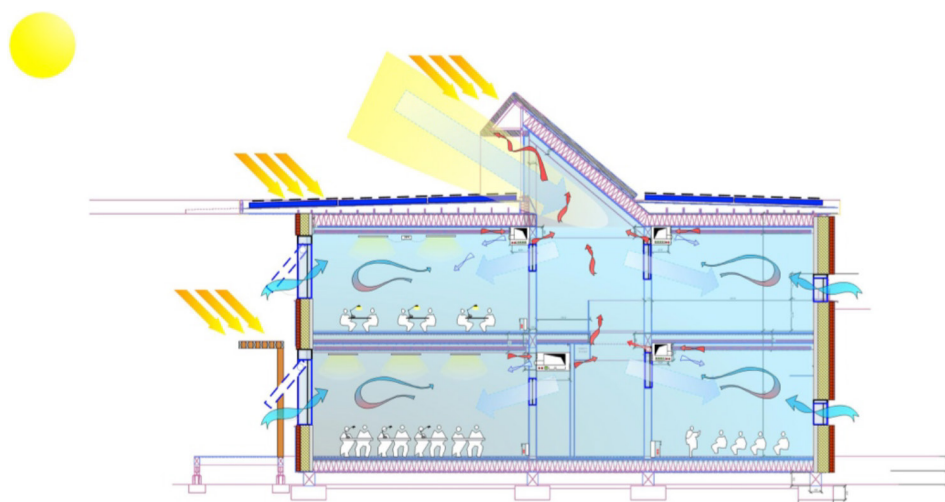


Figura 74 – Estratégias Climáticas

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

Figura 75 – Enterprise Centre, da University of East Anglia | Maior Área de Vidro na Fachada Sul

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019



Figura 76 – Enterprise Centre, da University of East Anglia | Pátio Central

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019



Figura 77 – Enterprise Centre, da University of East Anglia | Estrutura

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019





Figura 78 – Enterprise Centre, da University of East Anglia | Área de Vidro Limitada na Fachada Norte

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019



Figura 79 – Enterprise Centre, da University of East Anglia | Sala com Módulos de Revestimento

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019



Figura 80 – Enterprise Centre, da University of East Anglia | Átrio

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Pontuação Total BREEAM 2011 | Outstanding

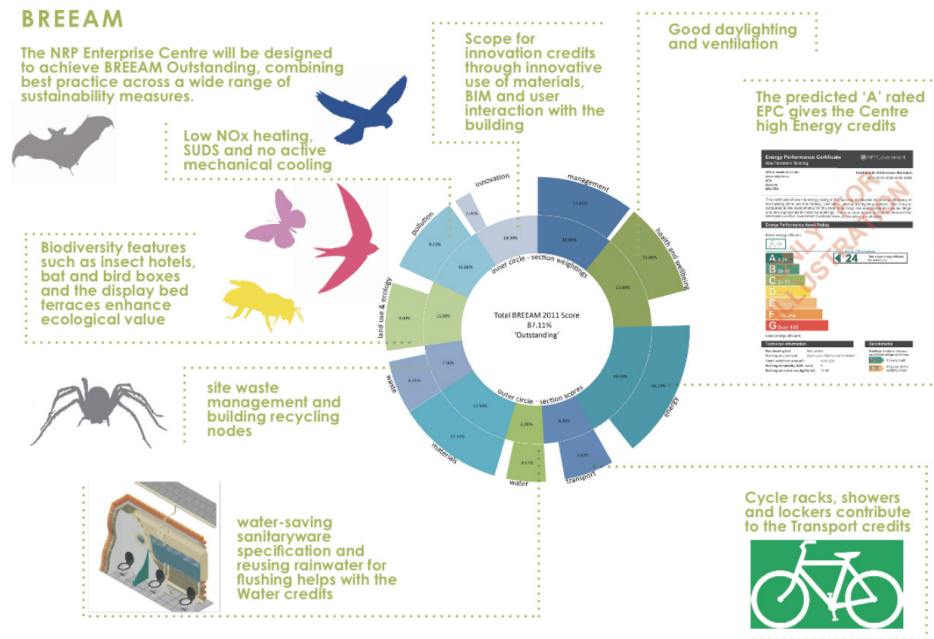


Figura 81 – Pontuação Total BREEAM 2011 | Outstanding  
Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Análise de Custo do Ciclo de Vida

| Design decision             | Alternative designs and 60-year life cycle costs |   |   |  |                                      |
|-----------------------------|--|---|---|--|--------------------------------------|
|                             | Base Case  | Alt 1   | Alt 1(A)  | Alt 2                                    | Alt 3                                |
| <b>Energy source</b>        | Mains gas<br>£1,786,000                          | Anaerobic digester + mains gas<br>£1,842,000        | Anaerobic digester + district heating<br>£1,850,000 | Air source heat pumps<br>£1,954,000      | District heating<br>£1,771,000       |
| <b>Building overheating</b> | Fermacell wall board<br>£77,000                  | Plasterboard<br>£97,000                             |   |  |                                      |
| <b>Roof covering and PV</b> | Metal roof + crystalline PV<br>£295,000          | Membrane roof + crystalline PV<br>£267,000          |   | Membrane roof + thin film PV<br>£302,000 |                                      |
| <b>Window frames</b>        | All wood frames<br>£963,000                      | Wood frames + aluminium external facing<br>£745,000 |   |  |                                      |
| <b>Hard landscaping</b>     | Purbeck stone + timber deck<br>£1,013,000        | Resin gravel + timber deck<br>£1,029,000            |   | Resin gravel throughout<br>£887,000      | Purbeck stone throughout<br>£880,000 |
| <b>Internal lighting</b>    | LED (with some CFL/T5)<br>£285,000               | CFL/T5 (with some LED)<br>£356,000                  |   |  |                                      |
| <b>Floor finishes</b>       | Mixed scheme (carpet, wood, lino)<br>£532,000    | Wood flooring throughout<br>£902,000                |   | Carpet tiles throughout<br>£347,000      |                                      |

Tabela 7 – Análise de Custo do Ciclo de Vida  
Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Modelagem do Cenário Climático Futuro | PHPP - Uso de Energia para 2080

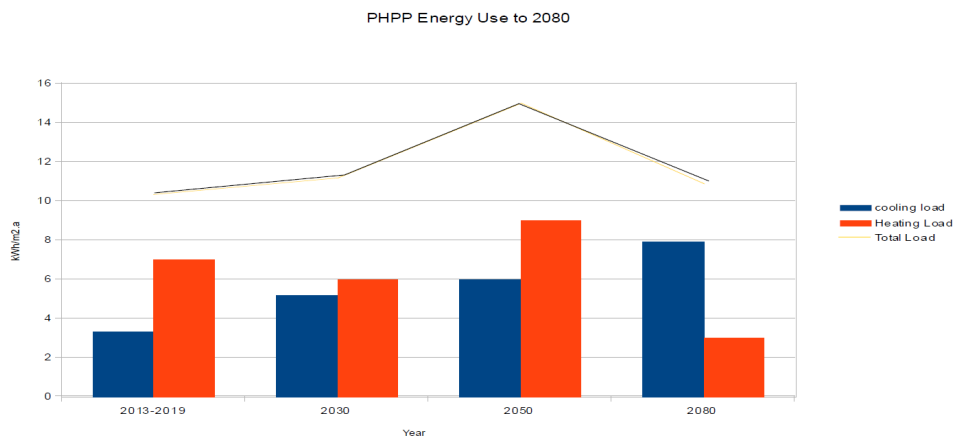


Gráfico 35 – Modelagem do Cenário Climático Futuro | PHPP - Uso de energia para 2080

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Consulta com Envolvidos



Figura 82 – Consulta com a Comunidade

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Resultado da Avaliação Pós Ocupação do Edifício - Passivhaus

### Building User Survey (BUS) results:

Gráfico 36 – Resultado da Avaliação Pós-Ocupação do Edifício- Passivhaus  
 Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

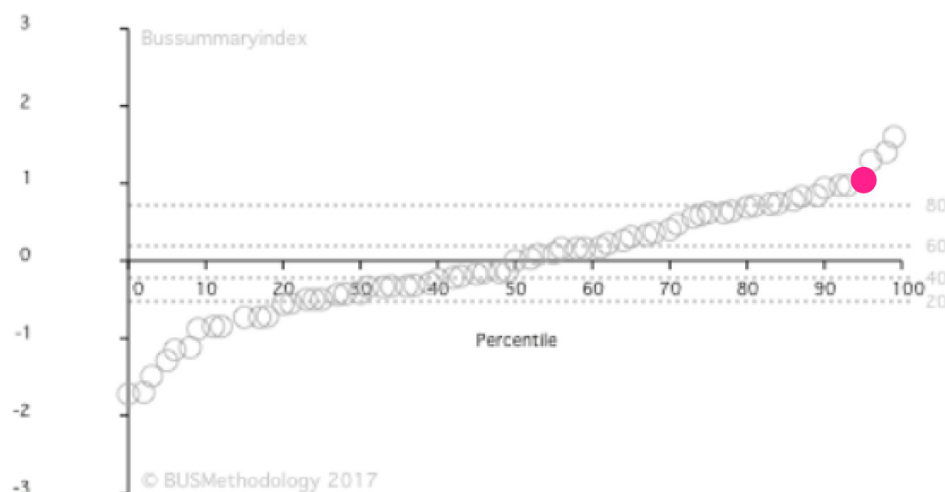
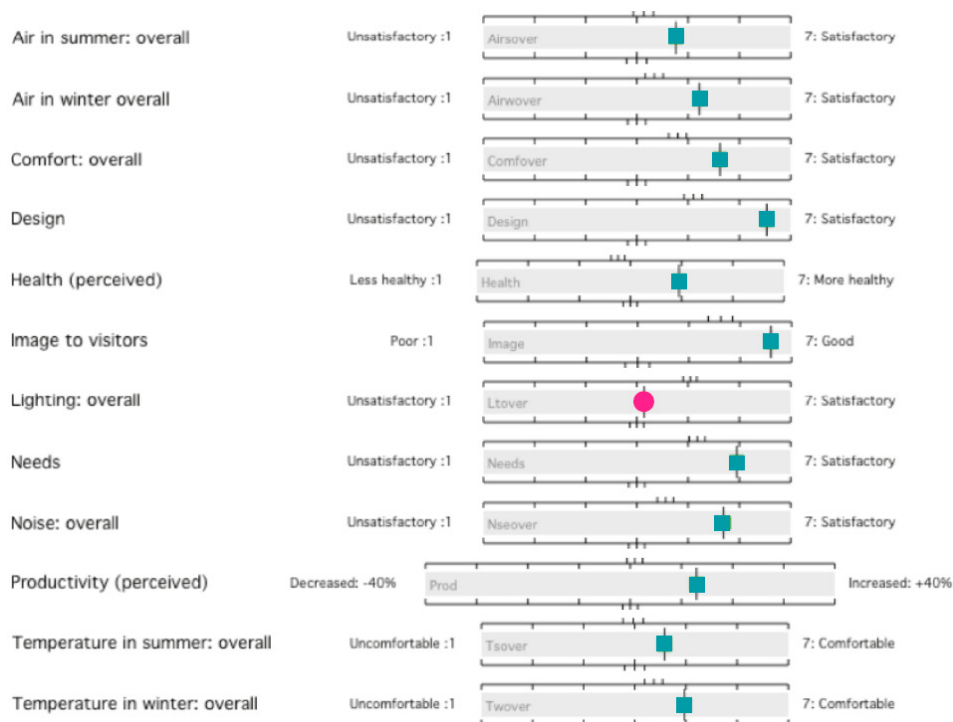


Figura 83 – Resultado da Avaliação Pós-Ocupação do Edifício- Passivhaus

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019



## Análise Detalhada de Carbono Incorporado

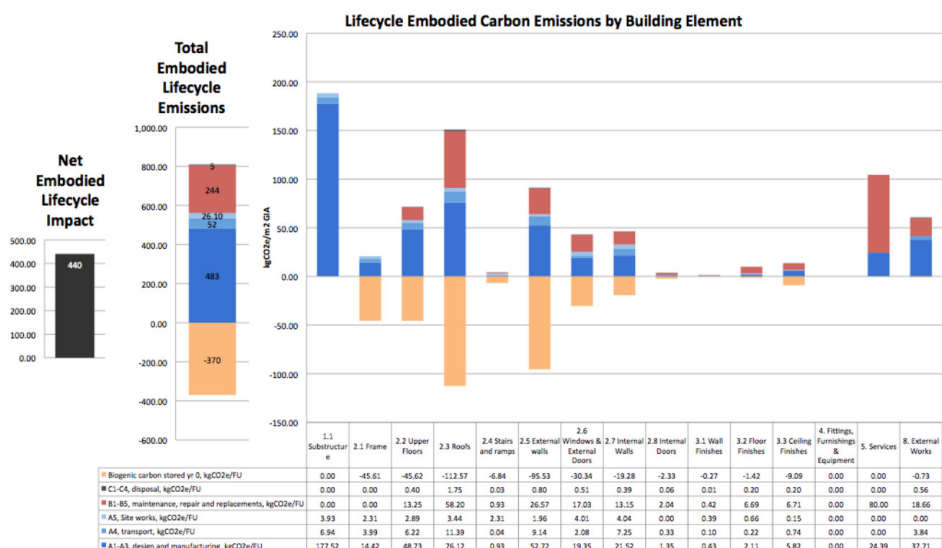


Gráfico 37 – Análise Detalhada de Carbono Incorporado

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Madeira de Origem Local

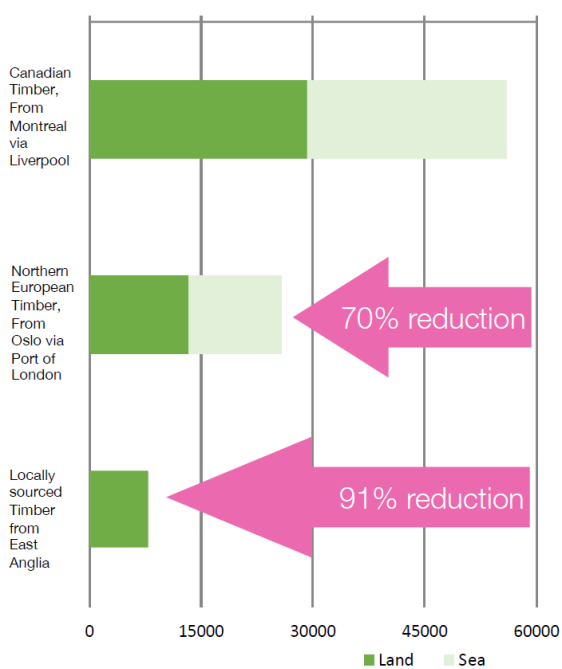


Gráfico 38 – Madeira de Origem Local

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Timeline do Projeto

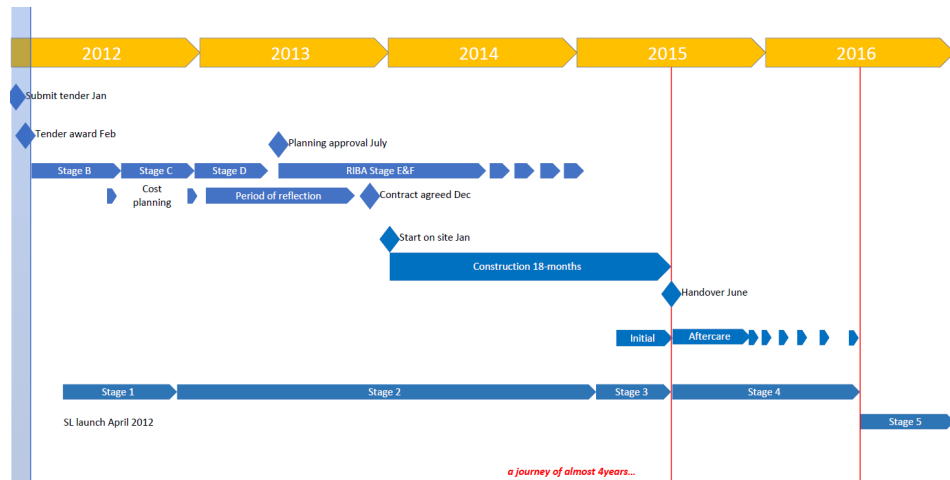


Figura 84 – Timeline do Projeto

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Análise do Ciclo de Vida de CO<sub>2</sub>e

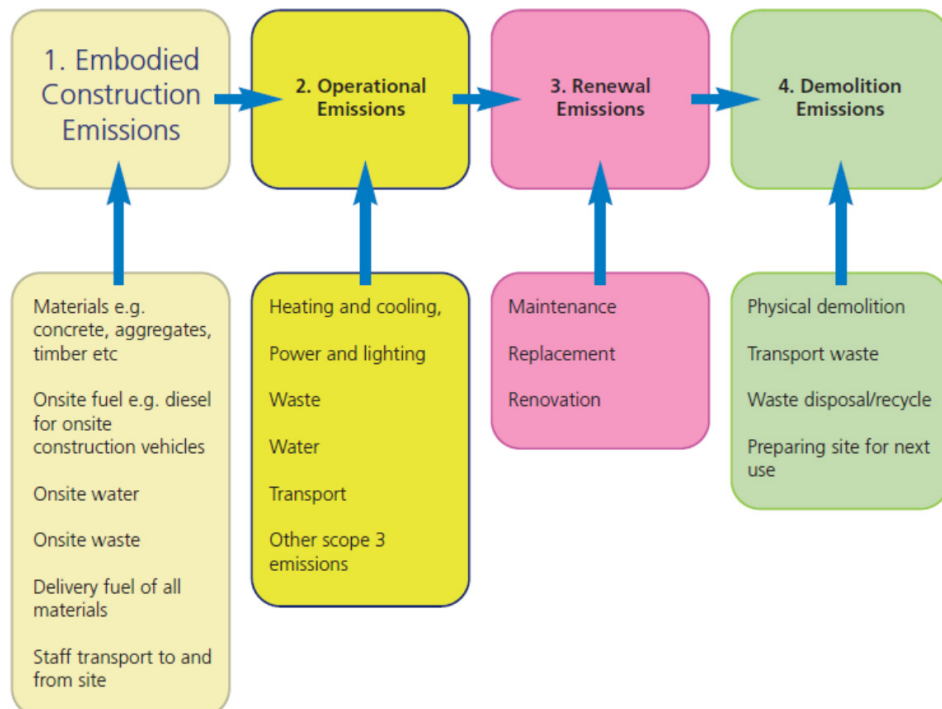


Figura 85 – Análise do Ciclo de Vida de CO<sub>2</sub>e

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Avaliação dos Consumos da Edificação- Projeto e Uso

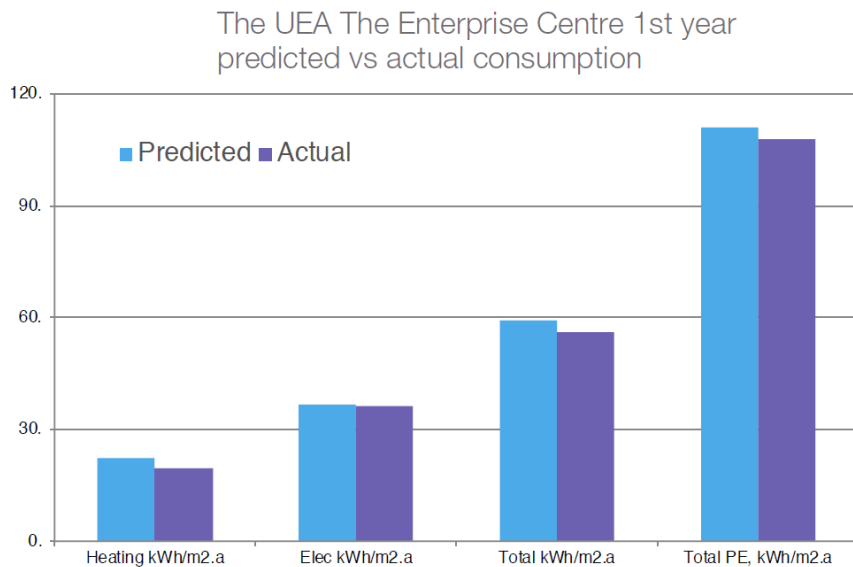


Gráfico 39 – Avaliação dos Consumos da Edificação- Projeto e Uso

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Comparativo do Ciclo de Vida do Carbono

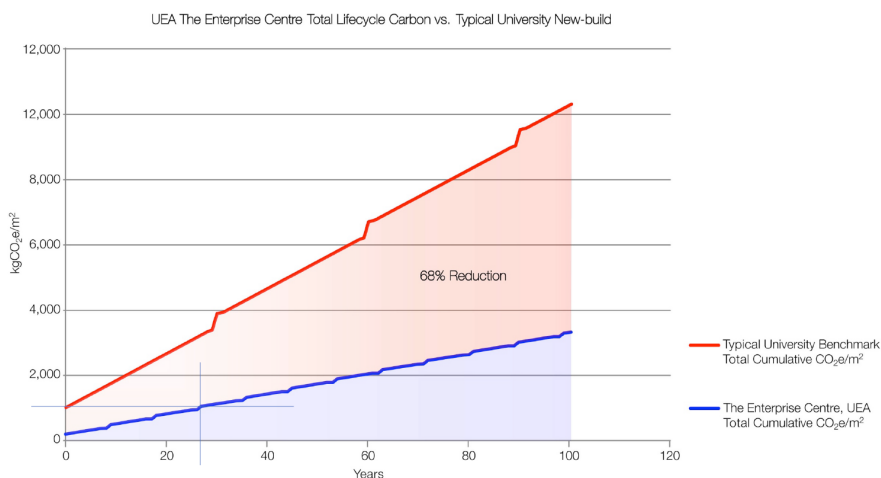


Gráfico 40 – Comparativo do Ciclo de Vida do Carbono

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Análise Inicial de Carbono nos componentes

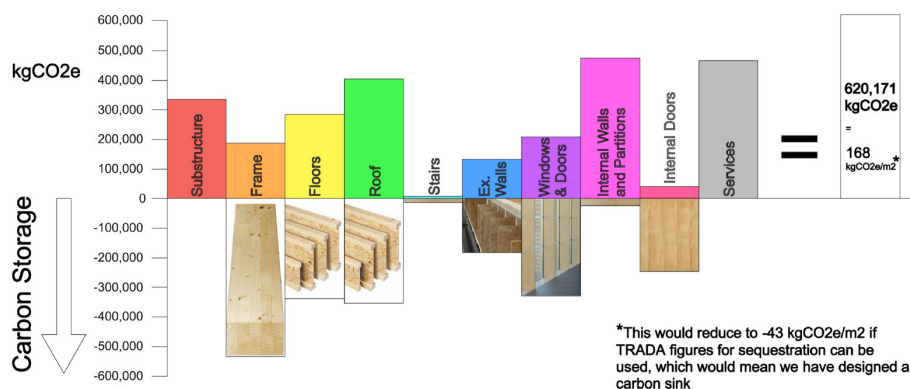


Gráfico 41 – Análise Inicial de Carbono nos Componentes

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

#### 4.1.5.9. ADAPTABILIDADE

Um tema que foi repetidamente mencionado nas entrevistas de Londres além de mencionado por Luiz Henrique Ceotto em São Paulo, foi quanto a necessidade de adaptabilidade dos edifícios, quando falamos de ciclos de vida de 50, 100 a 200 anos, ainda mais no contexto da construção do edifício *Net Zero Carbon*. Luiz Henrique Ceotto menciona que o lema na Tishman Speyer era, “*que a empresa não sabia como estará o mercado daqui a 50 anos, mas com certeza o edifício estará adaptado para isso*”.

Mina Hasman coloca, “*A visão de uma empresa internacional como a SOM, existe um processo adaptável, o nosso mindset quando pensamos em design e no processo de design, customizando cada projeto com base no que cada país ou cidade precisam. Priorizando a adaptabilidade do projeto*”.

Essa visão é mencionada nas entrevistas de Jack Newton, e Catherine Harrington de Londres, da importância de poder adaptar o edifício durante seu ciclo de vida<sup>37</sup>. Há um consenso crescente para a adaptação e requalificação dos edifícios existentes, minimizando, portanto, em muitos dos casos, as emissões de carbono, se comparados à construção de novos edifícios, sendo discriminável a análise das qualidades intrínsecas que estes edifícios possuem. Como discutido no artigo (Carl Elefant, 2012) antigo presidente American Institute of Architects, *The Greenest Building is the one that is Already Built*, (traduzindo para o português O Edifício mais Verde é Aquele que já está construído).

Catherine Harrington, compartilhou um estudo de um projeto que estava em desenvolvimento no Architype, de um edifício de escritório, em que estavam avaliando entre a requalificação do edifício ou pela demolição e construção de um novo. (Figura 85). As análises foram feitas utilizando a ferramenta Ecolab, que teve a colaboração do próprio escritório para o seu desenvolvimento. Catherine menciona: “*Este edifício de escritório dos anos 60 possui laje plana, não é um edifício ruim, tem fachada norte, em um bloco único, com abertura das janelas, estrutura de steel frame e lajes de concreto, é muito robusto e os consumos de energia não são muito grandes.*”

Utilizando o Ecolab, foi feita uma comparação levando em consideração e analisando o carbono em todos os seus estágios, carbono operacional, incorporado e final do ciclo de vida, sendo apresentada a compilação do carbono acumulado durante o ciclo de vida do edifício, para um período de 60 anos (Gráficos 42 e 43; Tabela 8). Foram analisados cinco variáveis diferentes: sendo eles: o padrão de mercado, que está com a cor cinza no gráfico ao lado; (i) requalificação dentro das normativas, na cor azul clara; (ii) requalificação sustentável na cor azul escura (sendo este o que possui menor emissão de carbono); (iii) a construção de um novo edifício em conformidade com a normativa (sendo esta a alternativa que teria maior emissão de carbono); (iv) novo edifício sustentável em vermelho (sendo a segunda menor emissão de carbono).

Como apontado por Catherine Harrington, na entrevista, analisando o gráfico a melhor opção em 10 anos, mantendo-se a estrutura e utilizando os conceitos da *Passive House Standards*, é possível igualar, às emissões e a partir deste período só haveria benefícios de redução, com pequenas elevações em períodos em que alguns componentes precisarão ser trocados, por isso o aumento das emissões com 30 anos (período mais acentuado). A diferença é significativa se comparado às outras alternativas, a segunda melhor seria um edifício novo que também estaria utilizando os

---

37 O tema é discutido no capítulo 2, item 2.2.5 Adaptabilidade.

## Edifício de Escritórios Existente | North Quay, Weymouth



Figura 86 - Edifício de Escritórios Existente | North Quay, Weymouth

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Archtype em 19/10/2019

## Carbono Cumulativo do Ciclo de Vida | Toneladas de CO<sub>2</sub>e

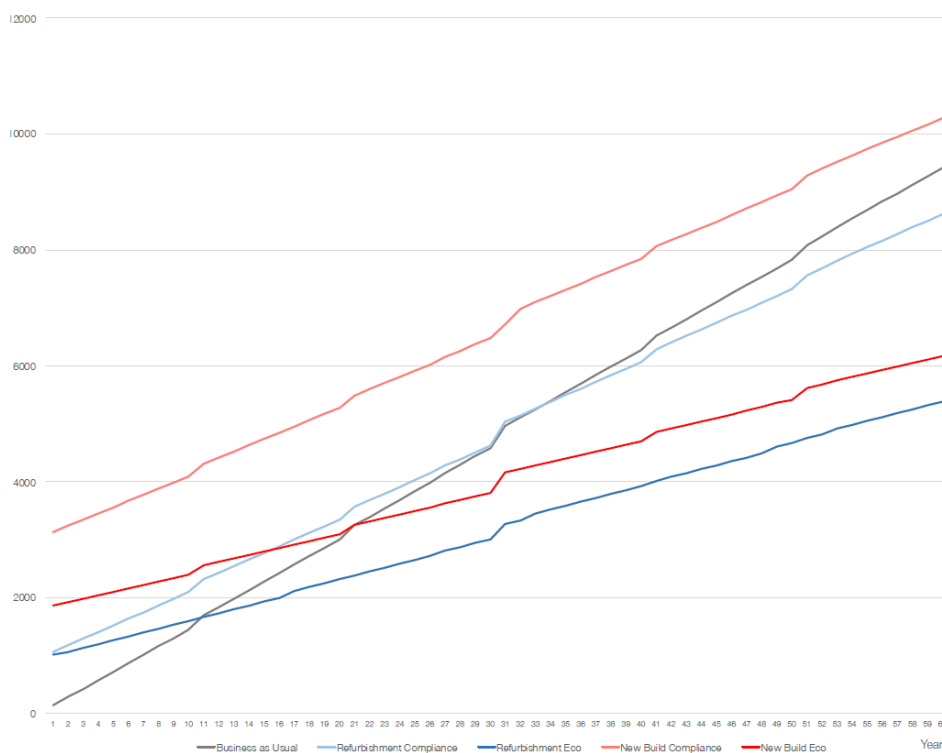


Gráfico 42 - Carbono Cumulativo do Ciclo de Vida | Toneladas de CO<sub>2</sub>e

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Archtype em 19/10/2019

## Comparação do Impacto de Carbono do Ciclo de Vida | Toneladas

| Lifecycle Carbon Impacts<br>Total tonnes whole building |                                    | 60 years | Business as Usual | Refurbishment Compliance | Refurbishment Eco | New Build Compliance | New Build Eco |
|---|------------------------------------|----------|-------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|---------------|
| Embodied Carbon Impact<br>tCO2e/yr                      | Demolition of existing structure   |          | 0                 | 0                        | 0                 | 121                  | 121           |
|   | Total A - Construction             |          | 0                 | 995                      | 975               | 3530                 | 2305          |
|   | Total B - Use 60 years             |          | 1127              | 1208                     | 849               | 1231                 | 1230          |
|   | Total C - End of Life              |          | 121               | 102                      | 111               | 114                  | 634           |
|   | <b>Total Embodied, 60 years</b>    |          | <b>1248</b>       | <b>2304</b>              | <b>1935</b>       | <b>4996</b>          | <b>4290</b>   |
| Operational Carbon Impact<br>tCO2e/yr                   | Operational per year               |          | 139               | 107                      | 59                | 100                  | 52            |
|   | <b>Total Operational, 60 years</b> |          | <b>8343</b>       | <b>6424</b>              | <b>3566</b>       | <b>5981</b>          | <b>3101</b>   |
| <b>Total Lifecycle Carbon Impact<br/>tCO2e/60yrs</b>    |                                    |          | <b>9591</b>       | <b>8728</b>              | <b>4526</b>       | <b>10977</b>         | <b>7391</b>   |

Tabela 8 – Comparação do Impacto de Carbono do Ciclo de Vida | Toneladas

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

## Comparação de Carbono do Ciclo de Vida | Toneladas 60 Anos por Estágio do Ciclo de Vida

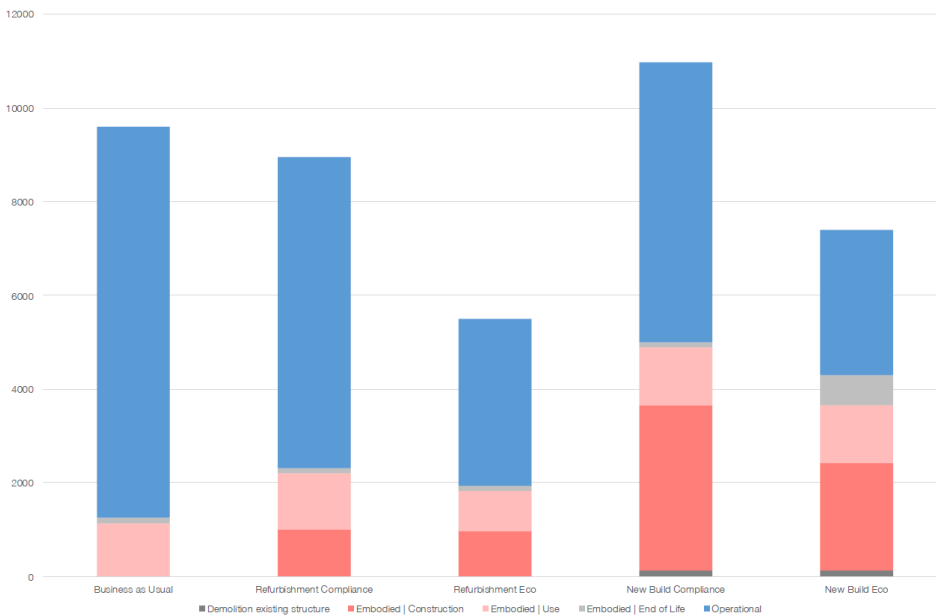


Gráfico 43 – Comparação de Carbono do Ciclo de Vida | Toneladas | 60 Anos por Estágio do Ciclo de Vida

Fonte: Cedida por Catherine Harrington do Architype em 19/10/2019

princípios da *Passive House Standards*. A pior alternativa é justamente o edifício novo que estaria em conformidade com a regulamentação. Ela também ressaltou que é necessário realizar esta análise caso a caso, pois a qualidade do edifício analisado, proporcionou esse resultado.

#### 4.1.5.10. USO DA EDIFICAÇÃO - TECNOLOGIA DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados realizada no período de uso do edifício, está sendo cada vez disseminada no contexto dos edifícios de alto desempenho, por meio do *Building Management System* (BMS) e do sensoriamento dos sistemas de automação (Figura 86).

Kartikeya Rajput menciona, “*Em 10 nós veremos os edifícios sendo monitorados, os próximos passos será o digital twins que estará ligado ao machine learning automatizando os sistemas de controle e comando, com regras e padrões a serem verificados antes da ação no edifício, o edifício será calibrado pela operação real*”.

Klaus Bode menciona, “*Todos têm falado que os dados são a mais poderosa fonte que temos hoje, mas os dados por si só não são poderosos, mas o que você faz com ele, essa é a peça mais importante*”.

Quando se fala da coleta de dados, é importante ressaltar, como apontado na fala de Klaus Bode, que a simples coleta destes dados não irá trazer benefício algum, estes precisam ser ordenados, validados, apresentados de maneira a ser possível tomar ações específicas com estas informações. Quando estas etapas são cumpridas, alguns benefícios podem ser obtidos com o uso desta tecnologia, para o âmbito da pesquisa, alguns são ressaltados: (Figura 87)

- I. Pelo monitoramento dos consumos do edifício, é possível validar o desempenho real durante a operação e realizar um comparativo ao esperado em projeto. Coletando dados do dia-a-dia da operação da edificação, bem como para levantamento de padrões de consumos, sendo assim possível, após os passos mencionados anteriormente, criar planos de ação para melhoria contínua da performance do edifício;
- II. Ajudar a quem opera na requalificação do próprio edifício, neste quesito, é possível construir um *digital twins* e assim testar e validar os ajustes das mudanças na operação; na alteração de equipamentos e sistema, bem como na troca no final do ciclo de vida útil destes equipamentos;
- III. Outro uso possível, é para requalificar o processo de projeto, abstrair as lições aprendidas desde o início do processo, como incentivado no RIBA Work of Plan 2020. Sendo assim possível, entender na etapa de projeto, como a edificação desempenhou durante os primeiros anos de operação da edificação; em conjunto realizar uma análise das simulações desenvolvidas durante o período de projeto, para acompanhar o real desempenho e a partir disso, calibrar as simulações para projetos futuros.

A AKTII, está realizando esta coleta de dados para qualificar os projetos futuros, bem como a partir dela, minimizar o consumo dos materiais, na busca do edifício *net zero carbon*, como já mencionado anteriormente, a estrutura pode representar até 60% das emissões de um edifício. O

## Operação e Manutenção do Edifício | Tipos de Dados

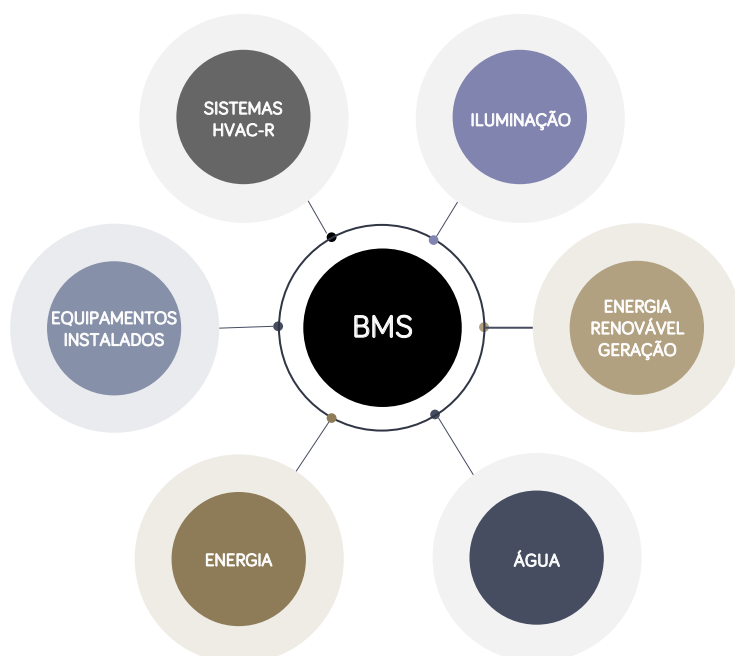


Figura 87 – Operação e Manutenção do Edifício | Tipo de Dados

Fonte: Produzido pela autora

## Operação e Manutenção do Edifício | Coleta de Dados e Análise



Figura 88 – Operação e Manutenção do Edifício | Coleta de Dados e Análise

Fonte: Edição sobre fonte desconhecida.

edifício White Collar Factory<sup>38</sup>, a sede do escritório da empresa vem sendo monitorado, como mencionado na sua fala de Ricardo Baptista: *“Engenheiros têm essa prática de desenhar um edifício e depois ir aos outros e esquecer os anteriores, mas o que temos feito não só em edifícios altos, estamos aplicando sensores nas lajes e nas escadas e monitorarmos as performances desde espaços para entender o quanto estamos sendo conservadores, estes são alguns dos parâmetros utilizados em projeto. A ideia é que com as informações destes dados, que hoje em dia é um tema bastante recorrente em todo o mundo cada vez mais e mais presente, nós estamos tentando fazer essa retroalimentação e que nos ajuda a fazer edifícios cada vez mais eficientes e que utilizam menos material, por consequência terão um menor footprint. Temos utilizado as informações coletadas dos edifícios nos locais e retroalimentando os próximos projetos. No caso de edifícios em torres, existem diferenças grandes, às vezes de 20 a 30% em relação aos que nós analisamos inicialmente da performance do edifício no terreno, isso claramente nos diz que há margem para melhorar, e que nos próximos edifícios será 15% e assim continuar a otimizar”*.

Criar banco de dados com essas informações do projeto em uso, seria de grande valia para a arquitetura e engenharia, nesta busca do edifício de alto desempenho, para os edifícios zero carbono. Segundo especialistas em simulações, a maior dificuldade está justamente em como prever os possíveis usos da edificação na fase de operação, como essas premissas derem ser inseridas nas simulações, para assim se ter maior previsibilidade e assertividade nos resultados destas simulações. Outro fator que impacta diretamente as simulações é o comportamento do usuário. Paone & Bacher (2018) mostram que o comportamento do usuário pode reduzir até 80 % o consumo de energia e poderá ser um fator decisório para o alcance do edifício zero carbon.

No Brasil, o que se constata, é que a maioria dos edifícios de alto desempenho, possuem sistemas embarcados de tecnologia de BMS, fundamentalmente para coleta de dados, principalmente relacionados a consumo de água ou energia, a coleta voltada para qualidade do ambiente interno é bem menos usual. Outra situação que foi apontada é que, na grande maioria das vezes, os passos mencionados de tratamento e análise destes dados coletados, não são revertidos em ações de melhorias para o desempenho do edifício, nas vezes em que isso acontece, estão voltadas majoritariamente com foco na operação do edifício, e não na retroalimentação de projeto. A prática de melhoria contínua por meio de dados coletados dos edifícios em operação, para qualificação seja das simulações utilizadas em projeto, seja para comparação com sistemas de digital twins ou para a inserção em projetos futuros, ainda não é uma realidade no contexto brasileiro.

Marcos Casado colocou que, *“a coleta de dados para desempenho e automação de telemetria dos sistemas para correção dos consumos em tempo real, está com custo menor devido ao wi-fi, desta forma acontece a redução de Opex e Capex justamente devido à automação”*, é um processo que está em crescimento no contexto brasileiro.

Outro ponto levantado foi a importância de acompanhar o desempenho do edifício na etapa de pós-ocupação, tendo como suporte a coleta de dados: (i) por meio de pesquisa de pós ocupação junto aos usuários, para entender se os resultados esperados para qualidade ambiental foram alcançados, bem como manter o engajamento e conscientização dos usuários com objetivo de desempenho; (ii) a partir das pesquisas de pós ocupação e das medições da operação do edifício, ter informações para ações corretivas ou educativas junto aos ocupantes, gestores e operadores do edifício, além de tirar lições aprendidas para retroalimentar futuros projetos.

---

38 O tema é discutido no capítulo 4, item 4.1.2. Metas E Resultados Específicos Do Projeto.

Marilu Sicoli coloca, “*Sempre temos oportunidades de melhorar e alterar, principalmente atualmente que temos tido a oportunidade de coletar dados em conjunto com POE (Post Occupancy Evaluation) e reverter em aprendizado para futuros projetos, onde podemos fazer melhor. Por mais que tenhamos pensado nos usos dos edifícios, sempre acontecem formas de interagir com os espaços que seriam impossíveis de prever. Temos uma equipe aqui que desenvolve scripts e algoritmos para otimizar os resultados, mas chega a um certo ponto que efetivamente a riqueza de informações que só se pode ter, a partir do dia a dia de operação do edifício. Se tem estimativas aproximadas com os algoritmos, mais a complexidade dos tópicos no dia-a-dia é inclusive o que torna o projeto de arquitetura tão estimulante e apaixonante*”.

Na grande maioria das vezes há pouca conexão entre o consumo estimado da energia no modelo computacional e no uso real no edifício, mesmo em prédios novos as previsões são bastante difíceis. O comportamento do usuário é uma das maiores razões pelas quais as estimativas de uso de energia acabam falhando. Fabiano Ferreira e Alberto Hernandez mencionaram nas entrevistas a importância das chamadas premissas (*assumptions em inglês*) da simulação e como estas podem alterar significativamente os resultados e previsões de consumo.

#### 4.1.5.11. CUSTO E VALOR

Retomando o assunto de custos e valores agregados ao edifício de alto desempenho, que foi brevemente mencionado no item Metas e Resultados Específicos do projeto. Segundo ASHRAE *Green Guide v5*, a implementação de estratégias sustentáveis pode, de fato, elevar os custos em projeto, inicialmente associados ao desenvolvimento do empreendimento, principalmente quando comparado ao projeto do edifício que busque os requisitos mínimos exigidos pelos códigos ou regulamentações. A primeira cotação orçamentária de um empreendimento é uma questão importante e, muitas vezes, é um obstáculo para a mudança do projeto que esteja atingindo apenas os requisitos mínimos das regulamentações (“projeto bom ou adequado”) para um, que seja verdadeiramente mais sustentável. Além disso, as economias considerando o aumento de produtividade dos ocupantes do edifício, podem ser adquiridas para toda sua vida útil, reduzindo o custo total do proprietário e/ou proporcionando melhor valor para os locatários. Para obter benefícios ao longo da vida útil, também são requeridos procedimentos operacionais e manutenção adequada para monitorar o desempenho, realizando ajustes quando necessário.

Como mencionado anteriormente, por outros entrevistados, como Mina Hasman, Marilu Sicoli é apontado na fala Klaus Bode: “O consultor de custos é outro agente recente, inserido nos últimos 10 anos, aqui na Inglaterra”. Sinclair (2019) coloca que o consultor de custo, está presente durante todo o processo de projeto, que irá realizar diversos estudos de onde se põe e onde se tira nas estratégias. O edifício net zero precisa, necessariamente, ser pensado e contabilizado, durante todo o seu ciclo de vida, é possível fazer isso sem que haja um aumento significativo no seu custo, contabilizando os custos de operação e manutenção, bem como das emissões durante o ciclo de vida.

Mina Hasman, coloca que “*Na verdade trabalhamos junto com um Cost Consultant on board, mesmo que os custos sejam altos, tentamos mostrar aos clientes “full picture” durante o ciclo de vida do edifício, apresentando o quanto de energia será poupada; quanto de emissões será reduzido; o quanto de dinheiro no final será salvo*”.

A Figura 88, é apresentada uma comparação ilustrativa do custo do ciclo de vida, no relatório

Building the Case for Net Zero Carbon, 2020 do UKGBC, que apresenta uma comparação entre um edifício que esteja cumprindo as normativas com um edifício *net zero carbon*. O ponto abordado por Mina, no seu comentário acima, é justamente neste sentido de apresentar os benefícios analisando o ciclo de vida total do edifício.

Embasado por Brand (1994)<sup>39</sup>, no trabalho *Building Layers*, quando se analisa o ciclo de vida útil dos elementos e componentes construtivos, é preferível investir em sistemas ou componentes que terão um ciclo de vida mais longo, do que naquelas que ficaram obsoletos mais rápido, e que poderão ser substituídas ou melhoradas a curto prazo. Algumas ferramentas de simulação e de cálculos de carbono conseguem ajudar nesse trabalho.

*“O mercado internacional ainda olha predominantemente os edifícios de alto desempenho, como aquele que reduz o consumo de energia, se olhar para o mercado europeu, está se falando de carbono, mas fora deste contexto é basicamente vinculado à energia. Depois vem o conceito de bem-estar, que devido a certificação acabou sendo impulsionada e por último, a questão do carbono. Existe uma relação entre economia de carbono e economia financeira, alguns estudos de caso estão sendo desenvolvidos neste sentido. Alguns clientes ainda perguntam, vou reduzir as emissões ou vou ser um edifício net zero carbon, mas quanto isso irá me custar? Ou quanto isso irá reverter em valor agregado de venda no produto? Ainda existe uma grande parte dos clientes, que são movidos pelo mercado, que ainda estão interessados em economia financeira, mais do que no bem-estar das pessoas ou em contribuir para o planeta. Entretanto a Certificação WELL conseguiu mudar este processo, estabelecendo este link com o aspecto financeiro. O custo para a certificação é significativamente alto, se comparado para a obtenção de um edifício zero carbon, mas o mercado solicita pois a exemplos de edifícios que foram construídos e que são certificados WELL, são vendidos ou alugados a preços maiores.”* Coloca Mina Hasman.

O que se percebe é que o mercado de Londres durante os anos de 2020 e 2021, apoiado no desenvolvimento de estudos e com o suporte de diferentes Instituições do setor, procurou quantificar e apresentar os custos e valores para o edifício net zero carbon. Em setembro de 2020, UKGBC - *Green Building Council* do Reino Unido, produziu um relatório *Building the Case for Net Zero Carbon* apresentando a viabilidade financeira desta tipologia de edificação, havendo um aumento de 6,2% no custo de capital para a obtenção de em edifício *net zero carbon* (Figura 89), se comparado a um edifício de padrão do mercado, especialmente se considerando que esses custos provavelmente serão compensados pelos benefícios de valor, incluindo aumento no valor do aluguel, menores períodos de vacância, menores custos de compensação ambiental e menores custos operacionais (Figura 90).

No relatório produzido pela JLL, (2020) *The impact of sustainability on value*, espera-se que os prédios de escritórios *net zero carbon* no centro de Londres impulsionem o valor do aluguel nos próximos 5 a 10 anos. Mesmo com um potencial aumento nos custos de construção. Foi estimado que o aumento no aluguel e a compressão dos rendimentos, resultem em um aumento geral nos retornos. Pressupõe-se um aumento de 5% nos custos da construção, mesmo que o aumento seja de apenas 5%, no aluguel, mesmo assim poder-se-ia aumentar o lucro total final em 2,9%. Se considerarmos uma mudança de rendimento de 10 bps, isso poderia aumentar o lucro sobre o custo em 5,7%, levando um esquema típico de 15% de lucro sobre o custo para mais de 20% de lucro sobre o custo. Este mesmo documento apresentou que foi identificada uma lacuna clara entre a demanda e a oferta de escritórios sustentáveis, no centro de Londres, não havendo edifícios zero carbon disponíveis atualmente no mercado, mas isso começava a mudar. (Figura 90)

---

39 O tema é discutido no capítulo 2, item 2.2.5 Adaptabilidade dos Edifícios.

Marcos Casado menciona na sua entrevista, que para o contexto do mercado brasileiro a quantificação para a obtenção de uma certificação LEED Platinum fica entre 0,5 a 2% a mais do valor do projeto, ele ainda aponta que devido a isso, o cliente tem que entender e estar querendo o projeto.

Kátia Goldenberg, coloca que *“Para a Certificação LEED, se consegue ter uma taxa de vacância menor, é verdade, porém até certo ponto depois disso o edifício começa a ficar caro demais”*.

Segundo Documento da RICS, *The Royal Institution of Chartered Surveyors* (2012), as certificações ambientais são uma base importante para a tomada de decisão relacionados à propriedade e devem ser “traduzidos” para a linguagem e forma de raciocínio, dos diferentes agentes envolvidos no processo, para que assim possam ser difundidas e integradas às suas metodologias e instrumentos no mercado. Entretanto é primordial que estes não substituam o gerenciamento sistemático, o controle do desempenho energético, bem como o *benchmark* dos custos operacionais.

Quando mencionamos esse questão da conversão, do linguajar técnico para uma linguagem mais palatável, Bruno Martinez coloca, *“ A incorporadora está olhando para o custo e construtora olhando para o prazo e a equipe de projeto possui o viés técnico, a ideia é simples, um comprador que vai tomar a decisão nunca ouviu falar de uma roda entálpica, porém ele sabe o que significa 12% de ROI, ele toma a decisão não pela decisão técnica, mas pela financeira, ela é clara, na medida que se tem um benefício naquela decisão. Então porque não fazer? o produto será melhor, com uma rentabilidade melhor e um retorno melhor, assim se muda o mercado, muita gente pensa que sustentabilidade é tomar uma decisão em cima do meio ambiente melhor, mas não é isso, o que move o mercado é o business melhor, se você mostra para ele que o business é melhor, se consegue implantar as medidas que se quer, e aí se tem o viés da sustentabilidade na tomada de decisão, o que muda o mercado é o financeiro”*.

Miguel Afalo argumenta no mesmo raciocínio *“O mercado imobiliário é o principal agente construtor de empreendimentos comerciais no Brasil, eventualmente se tem instituições, edifícios públicos, basicamente são os agentes financeiros, ou proprietários ligados a eles, em conjunto com os incorporadores. Sendo assim, para a grande maioria, o objetivo é o retorno financeiro, se uma ação vai custar mais caro, mas dará retorno ele é avaliado com um critério, se esse custo não trará um retorno direto ele será avaliado de outra maneira, tudo é avaliado com base em custo. O valor dado ao projeto no Brasil está ligado ao retorno que ele dá. O mercado no Brasil não se interessa em colocar o aspecto ambiental e de desempenho, pois o mercado não compra e não paga mais por isso, a não ser uma parcela muito pequena, eventualmente algumas empresas, que dão valor a isso, lá fora é muito maior. A relação esforço x retorno, como no mercado financeiro”*.

Luiz Henrique Ceotto contextualiza o processo no mercado Brasileiro, *“Os prazos de obra no Brasil são duas vezes e meia maiores que os prazos nos Estados Unidos. Não levamos em conta o tempo total do projeto, nossos ciclos são extremamente longos, o que acaba impactando em três pontos: (i) se aumenta o custo financeiro, e o custo administrativo aumenta de maneira exponencial, o overhead acaba não sendo 5% como projetado, ele acaba ficando muito maior; desde que não se tem um sistema de análise em que você distribua o custo real da empresa em cada projeto; (ii) a taxa interna de retorno passa a ser muito baixa, isso significa que o lucro na unidade de tempo, como o ciclo é muito grande a lucratividade terá que ser enorme, o que não existe, o mercado acaba utilizando o conceito de margens, se não for 40% de margem não construímos, porém é preferível ter 5% em 6 meses, do que ter 40% em 10 anos; (iii) risco, como o ciclo é muito grande você projeta para uma realidade em que se vai entregar 6, 8 anos depois,*

## Benefícios do Carbono Zero

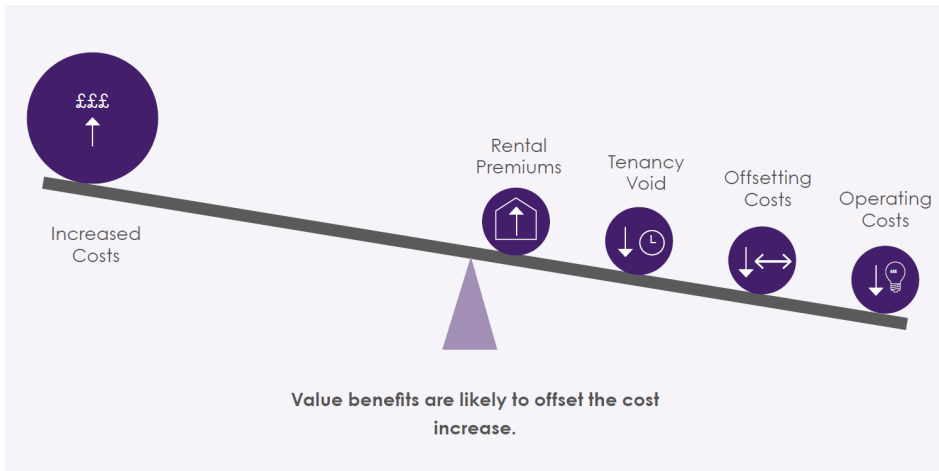


Figura 89 – Benefícios do Carbono Zero

Fonte: UKGBC - Green Building Council do Reino Unido | Relatório Building the Case for Net Zero Carbon, 2020.

## Aumento do Custo de Capital para Atingir as Metas de 2025

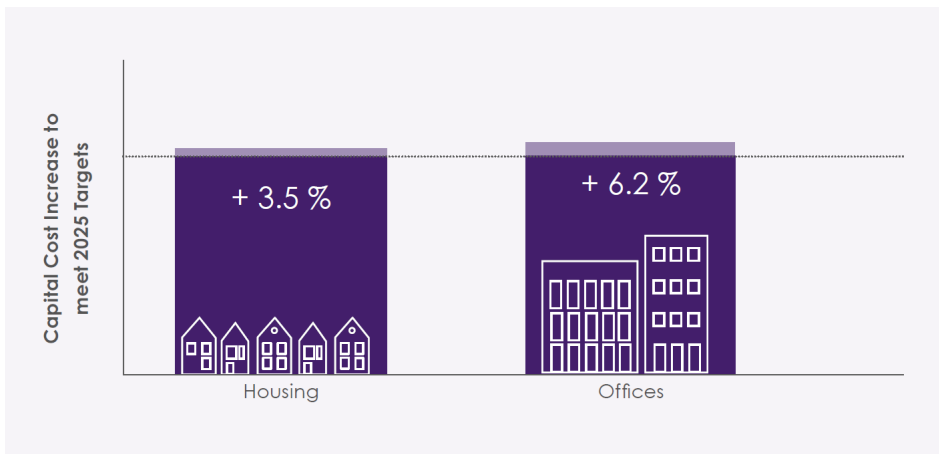


Figura 90 – Aumento do Custo de Capital para Atingir as Metas de 2025

Fonte: UKGBC - Green Building Council do Reino Unido | Relatório Building the Case for Net Zero Carbon, 2020.

## Comparação Ilustrativa do Custo do Ciclo de Vida

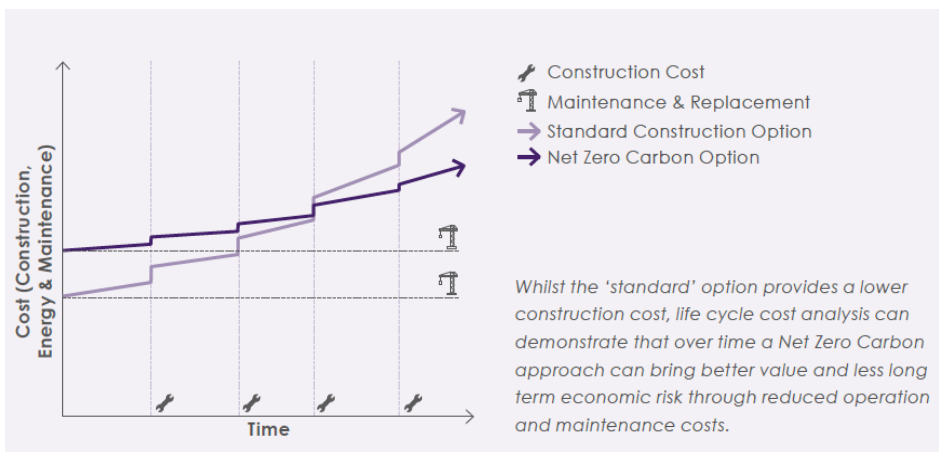


Figura 91 – Comparação Ilustrativa do Custo do Ciclo de Vida

Fonte: UKGBC - Green Building Council do Reino Unido | Relatório Building the Case for Net Zero Carbon, 2020.

*o terreno, a aprovação, acabamos entregando projetos desatualizados. Isso virou cultura. Hoje o sistema da indústria imobiliária não conversa entre si, nem com outros setores, como com o mercado financeiro”.*

## **Design e honorários**

*Seguindo na linha de raciocínio de Luiz Henrique Ceotto : “O cliente compra o terreno, constrói, vende e entrega e acaba, nos EUA chama-se os parceiros, chama-se os investidores, que entram com o dinheiro e saem com o dinheiro, aqui ele sai com uma unidade, não se tem o setor financeiro que pode financiar o investidor que compra, este também pode ser um investidor patrimonial, você administra todo o processo, gera lucro para quem colocou, e com esse retorno você investe em um novo empreendimento, você tem um espiral positivo. Existem oportunidades de se ganhar dinheiro com o ciclo e acumular o conhecimento, além de ser uma solução para o seu cliente investidor. Se tem dois clientes, o usuário que pode ser quem aluga ou quem compra; se tem o cliente patrimonial ou aquele que só quer te financiar, entra com dinheiro e sai com dinheiro, com ciclo de 6 a 8 anos ele vai entrar como? e com isso perdemos a oportunidade de financiar os 20%. A grande maioria do mercado dá 20% do valor que deveria dar ao projeto, são muito poucas as que pensam de maneira diferente. Pensa-se muito mais no custo do projeto, que este deve ficar entre 3 a 4% do valor da construção e ponto, quando você faz uma concorrência de projeto por preço e não pela ideia, se está passando a mensagem subliminar que o projeto vale muito pouco para você, que é a nossa realidade. Estamos produzindo um estoque de edifícios gastões e 40% do consumo de energia está relacionado ao edifício”.*

*“É devido ao custo, que se criam os maiores problemas, e os maiores equívocos, pois acredita-se que é devido a ele, não ser possível inserir certas estratégias. Existe um enorme equívoco quanto a isso, environmental design pode ter um custo zero adicionado ao projeto, irá depender o quanto “green” você quer ser... Um edifício de alto desempenho não deve custar mais, mas os honorários e este tempo de estudo precisam acontecer. Os requisitos tem sido cada vez maiores como produção de energia, você precisa ter mais tempo para os estudos... Para mim o valor está no pensar e não no produzir. O mercado também mudou, quando comecei os honorários, para toda a equipe de projeto, incluindo todos os consultores, os honorários de toda a equipe costumavam ser, no valor mínimo entre 15 a 22% do projeto no Reino Unido. Agora os valores estão em 10%, metade do valor e ainda com um maior número de agentes envolvidos. Porcentagem não é importante pois os proprietários estimam “erroneamente” os valores dos edifícios, mas se você quer acrescentar a diferença nos valores finais eles não aceitam. É preciso fixar seus honorários antes de pegar o projeto e só irá saber o valor, depois que entrou no processo, isso acontece em 80% dos projetos... Muitos consultores acabam deixando os valores mais baixos e a margem estabelecida pelo cliente para consultoria acaba ficando precificada...Olhando os valores no Reino Unido, do custo do projeto, a equipe representa 10% (uma média, pois se for um hospital ou uma escola essa médias irão variar) do total do projeto. Olhando para as porcentagens (100%) dos valores pagos a equipe de projeto, 60% da arquitetura, sobrando 40% para as outras disciplinas, sendo 1/3 deste valor para estrutura, 1/3 para MEP e o restante do 1/3 para as demais disciplinas (acústica, iluminação, cost, environmental...etc.) (Gráfico 45). Em muitos projetos o PM não inclui environmental no custo de projeto e se o arquiteto quer inserir os estudos o arquiteto acaba “tirando” do seu honorário. Os valores de enviromental diferentes das outras especialidades não está ligada diretamente ao tamanho do site, mas sim nos estudos que serão feitos no processo, iluminação,*

## Velocidade de Locação | Projetos Concluídos 2013-2017

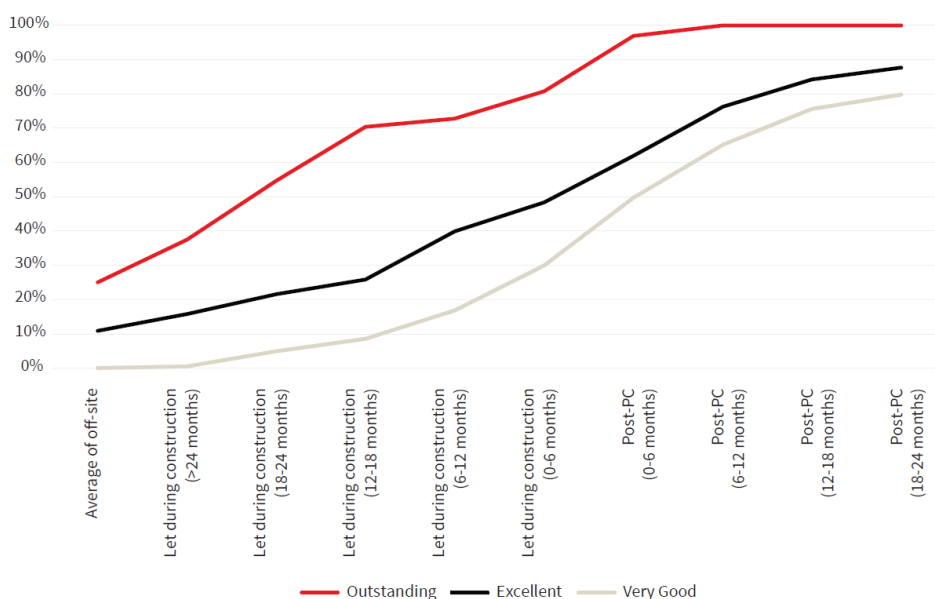


Gráfico 44 - Velocidade de Locação | Projetos Concluídos 2013-2017

Fonte: JLL, The Impact of Sustainability on Value, 2021. p. 14.

Source: JLL

Includes new build and major refurbishments.

térmica, CFD”, explica Klaus Bode.

Engenheiro contextualiza um dos pontos mencionado na fala de Klaus Bode, porém no contexto brasileiro, “Existe um conflito de interesses, o que acontece é que o cliente não fornecer o orçamento da obra, mesmo depois do projeto, não te fala o custo estimado, nem quanto se tem que tirar, ele só vai tirando, não passou no custo isso, não passou no custo aquilo... porque quero ver até onde você se satisfaz, o material que se vai usar, o custo que vai se ter, no final o cliente começa a cortar... sem te falar, e ainda assim não abre o custo da obra”.

Este mesmo ponto é discutido por Klaus Bode, em outro momento da sua fala, “Outro ponto que está relacionado ao custo, é que as muitas vezes após a fase de design, quando estão em construção, acontecerão mudanças nas especificações, para a economia do cliente, como por exemplo, a mudança das especificações dos vidros, que terá várias implicações desde a iluminação natural, quanto a carga térmica... e se o projetista não deixa especificado no momento do projeto, que caso aconteçam mudanças no projeto, essas precisam ser comprovadas aos profissionais, isso pode se tornar um problema.

Esse ponto foi mencionado em outro momento da discussão deste trabalho, quanto a importância de se especificar por desempenho, porém se não existe a obrigação entre o vínculo entre o design e a operação, fica difícil realizar essa solicitação.

Um último ponto mencionado por Ricardo Batista, se refere quanto ao risco inerente quando se insere mudanças ao processo, “O papel é educar e insistir, muitas vezes o argumento é quanto ao custo, de que não podemos fazer isso pois ficará mais caro. Se perguntamos a um engenheiro que sempre utilizou concreto e aço a vida toda, quando se fala em fazer em madeira, o primeiro argumento será “Eu posso fazer isso, mas será 20 a 30% mais caro” por ser uma questão de risco, como ele nunca fez vai para uma questão de risco. É preciso levar a pessoa “quase que em uma viagem”, explicando à pessoa que a montagem do edifício será praticamente como se montasse uma estrutura metálica. As coisas que são diferentes são estas, as coisas que precisam

*ser calculadas e pensadas seis meses, doze meses antes serão estas... realizando uma espécie de educação. Nós que estamos na frente do projeto, mas as pessoas que realmente vão construí-los ainda estão em uma forma de pensar em uma fase, que é muito diferente, está acontecendo uma aproximação, mas realmente é insistir naquilo que se acredita. Não vamos propor edifícios que custam 50 a 60% a mais, pois sabemos que no fim se fizermos isso, o edifício não será construído, pois o preço vai vir e o cliente não terá dinheiro, obviamente não somos ingênuos, mas temos que insistir mais, para que as decisões sejam tomadas com maior conhecimento, com mais trabalho em cima disso, do que propriamente dizer, "Ah é de madeira, gostamos muito, mas sabemos que vai ser muito difícil pois não tem cadeia de suprimentos, ou apenas alguns empreiteiros no Reino Unido que sabem fazer, e que portanto o edifício custará mais caro". Tentar mudar o status quo, o mindset das profissionais envolvidos".*

Uma diferença quando analisamos percentualmente falando os valores gastos com o desenvolvimento de projeto em ambas as cidades, foi identificado que em Londres, elas representam em torno de 10% do custo total da obra, em São Paulo os valores mencionados remetem entre 3 a 4% deste valor.

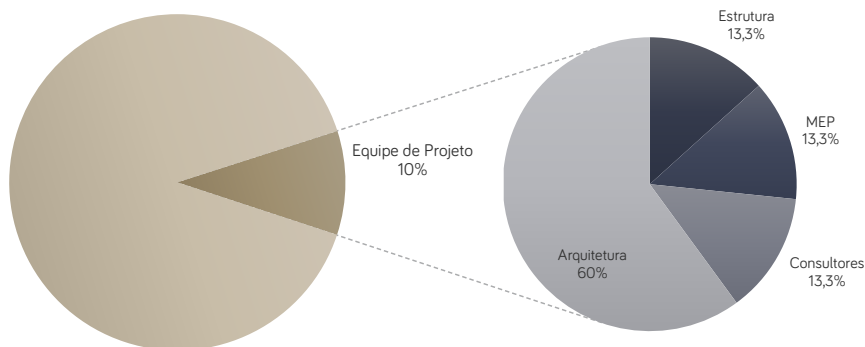
*"Gostaria de ter um volume de exploração e trabalhar mais em certos assuntos, e a gente não consegue, não tem tempo, não tem gente e não tem verba, os valores dos projetos estão muito aquém do que deveria ser, são mal remunerado para aquilo que deveria ser. A diferença se comparado com os valores praticados no exterior é gritante, é irrisório. Isso tende a mudar, as construtoras e incorporadoras estão entendendo o nível de responsabilidade, que o projeto de arquitetura passa a ter, este tem que ser valorizado, pois a responsabilidade está aumentando. Hoje se assina o projeto na prefeitura que é uma mancha onde o arquiteto ratifica que todas as normas estão sendo atendidas, mas é um processo longo. Nós poderíamos ter o dobro de pessoas em um projeto, estudando alternativas, detalhamento, realizando pesquisa, buscando materiais, desenvolvendo elementos gráficos. Se compararmos um caderno de entrega de estudo preliminar produzido aqui no Brasil com a entrega de um Schematic Design de um escritório lá fora, eles entregam um documento muito mais elaborado. Não tem segredo, precisa ganhar mais para chegar nessa entrega. Se fizermos a relação do valor de m<sup>2</sup>, do valor de venda, com o que é pago pelo projeto este é muito baixo. O mercado imobiliário tem recursos, é uma questão de valoração e o entendimento da importância da solução, muitos ainda veem o projeto de arquitetura como o desenho, não é o desenho, é a inteligência que tem por trás de tudo aquilo. É pagar mais em projeto, os empreendimentos têm verba, elas são apenas mal alocadas. Dentro de um modelo de negócio, com um lucro pretendido, tem a verba de projeto, uma verba de marketing, uma verba de obra. O que vemos é que a verba destinada a projeto é muito baixa, isso reflete diretamente no produto que será entregue. O mercado não entendeu esse contexto das demandas atuais, que para se chegar ao resultado a única maneira é investir no desenvolvimento do projeto. Os que têm essa consciência, não sabem o que deveria ser um projeto, se comparado a Londres estamos a anos luz". Porém existem alguns incorporadores que contratam arquitetos internacionais e que pagam os valores correspondentes ao mercado internacional para isso, neste ponto a discussão acaba entrando em uma outra seara, pois neste sentido você não estaria comprando o projeto, mas todo um valor agregado dos arquitetos chamados de "star architects", menciona um arquiteto, falando sobre o contexto brasileiro.*

Quando perguntado se o mercado entende que precisamos alterar o processo de projeto para conseguir os objetivos e o porquê, de não se investir em projeto, Luiz Henrique Ceotto responde, "Muito poucos, cresceu um pouco mais são poucos os stakeholders que têm essa noção... O incorporador valoriza mais a flexibilidade, o que ele chama como mudança de mercado, mas o

mercado não muda assim, a percepção que ele tem do mercado é que mudou. Ele valoriza essa possibilidade de mudança do que um projeto de alto desempenho. Uma vez contratada a obra, o custo e portanto o risco é da construtora, fica um jogo, incorporadora fica com uma margem de adaptações, que não foi explicitado no momento da construção, a falta de projeto corrobora na cotação inicial, e paga-se muito pouco ou nada, por aquela mudança durante o processo, prejudicando a construtora; por outro lado a construtora na hora da contratação tenta justificar determinados pontos, e assim criar uma margem de segurança para suportar essas mudanças ou ainda um aumento de lucro. A principal motivação é a economia, se você criar a motivação através da economia será resolvido, pela nossa cultura hoje no Brasil não é pela ética, não vamos ter melhorias no desempenho, somos movidos pela economia”.

## Custo do Projeto em Relação ao Valor da Construção

Reino Unido



Brasil

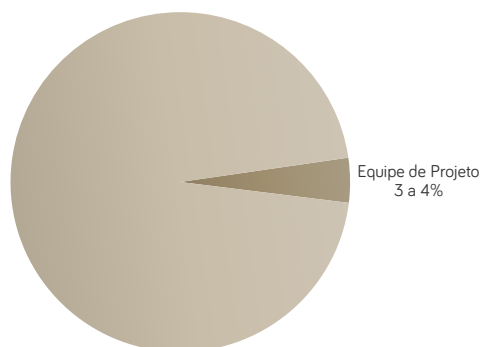


Gráfico 45 – Custo do Projeto em Relação ao Valor da Construção

Fonte: Produção Própria

#### 4.1.5.12. FUTURO DO PROCESSO DE PROJETO

##### **No contexto brasileiro as colocações foram:**

*“Na prática estamos em um momento de transformação, arquitetura brasileira está mais valorizada, sociedade se transformando, o arquiteto é um influenciador, a cidade esta se transformando, o novo plano diretor e São Paulo sendo um exemplo. Gostaria de ter regras mais claras, medidas de mobilidade e urbanismo, seria um motor para o Brasil neste sentido. Gostaria que o tempo e as regras fossem mais claros. Não temos maturidade, o processo aprovativo precisa evoluir, deixar a responsabilidade para o profissional, estamos no caminho”* coloca Douglas Tolaine.

*“Essa questão ambiental de desempenho como temos atualmente de tecnologia, certificações, já saturou, agora vamos procurar outros meios para fazer essa conta melhorar, o uso de materiais como a madeira, a industrialização e a questão da eficiência do projeto e da eficiência de obra. Nestes dois últimos nenhuma tecnologia revolucionária, mas com novos caminhos para o desempenho dos edifícios, vemos tecnologia inserida em materiais, em sistemas como de ar condicionados mais econômicos ou para fontes de energia como PVs na fachada, fontes de energia como hidrogênio”* coloca Miguel Aflalo.

##### **No contexto de Londres as colocações foram:**

*“Vejo positivamente, os clientes estão muito mais conscientes sobre a sustentabilidade, mesmo que seja quanto a identidade e o valor da empresa, isso é ótimo, pois isso é importante. Me preocupo que ainda tenhamos cost driven culture, olhado a curto prazo, e não investindo no edifício pensando no retorno a longo prazo. No Reino Unido vejo o Planning com uma cultura muito mais conservadora, forçando a um certo padrão, não olhando o moderno nem o futuro, se comparado por exemplo com a França, o que é bastante frustrante, pois limita a possibilidade de experimentação”* pontua Jack Newton.

*“Ao menos a profissão de arquitetura terá que inserir a tecnologia, nós não vamos conseguir fazer isoladamente, nós precisamos realmente engajar, e não apenas o setor da construção em geral, mas também a Academia, a Pesquisa e também outros setores. Precisamos aprender, o setor da construção é um dos mais lentos em se modernizar, nós praticamente precisamos nos reinventar, ou inventar inteiramente o modo como projetamos. O modo como temos feito hoje, não será o bastante e o ano de 2020 será um ano crítico, pois 2030 pelas mudanças climáticas é a data limite. Estamos (SOM) tentando fazer, em conjunto com o que já estamos fazendo nos projetos, em conjunto com os consultores e entendendo os limites que temos da tecnologia, estamos engajando o maior número de Pesquisas possíveis, engajando e em colaboração com a Academia e outros setores, pois não seremos capazes de encontrar soluções que serão adaptáveis ao futuro. Com o que sabemos hoje somos capazes de entregar um edifício net zero carbon atualmente, mas como iremos adaptá-los para o futuro. Edifício net zero carbon é um desafio para qualquer um de nós, ao redor do mundo dentro da nossa indústria, mas não é o bastante. Precisamos criar edifícios que apesar do tempo, vão ficando cada vez melhores, o que não sei ser possível, é onde nosso mindset está... Estamos construindo um massivo ambiente construído pelo mundo, se não*

*fizemos isso outros irão fazer, e como fazer estes edifícios performar melhor através dos tempos... é um trabalho coletivo na busca de um objetivo em comum. Não temos a solução, mas estamos tentando “push all the door as much as possible” em outros aspectos, além dos edifícios e do setor construtivo.”* Enfatiza Mina Hasman.

Algumas questões apontadas por Mina Hasman, são importantes de serem ressaltadas:

I. Quando ela menciona sobre o que está sendo feito hoje não ser o bastante, e que o ano de 2020<sup>40</sup> seria um ano crítico, sendo 2030 a data limite. Podemos refletir no sentido que a média do ciclo de projeto, como já apresentado é de 10 anos, os edifícios que estão sendo entregues em 2030, estão sendo projetados neste momento, colocando portanto, uma necessidade de urgência nas ações que precisam ser implementadas.

II. Como fazer edifícios que possam se tornar melhores ao longo do tempo, ao invés de ficarem obsoletos? Na medida que a tecnologia e os materiais estão evoluindo e que o cenário deve ficar cada vez mais restritivo. Talvez uma das respostas seja quanto aos materiais que serão incorporados as edificações, os Biomateriais que começam a ser estudados e produzidos em escalas ainda laboratoriais, demonstrando a importância e relevância da pesquisa no contexto. Outro ponto mencionado é da tecnologia, Miguel Aflalo também menciona este ponto na sua fala, desde a tecnologia inseridas nos componentes, sistemas e equipamentos, até mesmo as construções 3D que tem sido cada vez mais investigadas.

Outro ponto que foi mencionado no item Uso da Edificação - Tecnologia de Dados, sobre o futuro e também ligado ao tema da tecnologia, apresentado na fala de Kartikeya Rajput, sobre o a utilização de *machine learning* para os ajustes e calibração da edificação pela operação real do edifício, ajudando portanto, no processo de melhoria contínua do desempenho. Esta pode ser uma possível resposta à pergunta de Mina Hasman, quanto à melhoria contínua dos edifícios e o adiamento da sua obsolescência.

#### **4.1.6. CONCLUSÕES PRELIMINARES**

Este trabalho teve como objetivo a qualificação do processo de projeto, por meio do levantamento bibliográfico e da pesquisa na prática profissional, descrevendo como alguns dos principais projetistas de arquitetura e agentes envolvidos no processo de projetos de edifícios de alto desempenho, nas cidades de Londres e São Paulo, desenvolvem e lideram este processo. Considerando Londres como referência, foram comparados diversos parâmetros que impactam o projeto, a partir disso é possível estabelecer o estado da arte do processo de projeto de edifício de alto desempenho, em ambientes de trabalho, que vem sendo construídos ao longo dos últimos 10 anos em ambas as cidades.

Por meio das entrevistas, foi possível perceber com clareza a cultura do processo de projeto em cada cidade, seus contextos locais, suas limitações e as tendências que influenciarão

---

40 A entrevista foi concedida em novembro de 2019.

o futuro no setor da construção. O contexto do processo de projeto sofreu alterações nas últimas décadas, se tornando interdisciplinar e transdisciplinar entre todos os agentes envolvidos, com a crescente complexidade das demandas e com o desenvolvimento das tecnologias digitais, os desafios relacionados ao ambiente construído se tornaram mais substanciais em vários aspectos, inclusive no que diz respeito às questões de sustentabilidade, além do aumento das restrições e normativas. Portanto as exigências de desempenho para as edificações também cresceram e se expandiram, não se restringindo apenas ao projeto e a construção, mas inserindo o período de operação e manutenção, considerando seu ciclo de vida (Figura 91)

A necessidade de novos conhecimentos sobre a prática inserida ao processo de projeto e em tempos de mudanças climáticas, preocupações com a qualidade do ambiente interno, proporcionando saúde e bem-estar para os ocupantes, o consumo eficiente de água e energia, bem como uso dos materiais e seus impactos ambientais e emissões, além de todos os custos associados é um importante impulsionador para esta pesquisa. A consciência de que as metas estabelecidas para redução das emissões visam os anos de 2030 e 2050 e que o setor construtivo representa um dos maiores emissores, bem como um dos setores que têm maior potencial de redução destas emissões, estabelece um ambiente de urgência e pressiona os atores envolvidos no processos de projeto, construção, operação e manutenção para desenvolver novos conhecimentos e abordagens, pois os edifícios que estão sendo projetados e construídos atualmente estarão em operação neste período.

Os edifícios de alto desempenho representam uma porcentagem pequena, se compararmos ao montante do ambiente construído em ambas as cidades estudadas, A pesquisa tem a intenção de disseminar o conhecimento, os métodos, ferramentas e ações que podem ser implementadas, para que estes edifícios deixem de ser a exceção, e possam a se tornar a regra. Mesmo com as críticas existentes quanto ao grau de eficiência e sustentabilidade efetivada na prática aos edifícios por meio das certificações ambientais, estas são uma das métricas, portanto foram utilizadas quando analisamos a proporção entre os novos edifícios construídos, frente ao estoque dos edifícios existentes. Outra maneira foi pela análise de normativas e regulamentações e o aumento das restrições que foram introduzidas nos contextos locais.

Londres veio ao longo dos últimos 20 anos restringindo e aumentando as suas exigências normativas, desde a inclusão de sistemas de etiquetagem 2012, o qual está passando por uma atualização devido a críticas por não estar representando os consumos em operação das edificações, bem como pela instauração da obrigatoriedade dos edifícios atingirem ao nível mínimo “C” de classificação; também vem se preparando para desenvolver e inserir uma nova etiquetagem relacionadas às emissões de carbono; Passando pelo compromisso assumido da cidade de Londres em atingir net zero carbon até 2030 (enquanto que o Reino Unido estabeleceu para 2050); Até a inserção da certificação BREEAM, como um instrumento facilitador no sistema de aprovação legal dos projetos, aumentando assim consideravelmente o número de edifícios com a certificação BREEAM em Londres.

Um importante movimento que está em processo, é de uma iniciativa intersetorial para o desenvolvimento da primeira Norma de Edifícios *Net Zero Carbon* do Reino Unido. As principais organizações do setor construtivo como: BBP, BRE, Carbon Trust, CIBSE, IStructE, LETI, RIBA, RICS e UKGBC estão envolvidas. A intenção desta normativa será de estabelecer métricas pelas quais o desempenho *net zero carbon* serão avaliados, bem como metas de desempenho que precisaram ser atendidos pelas edificações, temáticas como uso de energia, carbono incorporado, ciclo de vida, compensação entre outras deveram ser utilizadas como métricas. A intenção é que os edifícios possam ser avaliados com base em dados medidos em uso além da verificação na fase de projeto.

O que fica notório é o movimento local para a qualificação das novas construções e da massa do estoque dos edifícios, para que se consiga elevar o nível de desempenho destas edificações de maneira crescente e igualitária.

No contexto brasileiro o que pôde ser verificado, é que o setor das edificações não foi incluído nas denominadas NDCs brasileira (Declaração Nacional Determinada traduzido para o português); Vem sendo adiada a implementação do sistema de etiquetagem para os edifícios existentes e no âmbito das normativas poucas foram implementadas ou revisadas com intuito de elevar o nível de desempenho exigido. A norma de desempenho NBR15575 é um exemplo que teve um impacto positivo na qualificação dos edifícios, um importante movimento.

Quando se analisa a cidade de São Paulo, esta foi a terceira cidade na América Latina a instituir um Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas (SECLIMA) em junho de 2021. Após a assinatura da Carta Compromisso com o Acordo de Paris a cidade desenvolveu o Plano de Ação Climática da Cidade de São Paulo, o PlanClima SP, aprovado pela rede de cidades C40, com dois objetivos gerais: 1) Empreender a ações políticas necessárias para a redução até 2030 de 50% das emissões de gases de efeito estufa no Município, em comparação aos níveis de 2017, além de até 2050, reduzir a zero suas emissões líquidas; 2) Implementar medidas para fortalecer a resiliência do Município.

Entretanto o projeto de Lei do município, com incentivo fiscal para construções novas e existentes, com características ambientalmente corretas, o PL 568/2015, criado em outubro de 2015, denominado IPTU Verde, onde os edifícios certificados se beneficiaram desse incentivo, não teve sua continuidade.

O que se ressalta é que as normativas locais para a disseminação das edificações de alto desempenho, com definições de metas de emissões, sustentabilidade e qualidade ambiental, seja para novas edificações ou para a qualificação das edificações existentes, precisarão ser estabelecidas e as existentes deveriam ser revistas, para se tornarem mais restritivas

Em um período de tempo relativamente breve, as expectativas são que as pressões regulatórias irão diminuir o valor dos edifícios com desempenho mais fraco, tornando-os obsoletos mais rápido; enquanto que o aumento dos preços das tarifas de energia, água e o cálculo das emissões de carbono, tornarão os edifícios ineficientes muito mais caros de serem mantidos. Bem como as demandas existentes do mercado, por empresas que ocupam estes edifícios e que introduziram as questões ambientais em suas missões e/ou comprometerimentos públicos, irão necessariamente demandar por edifícios que respondam aos seus requisitos. Por fim, a longo prazo, existem os riscos físicos associados às próprias mudanças climáticas, com o impacto de eventos extremos aos edifícios ou até na cadeia de suprimentos necessária para provê-los.

Sendo assim, instituições do setor como *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) vêm transpondo para o setor imobiliário, esses impactos financeiros associados aos edifícios, apresentando as oportunidades e traduzindo a linguagem técnica utilizadas, para descrever o ciclo de vida de um edifício, convertendo esses conteúdos para uma linguagem acessível sobre riscos e retornos de investimento. Na última COP26 (Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas) realizada em novembro de 2021, houve um dia dedicado ao ambiente construído, ressaltando a importância sobre o tema. Outro tema que ganhou espaço na Conferência foi a discussão relacionada aos incentivos fiscais, que são estímulos reais para o setor e que impulsionarão o mercado, incentivando assim a demandas do consumidor, por edifícios mais sustentáveis.

Os resultados desta pesquisa, convergem e complementam os resultados apresentados no

documento do RICS (CADMAN, 2000), (Figura 92) sobre o Círculo da Culpa - Ciclo Vicioso x Ciclo Virtuoso, onde o movimento tem que acontecer de forma coordenada e ressaltar o poder de influência, que cada um dos agentes do processo de projeto possui, quanto à inversão dos fluxos das ações para a obtenção de um ambiente construído mais sustentável e assim construindo e disseminando edifícios de alto desempenho ambiental, movido majoritariamente pela: (i) Implementação de normativas, com um requisito mínimo de desempenho para as edificações; (ii) Incentivos fiscais para implementação destas estratégias necessárias para o alcance destes objetivos, o incorporador, tem que enxergar o ganho financeiro nesta equação, para que o ciclo continue a girar; (iii) A contribuição da pesquisa e da Academia para o alcance dos objetivos esperados para estes edifícios é peça chave, para que junto ao mercado seja possível inserir inovação ao processo ao projeto; (iv) Demanda de mercado e solicitações dos clientes (movimento ESG, posicionamento das empresas frente a sociedade e aumento da pressão na cadeia de valor - escopo 1, 2 e 3 das emissões); Além dessas ações, é importante que os profissionais envolvidos no processo, estejam qualificados e abertos às mudanças necessárias, percebendo que não é possível chegar aos objetivos, sem adequar e retroalimentar o processo. (Figura 93).

Esse movimento dos diferentes Instituições do setor, que intensificaram suas atuações desde 2017 na cidade de Londres, foi identificado, onde por meio da elaboração de manifestos, declarações e cobranças ao setor público por implementação de regulamentações mais exigentes quanto a eficiência e emissões dos edifícios. Além destas Instituições, produzirem manuais e guias informativos aos agentes e clientes do processo, apresentando e informando métodos, além de demonstrativos de custos, para a inserção das diversas estratégias possíveis de serem inseridas ao processo de projeto, colaborando para o alcance de edifícios de maior desempenho ambiental.

Os desafios se tornaram cada vez maiores à medida que as sub-especializações e o número de agentes envolvidos vem crescendo como demonstrado em ambas as cidades. Novos agentes foram inseridos ao processo, como: o *Project Manager*, que pode atuar desde a coordenação do projeto por parte do cliente, como internamente aos escritórios das disciplinas; Consultor de Custo, *Client Advisor* e o *Lead Design*.

O arquiteto com conhecimento técnico está sendo cada vez mais valorizado e requerido no processo, no contexto de Londres, seja: (i) compondo a equipe de *design*; (ii) seja como no papel de *Lead Design* na coordenação da equipe; (iii) atuando no aconselhamento e apoio ao cliente no estabelecimento das metas desejadas para o projeto e na tomada de decisão, pelo viés técnico, como *Client Advisor*.

A comunicação entre os agentes do projeto, bem como da equipe de *design*, é outro desafio identificado, mesmo em Londres que já possui esta cultura, é um exercício constante de integração, cooperação e tração entre os todos os agentes da equipe de *design*. Foi observado durante as entrevistas em ambas as cidades, que a nova geração está mais aberta à integração entre as disciplinas e a discussão em conjunto. Estando estes interessados na composição e na dinâmica da equipe, durante o decorrer do processo, para chegar aos resultados esperados para as edificações de alto desempenho

Em Londres o *enviromental design* está inserido na concepção da arquitetura desde a fase inicial, influenciando desde a inserção, na melhor implantação para o edifício no terreno, com uma abordagem de responder ao Clima, ao Contexto e a Cultura local, inserindo esses aspectos ao partido arquitetônico do projeto, mesmo que um consultor não esteja envolvido. Esta abordagem não é a usual no contexto brasileiro, onde a conceituação do edifício de alto desempenho está vinculado à

## Projeto | Mudanças



Figura 92 – Projeto | Mudanças

Fonte: Produção Própria

## Ciclo Virtuoso da Indústria

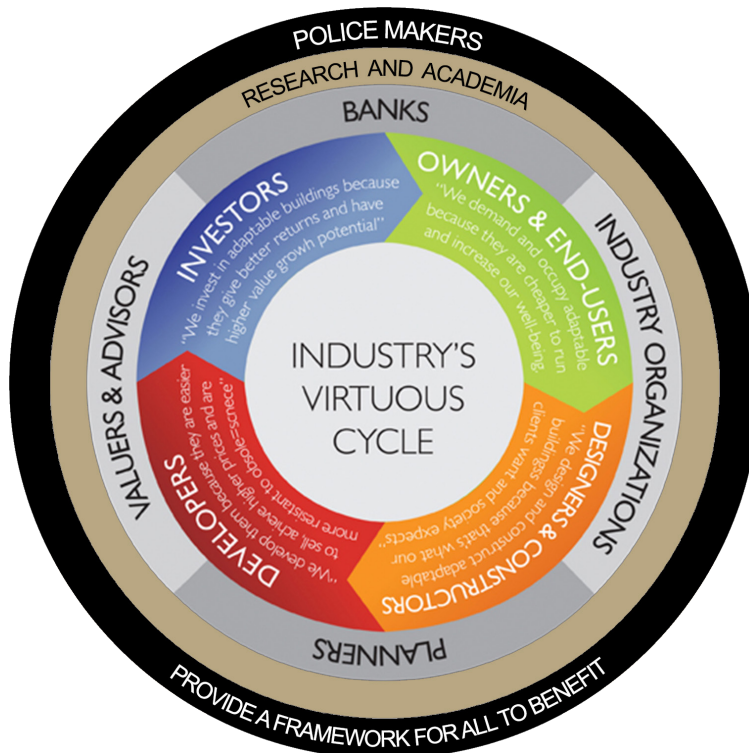


Figura 93 – Ciclo Virtuoso da Indústria

Fonte: Adaptado pela Autora com Base no Loughborough University de Cadman, 2000.

imagem da torre selada de vidro, com condicionamento interno sendo obtido por meio de sistemas ativos e portanto não estabelecendo esse vínculo direto com o clima ou necessariamente com o seu entorno imediato.

Mesmo que a qualidade do ambiente interno tenha despontado a percepção dos usuários e projetistas e tenha se potencializado devido a pandemia, no contexto brasileiro, ainda está distante de ser aplicada na sua plenitude e incorporada a cultura de projeto, como se percebeu em Londres no período das entrevistas.

Quando entramos no tema de edifícios zero ou *low carbon*, esse tema ainda não entrou na discussão e solicitação do mercado brasileiro, nem na inserção destas estratégias em projeto, como demonstradas pelas entrevistas no contexto local. Ao contrário do que foi levantado no contexto de Londres, sendo este o foco principal das discussões, nas diversas disciplinas inseridas ao processo, para constituição das metas e estratégias que serão incorporadas ao projeto.

O processo para a obtenção dos edifícios de alto desempenho ambiental, necessariamente precisa ser compreendido de maneira integral, contemplando todo o ciclo de vida da edificação, da construção, operação e a *posteriori*, bem como as requalificações (*retrofits* em inglês) que serão necessárias a cada final de ciclo, para cada componente, sistema ou materiais. Quando falamos em edifícios *low* ou *net zero carbon*, a análise do carbono incorporado e do carbono operacional precisam estar inseridos no *WLCA* (*Whole Life Cycle Assessment*). A emissão do carbono operacional tem propensão de redução ao longo do tempo, pois a tendência é que os edifícios se tornem mais eficientes energeticamente, bem como a energia da rede esteja sendo fornecida com uma maior contribuição de energia limpa, produzida por meio de fontes renováveis. Já o carbono incorporado tende a ter um aumento, desde que a expectativa é que haja um crescimento da população, como demonstrado e por consequência um aumento da construção de novos edifícios. A maioria da pegada de carbono destes novos edifícios irá se materializar como carbono incorporado em materiais utilizados pela indústria para a construção.

O conceito da adaptabilidade é outro tema que precisa estar inserido ao processo de *design*, aumentando portanto a expectativa de vida útil do edifício e assim minimizando a pegada de carbono. Além do conceito de economia circular, com a aplicação dos princípios para reduzir, reutilizar e reciclar, é outra estratégia que converge para este objetivo da redução das emissões, as especificações em projetos devem ponderar, o uso, a durabilidade e o descarte dos elementos e materiais. Como foi apresentado até o momento, grande parte dessas estratégias já vem sendo inseridas e discutidas no contexto de Londres, desde a fase inicial do *design*, como sendo incentivadas e cobradas por instituições ou normativas.

Em função dessa busca pelo edifício *zero carbon*, algumas metodologias de projeto foram identificadas e que estão sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas por profissionais, empresas e instituições em Londres. Em todas é possível identificar uma linha de condução para o alcance do edifício de alto desempenho ambiental, seja para um edifício sustentável, *low* ou *zero carbon*. (Figura 94). Alguns passos precisam ser obrigatoriamente contemplados, desde as etapas iniciais de projeto. A quantidade de estratégias inseridas no processo e suas sinergias é que irá determinar o nível do desempenho da edificação que está sendo projetada. Quanto mais a equipe trabalhar de maneira integrada e colaborativa, com a somatória das diferentes expertises em sintonia e com os objetivos alinhados e estabelecidos pelo cliente e equipe; com suporte das ferramentas computacionais disponíveis atualmente para se estudar os diversos cenários possíveis e seus impactos, aumentam-se as chances das inserções destas estratégias no projeto, com menor impacto de custo, viabilizando assim sua materialização.

## Projeto | Ações Multidisciplinares no Setor da Construção

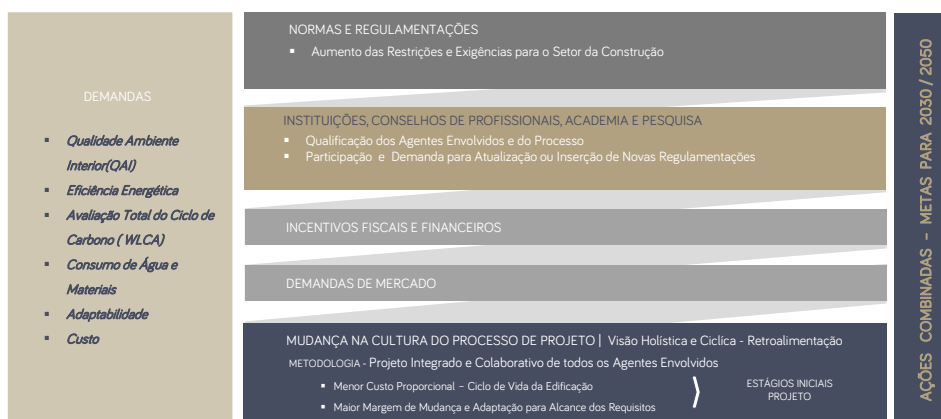


Figura 94 – Projeto | Ações Multidisciplinares no Setor da Construção

Fonte: Produção própria

Das metodologias identificadas para o alcance do edifício *net zero carbon*, extraída das entrevistas ou do levantamento do embasamento teórico, é possível sintetizá-las em uma sequência de estratégias a serem incorporadas ao processo de projeto do edifício, sendo elas:

1) Inserir no partido arquitetônico a visão de longevidade do edifício, considerando o ciclo de vida útil dos componentes (*Building in Layers*), proporcionando adaptabilidade e flexibilidade dos espaços

2) A inserção no edifício ao terreno, sua melhor implantação, entendendo o Clima, o Contexto e a Cultura local;

3) Analisar os potenciais para aproveitamento máximo das estratégias passivas e recursos naturais, como iluminação natural, ventilação natural, massa térmica, reuso de água...etc;

4) A partir disso possibilitar a redução dos ganhos térmicos, radiação direta e difusa, aplicar estratégias de sombreamento e/ou isolamento; conseguindo assim a redução das demandas de operação e das emissões do edifício;

5) Inserção dos sistemas ativos, com a escolhas de equipamentos e sistemas eficientes e de baixa emissão (carbono operacional) a serem embarcados ao edifício, com atenção a escolhas destes sistemas quanto a consumos como energia, água e fluidos refrigerantes utilizados.

6) Implementação de sistemas de recuperação de energia por meio dos sistemas ativos inseridos; potencializando assim o ganho de eficiência energética;

7) A eletrificação dos sistemas, distanciando-se de sistemas que utilizem a queima de combustíveis fósseis, como a queima de gás para cozimento, aquecimento, geradores e etc.

8) Após a otimização das estratégias passivas e ativas inserir a geração de energia, por meio de energia renovável, como placas fotovoltaicas, geotérmica, energia eólica.. etc, de preferência *in-loca*,

9) Não sendo possível a produção *in-loca* de energia ou se necessário, utilizar sistemas externos de compensação das emissões residuais (chamados offsets em inglês) ou o sequestro e remoção de CO<sub>2</sub>;

10) Especificação dos materiais (carbono incorporado) com base nos EPD (*Environmental Product Declaration*) e ciclo de vida; com a inserção dos conceitos de economia circular e redução

da produção de resíduos durante a construção bem como para a fase de operação do edifício.

11) Verificação e validação dos sistemas e equipamentos instalados, conforme especificação realizando o comissionamento, para o alcance da performando e qualidade ambiental conforme estimativa de projeto;

12) Medição e monitoramento contínuo dos consumos e emissões da edificação, para a retroalimentação e otimização do desempenho do próprio edifício e para a qualificação do processo de projeto das futuras edificações.

A existência de uma lacuna entre o projeto que foi idealizado, com aquele que estará performando na prática, foi outro ponto identificado, sendo uma realidade em ambas as cidades. Porém tem sido abordado pelos agentes em Londres, para ser minimizado, seja na melhoria do processo de projeto pelo RIBA *Work of Plan*; seja por meio da qualificação da educação e informação dos agentes envolvidos no processo, com suporte das Instituições e Conselhos de Classe; ou ainda pela implementação de ferramentas de *benchmark* pelo mercado, como o Nabers UK.

Alguns fatores têm impacto direto e influenciam o desempenho do edifício durante a etapa de operação da edificação

## Metodologia para a Redução do Consumo de Energia | Integração Projeto + Desempenho do Edifício Edifício Sustentável | Net Zero Energy Building | Low and Net Zero Carbon

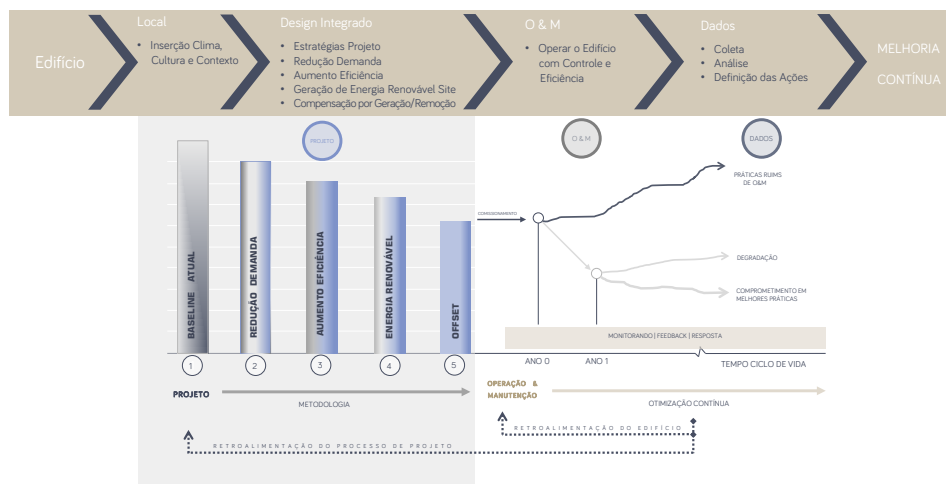


Figura 95 – Metodologia para a Redução do Consumo de Energia -| Integração Projeto + Performance do Edifício

Fonte: Produzida pela autora utilizando como referência Kibert, C. J. Sustainable Construction Green Building Design and Delivery. p. 28.

1) O comissionamento dos sistemas com sua realização recorrente, é importante para verificar se o que foi projetado e instalado, está desempenhando como esperado e se está sendo conduzido e operado de maneira adequada;

2) A correta transferência e educação dos usuários e operadores, quanto ao uso dos sistemas, equipamentos e componentes do edifício, com a produção de manuais de como mantê-los e utilizá-los.

3) Medição e Monitoramento - realizar o monitoramento dos consumos (energia, água), suas respectivas emissões (carbono operacional); como da qualidade do ambiente interno (como nível de particulado, VOCs ou CO2 no ambiente), por meio de coleta e análise de dados, que podem ser

feitos por sistemas mais simples, desde manualmente ou por uso de sistemas automatizados de monitoram como BMS. Possibilitando a partir de dados reais estabelecer planos de ação corretivo e/ou de potencialização do desempenho;

4) Apresentar os dados de consumo real coletado, tornando-os explícitos ao usuário, publicando e informando a população do edifício quais são os consumos e emissões, com um comparativo de *benchmark* e assim mantendo o engajando e a comunicação, aumentando portanto a melhora do desempenho e minimizando a lacuna existente.

Como apresentado na discussão das entrevistas, a coleta de dados durante a operação é uma das medidas mais eficazes para a compreensão do real funcionamento do edifício, sendo a partir da análise destes dados ser possível realizar a retroalimentação e melhoria do desempenho do edifício, seja para a qualificação e calibragem das ferramentas de análise de simulação computacionais, utilizadas durante a fase de projeto, até a testagem de mudanças na operação utilizando nos chamados *digital twins*. Mas antes de tudo para retroalimentação do processo de projeto, estabelecendo-se um método de lições aprendidas para uma recorrente melhoria contínua do processo, para futuros projetos.

Outra ferramenta importante para garantia do desempenho da qualidade ambiental e que foi apresentada na descrição de metodologia da Architype, e a prática dos *Feedbacks* dos ocupantes, como denominado no *Work of Plan* do RIBA, aplicando pesquisas de avaliação de pós-ocupação junto aos usuários para avaliar o grau de satisfação quanto aos espaços utilizados.

A partir do que foi demonstrado fica notório o aumento das demandas e dos processos requeridos hoje para atingir o edifício de alto desempenho ambiental, sendo assim o que se abstrai é que os profissionais de Londres vêm trabalhando em colaboração para inserir essas demandas em projeto, representada pela fala de Ricardo Baptista diretor da AKTII:

*“Hoje em dia já temos um foco muito maior naquilo que um projeto deve condicionar. Não estou a dizer que o carbono incorporado tem que ser a única coisa que se define em um projeto, mas tem que ter claramente uma importância maior ou igual a muitas outras coisas, para o projeto ser viável. Ainda não chegamos lá, mas as boas intenções lá chegaram. Portanto acho que temos que continuar a fazer mais do que estamos a fazer, para realmente chegarmos a este ponto, mas o nível da compreensão de onde queremos chegar, já temos esta ideia. Como chegamos lá, este processo ainda está a ser desenvolvido, porque há coisas que ainda não sabemos o suficiente sobre alguns processos. A cadeia de suprimentos, empreiteiros e contratantes, todos os componentes da indústria da construção tem que fazer um *cacht up* muito rápido, para idealmente em um espaço de 5 a 10 anos, os projetos que hoje chamamos de projetos especiais, passem a ser a norma. A nível do design, 70 a 80% das ideias já existem, é uma questão de cristalizar isso, juntar a isso clientes que são mais informados, toda uma componente, além do design...Acho que a matriz daquilo que temos que fazer, já está definida. O que temos que fazer são edifícios que sejam realmente carbon neutral”.*

Quando analisamos o contexto brasileiro, o entendimento de muitos entrevistados é que o processo está em curso de mudança, à medida que as responsabilidades dos envolvidos no projeto têm sido cada vez mais exigidas, que os projetos estão cada vez mais complexos. As mudanças mencionadas na cultura do processo de projeto em São Paulo, vem acontecendo nos seguintes âmbitos:

1) A inserção das certificações ambientais, já está mais assimilada entre os projetistas, alteraram o processo projetual habitual e começaram a projetar para o alcance de um desempenho a ser alcançado, a certificação. Mesmo que este desempenho não esteja sendo avaliado na prática, por

meio do sistema de etiquetagem; ou até mesmo pela pequena representatividade das certificações de operação e manutenção; ou pela análise da coleta de dados do monitoramento dos consumos;

2) A implementação das ferramentas de Integração e Desenvolvimento, do sistema BIM, ainda com alguma resistência do mercado, desde de que altera o fluxo das informações e consequentemente a condução do processo de desenvolvimento do *design*, se comparado ao modelo tradicional;

3) Processo de Projeto Integrado, os agentes entrevistados estão buscando disseminar este modelo, porém ainda existe muita segmentação no processo, a integração das discussões e consequentemente o “criar em conjunto” ou a fase de experimentação da equipe, desde a etapa de estudo preliminar (equipe tem se inserido na etapa de anteprojeto) ainda precisa ser assimilada a cultura do processo;

4) Ferramentas computacionais de avaliação de desempenho ambiental, arquitetos começam a utilizar as ferramentas de simulações em seus processos, mesmo que de maneira pontual, mas tem a entendimento dos benefícios que a ferramenta pode proporcionar para a qualificação do edifício de alto desempenho ambiental, porém sua aplicação precisa ser disseminada.

## 4.2. ESTUDOS DE CASO

### 4.2.1. LONDRES

#### 4.2.1.1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto do Edifício Central da *London School of Economics and Political Science* foi feito pelo escritório de arquitetura Rogers Stirk Harbour + Partners (RSH+P) após terem ganho o concurso organizado pelo RIBA em 2013. O edifício está inserido no meio de uma quadra histórica no centro de Londres e é composto por três blocos de diferentes alturas, 2, 6 e 13 andares, de forma a respeitar o gabarito do entorno e não privar as construções adjacentes do acesso a luz natural.

O escritório RSH+P propôs a construção de uma praça pública central, criando um ponto focal e melhorando a conectividade e orientação no campus (Figuras 104 e 105). O acesso ao edifício é feito pelo térreo onde fica o café, o centro de ex-alunos, um auditório e uma área comum de estudos de forma a ativar a nova praça e interagir com o espaço público da *Houghton Street*. No subsolo há um auditório e nos dois primeiros pavimentos ficam as salas de aula, enquanto nos pavimentos seguintes foram alocados os departamentos acadêmicos. (Figura 96)

A circulação tem papel protagonista no projeto. Ela foi pensada como uma rota dramática e fluida entre os andares com espaços informais para incentivar a interação e colaboração entre alunos. Assim, do térreo ao subsolo há uma escada com espaço de arquibancada (Figura 97 e 108), do térreo até o terceiro pavimento há uma escada apenas para circulação que conforma um átrio central (Figura 109). No terceiro andar, inicia-se a escada dinâmica que se move em uma série de espaços de pé direito duplo ao longo da fachada, ela é um elemento marcante e cria conectividade entre os andares departamentais (Figura 109). As plantas são flexíveis e contam com espaços fechados e de plano aberto, além de três terraços ajardinados que promovem a biodiversidade e espaços de lazer (Figuras 101, 102 e 103).

O design sustentável é fundamental para o edifício que atingiu o nível *Outstanding* do BREEAM e combina soluções passivas com inovadores sistemas e controles MEP. Para promover a ventilação natural e evitar o superaquecimento há janelas operáveis por toda fachada, assim há possibilidade de ventilação cruzada e autonomia para que o usuário adapte seu espaço de trabalho individual, isto é, as pequenas salas distribuídas nos andares departamentais. Além disso, o átrio escalonado dos pavimentos superiores não só conecta os espaços sociais e de circulação, mas também fornece um grande volume de ar que auxilia na ventilação das áreas internas mais profundas. Por fim, os elementos de sombreamento solar foram desenvolvidos para maximizar a luz natural e impedir o superaquecimento, eles variam em profundidade e localização dependendo da exposição de diferentes áreas da fachada ao ganho solar. (Figuras 97 e 98)

Os brises são um elemento marcante da fachada, conferem ritmo e apresentam duas aparências diferentes quando vistos do Norte e do Sul. A aparência do Sul, vista por quem chega pela *Houghton Street*, é mais sóbria e neutra devido ao contexto mais formal da rua, mas quando vistos pelo Norte, no cenário da praça, é mais permeável e coloridas. (Figuras 95, 104 e 105)

O sistema geral da superestrutura é composto por vigas e pilares de aço, núcleos de concreto e lajes pré-moldadas de concreto. O contraventamento transversal externo é feito com seções ocas de aço conectadas nas intersecções por meio de um sistema de placas aparafusadas em um arranjo cruciforme (Figura 122, 127). Devido à dificuldade de acesso ao canteiro de obras e a necessidade de coexistir com o funcionamento do campus, o RSHP, a AKTII, junto com o empreiteiro trabalharam com fabricação fora do local (*off-site*) e posterior montagem *in loco*, revisando as propostas modulares e buscando métodos de construção eficientes.

#### 4.2.1.2. A VISÃO DOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS

Segundo informações compartilhadas nas entrevistas e em pesquisas realizadas em publicações, foi possível realizar uma análise do processo de projeto do complexo arquitetônico Centre Buildings Redevelopment (CBR), da instituição London School of Economics and Political Science (LSE), localizada no centro da cidade de Londres. O projeto possui, 19.000m<sup>2</sup> de área construída, o valor divulgado do projeto foi de £ 90 milhões. O projeto possui uma composição entre, amenidades públicas, espaços departamentais para os professores da Universidade, além de instalações de ensino. O projeto da LSE recebeu entre os anos de 2020 e 2021 mais de 13 premiações de renomadas instituições com RIBA, BREEAM, tornando-se uma referência de edifícios de alto desempenho no contexto de Londres.

O projeto foi fruto de um concurso internacional, que se iniciou no final de 2012, que atraiu mais de 100 inscrições. Foram selecionados 5 escritórios que entraram para fase final de avaliação, que durou seis semanas. Este período foi dedicado para o desenvolvimento do design, além da realização de um workshop, para os membros da comissão, com cada equipe nos seus respectivos estúdios. Estes escritórios foram Grafton Architects, (Irlanda); Heneghan Peng, (Irlanda); Hopkins Architects, (Reino Unido); OMA, (Holanda) e Rogers Stirk Harbour + Partners, (Reino Unido).

O escritório de arquitetura RSH+P venceu o concurso para projetar o *Center Building Redevelopment* em 2013, o edifício foi concluído em abril de 2019.

Como parte do processo para a tomada de decisão do projeto vencedor, foi realizada uma exposição pública entre funcionários, estudantes e visitantes da LSE que puderam votar em seu *design* favorito. Esta votação foi levada em consideração pelo júri. Rogers Stirk Harbour + Partners ganhou a votação do público com uma margem significativa em relação aos outros concorrentes.

Kenneth Kinsella, diretor de *Capital Development* na *London School of Economics*, coloca, “Durante a competição foram avaliados os diferentes riscos desde o *Planning*, riscos relacionados a construtibilidade, estratégias de *environmental*, fizemos uma matriz colorida de decisão para avaliar as propostas entre si, alguém poderia ser melhor em uma categoria, e pior em outra, tentando olhar de maneira analítica e da estatística, captar qual era genuinamente a proposta favorita”.

Os requisitos de *design* do concurso apontavam que eram para ser seguidos os princípios do *Passive Design*, não foi feita a solicitação direta para a ventilação natural, mas esta seria uma consequência natural durante o decorrer do desenvolvimento do projeto, mencionou Kenneth Kinsella. Outro requisito do concurso era quanto às equipes, que precisavam trabalhar de maneira integrada. Este aspecto foi validado quando foram feitas as visitas, no decorrer da competição, nos workshops, para entender como os agentes estavam interagindo na prática. “Nós íamos aos estúdios para participar do workshop, assim conseguimos ver a integração entre as equipes, ter



*certeza antes de começar os trabalhos. Foi interessante perceber a dinâmica entre todos, como isso iria funcionar após o concurso. Vimos que alguns não estavam funcionando, que havia uma certa imposição, alguns são muito reticentes a este tipo de condução”,* pontuou Kenneth Kinsella.

O júri do concurso foi outra preocupação, *“Tem que se ter o júri correto, a seleção dos nomes foi feita com muita consideração e durou um tempo”* mencionou Kenneth Kinsella, os membros do júri foram quatro arquitetos de grande reconhecimento e quatro membros da diretoria da LSE, que possuem experiência no setor, além de conhecimento sobre os objetivos do projeto e do processo.

*“O prédio construído e muito fiel ao da competição, todos os projetos que fazemos também foram, somos muito precisos nos valores e na checagem destes valores durante o processo, na qualidade do projeto e na equipe, é fundamental”,* menciona Kenneth Kinsella, ele também pontua que os valores apresentados pela arquitetura, para o projeto na concorrência, são abertos apenas depois do julgamento e não antes, portanto o júri não tem a noção desses valores no momento da decisão. A coordenação do concurso tem conhecimento destes valores, mas os membros do júri não, mas nunca foi necessária a intervenção nos julgamentos.

#### **4.2.1.2.1. REQUISITOS DE PROJETO (BRIEFING)**

Como mencionado por todos os entrevistados, os requisitos (*Briefing*) de projeto para o concurso foi extremamente completo, este documento demorou 6 meses para ser constituído e foi validado junto aos membros da Universidade. *“A universidade não sabe exatamente o que quer, ela sabe o princípio daquilo que precisa, desenvolvemos o briefing, um programa inicial que é validado com os membros da universidade, testar o que eles realmente querem”,* coloca Kenneth Kinsella.

Kartikeya Rajput, Head of sustainability do Chapman BDS&P de Londres que falou, *“Quando a LSE vai construir, para a elaboração do Briefing eles vão ao mercado e consultam os projetistas para saber o que de melhor podemos fazer, o briefing deles não é dado, é sempre construído em conjunto, pela confiança aos profissionais”.*

*“O Briefing da LSE foi muito detalhado, nas fases iniciais ele já era bastante extenso, desenvolvendo uma imagem mais ampla dos objetivos, passamos um tempo desenvolvendo o Brief com programa de diversos usos, universidades são clientes diferentes de edifícios comerciais, eles costumam levar mais tempo para tomar decisões pois precisam consultar muitas pessoas e departamentos, não é apenas uma pessoa, a consulta é muito mais extensa.”* menciona Jack Newton, Senior Associate Architect do escritório Rogers Stirk Harbour + Partners de Londres.

*“O Briefing naturalmente se moveu para critérios altos de sustentabilidade e desempenho, a solicitação era para se atingir o nível Excellent do BREEAM, porém com aspiração para o nível de Outstanding. Os escopos estavam muito bem definidos, uma matriz de design indicava o que cada membro da equipe precisaria desenvolver, o que era esperado de cada um. Os tempos, como para o CFD (modelagem de Computational Fluid Dynamics) estavam determinados os períodos de entrega em cada etapa, para assim podermos realizar as respectivas engenharias de valor”,* colocou Kenneth Kinsella.

*“O que sempre é um diferencial nos edifícios da LSE é que o Briefing, uma das solicitações era que a arquitetura do edifício pudesse proporcionar colaboração entre os usuários e que pudesse*

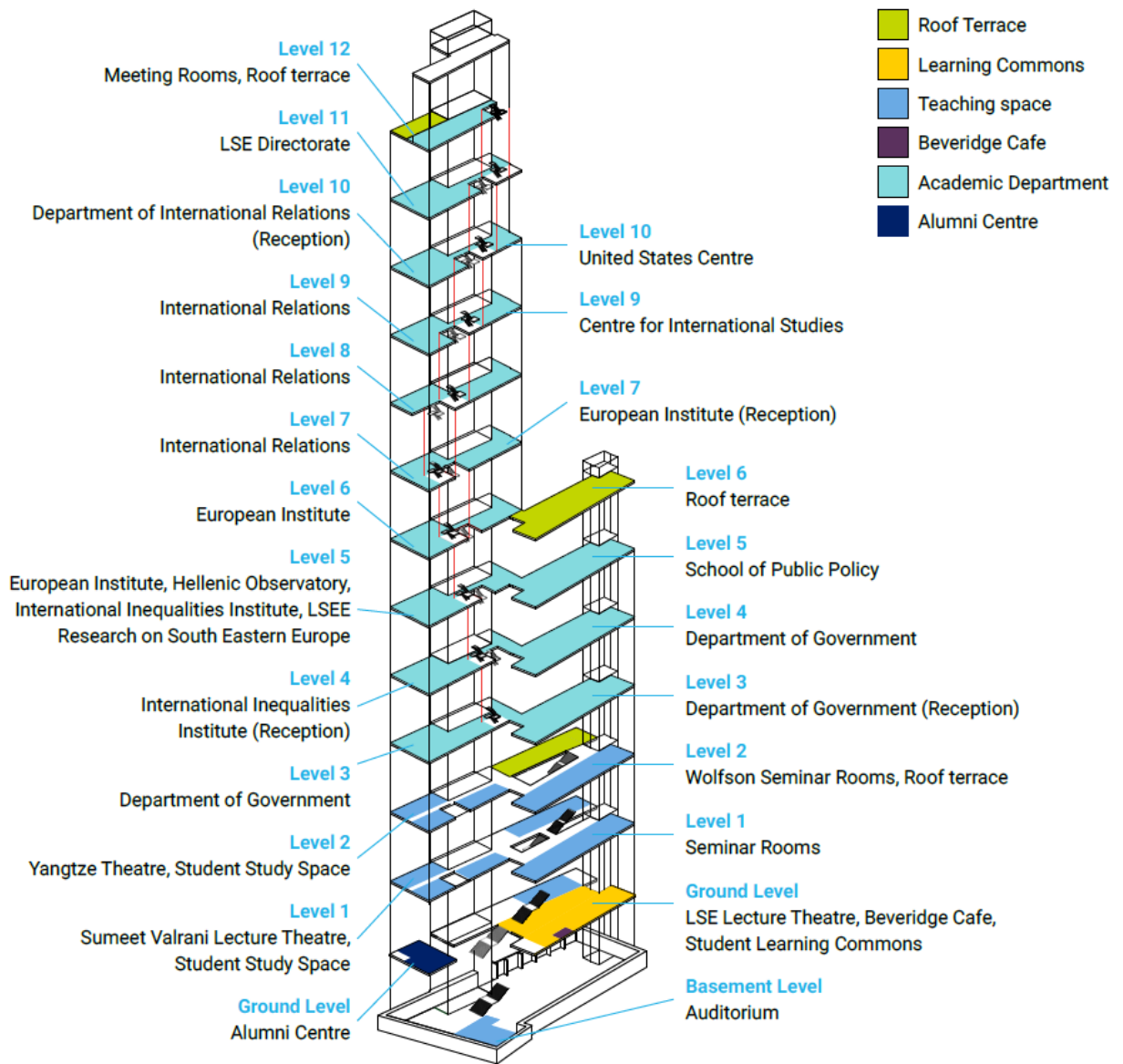


Figura 97 - LSE Centre Building | Diagrama de Usos

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

Figura 98 – LSE Centre Building | Vista das Fachadas Noroeste e Nordeste pela Travessa St. Clement  
Fonte: Acervo do Autor



Figura 99 – LSE Centre Building | Vista da Fachada Noroeste pela Rua Houghton  
Fonte: Acervo do Autor





Figura 100 - LSE Centre Building | Áreas Comuns

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 101 - LSE Centre Building | Escada Acadêmica com Baffles Vermelhos

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

Figura 102 – LSE Centre Building | Vista Superior dos Terraço do 2º e 6º Pavimento

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 103 – Esquerda | LSE Centre Building | Terraço no 6º Pavimento

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 104 – Direita | LSE Centre Building | Terraço no 2º Pavimento

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 105 – LSE Centre Building | Vista da Portugal Steet

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.





Figura 106 – LSE Centre Building | Vista do 1º pavimento, olhando para praça com o mural de Tod Hanson, Spectre, na parede oposta

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 107 – LSE Centre Building | Áreas Comuns

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 108 – LSE Centre Building | Teatro estilo LSE Projetado para Permitir Tanto o Ensino Tradicional Quanto o Trabalho Colaborativo em Grupo

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

*aproximar as pessoas, as escadas foram pensadas justamente neste sentido, elas não têm uma necessidade técnica, são ineficientes como rota de fuga por exemplo, mas o conceito foi de forçar as pessoas a usar as escadas. Estas possuem largos patamares para ter possibilidade de parar e conversar, é isso que a arquitetura faz de melhor, além de focar na eficiência, mas pensar nas pessoas, pensar em relacionamentos”, pontuou Jack Newton.*

A LSE, tem realizado vários concursos ao longo dos últimos anos e tem planos para continuar a realizá-los em um futuro breve. Portanto possuem experiência neste processo e no entendimento da importância de estabelecer um *Briefing*, robusto e definido, entendendo a relação entre este documento e o que se espera como resultado de desempenho para as edificações, isso foi mencionado durante as entrevistas. Outro diferencial da LSE é que a equipe que conduz o processo de projeto, está sempre envolvida no processo, sendo muito pró-ativos e presentes nas decisões. Criando inclusive uma estrutura com *project manager*, para coordenação interna dos projetos.

Ricardo Baptista falou que, *“Em linhas gerais o Briefing não mudou muito durante o processo, a ideia foi criar um edifício que fosse flexível, adaptável a diferentes usos, edifício muito sustentável do ponto de vista ambiental. Em linhas gerais estiveram desde o princípio, como é que isso depois se materializou, janelas que abrem ou não, o nível de ocupação que cada andar poderia ter, para garantir que as estratégias passivas ambientais funcionassem, o desenho da fachada veio a aparecer no futuro, foram coisas que foram desenvolvidas”.*

Ricardo Baptista segue, *“A diferença para conseguir a ventilação natural ou não, era muito pequena, o quanto a disposição do layout nos andares influenciava esse objetivo, era preciso haver condições da parte do cliente. O Briefing inicialmente era para que os pisos fossem completamente open plan ou totalmente fechados, mas se percebeu logo no início, que se isso fosse feito o objetivo de ventilação natural, que era crítico, não seria alcançado. Para se conseguir atingir o BREEAM Outstanding, essa premissa da disposição nos andares precisaria ser alterada. A todo um processo que se inicia na equipe de design, mas que permeia uma série de mudanças no funcionamento do edifício, uma mudança de mindset, e a LSE esteve muito bem, pois esteve disposta a fazer esta viagem e explicar as pessoas que iriam utilizar aquele espaço, pessoas que já trabalham na LSE a 20, 30 anos, de que pode haver uma forma diferente de trabalhar, o que foi absolutamente essencial para a forma de trabalharmos. O processo de design muda completamente, porque é um processo em que a equipe, clientes e os agentes têm uma intervenção no projeto muito maior desde o primeiro dia”.*

As preocupações quanto ao desempenho e eficiência, garantiram ao edifício uma classificação BREEAM ‘Outstanding’. Questões como ciclo de vida dos materiais e componentes, além da manutenção, também foram itens relevantes inseridos ao *Briefing*, a Universidade possui guias de especificações que foram utilizados como referências para os projetistas, como resultado deste trabalho, obteve-se uma redução de 35% da pegada de carbono incorporado.

Jack Newton mencionou a abordagem da arquitetura para o projeto, *“Nós abordamos todos os projetos da mesma maneira, desde o princípio do ponto de vista da cidade, com as ambições de environmental, para cada projeto, para cada site, cada um com uma abordagem única. Sempre projetamos cada edifício para cada cidade com a perspectiva urbana, muitos projetos com uso de térreo como espaço público. LSE foi exatamente esse conceito, em uma região central de difícil acesso, com edifícios e fachadas tombadas. O diferencial da proposta do concurso foi justamente*



Figura 109 – LSE Centre Building | Vista da Escada para o Subsolo  
Fonte: Acervo Pessoal



Figura 110 – LSE Centre Building | Espaços de Pé-direito Duplo da Escada Diagonal que se Move pela Fachada  
Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 111 – LSE Centre Building | Átrio Visto do Segundo Andar  
Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

demolir uma parte de um dos edifícios existentes, além dos já propostos no concurso, para criar um ático no espaço público, regenerando os edifícios no entorno, criando atividades ao nível do chão” (Figura 111).

Jack Newton mencionou alguns pontos fortes do projeto: (a) o prédio é relativamente simples internamente, não se gastou muito com interiores, ele foi pensado para ser utilitário, com um layout interior possibilitando mudanças e alterações para responder a diferentes usos (Figuras 99, 106 e 107); (b) espaço público (Figuras 105, 102 e 111); (c) permeabilidade da visão do entorno, onde as pessoas podem ver o que está acontecendo; o edifício criou uma conexão entre as pessoas (Figuras 112 e 113).

#### 4.2.1.2.2. FACHADA E VENTILAÇÃO NATURAL

Um edifício foi projetado para ambientes de trabalho inteiramente ventilados naturalmente e projetados para um contexto climático de aquecimento da cidade. O projeto parte de princípios e estratégias básicos para o bom aproveitamento da luz natural e da ventilação natural, contando com uma planta estreita (com máximo 12 metros de profundidade), aberturas em faces opostas, proteção solar externa, massa térmica interna, somados a espaços de transição e mecanismos de controle pelos usuários, para o ajuste das condições ambientais internas (Imagem 115).

Segundo Klaus Bode, diretor da *Urban Systems Design* de Londres, a decisão de não incluir nenhum sistema de resfriamento está atrelada ao fato de que, quando inserido, mesmo que só para situações extremas, esses sistemas acabam sendo utilizados quando não são necessários. Sendo assim, o maior desafio do projeto foi eliminar qualquer risco de superaquecimento dos ambientes internos, no presente e no futuro no contexto das mudanças climáticas, lançando mão de estratégias arquitetônicas apenas. O resultado é que mais de 60% da área total do edifício foi projetada como sendo totalmente ventilada naturalmente, enquanto apenas 15% com ventilação mecânica. Os espaços restantes são concebidos para ventilação de modo misto e podem funcionar em modo natural ou mecânico dependendo da ocupação e requisitos de conforto. Apenas o térreo, auditórios e as áreas de restauração são dotadas de ventilação mecânica e refrigeração, devido a qualidade do ar e questões como de segurança.

As simulações computacionais paramétricas foram aplicadas para o dimensionamento das proteções solares e aberturas das janelas para o clima de Londres, hoje e para 2050 (Figura 120). O complexo arquitetônico do CBR da LSE, foi concebido e projetado em detalhe para ser inteiramente ventilado naturalmente, em todo o tempo de ocupação, durante todo o ano.

A fachada foi estudada para alcançar o equilíbrio entre desempenho térmico, penetração de luz natural, proteção solar e ventilação, refletindo as necessidades técnicas dos ambientes interiores; estes vão desde espaços de escritórios celulares menores até espaços abertos flexíveis maiores, bem como espaços de ensino, auditórios e átrios.

Uma combinação de aberturas controladas pelo usuário e controladas por BMS, estão distribuídas internamente na fachada e foram fundamentais para fornecer o nível correto de ventilação natural, ao mesmo tempo em que permite que usuários individuais modifiquem a permeabilidade da fachada de acordo com a sua preferência. As lajes internas são expostas e



Figura 112 – LSE Centre Building | Diagrama da Praça Pública Projetada no Coração do Campus

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.



Figura 113 – LSE Centre Building | Diagrama da Escada Acadêmica

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

Figura 114 – LSE Centre Building | Diagrama de Fluxos no Têrreo do Campus

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

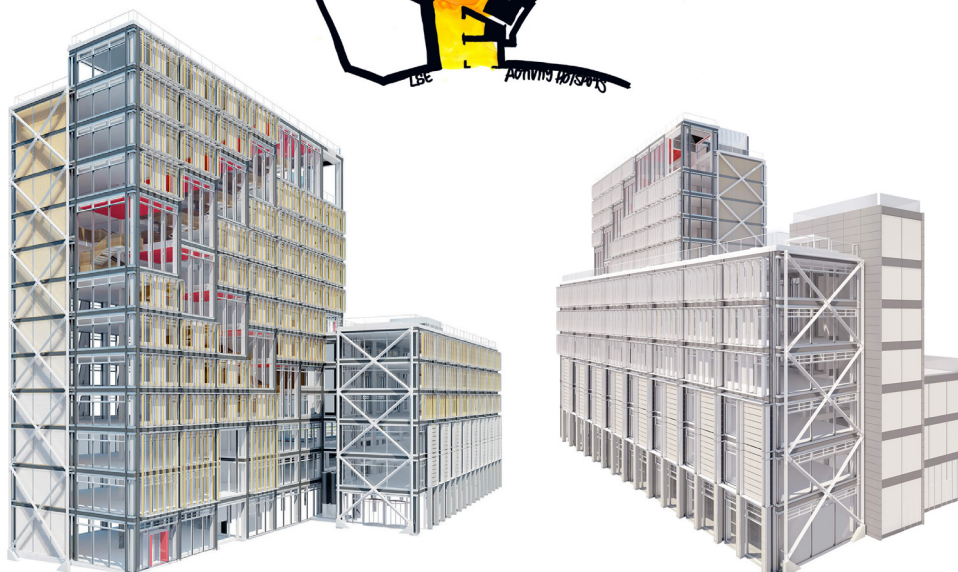
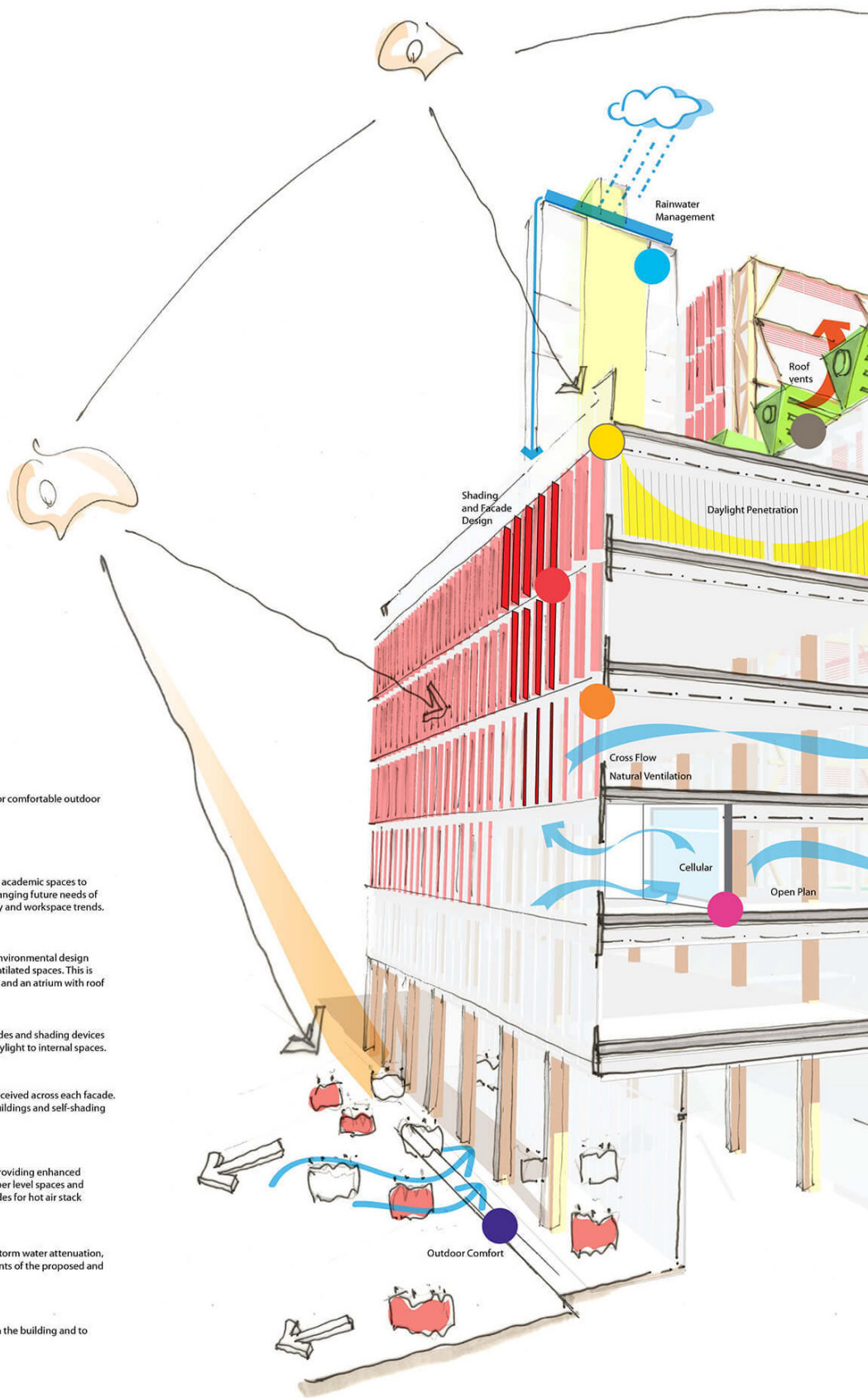


Figura 115 – LSE Centre Building | Diferença de Cor da Fachada Vista da Praça Pública e da Houghton Street

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

- 
**Outdoor Comfort**  
 Building design to provide for creation of micro-climates for comfortable outdoor social spaces.
  
- 
**Flexibility and Adaptability**  
 Simplicity in Architectural + Structural + MEP design of the academic spaces to provide for complete flexibility and adaptability for the changing future needs of academic departments and changes in climate, technology and workspace trends.
  
- 
**Natural Ventilation**  
 The Natural ventilation design is Simple and Robust. The environmental design approach for the building aims at maximizing naturally ventilated spaces. This is mainly achieved by narrow floor plates allowing cross flow and an atrium with roof vents to enhance air movement.
  
- 
**Daylight Penetration**  
 Narrow floor plates with daylight penetration from both sides and shading devices for solar and glare control maximizes evenly distributed daylight to internal spaces.
  
- 
**Solar control (Shading design)**  
 Shading design responds or 'maps' to the solar radiation received across each facade. This is a function of shading provided from surrounding buildings and self-shading from the proposed building itself.
  
- 
**Atrium Design and Ventilation**  
 Atrium spans over full height of the lower block, thereby providing enhanced air movement, daylight to ground level circulation and upper level spaces and preserving rights of light to neighbouring buildings. Provides for hot air stack column.
  
- 
**Green Roof**  
 Green roof provides for elevated social and study spaces, storm water attenuation, enhanced biodiversity and create visual interest to occupants of the proposed and neighbouring buildings.
  
- 
**Rainwater management**  
 Rainwater management to offset potable water demand in the building and to minimise storm water runoff.



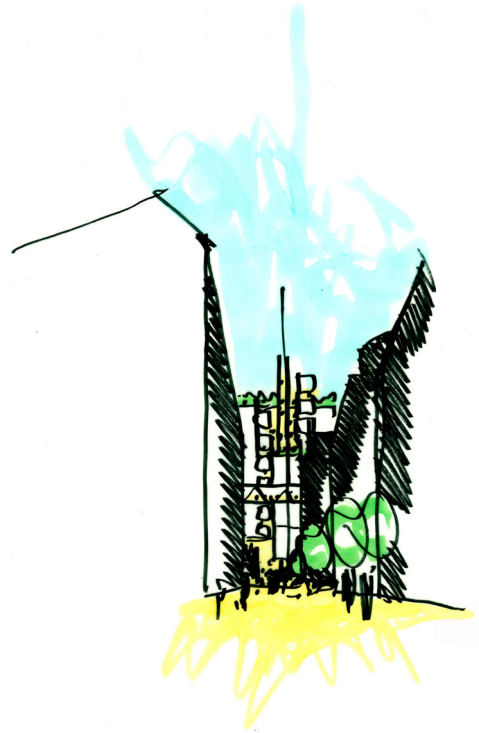
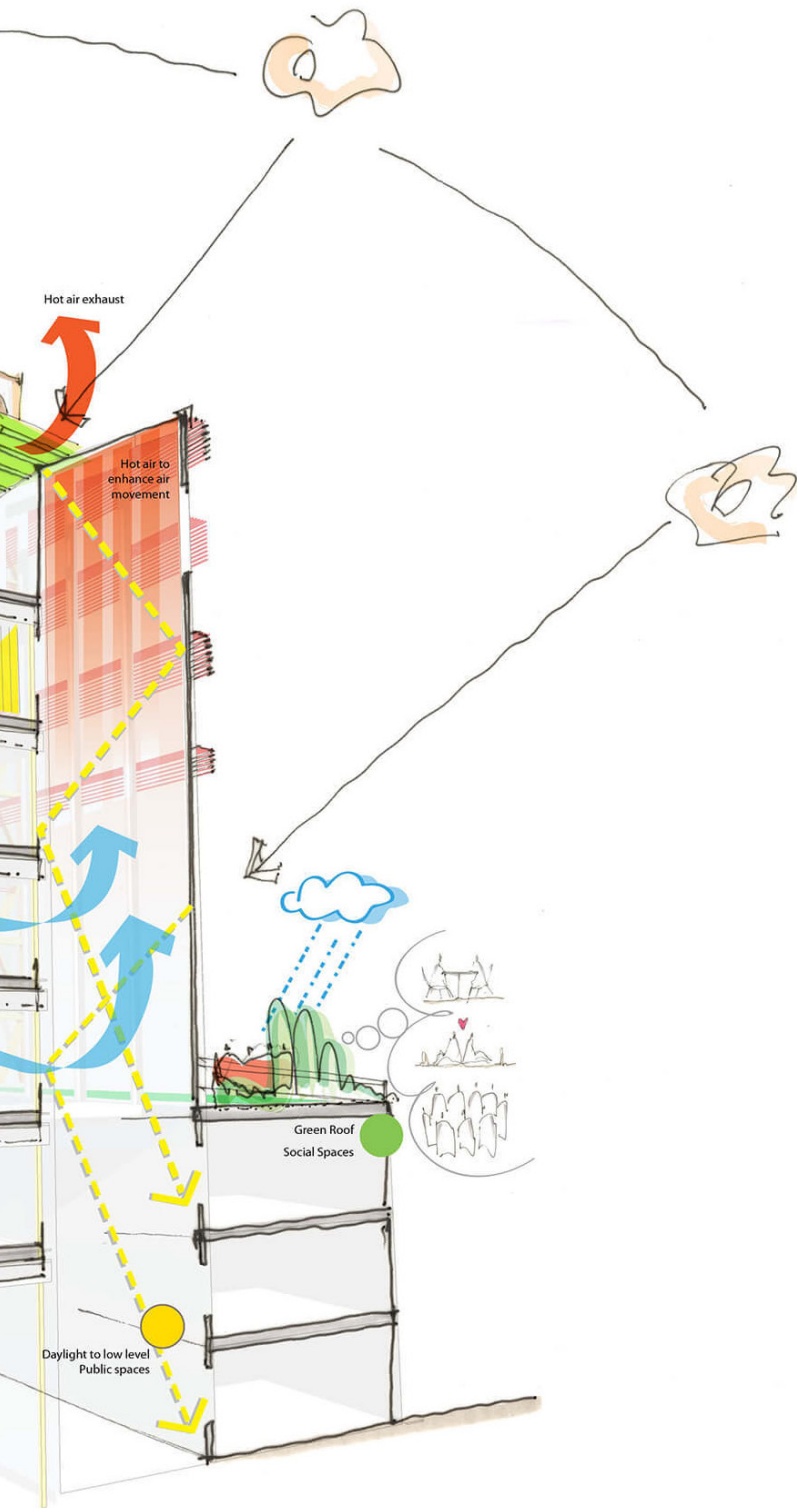


Figura 117 - LSE Centre Building | Estudo Urbano 1

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

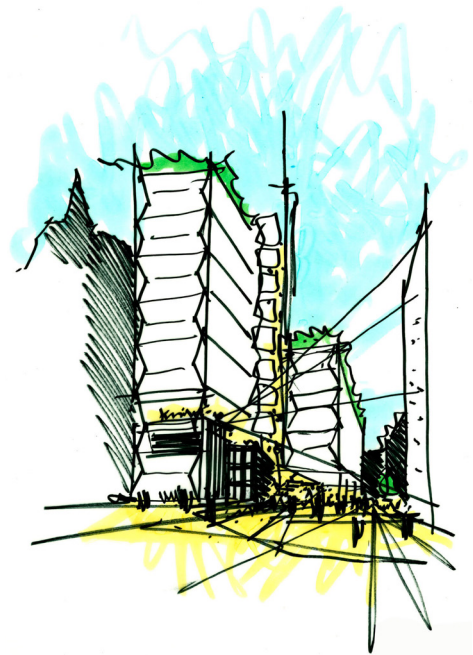


Figura 118 - LSE Centre Building | Estudo Urbano 2

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

quando combinadas com a abertura automatizada das janelas possibilitam o resfriamento noturno do edifício, este pré-resfriamento noturno da estrutura evita o superaquecimento durante o dia. Um manual foi fornecido aos usuários para a correta utilização dos sistemas embarcados no edifício, informando a operabilidade dos sistemas, cortinas e janelas<sup>41</sup>.

O projeto do CBR inseriu uma visão de futuro, que apostou no investimento de um edifício inserido e adaptado aos desafios do clima local, cujo projeto retomou princípios básicos da física aplicado ao desempenho ambiental da edificação, que foram então explorados por meio de processos analíticos de avaliação de desempenho, realizados com ferramentas de simulação computacional paramétrica.

Neste projeto, as proteções solares foram dimensionadas precisamente de acordo com o cálculo computacional de dados de radiação incidente na fachada, considerando o efeito da obstrução dos edifícios vizinhos nos andares mais baixos. Por esse motivo, as lâminas verticais externas dos pavimentos superiores são mais largas do que as dos pavimentos inferiores (Figura 114,115,118 e 124). Dentre outras estratégias para o desempenho ambiental do complexo CBR, o layout interno prevê a diminuição da ocupação e a criação de ambientes possibilitando a ventilação cruzada, para que sejam alcançadas condições de conforto nos períodos quentes do ano, e em um futuro de mudanças climáticas. A necessidade destas modificações foi determinada ainda na etapa inicial de projeto, quando se identificou os riscos de superaquecimento de alguns ambientes de trabalho para o cenário de aquecimento do clima urbano para 2050.

A seleção de um módulo de fachada que fosse repetível nos andares de escritórios, permitiu que a proporção de escritórios celulares pudesse ser aumentada ou reduzida em favor de um espaço de escritórios como *open space*, com bastante facilidade se necessário no futuro. A fachada é composta por uma variedade de sistemas diferentes, as fachadas de dupla camada incorporam uma camada interna para regular o desempenho térmico do edifício, com um sistema externo de aletas que controla a exposição solar. Com padrões uniformes, estas puderam ser totalmente pré-fabricadas, compostas por um sistema de cortinas unitizadas com acabamentos em alumínio, completado com brise-soleil orientado verticalmente nas fachadas oeste e leste, oferecendo uma aparência sólida quando vista do lado sul, enquanto mais permeável e aberto quando visto do Norte, para melhorar a incidência de luz natural e da ventilação (Figura 126 a 130).

#### **4.2.1.2.3. ABORDAGEM DE PROJETO PELA EQUIPE DE ENVIRONMENTAL**

Kartikeya Rajput explica qual foi a abordagem de *enviromental* para o projeto:

1º passo: começamos os estudos pelo contexto, fazendo estudos com mapas de radiação, que são muito simples, mas que podem trazer informações valiosas, por ser um edifício de educação e por utilizar ventilação natural tivemos que trabalhar com muito sombreamento, a tipologia não tem muitos ganhos de carga internos. Muitas das estratégias foram determinadas em função do clima, mas também em função da tipologia do edifício (Figura 120 e 124).

Foram desenvolvidos estudos de sombreamento externo com os arquitetos, para entender

---

41 Este manual está disponível na internet e foi inserido ao apêndice.

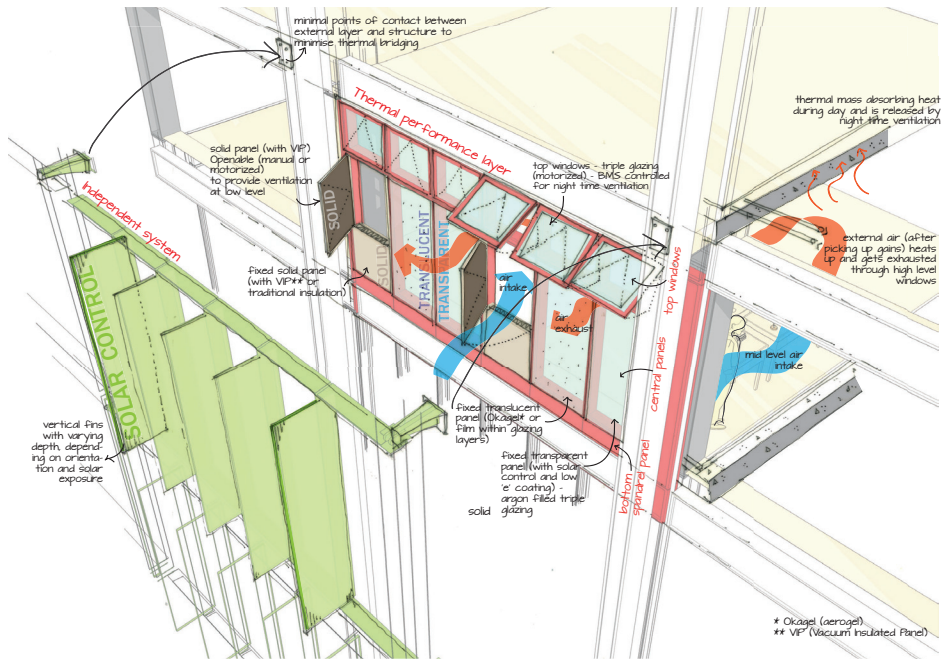


Figura 119 – LSE Centre Building | Diagrama dos Princípios de Projeto da Fachada, Ventilação e Refrigeração para os Andares Acadêmicos

Fonte: Restrita

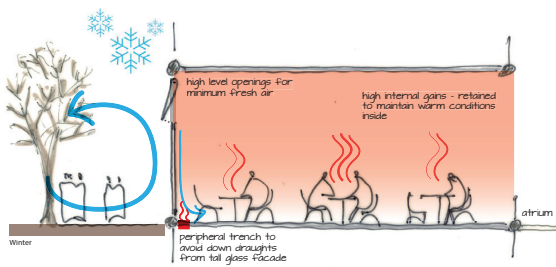
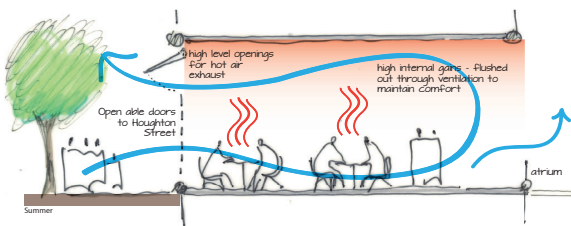


Figura 120 – LSE Centre Building | Diagramas que Ilustram os Princípios da Operação de Modo Misto para o Refeitório e Café no Térreo

Fonte: Restrita

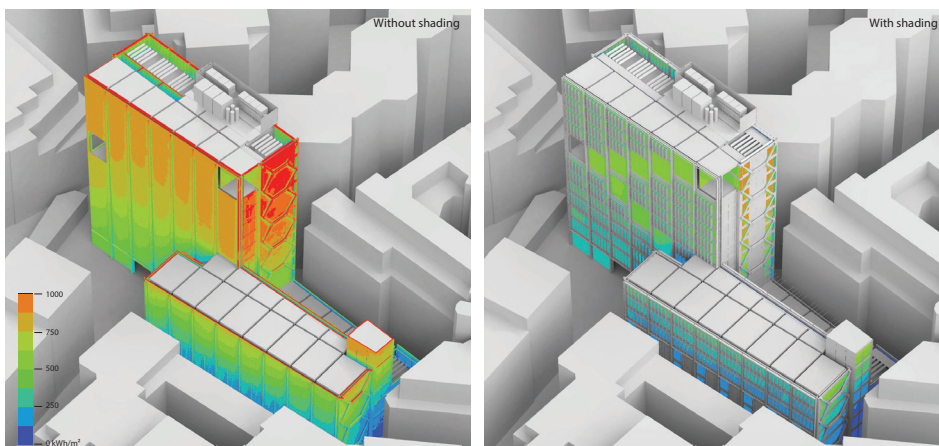


Figura 121 – LSE Centre Building | Mapeamento de Irradiação | Vista Aérea Sudoeste sem (Esquerda) e com (Direita) Sombreamento Externo

Fonte: Restrita

de que maneira o projeto poderia ser qualificado, em relação a uma série de estratégias, desde a estética, eficiência de materiais, sistemas estruturais e construtibilidade, além do custo, mantendo um nível de proteção solar e luz natural. A intenção destes estudos foi entender como os elementos de sombreamento, poderiam gerar uma uniformização da fachada, criando padrões e assim podendo avaliar e prever certos desempenhos internos dos espaços. Todos os elementos das estratégias passivas precisavam trabalhar conjuntamente, elementos de sombreamento, massa térmica, lajes mais esbeltas, todos trabalhando em conjunto para que pudessem formar uma boa envoltória, funcionando como um sistema. As fachadas se tornaram pré-fabricadas, em um processo de evolução das melhorias durante as etapas de projeto, melhoria na estética, no custo, na construtibilidade, no consumo de materiais e na eficiência da estrutura (Figura 126 a 130).

Foram realizadas diversas rodadas de simulação para avaliar a performance do *design*, avaliando a *deep performance* das estratégias, bem como estudo de quais seriam as temperaturas dos ambientes nos diferentes dias do ano, nos diferentes ambientes, com projeções futuras, devido ao aquecimento das mudanças climáticas. Indicando as capacidades que os espaços teriam de atingir as temperaturas, utilizando os TAS como softwares. A intenção foi fazer a envoltória o mais uniforme possível (Figura 123).

Nesta fase começamos a olhar cada componente do prédio e as especificações requeridas de ciclo de vida e troca, como a fundação em 150 anos; a estrutura em 200 anos, a fachada entre 20 a 30 anos e MEP variando os diferentes sistemas entre 15 a 60 anos.

2º passo: Foi a distribuição dos layouts internos dos espaços, separando por zonas e analisando os potenciais de ventilação para cada espaço. Segundo as regras (CIBSE *Manual AM10*) quanto a proporções dos espaços, para ventilação cruzada ou ventilação simples, nenhum espaço deveria depender de ventilação mecânica, portanto foram feitos ajustes nos layouts dos andares com áreas mais abertas. Na sequência passamos para as avaliações de CFD para entender como o fluxo de ventilação iria funcionar, 60% da fachada foi simulada, foi possível entender o quanto essa mudança dos layouts traria de benéfico para o desempenho do edifício. Este tema se tornou um ponto de discussão com o cliente. Para entender como iria funcionar a ocupação em horário de pico, como poderia influenciar o desempenho do edifício. Tínhamos reuniões semanais com o cliente, para que ele pudesse entender como deveria ser a ocupação do edifício. Era muito importante que o cliente estivesse ciente de como seria o uso do edifício, precisávamos projetar conscientes da forma de utilização dos espaços, e começamos a criar um perfil de uso dos espaços para entender a sua utilização, tínhamos diferentes padrões dependendo dos espaços, e assim qual o desempenho poderia ser atingido por cada um deles, qual seria o melhor potencial de uso para aquele espaço.

3º passo: Foi avaliado a capacidade de adaptação quanto ao conforto dos usuários, baseados nos *Standards* recentes da CIBSE TM52, que indica uma avaliação mais ampla, no caso da LSE foi feita uma análise para cada espaço. Quando alguns espaços tinham limitações eram aplicadas estratégias de mitigação naquele ponto, estratégias de mitigação estavam relacionadas a acessos a vistas, a controles do *environment*, os estudos relacionados a fachada foram até um certo ponto, depois se passou para entender até onde poderiam ser feitas adaptações dos espaços, por meio de mudança de hábitos dos usuários e assim manter o desempenho esperado.



Figura 122 – LSE Centre Building | Vista da Fachada Noroeste pela Travessa St. Clement  
Fonte: Acervo do Autor



Figura 123 – LSE Centre Building | Detalhe da Cortina da Fachada  
Fonte: Acervo do Autor

#### 4.2.1.2.4. FERRAMENTAS

Jack Newton apontou a utilização metodologia BIM no projeto, o software específico sendo o Revit (Figura 125). As ferramentas avançadas de ambiental mencionadas foram o uso do TAS, para as análises de ventilação natural. Na modelagem paramétrica, por meio do plug-in do Grasshopper foi realizada a otimização dos elementos de sombreamento para reduzir o risco de superaquecimento com o uso mínimo de materiais (Figura 124). Isso resultou em uma profundidade de alerta de sombreamento variável, permitindo que os escritórios inferiores mais protegidos alcancem os níveis de iluminação natural necessários. Somou-se a estas análises, lançou-se mão do uso dos modelos de CFD para ventilação natural e modelos energéticos.

#### 4.2.1.2.5. ESTRUTURA DO EDIFÍCIO

A primeira fase do desenvolvimento do projeto envolveu a demolição de quatro edifícios, todos construídos em diferentes períodos, mas interligados em diferentes níveis. A localização do terreno é em uma área central histórica. No projeto a nova estrutura é dividida em três seções: o Amenities Block de 2 andares, o Houghton Street Block de 5 andares e o Tower Block de 13 andares. Em todos os três, a superestrutura é composta por estruturas metálicas de aço, com módulos de 6 m por 9 m, com lajes pré-moldadas de concreto. A estrutura foi deslocada para a borda do perímetro ficando exposta, maximizando a flexibilidade e a área interna dos pisos. Recursos adicionais de contraventamento de aço foram acrescentados em cada extremidade dos blocos em ambos os edifícios, permitindo minimizar a espessura das paredes do núcleo central. No bloco da torre, uma escada de aço cria uma série de espaços de pé-direito duplo diagonalmente ao longo do edifício, proporcionando uma conexão visual com a praça pública.

Ricardo Baptista menciona: *“A Estrutura foi feita off-site, estava desde o início no conceito da proposta do concurso, devido à dificuldade do acesso, minimizando, portanto, o número de veículos que vinham a obra, com uma estrutura tipo Lego. Esta estratégia contribuiu para minimizar a pegada de carbono, além de minimizar o desperdício dos materiais”*.

Ricardo também comenta, *“A estrutura da LSE, é multitask, não está ali apenas como estrutura, mas está ali também funcionando como estratégia ambiental. Digo que a estrutura são os ossos e que os órgãos são os serviços, utilizamos as lajes para o efeito da massa térmica, funcionando como um buffer e ajudando a atenuar os picos. Outra estratégia utilizada foram os cooling pipes<sup>42</sup>, potencializando ainda mais o efeito da massa térmica em conjunto com a ventilação natural cruzada, que ajuda a lidar com esses picos de carga térmica. Contribuindo e diminuindo o consumo de energia que estes serviços consomem, claro que isso requer também uma aceitação do cliente e dos ocupantes quanto a adaptação necessária”*.

---

42 Tubulação com água que faz o resfriamento interno a laje.

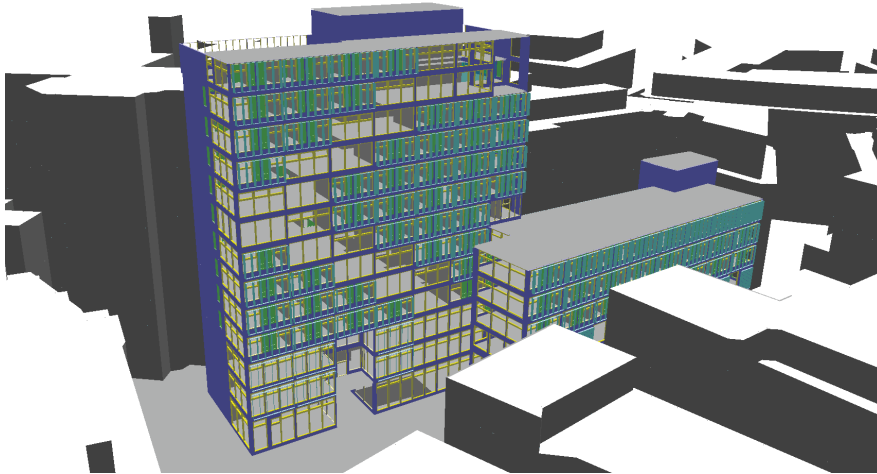
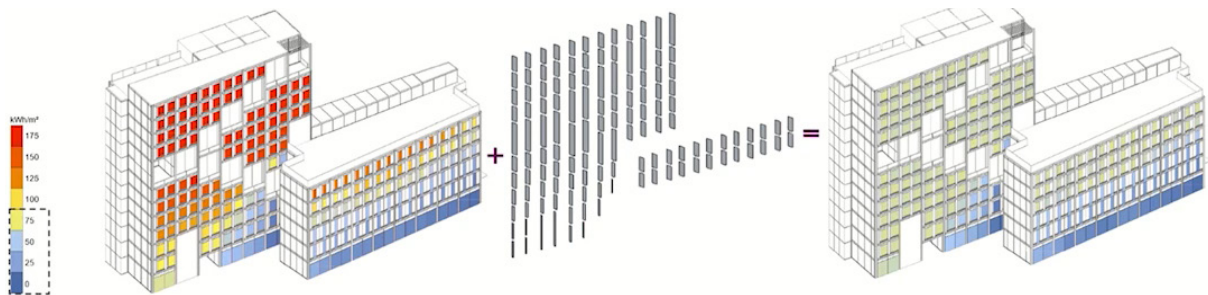


Figura 124 – LSE Centre Building | Estudo de Superaquecimento

Fonte: Restrita



**Critérios de conforto:** quantidade de radiação solar recomendada para um baixo risco de superaquecimento no verão (baseado em modelagem térmica).

Figura 125 – LSE Centre Building | Projeto de Sombreamento

Fonte: Rajput, K. Build 2 Perform CIBSE BSG, 2019.

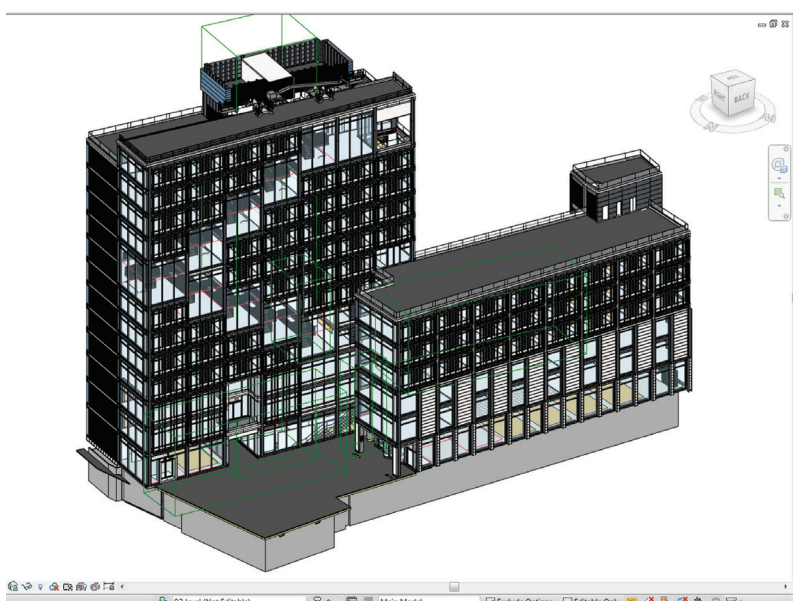


Figura 126 – LSE Centre Building | Modelo BIM para Estudo de Carbono Incorporado

Fonte: Restrita

#### 4.2.1.2.6. ANÁLISE DO CICLO CARBONO

Segundo informações compartilhadas nas entrevistas foi desenvolvida uma ferramenta sob medida para CBR que resume o carbono incorporado nos componentes, elementos, materiais e subelementos da construção, rastreando o carbono incorporado do edifício durante as fases de projeto e visando quantificar a pegada de carbono dos materiais e sua composição dentro dos elementos de construção, formando uma melhor compreensão das áreas críticas para a equipe de projeto.

Como ainda não haviam ferramentas disponíveis naquele momento, foi muito difícil conseguir algumas informações específicas, em função disso foram feitos alguns diagramas para apresentar os resultados (Figura 131 e 132) Os Gráficos: mostram a decomposição da pegada de carbono total durante os estágios do ciclo de vida em proporção à área bruta de piso acima de 60 anos ( $\text{KgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ ). Os cálculos foram feitos com base nos componentes do edifício e focados nos maiores contribuintes, que são: Concreto (63%) utilizado nas lajes, pilares, paredes; Aço da estrutura metálica, (8,4%) utilizado nas vigas e pilares; Aço, (4,8%) utilizado nos corrimãos, escadas, portas, painéis da fachada e pisos; Espuma de isolamento, (4,2%) utilizada nas fachadas e pisos, que representavam no total 92% das emissões. Foi feito um trabalho de identificar onde estes componentes eram utilizados no edifício e a partir disso, tentar reduzir ao máximo o consumo destes materiais, além de tentar minimizar as perdas existentes, quando se trabalha no canteiro de obras. Devido a isso a preferências por utilizar sistemas pré-fabricados e/ou sistemas off-site. Esse cálculo foi feito para 75% da utilização do edifício, para um período de 60 anos de uso. Como a energia da rede está ficando mais limpa, pela produção de energia renovável, as proporções ficarão ainda maiores, porém muitos dos componentes são importados e a produção dos seus países de origem, como a China, possuem fontes distintas, não sendo elas necessariamente energias limpas.

Foi desenvolvido um estudo nos painéis de sombreamento da fachada, sendo possível alterar o ângulo e a profundidade deste painel, conseguindo que a fachada tivesse o mesmo nível de desempenho, usando menos material. Isso fez com que a fachada ficasse mais econômica, reduzindo as exigências estruturais, o carbono incorporado e ficando mais sustentável. Outra estratégia no mesmo sentido foi o desenvolvimento de projeto em diversos elementos construtivos, permitindo assim a utilização da pré-fabricação. Os principais objetivos da pré-fabricação são a velocidade de construção e a obtenção de um padrão de acabamento significativamente mais alto. A pré-fabricação das instalações de serviços também foram inseridas nas estratégias do projeto.

Foi desenvolvida uma planilha, baseada nos modelos, como das áreas e volumes dos componentes, extraídas dos Modelos BIM arquitetônico e estrutural, fornecidos pelo RSH+P e AKTII, informando assim os quantitativos de materiais. Esta foi dividida nas categorias: Subestrutura / Estrutura / Fachada/ Cobertura/ Paredes Internas/ Portas/ Escadaria/ Tetos/ Pisos/ Acabamentos de parede - demonstra a contribuição de carbono dos principais materiais utilizados na construção ( $\text{tCO}_2\text{e}$ ).

A partir destas análises, foi possível alcançar uma redução de 35% no carbono incorporado em comparação com o tipo de edifício de referência, reduzindo a quantidade de concreto usado nas fundações, alumínio nas aletas de sombreamento da fachada, além de incorporar mais conteúdo reciclado e materiais de baixo carbono. A ferramenta também avaliou o uso operacional de energia de carbono, o que levou à implementação de tecnologias renováveis que foram incorporadas ao projeto que incluem o uso de cogeração de biocombustível de 2ª geração, bem como a integração



Figura 127 – Direita |  
LSE Centre Building  
| Detalhes das  
Conexões dos Pórticos  
de Travamento da  
Estrutura Metálica

Fonte: ArchDaily



Figura 128 – Esquerda |  
LSE Centre Building |  
Níveis Superiores da  
Fachada Noroeste

Figura 129 – Fonte:  
Rogers Stirk Harbour +  
Partners.



Figura 130 – Esquerda |  
LSE Centre Building  
| Átrio dos Níveis  
Acadêmicos

Fonte: Rogers Stirk  
Harbour + Partners.



Figura 131 – Direita |  
LSE Centre Building |  
Estrutura e Sistemas

Fonte: Rogers Stirk  
Harbour + Partners.

de painéis fotovoltaicos na estrutura de sombreamento no telhado, além de sistemas de recuperação de calor aplicados a vários sistemas.

#### 4.2.1.2.7. TEMPO E ETAPAS DE PROJETO

Segundo Jack Newton, “As etapas seguidas do processo de projeto, foram as do RIBA, sempre sendo seguidas estas etapas no Reino Unido ou mesmo em outros projetos pelo mundo. Usamos basicamente os estágios do novo Plan of Work (2020), que proporciona uma fluidez no processo de projeto, principalmente agora na etapa 3 está muito mais formatado para o uso do BIM. O tempo de projeto da LSE foi de 2 anos de design, um tempo relativamente maior do que os usuais, mas o projeto era bastante ambicioso, com um site complexo, um brief complexo, um orçamento ambicioso, todos os ingredientes para um projeto desafiador. A etapa do Planning foi bastante longa, pois existiam edifícios tombados no processo”.

Os tempos aproximados apresentados na entrevista, foram:

Etapa 2 – *Concept Design* - 4 meses

Etapa 3 – *Spatial Coordination* - 9 meses

Etapa 4 – *Technical Design* -11 meses

#### 4.2.1.2.8. DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PROJETO

Jack Newton explica como foi o processo de desenvolvimento do projeto: “O início do processo foi bastante intenso em discussões, pois foi apresentada a possibilidade de ser um edifício naturalmente ventilado, sendo um ponto chave o desempenho ambiental. As reuniões no início aconteceram duas a três vezes por dia. O grande desafio foi o foco no custo, desde o início, por ser ventilação natural o custo inicial é mais alto do que se fosse uma caixa selada, mas a longo prazo este tipo de edificação acaba sendo mais caro de gerir. A curto prazo a ventilação natural é mais cara, portanto, a maioria das reuniões eram voltadas para o detalhamento, mais do que em um projeto normal, da estrutura e da composição da fachada, voltando sempre para a análise do consultor de custo. Como não tínhamos um objetivo definitivo, foi um teste de soluções constante, quanto às aberturas, sombreamentos, automação dos mecanismos de abertura, foram semanas de revisão das opções para se chegar a um equilíbrio, inclusive quanto ao custo. E este é basicamente como o processo de projeto é, não é linear, você pode passar duas, três semanas em um estudo e depois alguém tem uma ideia melhor”.

Jack Newton continua, “O CBDSP trazia os inputs sobre environmental e as vezes o que funcionava bem para environmental, arquiteturalmente falando poderia ser um desafio, então precisamos dar uma resposta. Portanto, basicamente era apresentar ideias, levá-las, testá-las, voltar olhar os resultados, testá-las mais profundamente, entender o impacto nos custos, até chegar neste “balance” entre as restrições e as considerações”. Os edifícios mais sustentáveis são

## LSE Centre Building | Análise do Ciclo de Vida

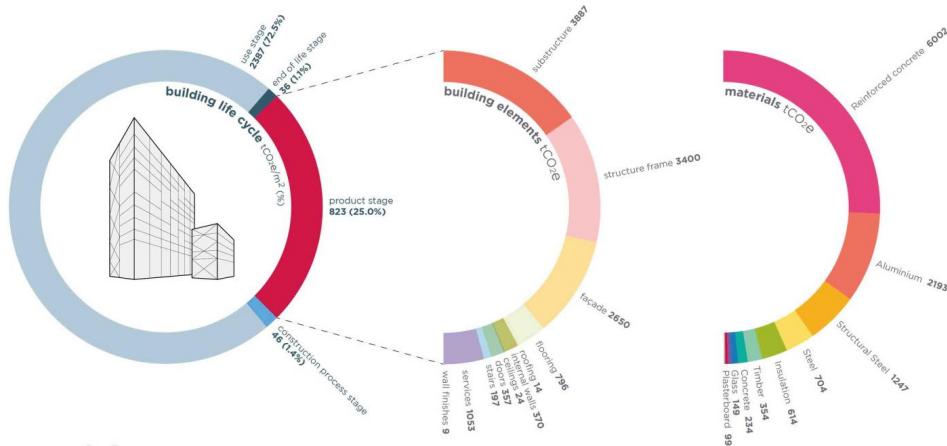


Figura 132 - LSE Centre Building | Análise do Ciclo de Vida

Fonte: Chapmanbdsp, LinkedIn, 2020.

## LSE Centre Building | Carbono Incorporado por Elemento Construtivo

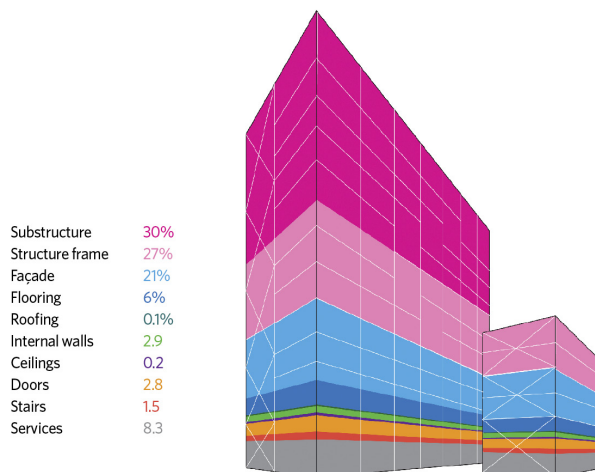


Figura 133 - LSE Centre Building | Carbono Incorporado por Elemento Construtivo

Fonte: CIBSE Journal, 2017.



Figura 134 - LSE Centre Building | Mockup da Fachada

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

aqueles que podem ser utilizados a longo prazo, garantindo a longevidade e a flexibilidade, pois a maior parte da pegada de carbono já aconteceu. Se puder construir um edifício que responda às mudanças e possa durar 100 anos será realmente sustentável.

*“Muitas reuniões técnicas eram feitas entre a arquitetura e engenharia, não tendo a presença do cliente. Os custos eram ambiciosos e trabalhamos muito para manter o custo previsto em conjunto com o Ricardo da AKTII, na fase inicial foram apresentadas 15 possibilidades de estudos da estrutura, mantendo a proposta, mas reduzindo o uso do aço devido ao grande impacto no custo que a superestrutura tem. O cliente solicitando a diminuição dos valores e que normalmente acaba implicando em questões de estética. Eram feitos workshops de discussão, minha opinião é que a videoconferência principalmente na fase de design não funciona muito bem, é mais difícil e desafiador quando você não está na mesma sala, você precisa interagir. Normalmente os membros que compõem as equipes acabam sendo de Londres. Você precisa estar em um estúdio, da espontaneidade durante as discussões das ideias, é completamente não linear e ineficiente, faz parte do processo criativo de testar as ideias”.*

No caso da LSE o ponto de contato com o cliente foi a arquitetura, os engenheiros e consultores respondiam ao RSH+P, foram eles o CBDSP (*environmental/ MEP*) / AKTII - (estrutura)/ Wintech - (fachada) / Deloitte - Quantity Surveyor (QS)/ Maine (Main Contractor); LSE Capital Development (*project manager*); Gillespies (*landscape consultant*); hoare lea (*fire strategy and acoustic consultant*), além do consultor de sustentabilidade, em torno de 10 stakeholders envolvidos no projeto diretamente durante todo o processo, outros consultores entraram em momentos pontuais do *design*. A arquitetura foi a responsável em coordenar e esquematizar os trabalhos das diversas disciplinas e resultados, não houve o trabalho de *project manager* externo, inseridos no processo.

#### **4.2.1.2.9. BOAS PRÁTICAS APLICADAS AO EDIFÍCIO E AO PROCESSO DE PROJETO**

- Outros pontos abordados na entrevista com Kenneth Kinsella, foram quanto a melhoria contínua da performance do edifício e lições aprendidas do processo.
- Quanto aos dados obtidos do BMS do edifício, são utilizados e analisados para a melhoria da eficiência energética, além de estarem alinhados com o que foi solicitado em projeto.
- A utilização de avaliações de pós-ocupação realizadas em todos os edifícios da Universidade, que são disponibilizadas aos usuários de maneira on-line, bem como seus resultados, para o entendimento da satisfação destes usuários quanto a qualidade do ambiente interno e assim poder cada vez mais qualificá-lo.
- Prática de realizar o exercício de lições aprendidas no final de cada etapa de *design*, junto a equipe de projeto; como também no final do processo, para que a Universidade possa entender quais foram as falhas na condução do projeto e assim não voltar a repeti-las nos projetos futuros.

## 4.2.2. SÃO PAULO

### 4.2.2.1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O São Paulo Corporate Towers fica na Vila Olímpia e marca o início do eixo comercial e financeiro das Avenidas Engenheiro Luís Carlos Berrini e Dr. Chucri Zaidan paralelas à Marginal Pinheiros. O projeto foi desenvolvido em parceria entre a Pelli Clarke Pelli Architects e a Aflalo/Gasperini Arquitetos, que foi responsável pelo estudo de viabilidade e desenvolvimento técnico. O projeto iniciou em 2008 e a obra foi concluída em 2016.

O complexo ocupa um terreno de 38.858 m<sup>2</sup> é composto por duas torres empresariais de 30 andares e altura total de 139 m, edifício de *amenities* no embasamento, edifício técnico e mais de 19.000 m<sup>2</sup> de vegetação com árvores nativas. As torres têm plantas semelhantes, mas estão orientadas de forma diferente, sendo que a área dos pavimentos varia de 2.570 a 1.805 m<sup>2</sup> conforme o andar.

A estrutura foi concebida pensando em um sistema construtivo misto, composto por núcleo rígido em concreto armado executado com fôrma autotrepante, vigas metálicas, laje steel deck e pilares periféricos com sistema construtivo misto, pilar de concreto armado construído em volta de um perfil metálico de montagem. O fechamento foi feito com fachada unitizada de vidro com controle solar e duas fileiras de brises horizontais em alumínio (Figura 156 e 157).

### 4.2.2.2. A VISÃO DOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS

Segundo informações compartilhadas nas entrevistas e em pesquisas realizadas em publicações, foi possível realizar uma análise do processo de projeto do São Paulo Corporate Towers(SPCT), de propriedade da Camargo Corrêa, localizado em São Paulo.

É notório, no contexto dos projetistas e do mercado brasileiro que este edifício é uma referência devido ao seu tamanho, grau de certificação alcançado, além de toda tecnologia que foi implementada ao edifício. Os projetos, excluindo a concepção da arquitetura, foram desenvolvidos no Brasil, demonstrando a capacidade e a qualidade dos profissionais no contexto local para a obtenção do edifício de alto desempenho.

O projeto foi fruto de um concurso em que foram convidados a participar os escritórios internacionais dos arquitetos Santiago Calatrava, Foster+Partners e o Pelli Clarke Pelli. Os primeiros estudos conceituais para o projeto foram realizados pelo escritório Aflalo Gasperini, antes mesmo da decisão da Camargo Corrêa de seguir para o concurso. A implantação das torres havia sido definida pelo escritório Julio Neves e foi estabelecida devido ao eixo de visão da marginal Pinheiros. Segundo

Figura 135 – LSE Centre Building | Planta do T rreo  
Fonte: ArchDaily

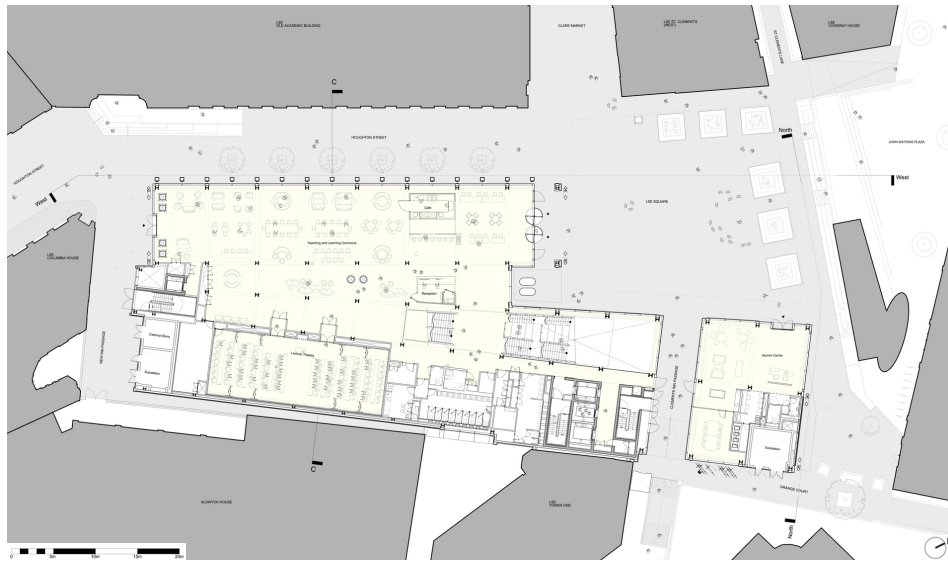


Figura 136 – LSE Centre Building | Planta do 1  Pavimento  
Fonte: ArchDaily

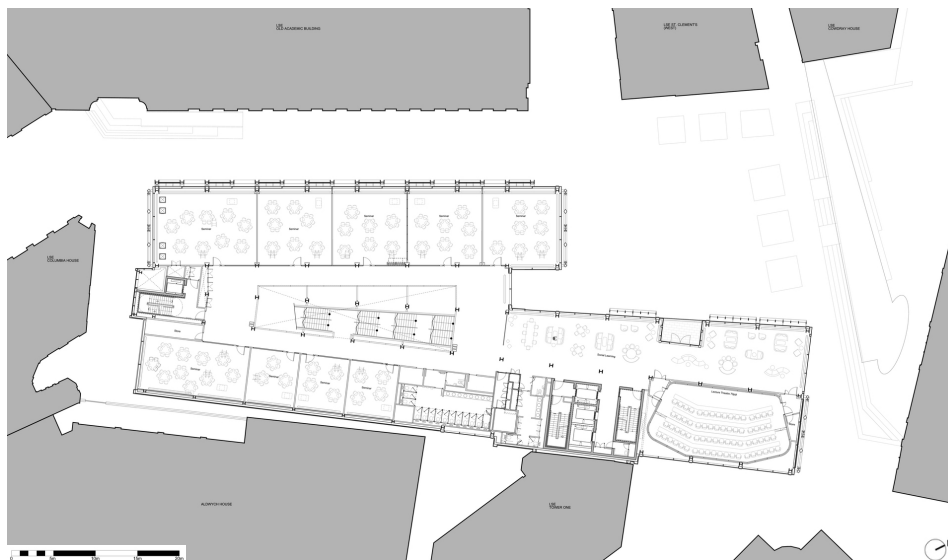
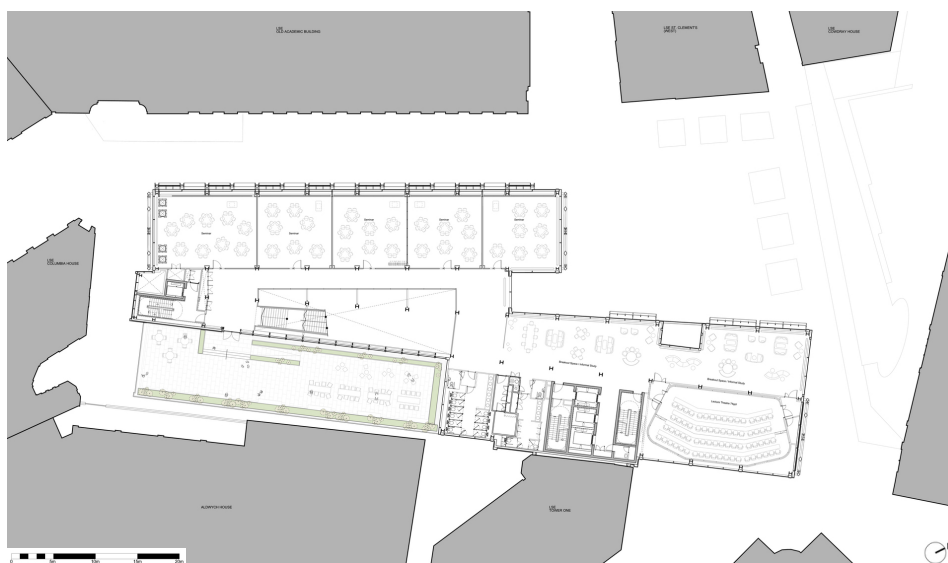


Figura 137 – LSE Centre Building | Planta do 2  Pavimento  
Fonte: ArchDaily



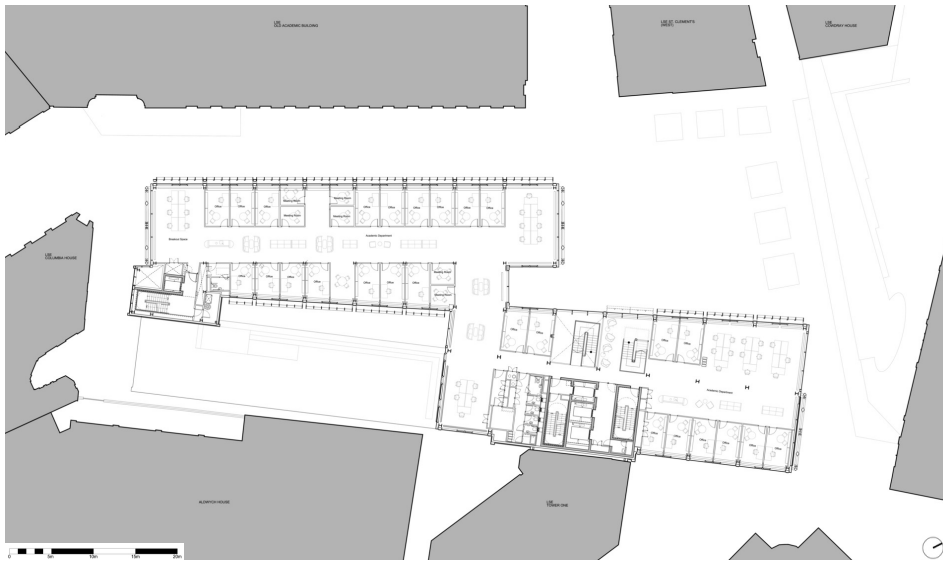


Figura 138 – LSE Centre Building | Planta do 4º e 5º Pavimento

Fonte: ArchDaily

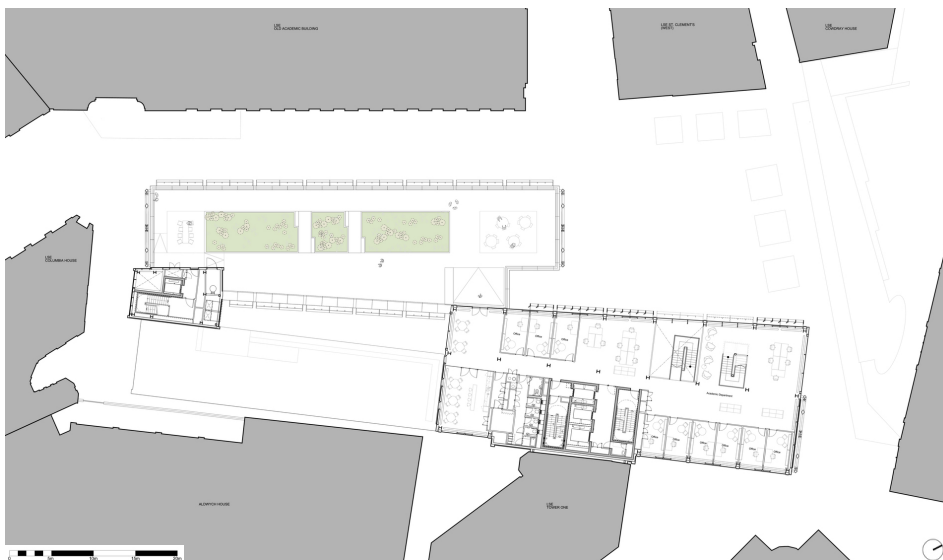


Figura 139 – LSE Centre Building | Planta do 6º Pavimento

Fonte: ArchDaily

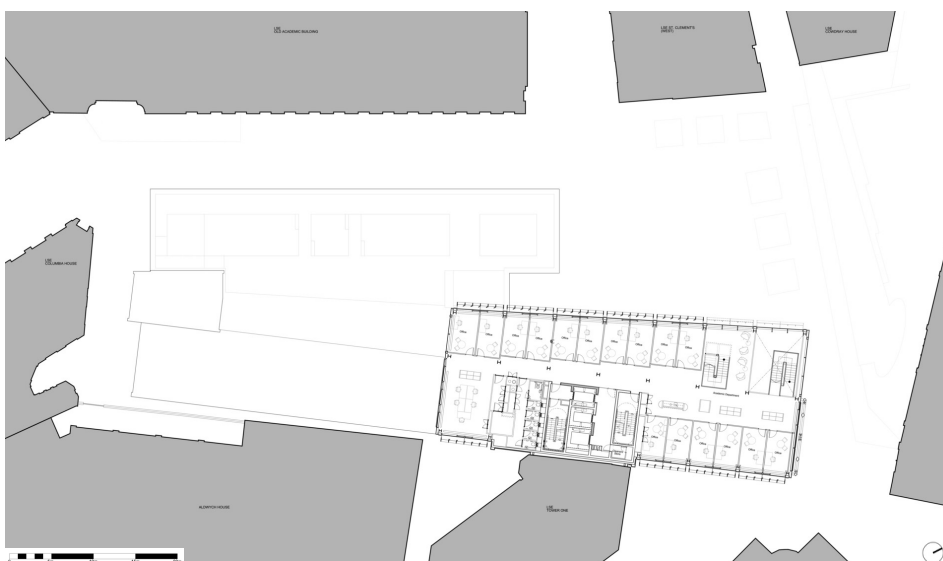


Figura 140 – LSE Centre Building | Planta do 7º ao 11º Pavimento

Fonte: ArchDaily

Figura 141 - LSE Centre Building | Planta do 12º Pavimento  
 Fonte: ArchDaily



Figura 142 - LSE Centre Building | Corte W  
 Fonte: ArchDaily

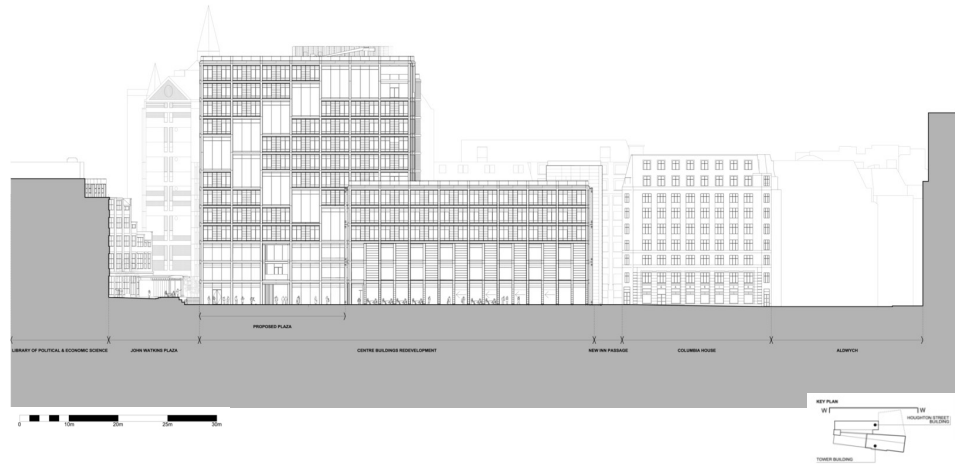
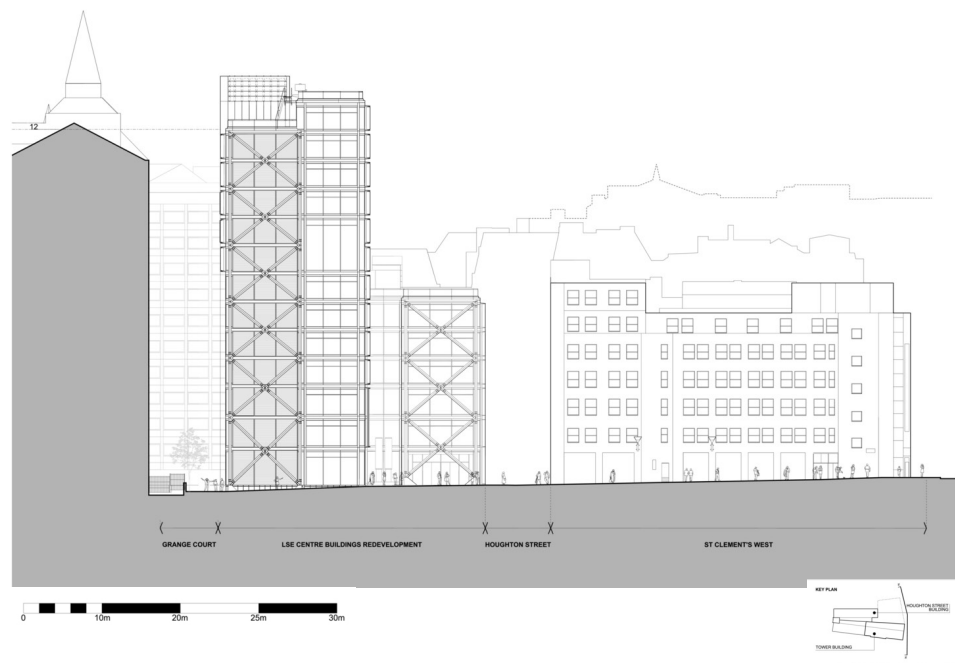


Figura 143 - LSE Centre Building | Corte N  
 Fonte: ArchDaily



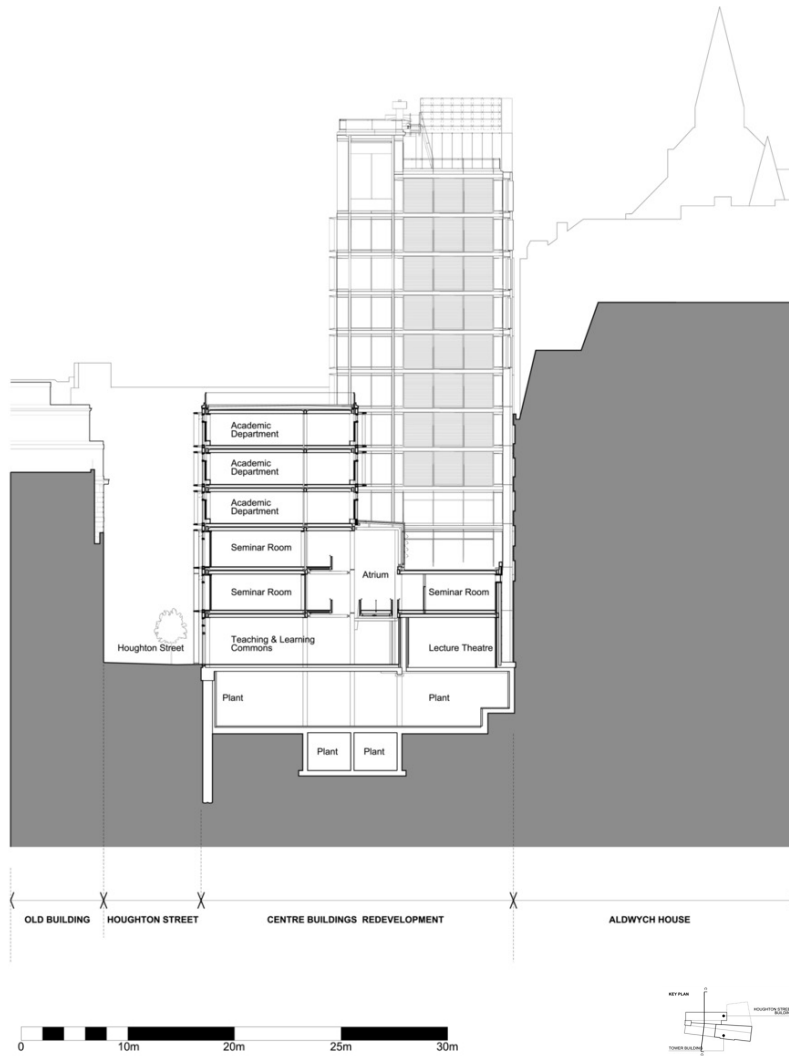


Figura 144 –LSE Centre Building | Corte C

Fonte: ArchDaily



Figura 145 –LSE Centre Building | Foto da Maquete

Fonte: Rogers Stirk Harbour + Partners.

as entrevistas, a proposta vencedora do escritório Pelli Clarke Pelli encantou pela manutenibilidade das árvores existentes no terreno e a criação de uma reserva de Mata Atlântica sob o embasamento do edifício de amenities. Não foram divulgados os membros do júri, nem os critérios de julgamento. O escritório brasileiro Aflalo Gasperini, ficou responsável pelo desenvolvimento do projeto, além do projeto dos subsolos. O projeto teve início no ano de 2008 e foi finalizado no ano de 2016. Obteve o nível de certificação LEED *Platinum v3.0-Core and Shell*. Foi necessária a demolição de um edifício de 15 andares existente no terreno para a implantação das novas torres.

Uma das entrevistas para o entendimento do processo de projeto do edifício São Paulo Corporate Tower, foi realizada com a equipe que atuou no projeto, do escritório Aflalo e Gasperini. Estiveram presentes Flávia Marcondes, diretora Associada do escritório, Paula Homsy arquitetura, Miguel Aflalo e Roberto Klein implementação do processo BIM do escritório.

#### 4.2.2.2.1. REQUISITOS DE PROJETO (BRIEFING)

Os requisitos do grupo Camargo Corrêa para o concurso era que o projeto deveria ser inovador, criativo, além de um marco para a cidade, com alta qualidade arquitetônica e de nível internacional, energeticamente eficiente, além de ambientalmente responsável utilizando materiais e métodos de construção compatíveis com o contexto brasileiro. Deveriam ser projetadas duas torres com no máximo 140 metros de altura, podendo o pavimento ser separado em até 2 locatários. Os custos de construção e operação deveriam ser os menores possíveis.

#### 4.2.2.2.2. ESTRUTURA DO PROJETO

A estrutura hierárquica do projeto, o cliente - (*Shareholders*) onde todas as definições eram validadas. A equipe de gerenciamento foi feita pela Camargo Corrêa Desenvolvimento Imobiliários (CCDI), que possuía uma equipe de arquitetos e engenheiros que fizeram o acompanhamento de projeto e obra. A construção foi feita pela Camargo Correia Construtora, portanto em muitos momentos havia a participação dos engenheiros da construtora, para alguns assuntos, mas todos revisavam os projetos nas entregas, com a visão do gerenciador, quanto com a visão da construtora, sempre se balizando em custo. As equipes de arquitetura, escritório do Pelli Clarke Pelli definindo o conceito do design, e a do escritório Aflalo e Gasperini, pelo desenvolvimento e detalhamento do *design*, além do de ser responsável pelo *design* dos subsolos. Diversas consultorias<sup>43</sup>, compuseram a equipe de projeto, alguns deles sustentabilidade, de certificação, instalações, acessibilidade, automação, segurança, fachada, incêndio, luminotécnica, bombeiro, elevador, cozinhas, acústica, irrigação e etc.

O cliente, Camargo Corrêa, estava envolvido constantemente nas consultas para as tomadas de decisão, tanto a gerenciadora, como a construtora, além da validação com o grupo de acionistas, o tempo para este processo acabava sendo um pouco mais demorado. “*As decisões eram tomadas em reuniões técnicas, com a equipe de projeto da CCDI e algumas delas tinham que ser passadas*

---

43 Verificar Figura 158 representando as disciplinas inseridas ao processo de projeto.



para os Shareholders, que eram os acionistas, que era mais demorado, temos este tipo de situação na maioria dos projetos, mas costuma ser mais ágil” mencionou Flávia Marcondes, ela ainda pontua, “Para nós o quanto tivermos a participação do cliente, melhor para todo mundo, o produto sai mais redondo, procuramos trazer isso para todos os projetos”.

#### 4.2.2.2.3. RESPONSABILIDADES DO PROJETO DE ARQUITETURA

Segundo José Luiz Lemos, sócio-diretor do escritório Aflalo Gasperini Arquitetura de São Paulo, as responsabilidades eram divididas em função das fases de projeto, 80% das responsabilidades no início eram do escritório Pelli Clarke Pelli, o escritório Aflalo Gasperini fornecia os subsídios legal e técnico de 20%. No final do processo na etapa do executivo, essa posição se inverteu e o escritório americano passou a fazer o acompanhamento, ele menciona “*Funciona bem pois os escopos são muito definidos. Os papéis são muito bem definidos, se estava ligado ao partido era decisão deles*”

Flávia Marcondes explica, “*Normalmente é criada uma matriz de responsabilidades, que tem as figuras dos arquitetos responsáveis em cada etapa em emitir o produto daquela fase, e quem é o responsável pela consultoria. Sempre fica separado entre quem tem a responsabilidade e o que dá suporte, e as fases vão mudando e os papéis vão se invertendo. O mesmo modelo foi utilizado para outros projetos como do Infinity e do Ventura, ambos do escritório KPF (Kohn Pedersen Fox Associates) é um modus operandi, para se iniciar os trabalhos e dividir as responsabilidades por fase, para cada um saber qual é o seu papel. Seguimos as etapas do modelo americano, o Concept Design (CD), Schematic Design (SD), Development Design (DD) e as nossas etapas seguindo sempre a deles*”.

#### 4.2.2.2.4. DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PROJETO

O projeto seguiu a sequência das etapas do sistema americano o *Concept Design (CD)* corresponde ao Estudo Preliminar no processo brasileiro, *Schematic Design (SD)* corresponde ao Anteprojeto, *Development Design (DD)* corresponde ao Executivo. O escritório do Pelli Clarke Pelli foi responsável, desde o estudo de viabilidade até a etapa de Anteprojeto.

A fase do *Concept Design*, desenvolvido pelo escritório Pelli Clarke Pelli, estiveram presentes o cliente e o escritório Aflalo e Gasperini, para o suporte de legislação. O conceito do projeto fica apresentado nas palavras do arquiteto Rafael Pelli, extraída do site do empreendimento, quando perguntado, qual o diferencial deste projeto em relação aos últimos desenvolvidos pelo escritório? A resposta foi: “*Tudo o que desenvolvemos é uma resposta única às necessidades, às circunstâncias e às oportunidades artísticas de cada projeto. A localização da São Paulo Corporate Towers é muito especial e inusitada. O fato de os dois prédios serem vistos de todas as direções nos levou a desenhar formas esculturais que, ao mesmo tempo, fossem eficientes e práticas. O vidro leve da fachada exterior é visto como fitas que envolvem em espiral os prédios. O prédio incorpora as mais recentes tecnologias tanto em sua engenharia e sistemas quanto em seu design*”.

Quando solicitado que descrevesse o projeto em três palavras, quais seriam? E se fosse descrevê-lo em uma frase? A resposta foi composição dinâmica; formas esculturais e tecnologia inteligente. Em uma frase, seria: um casamento entre tecnologia e natureza. (Figura 146)



Figura 147 – São Paulo  
Corporate Towers |  
Vista Superior  
Fonte: Pelli Clarke &  
Partners

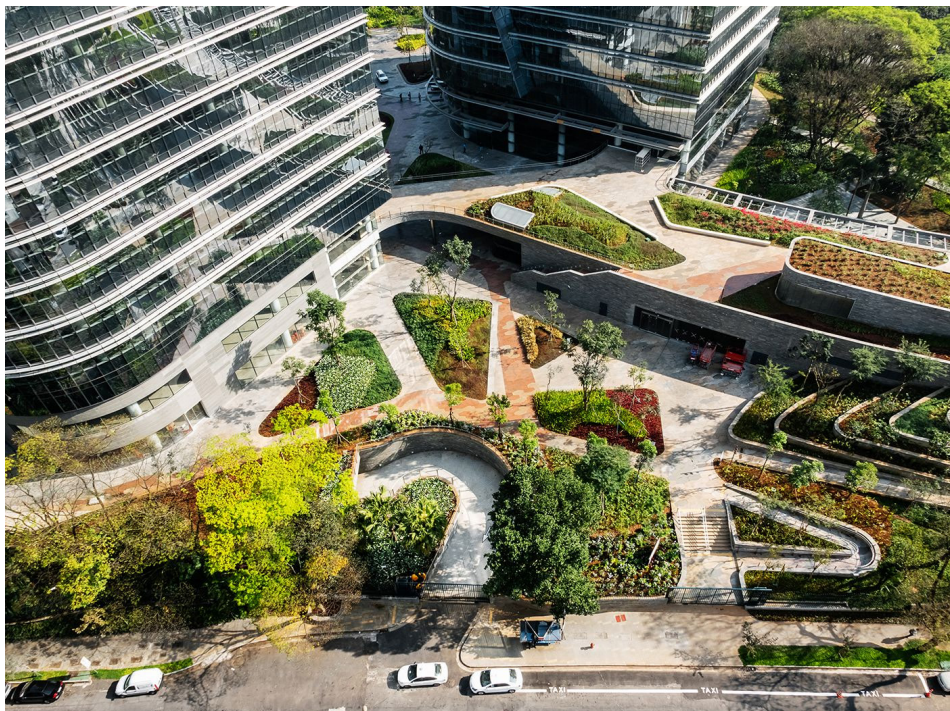


Figura 148 – São Paulo  
Corporate Towers |  
Entorno  
Fonte: Pelli Clarke &  
Partners

Figura 149 – São Paulo  
Corporate Towers |  
Detalhe da Fachada  
Fonte: Aftalo/Gasperini  
Arquitetos



Figura 150 – São Paulo  
Corporate Towers |  
Térreo Arborizado  
Fonte: Pelli Clarke &  
Partners



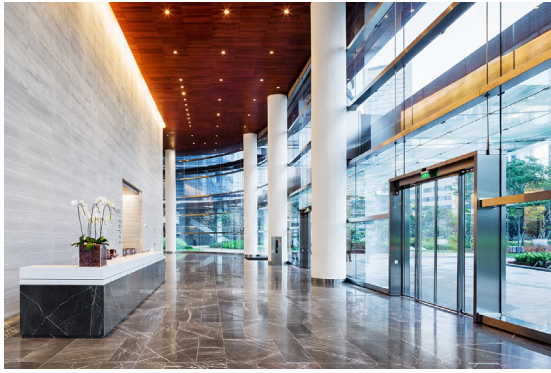


Figura 151 – São Paulo Corporate Towers | Recepção

Fonte: Pelli Clarke & Partners



Figura 152 – Esquerda | São Paulo Corporate Towers | Acesso

Fonte: Aftalo/Gasperini Arquitetos



Figura 153 – Direita | São Paulo Corporate Towers | Marquise de Acesso

Fonte: Aftalo/Gasperini Arquitetos

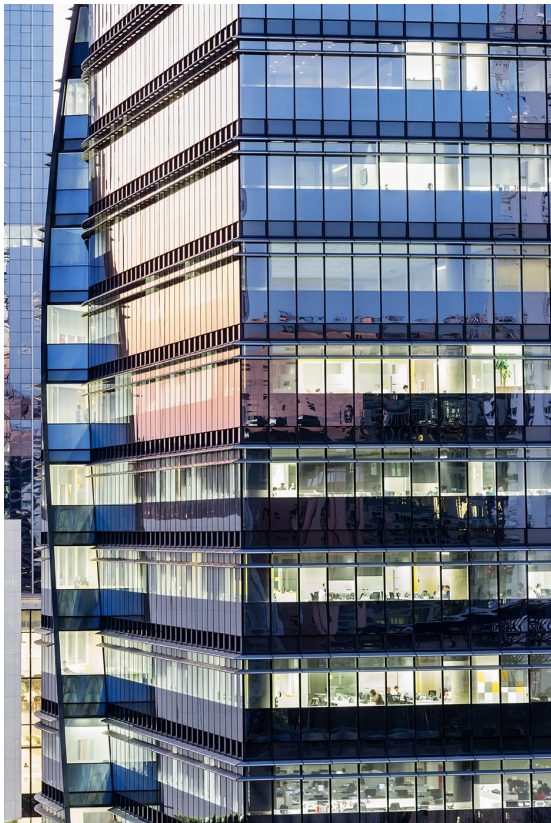


Figura 154 – Esquerda | São Paulo Corporate Towers | Fachada

Fonte: Pelli Clarke & Partners

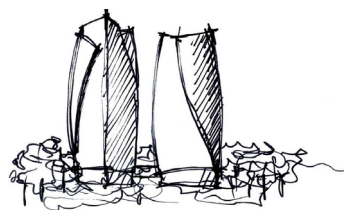


Figura 155 – Direita | São Paulo Corporate Towers | Diagrama

Fonte: Pelli Clarke & Partners

Na fase *Schematic Design* entraram a estrutura, juntamente com os projetistas complementares, elétrica, hidráulica e sustentabilidade. “É como trabalhamos aqui também, nesta etapa é quando entram as consultorias para compor as tipologias de fachadas, se terá brise ou não, se haverá peitoril, todo este exercício, tudo isso foi feito, inclusive com a participação do CTE, para a certificação LEED. Foram de 6 a 8 meses, até que começamos o estudo preliminar, foi um trabalho bem integrado, eles vinham tínhamos reuniões com os projetistas complementares para pegar as premissas de projeto”.

No período do desenvolvimento do *Schematic Design*, os *workshops* aconteciam a cada dois meses, 3 a 4 dias de reuniões durante todo o dia. Segundo Paula Homsí do escritório Aflalo Gasperini “nas reuniões tiravam-se dúvidas, discutíamos os projetos, às adaptações de fornecedores, por ser LEED Platinum as especificações dos materiais eram muito específicas para atender aos requisitos, havia também a cogeração de energia, a casca e o paisagismo também precisaram ser tropicalizados”.

Em paralelo, enquanto o escritório Pelli Clarke Pelli estava desenvolvendo o *Schematic Design*, o escritório Aflalo Gasperini estava trabalhando no *design* dos subsolos. Flavia Marcondes explica melhor como o processo se decorreu, “Sempre com uma troca, nós desenvolvemos eles opinaram, eles desenvolviam e nós opinávamos, sempre com foco em legislação, e nós vínhamos atrás, eles avançavam uma etapa e nós vínhamos desenvolvendo uma etapa anterior, dentro das etapas de projeto. Tínhamos um momento da passada de bola, eles desenvolveram o núcleo e passavam para nós, aí a responsabilidade era nossa de desenvolver o núcleo, eles pararam, já estávamos em BIM. Aí eles passaram a desenvolver a casca enquanto estávamos no ante-projeto do núcleo. Quando eles soltaram a casca, passaram para nós, aí a responsabilidade era nossa. No início nós opinávamos, trabalhando como consultor e eles desenvolvendo, depois o contrário, esse processo foi assim, quando passaram o núcleo e a casca eles começaram a desenvolver o *Design Development* deles, entraram as marquises, detalhes das fachadas, aí já estávamos no anteprojeto para o pré-executivo. Quando eles finalizaram o *Design Development*, nós entramos na fase de executivo e detalhamento, atrás deles”.

Para o desenvolvimento do projeto, o escritório Aflalo Gasperini montou equipes, como explica Paula Homsí, “Montamos a equipe dividindo por setores, Setor 0 (embasamento do térreo e subsolos), Setor 1 (torre A), Setor 2 (Torre B) que é a mesma torre apenas rotacionada, Setor 3 (Amenities) e Setor 4 (prédio técnico). Os subsolos foram desenvolvidos pelo Gasperini, o Pelli só interferia no hall de elevadores sociais das torres e do amenities, eram responsáveis pelo desenvolvimento. O processo iria começar pela torre A, priorizando o setor”.

O projeto teve alguns desafios como coloca a fala da arquiteta “A obra atropelou projeto, tivemos esse problema, a obra começou em estágio de anteprojeto... foi bastante intenso e teve um problema de time, por conta de decisões do cliente, iniciamos com uma linha de estrutura metálica, que foi desenvolvida por um projetista, mas no final acabou se fechando projeto e fabricação com o mesmo fornecedor que gerou uma mudança grande no projeto. O projeto tem um core rígido de concreto e a periferia em estrutura metálica, para a agilidade construtiva, só que começamos com um projeto mais racional do ponto de vista da modulação, padronizando os perfis, o que acabou encarecendo a obra, quando entrou a empresa que fazia a fabricação, acabou colocando perfis com tamanhos diferentes, mudando modulações, portanto tivemos que voltar praticamente uma etapa, pois encaminhamentos de sistemas, ar-condicionado, foi um impacto grande e mexeu com prazo de início de obra”.

Ela continua, “Devido a esses contratempos acabou atrasando o cronograma... a prioridade

## Ficha Técnica do Edifício

### Consultoria em Sustentabilidade

Atelier Ten  
CTE – Centro de Tecnologia de Edificações

### Projeto de Fachada

IBA – Building Envelope Consultants

### Consultor de Fachada

Crescêncio Petrucci

### Projeto de Paisagismo

Balmori

### Desenvolvimento do Paisagismo

Sergio Santana Paisagismo

### Projeto de Contenções e Fundações

Engenheiros Consultores Associados  
Consultrix

### Estrutura de Concreto

França & Associados Engenharia Ltda.

### Estrutura Metálica

K&F Engenheiros Associados

### Projeto de Instalações

MHA Engenharia

### Projeto de Ar -Condicionado

Teknika Projetos e Consultoria Ltda.

### Projeto e Fornecedor de Elevadores

ThyssenKrupp

### Projeto de Luminotécnica

Studio IX

### Projeto de Segurança e Automação

GA – Global Advising Security Solutions e  
BOSCO Associados

### Fornecedor de Estrutura Metálica

Consórcio Codeme/Usiminas

### Fornecedor de Fachada

Consórcio Tecnofeal/Permasteelisa

### REALIZAÇÃO

#### Investimento

Participação Morro Vermelho S/A

#### Construção

Camargo Corrêa

#### Incorporação

Camargo Corrêa Desenvolvimento Imobiliário

#### Projeto de Arquitetura

Pelli Clarke Pelli Architects

#### Nacionalização do Projeto de Arquitetura

Aflalo / Gasperini Arquitetos

#### Coordenação de Comercialização

CBRE

- Local: São Paulo, SP
- Projeto: 2008
- Área do terreno: 38.858 m<sup>2</sup>
- Área construída: 257.799 m<sup>2</sup>
- Pavimentos: 31
- Área de Pavimentos: 1.805 a 2.570 m<sup>2</sup>
- Altura total: 139 m
- Tipo: Comercial

Figura 156 – São Paulo  
Corporate Towers  
| Ficha Técnica do  
Edifício

Fonte: Produção  
própria.

*era a obra... as torres foram as primeiras, para subir o núcleo, era sempre simultâneo, subia o núcleo de concreto com sistema de fôrmas trepantes, que dá rapidez e não existe desaprumo nesse sistema, por isso a obra estava muito acelerada em relação ao projeto. Já estávamos em um processo que era BIM, meio BIM, não tínhamos a intenção de ter os complementares em BIM, isso foi uma novidade que veio da própria construtora, foi outro contratempo que tivemos” (Figura 166)*

#### **4.2.2.5. INTEGRAÇÃO DA EQUIPE DE PROJETO**

Quando se abordou o tema da integração da equipe de projeto, inclusive entre os dois escritórios de arquitetura, Flavia Marcondes mencionou: *“Na prática a forma de trabalhar com o escritório do Pelli era muito próxima da nossa, não sentimos dificuldade, era muito fácil, tivemos um ótimo relacionamento, fácil acesso, o tipo de profissional que eles queriam inserir no processo, eram os mesmos que costumamos inserir aqui, na mesma fase de projeto. Aqui o nosso desenvolvimento de projeto já traz as consultorias que precisamos como consultoria de fachada ... trazemos logo para o início do processo”*.

Flavia Marcondes descreve a sequência do processo, *“Normalmente a arquitetura lança uma base ou modelo se for em BIM, isso vai para os projetistas, cada um faz o seu projeto. No cronograma fazemos muitas vezes em grupos separados, primeiro grupo a estrutura, que entrega depois da gente, depois vem ar condicionado, depois as instalações, depois automação, nisso o cronograma já está se abrindo. Depois tem uma fase de análise dos todos os projetos, quando você está em BIM, se tem a rotação de clashes, a análise destes clashes. Voltam as reuniões, em que se combina o que será feito e daí a arquitetura entrega, já considerando tudo que foi falado e o que impacta na arquitetura, portanto ela abre a próxima etapa. Segue na mesma sequência, e os relatórios de clashes sempre na fase em que todos entregaram, na fase de análises como chamamos, as consultorias entram nesta fase das análises, para verificar se aquilo que foi falado da luminotécnica está lá, consultores de incêndio, elevadores, se tudo que está no projeto está de acordo com o que eles especificaram anteriormente e assim se dá em toda a fase”*.

Eduardo Yamada, gerente de sistema prediais da CTE, mencionou como o processo se desenvolveu: *“Haviam reuniões às vezes com trinta pessoas, com toda a equipe de projetos, com o cliente, com pessoal da administração predial pensando sobre a manutenção, desde o início do projeto. Pelli fazia as apresentações das concepções do projeto, quais eram as OPRs para assim podermos definir quais as estratégias para as disciplinas, ar condicionado, elétrica, também eram vistos pontos de conforto térmico, problemas na manutenção, operação e dos reclamação de usuários. Foi estabelecida uma matriz de decisão com todos opinando e fornecendo as considerações, durante todo o processo de projeto, definiu-se os conceitos nessas grandes reuniões da equipe e os projetistas começaram a entregar os projetos, nós começávamos a fazer as análises críticas, em conjunto com a Atelier Ten”*.

Sobre a frequência e as dinâmicas das reuniões Flávia Marcondes descreveu: *“Temos reuniões semanais em todos os projetos, sempre filtrando e indo para um zoom, no final começam a acontecer menos, pois está no detalhamento e as coisas estão resolvidas, mas a fase de estudo preliminar e anteprojeto acontecem fortemente, executivo ainda aconteceram, pois, a obra estava andando junto”*. Quanto aos formatos dos encontros das reuniões *“Fazíamos call via webex, mas na maioria dos projetos é presencial, é mais quando estão distantes”*.



Figura 157 - São Paulo  
Corporate Towers |  
Vista Interna  
Fonte: Archdaily



Figura 158 - São Paulo  
Corporate Towers |  
Sistema Construtivo  
Fonte: Pelli Clarke &  
Partners

Estiveram envolvidos no processo de design do SPCT, 44 disciplinas que podem ser visualizadas na Figura 158 entre todos os envolvidos na equipe do cliente, da construtora, equipe de design contando com os escritórios de arquitetura, engenharia e os diversos consultores no Brasil e no exterior.

#### 4.2.2.2.6. ABORDAGEM DE SUSTENTABILIDADE E AS TOMADAS DE DECISÕES

O projeto teve dois consultores de sustentabilidade, Atelier Ten, do escritório de Nova York e que foi introduzido ao projeto pelo escritório Pelli Clarke Pelli, com foco no conceito de sustentabilidade. No Brasil o CTE foi responsável pela condução do processo de certificação LEED, com meta de atendimento para o nível Platinum da certificação. Ambos os escritórios desenvolveram modelos termo-energéticos do edifício.

Segundo a arquiteta, *“Atelier Ten trabalhava no conceito, enquanto que o CTE trabalhava na pontuação daquilo que se estava agregando, em termos de cálculos, que às vezes eles faziam em conjunto com as consultorias, que brifavam o CTE, tinha essa intercambialidade para se chegar naquele produto final. Mas normalmente o Atelier Ten conceitualmente com os estudos de túnel de vento, de ofuscamento, sombreamento e o CTE no ponto mais burocrático da pontuação e depois no comissionamento”*.

Eduardo Yamada mencionou como foi desenvolvido o trabalho entre as duas consultorias de sustentabilidade, *“O Atelier Ten 10 foi contratado para fazer a consultoria de sustentabilidade pelo escritório de arquitetura, Pelli Clarke Pelli, eles faziam as simulações deles e nós fazíamos as nossas, compararmos, trocamos informações e íamos ao cliente para a aprovação, foi um ótimo relacionamento. Tivemos a discussão da envoltória com o Pelli, para fazer uma proteção da fachada, tanto é que foi inserido o brise. Nós sempre avaliando, o Atelier Ten avaliando, trabalhando no nível de troca de informações”*.

Como mencionado nas entrevistas para minimizar os ganhos de carga térmica e, portanto, diminuir o consumo de energia, pelo sistema de ar condicionado do edifício, foram especificados os vidros com fator solar, brise fixo na fachada, além da adoção de peitoril interno, minimizando assim a incidência de radiação solar (Figuras 161 e 162).

Foram feitos alguns outros estudos devido a necessidade técnica do projeto, sendo testes em túnel de vento, um deles, foi desenvolvido pela empresa Canadense RDWI, desde que a fachada possuía uma forma curva, além de haver um afunilamento do ático. Foram analisadas pelo túnel de vento: a) Pressões nas fachadas para o projeto dos caixilhos; b) Ações de vento para o cálculo da estrutura; c) análise do conforto do usuário e pedestres no térreo com os efeitos do vento, durante os eventos usuais (recorrência de 1 ou 10 anos) (Figura 159).

Outros estudos foram requeridos quanto à acústica, desde a etapa de demolição do edifício existente, até a especificação do sistema de fachada, o sistema deveria isolar 40 dB, a especificação final foi um vidro insulado de 31,14 mm, composto de um temperado de 6 mm, câmara de ar de 12 mm e laminado de 6 mm mais um PVB de 1,14 mm + 6 mm, além de bloquear 70% do calor incidente (Figura 160).

O processo de tomada de decisão com olhar em sustentabilidade e economia de energia

## Stakeholders do Processo

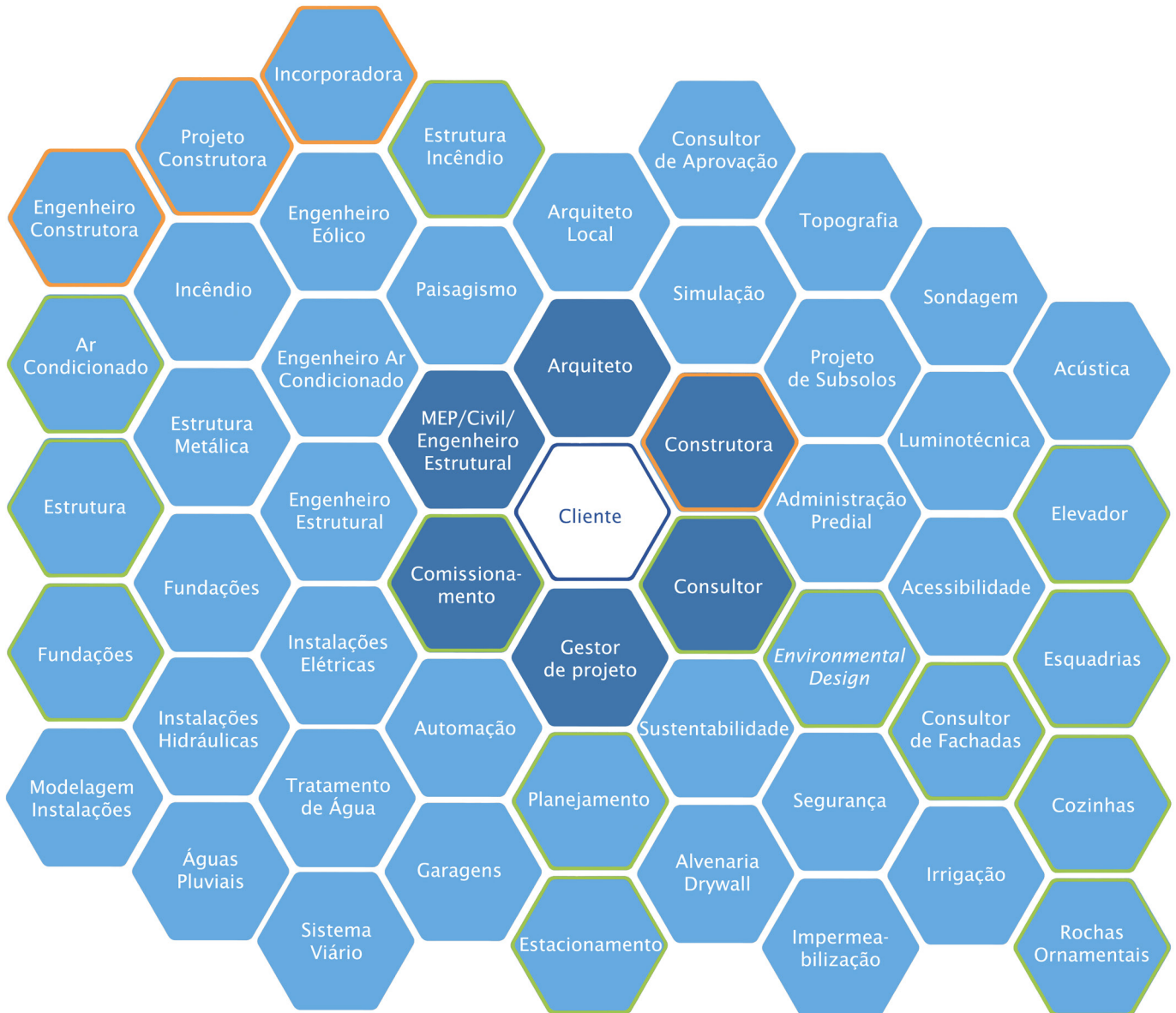


Figura 159 – Stakeholders do Processo

Fonte: Produção própria.

fica explicitado nesta fala de Flávia Marcondes, “Nos projetos no escritório 99% tem a necessidade de ter o selo LEED, esse ainda era Platinum. O Atelier Ten e o CET estavam direcionando as tomadas de decisão, para que se chegasse a apresentar essas conclusões em diversas reuniões, com simulações daqui para lá, do que o corpo técnico estava recomendando que fosse feito, que teria o impacto obviamente nos pontos do LEED, mas que no fim iriam representar essa eficiência energética e luminosidade nos conjuntos. Nesse projeto tínhamos os workshops com o CTE, com projetista de luminotécnica, pensando nos sensores de luminosidade, testes de ofuscamento, junto com o tipo de vidro que estávamos utilizando, os brises, no térreo temos aplicação de serigrafia para não ter ofuscamento na mesa da recepção, estudos de insolação através de Sketchup. Tudo isso era feito em reuniões onde aqueles temas eram abordados com os técnicos envolvidos, cada um colocava na mesa a sua visão com relação a sua disciplina, aquilo era tomado como cenário, os cenários eram simulados em termos de eficiência energética, isso era apresentado junto com o custo daquela decisão e do custo previsto futuro de manutenção, com o retorno do investimento e era passado para a tomada de decisão. Isso acontecia em diversas disciplinas, luminotécnica, sistemas de ar condicionado, várias reuniões até se chegar a resolução do sistema, para definir qual estratégia você vai implementar na CAG, quais estratégias de uso dos equipamentos de ar condicionado, para que cada vez mais conseguirmos mais economia, especificação de materiais, tudo isso foi feito em reuniões diversas, onde vinham os engenheiros da construtora, da gerenciadora, projetistas engenheiros do ar condicionado, as consultorias além do consultor de instalações, sendo sempre checado. Um trabalho multidisciplinar, propriamente dito. Viol tinha a questão do Platinum, então você tinha que estressar para ver o que se conseguia de ponto, mas na maioria das vezes nos nossos projetos fazemos este exercício”.

#### 4.2.2.2.7. FERRAMENTAS

Segundo as entrevistas, o escritório Aflalo Gasperini, foi um dos primeiros escritórios no Brasil a iniciar a implementação da ferramenta BIM, no contexto nacional. Segundo Flávia Marcondes, na época do projeto o escritório do Pelli ainda não estava trabalhando com BIM e vieram conhecer o laboratório LAG do escritório, que estava implementando o processo no escritório.

Miguel Aflalo coloca: “O projeto foi praticamente feito em BIM, foi uma grande referência e testamos o nosso processo no escritório, Autodesk utilizou o escritório como estudo de caso, de como eram os processos”.

Roberto Klein menciona, que “Foi um grande desafio, o projeto iniciou na versão 12 do Revit e durante o processo mudou para versão 2013, tivemos alguns problemas”.

“O Pelli trabalhou até o Anteprojeto, entregou o Estudo Preliminar, o Schematic, depois entregou um projeto mais detalhado com cortes de fachada, toda a casca do projeto, utilizamos o modelo desenvolvido pelo Pelli, o que foi editado aqui foi apenas para a tropicalização, adaptar os detalhes para a nossos fornecedores, complementares ou interferências que estavam acontecendo com a estrutura. Evitávamos mexer nessas cascas, para não ferir conceitos de modulações ou detalhes”.

O projeto de arquitetura desde o início do projeto, foi desenvolvido em BIM, porém os projetos complementares não tiveram essa determinação. A estrutura também utilizava modelagens 3D para os cálculos e a integração acontecia por meio de arquivos IFCs. Entretanto, quando o projeto

estava na fase final de Executivo, foi feita a solicitação a pedido da construtora, que fosse realizado o modelo em BIM dos projetos complementares e possibilitando rodar os chamados clashes, para verificar as interferências que estavam ocorrendo entre as disciplinas, buscando assim minimizar problemas que pudessem impactar a obra.

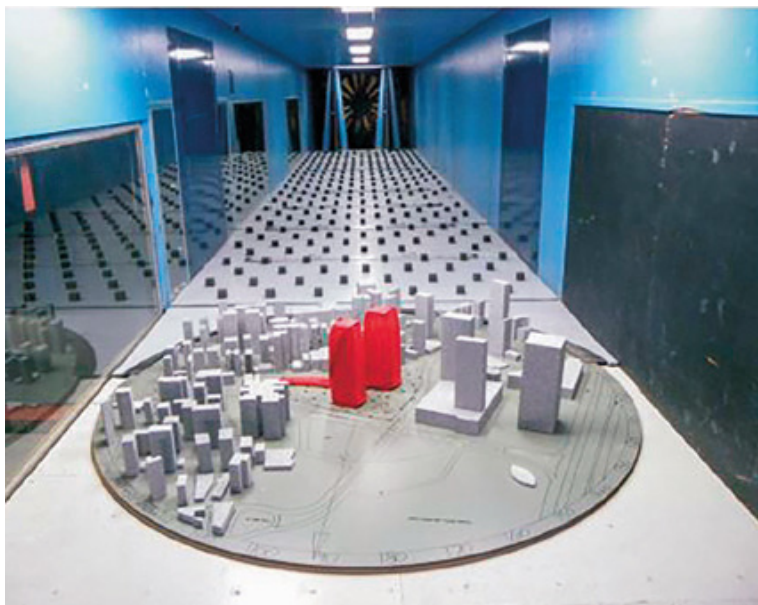


Figura 160 - São Paulo Corporate Towers | Testes em Túnel de

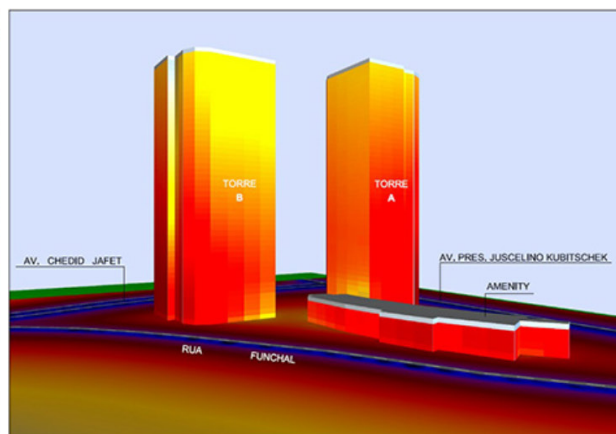
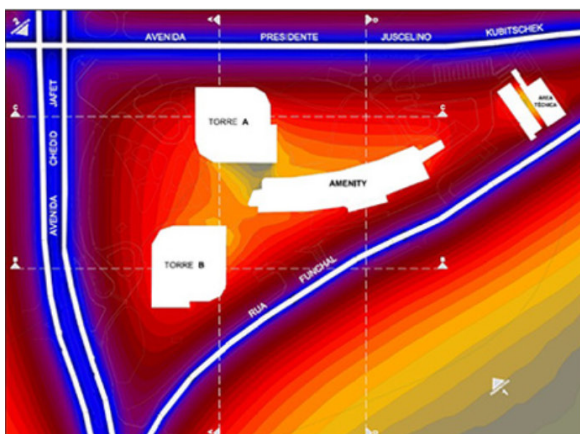


Figura 161 - São Paulo Corporate Towers | Simulação do Mapeamento Sonoro: Planta e Fachada  
Fonte: Pro Acústica

#### 4.2.2.2.8. TEMPO E ETAPAS DE PROJETO

Como informado pela equipe do escritório Aflalo Gasperini o tempo total de desenvolvimento do projeto durou 2,5 anos. Sendo que ocorreu uma sobreposição a partir do anteprojeto, quando ocorreu o início de obra.

Estudo Preliminar – 6 meses

AnteProjeto – 3 meses

Pré executivo – 7 meses

Executivo – 8 meses

Detalhamento – 6 meses

#### 4.2.2.2.9. BOAS PRÁTICAS APLICADAS AO EDIFÍCIO E AO PROCESSO DE PROJETO

O edifício também possui um sistema inteligente de gerenciamento (BMS) que monitora e controla todos os equipamentos, que podem ser programados otimizando o consumo de energia elétrica, além das coletas de dados (Figura 165). Não foi possível verificar os procedimentos quanto à análise destes dados para planos de ação voltadas à otimização do desempenho do edifício; o que foi possível verificar é que a prática de retroalimentar o processo para futuros projetos, não está ocorrendo, não sendo uma prática no contexto brasileiro.

Havia uma preocupação da equipe de projeto quanto a especificação dos acabamentos, voltados a manutenção e a durabilidade. Como mencionado anteriormente a equipe de administração predial acompanhou o processo de projeto desde a fase inicial e participava do processo decisório. Porém, foi possível verificar por meio das entrevistas, que os requisitos para vida útil dos componentes e sistemas, não havia sido um requisito determinante no processo. Desde que no contexto brasileiro não existe a prática da especificação quanto ao desempenho, mas com uma abordagem para a construtibilidade.

A prática de realizar o exercício de lições aprendidas no final do processo de projeto, não é feita especificamente por projeto, como foi mencionado na entrevista, porém algumas outras ações buscam ter uma troca de conhecimento entre as diferentes equipes, por roteiros de boas práticas, comitê interno de BIM ou a certificação ISO 9001 que o escritório Aflalo Gasperini possui.

Estudos realizados pelo escritório Pelli Clarke Pelli, chegaram a ser feitos para inserir estratégias de produção de energia renovável na fachada, onde estas poderiam ser posicionadas, mas o resultado na época a geração seria muito pequeno, restringindo-se apenas nas áreas de coroamento do ático, portanto essa estratégia acabou não sendo incluída. Temas como edifício *zero energy* não foi uma solicitação, *“Nossa meta era redução de porcentagem de consumo de energia, mas não zero”* mencionou Flavia Marcondes; bem como *net zero carbon* não fez parte dos requisitos de projeto.

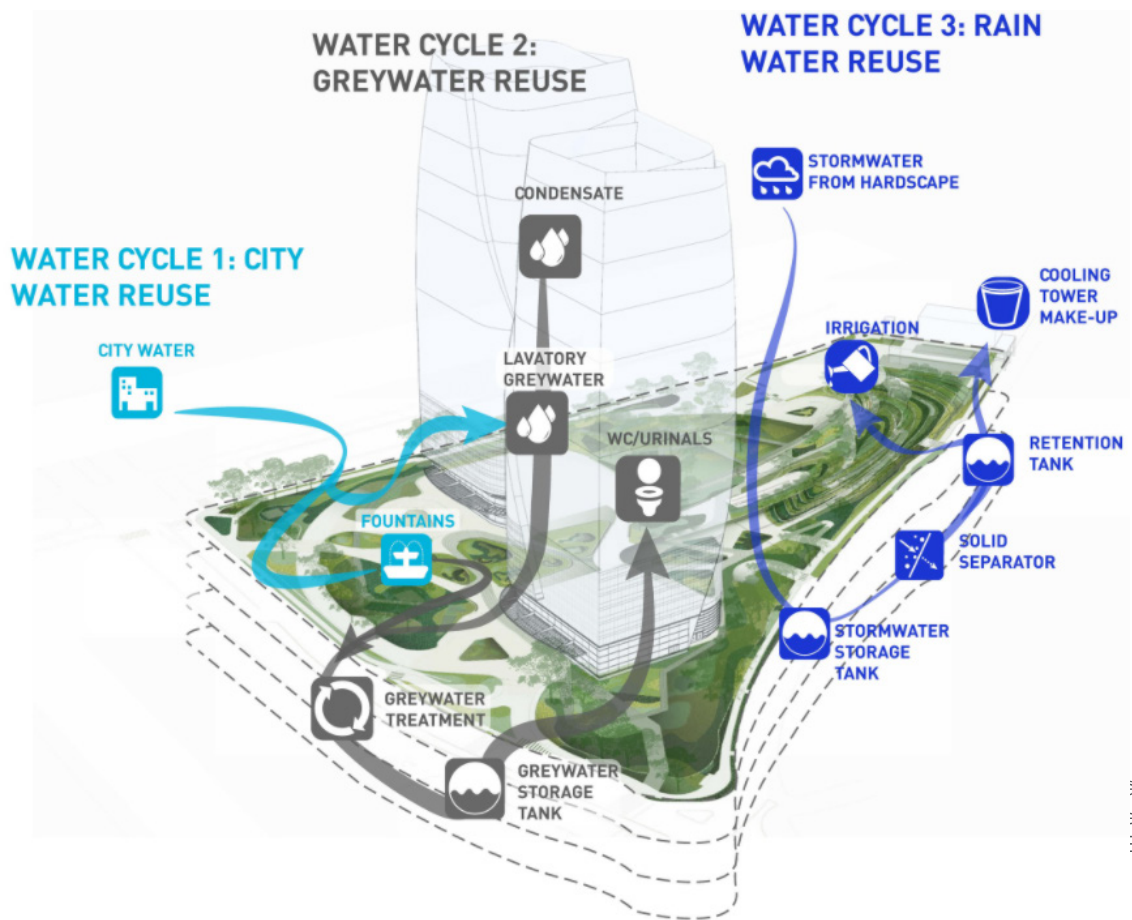


Figura 162 - Esquerda | São Paulo Corporate Towers | Detalhe Brises e Esquadrias

Fonte: Acervo do Autor

Figura 163 - Direita | São Paulo Corporate Towers | Detalhe Brise e Sistemas

Fonte: Acervo do Autor



ão Paulo  
ers |  
Eficiência

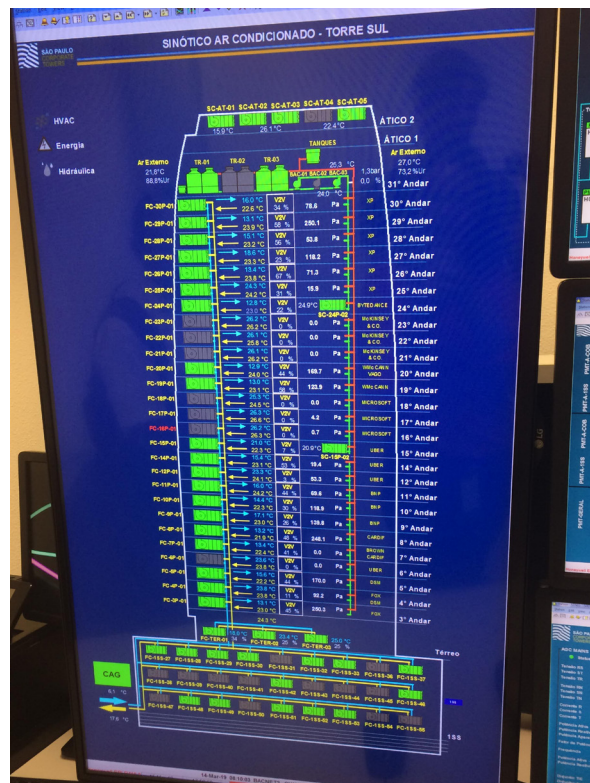
Figura 165 - São Paulo Corporate Towers | Foto da Maquete

Fonte: Acervo do Autor



Figura 166 - São Paulo Corporate Towers | Central de BMS do Edifício

Fonte: Acervo do Autor



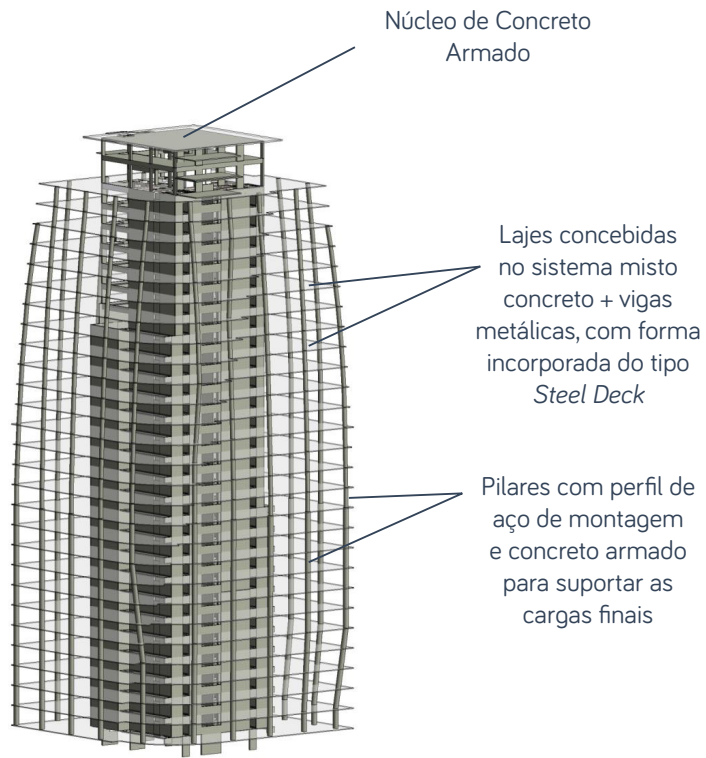


Figura 167 – São Paulo Corporate Towers | Solução Estrutural

Fonte: França, R.L.S. & Fruchtengarten, J. VII Congresso Brasileiro de Potes e Estruturas. 2105.



Figura 168 – São Paulo Corporate Towers | Sistema *Steel Deck* Utilizado nas Lajes

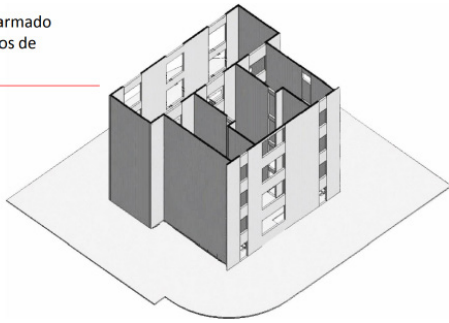
Fonte: França, R.L.S. & Fruchtengarten, J. VII Congresso Brasileiro de Potes e Estruturas. 2105.



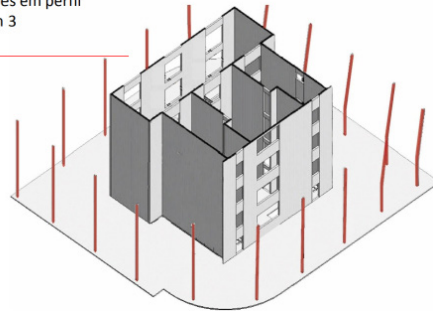
Figura 169 – São Paulo Corporate Towers | Estrutura

Fonte: França, R.L.S. & Fruchtengarten, J. VII Congresso Brasileiro de Potes e Estruturas. 2105.

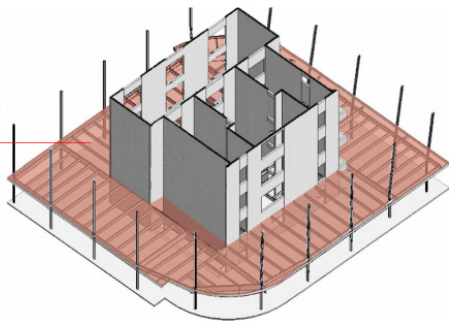
Núcleo de concreto armado executado com 3 pisos de antecedência.



Montagem dos Pilares em perfil metálico (Lance com 3 pavimentos)

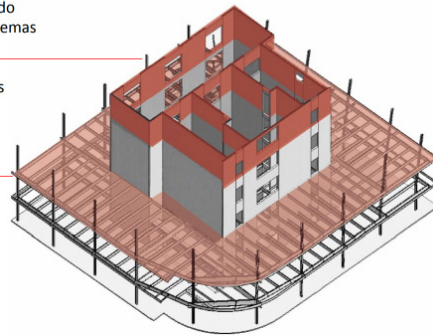


Montagem das vigas metálicas



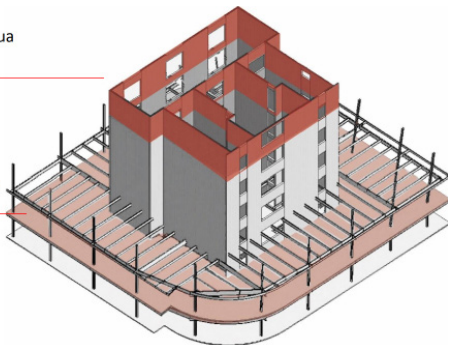
Núcleo rígido continua avançando, sempre mantido 3 pavimentos acima da execução do restante dos sistemas

Montagem das vigas metálicas do pavimento subsequente



Núcleo rígido continua avançando

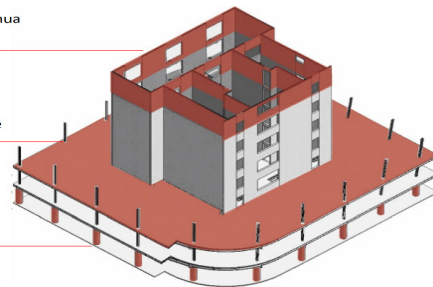
Montagem do steel deck + armações e concretagem da laje



Núcleo rígido continua avançando

Montagem do steel deck + armações e concretagem da laje

Montagem da armação e concretagem dos pilares de concreto periféricos



Montagem dos Pilares em perfil metálico (Lance com 3 pavimentos)

Montagem das vigas metálicas do pavimento subsequente

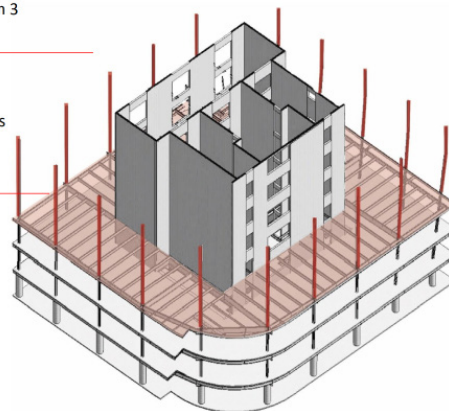


Figura 170 – São Paulo Corporate Towers | Sequência Típica de Execução

Fonte: França, R.L.S. & Fruchtingarten, J. VII Congresso Brasileiro de Potes e Estruturas. 2105.

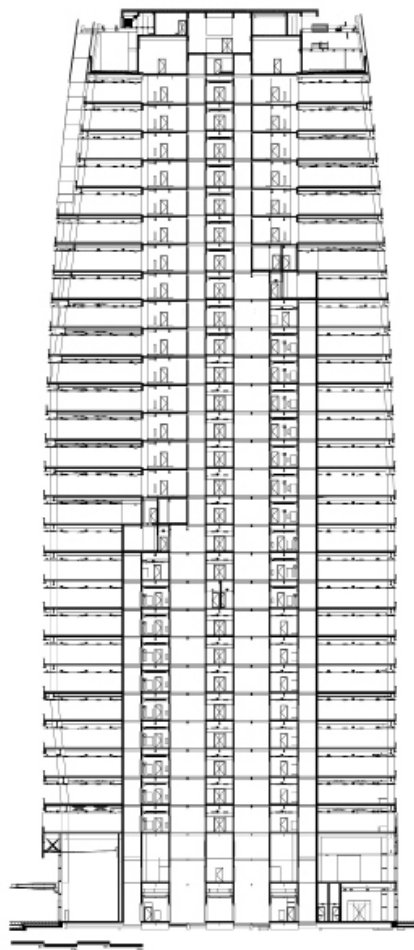
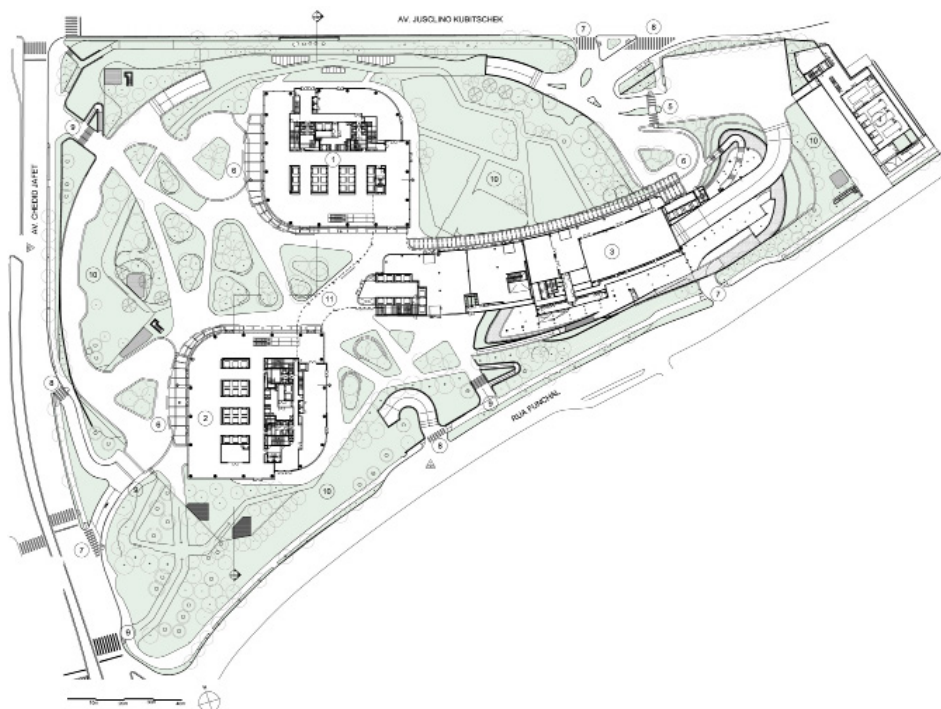


Figura 171 – São Paulo Corporate Towers | Corte

Fonte: Aflalo/Gasperini Arquitetos



- ① SETOR 01 - TORRE A
- ② SETOR 02 - TORRE B
- ③ SETOR 03 - PRÉDIO AMENITY
- ④ SETOR 04 - PRÉDIO TÉCNICO
- ⑤ ACESSO SERVIÇOS
- ⑥ PORTE COCHERE
- ⑦ ACESSO VEÍCULOS
- ⑧ SAÍDA VEÍCULOS
- ⑨ ACESSO PEDESTRE
- ⑩ ÁREAS VERDES
- ⑪ MARQUISE - PRÉDIO AMENITY

Figura 172 – São Paulo Corporate Towers | Implantação

Fonte: Aflalo/Gasperini Arquitetos

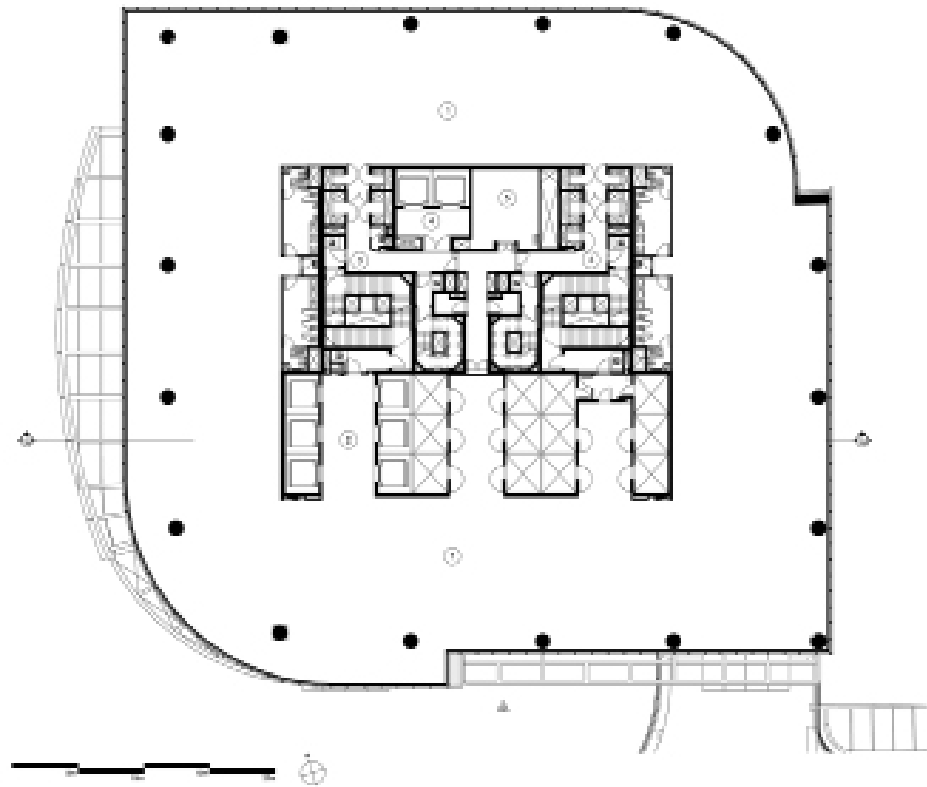


Figura 173 – São Paulo  
Corporate Towers | 2º  
Pavimento

Fonte: Aflalo/Gasperini  
Arquitetos

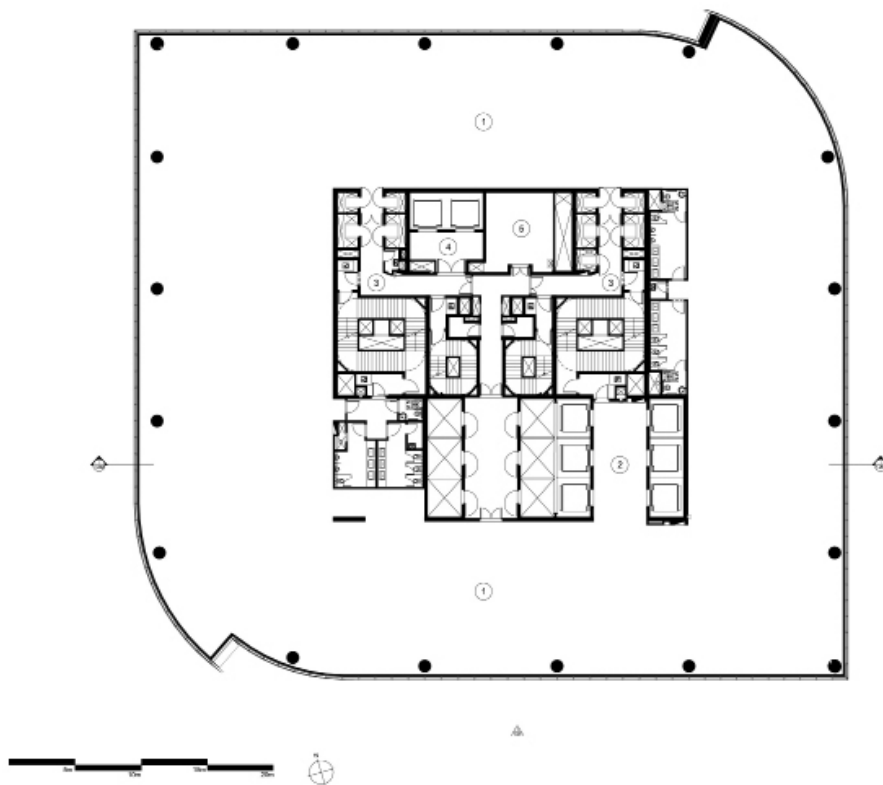


Figura 174 – São Paulo  
Corporate Towers | 14º  
Pavimento

Fonte: Aflalo/Gasperini  
Arquitetos

### 4.2.3. DISCUSSÃO DOS ESTUDOS DE CASO

A partir da análise dos estudos de caso e levando em consideração as discussões das entrevistas com os profissionais, utilizando Londres como referência, é possível perceber algumas diferenças na cultura do processo de projeto, além dos contextos locais e fazendo as devidas distinções.

No contexto de Londres e no projeto da LSE, a fala de Kartikeya Rajput, nos ajuda nesta análise, ele menciona “2012 iniciamos e o que foi construído neste projeto, o que fizemos neste edifício nunca havia sido feito antes, não no nível que se chegou na LSE, hoje muitas das estratégias inseridas, são mandatórias nas regulamentações locais, estávamos olhando o futuro”, o que fica explícito neste comentário, é como em 7 anos as regulamentações evoluíram rapidamente em Londres, impondo ao mercado a necessária adaptação; além da inclusão destas estratégias, que hoje são uma solicitação nos requisitos de projeto, e que eram *avant-garde* para o momento.

Alguns pontos são importantes de serem ressaltado quando analisamos o projeto do *Centre Buildings Redevelopment* (CBR), da instituição *London School of Economics and Political Science* (LSE):

- O papel do Cliente, ficou claro que este possui metas e políticas próprias, conseguindo estabelecer novas referências para o mercado, sendo visionário neste contexto. Possui extremo conhecimento do processo e condução de projeto, estabeleceu seus objetivos de maneira bastante detalhada, mas não ficou preso a estas, confiando e dando abertura para as adaptações sugeridas pelos projetistas, quanto a qualificação daquilo que estava sendo requisitado. O foco das solicitações para LSE foram: a) o desempenho ambiental, a eficiência energética e operacional do edifício, por entenderem o impacto nos custos durante o ciclo de vida da edificação; b) sendo uma instituição que lida com aprendizado possui a percepção do quanto a qualidade do ambiente interno impacta na absorção do conhecimento e produtividade dos usuários, portanto sendo outro requisito primordial; c) inserindo estratégias e metas de sustentabilidade do mais alto nível de solicitação, entrando em especificidades como emissões de carbono, em um período em que pouco se mencionava o assunto. Além de que a Universidade possui comprometerimentos públicos relacionados às emissões e pretende atingir os escopos 1, 2 e 3 e se tornar *net zero carbon* até 2050.
- O ciclo de todo o processo de projeto e construção, durou em torno de 7 anos, pois ocorreram demolições em áreas tombadas e de difícil acesso. Sendo que o processo de *design* aconteceu durante dois 2 anos, com uma intensa produção de material técnico e estudos de diferentes cenários, com análises muito precisas de como o edifício estava respondendo ao clima atual e futuro e como isso, impactava o desempenho do edifício e dos ocupantes. O nível de interação e discussão, principalmente nas fases iniciais de projeto, foi descrito como intenso, mesmo para o contexto de Londres, (essa foi uma das solicitações do concurso inclusive), portanto fica notório a importância deste processo, a troca de conhecimento entre os agentes e foi fundamental para o alcance dos objetivos do cliente, bem como para estabelecer novas referências para o edifícios de alto desempenho, não apenas no contexto de Londres.
- O uso das ferramentas avançadas; a) de desempenho ambiental, como as parametrizadas e CFD, que foram utilizadas fortemente durante todo o processo de projeto, para testar, avaliar

e informar os projetistas. Como o uso da tecnologia na etapa de *design*, foi o instrumento para a diminuição da utilização da própria tecnologia inserida ao edifício; b) ferramenta de desenvolvimento, como o BIM, facilitando a integração e comunicação entre a equipe, além de extraindo as informações necessárias dos modelos, para os quantitativos de materiais consumidos, e portanto, assim sendo possível o cálculo do *Whole Life Carbon Assessment* (WLCA) do edifício.

- O custo de projeto era uma preocupação constante durante o processo, portanto o controle e o nível das análises foram necessários para garantir os objetivos dentro do orçamento previsto, durante todo o decorrer do desenvolvimento do *design*. O custo era uma meta a ser alcançada, mas não foi um limitador para a experimentação e análises durante o processo, para o desenvolvimento e qualificação do edifício, que esteve à frente do seu tempo e se tornou indiscutivelmente uma referência a ser seguida.

Admitindo o processo de projeto da cidade de Londres e as análises do estudo de caso da LSE como referência, alguns pontos podem ser ressaltados do processo de projeto do São Paulo Corporate Towers (SPCT), de propriedade da Camargo Corrêa:

- Quando se analisa a descrição da concepção do projeto de arquitetura, definido pelo escritório Pelli Clarke Pelli, é com foco no *design* da forma do edifício e da tecnologia inserida, muito associado ao conceito de como o mercado brasileiro define o edifício de alto desempenho. Londres tem caminhado com o desenvolvimento do projeto em um fluxo contrário, onde a concepção do projeto tem como objetivo o desempenho, o foco está em obter edifícios *net zero carbon*, buscando minimizar o máximo o uso das estratégias ativas, pois estas representam inevitavelmente o consumo de energia.
- Diferentes estratégias de sustentabilidade foram inseridas no processo de projeto do edifício, relacionadas desde a redução de consumos e reutilização de água, que contribui com 45% de economia de água potável. Principalmente ações voltadas para energia e estratégias ativas dos sistemas embarcados, foram foco no projeto, até por representar o maior potencial de ganho de pontos da certificação LEED. Os sistemas implementados são de alta tecnologia, desde os sistemas de ar condicionado, chillers e centrais de água gelada, utilização de rodas entálpicas, sistemas eficientes de iluminação, sistema de regeneração de energia nos elevadores, além da usina de geração de energia composta por geradores a diesel e a gás. Foram projetos desenvolvidos por projetistas brasileiros, com tecnologias disponíveis no mercado, e pode ser comparado a edifícios, com o mesmo perfil internacionalmente. (sendo este um dos requisitos de projeto). Um ponto que é oportuno de ser ressaltando é que para o alcance do *net zero carbon* a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia não é uma alternativa a ser implementada, mas essa não uma meta a ser alcançada no projeto.
- O processo de projeto integrado do SPCT, foi mencionado pelos projetistas nas entrevistas, como sendo o primeiro caso no Brasil que utilizou esta metodologia, como já discutido, este método é uma etapa fundamental para a qualificação e o alcance do projeto de alto desempenho. Este é um processo que ainda está em efetivação no mercado brasileiro. A partir do que se pode abstrair analisando os depoimentos de Londres e São Paulo, dos três estágios que são realizados nos *workshops*, sendo eles: 1) apresentação de cada especialidade; 2) processo de discussão e viabilidade; 3) projetar colaborativamente com o uso dos croquis e quando não se sabe mais quem é o arquiteto, quem é o engenheiro ou

consultor e etc., pois todos participam deste processo de maneira interativa e experimental. No contexto brasileiro, bem como SPCT, esse processo é praticado até a segunda etapa, o processo de se projetar conjuntamente, de maneira colaborativa não foi identificado, sendo que a etapa de estudo preliminar não contou com a participação da equipe.

- A entrada das disciplinas foi apontada como acontecendo após a fase de concepção no estudo preliminar (*Concept Design*), nesta etapa participando do processo estavam apenas a arquitetura e o cliente. Os demais projetistas e consultores passam a integrar o processo a partir do anteprojeto (*Schematic Design*). Quando analisamos a condução do processo em Londres, o que se percebe é que a equipe é integrada desde a fase de concepção do projeto, sendo essas duas etapas, de estudo preliminar e do anteprojeto, as mais intensas em discussão, o que ficou salientado é que quanto mais tardia a entrada dos membros da equipe, as possibilidades de implementação das estratégias para o alcance de um edifício de alto desempenho como *zero carbon*, diminuem.
- O uso das ferramentas avançadas de desempenho ambiental, foram aplicadas no desenvolvimento do SPCT, principalmente impulsionados pelos modelos termo-energéticos, por influência da certificação LEED, para uma esperada economia de energia. Estas presume-se que foram feitas dentro das necessidades apresentadas pelas disciplinas, porém não demonstraram terem chegado ao nível de detalhamento quanto a qualidade do ambiente interno como percebido no caso da LSE em Londres. Estudos de alternativas, na fase de concepção, para a utilização de estratégias passivas, não foram identificadas
- O uso das ferramentas de integração e desenvolvimento, como o BIM, ficou demonstrado no projeto do SPCT, como no contexto brasileiro, que é um processo que está em fase de implementação, onde nem todos os projetistas/ disciplinas utilizaram a ferramenta, além de não estar presente em todas as etapas..
- Análises de ciclo de vida dos componentes e materiais, cálculo de emissões de carbono, além da inclusão da economia circular, não estão sendo solicitadas nem inseridas no contexto de projeto brasileiro, como ficou demonstrado.
- Quando comparados os tempos relativos ao desenvolvimento de projeto, o que se percebe é uma certa aproximação entre as duas cidades neste sentido, no caso do SPCT esse tempo foi maior em 6 meses, se comparado ao do projeto da LSE. Uma das causas para esse tempo estendido, que pode ser identificado, está relacionado ao projeto estar em andamento em paralelo com a construção do edifício, além dos problemas ocasionados pela alteração de projeto da estrutura metálica, que impactou o cronograma. O tempo é um parâmetro que foi considerado para avaliação do processo, porém não pode ser analisado separado do contexto de cada projeto. Ele traz alguns indicativos e o seu resultado pode ser influenciado, pela intensidade das atividades, bem como pelo número de pessoas envolvidas em uma mesma equipe de trabalho. Um volume de entrega/produção será diferente quando três ou dez pessoas participam de uma mesma equipe em um mesmo projeto, no mesmo período de tempo.



## 5. CONCLUSÃO

## 5.1. CONCLUSÃO

A partir do levantamento bibliográfico, das discussões das entrevistas e das análises dos estudos de caso, foi possível identificar e caracterizar as diferenças na cultura do processo de projeto em ambientes de trabalho ao longo dos últimos 10 anos nas cidades de Londres e São Paulo, utilizando Londres como referência.

Como demonstrado, as demandas de projeto mudaram ao longo dos últimos anos e, conseqüentemente exigindo uma adaptação da cultura do processo de projeto. O que se identifica como cultura do processo de projeto em Londres atualmente é o design movido pelo desempenho da edificação, e a partir deste alcançar o edifício sustentável, ou o edifício net zero carbon. Anteriormente esta cultura era movida pela estética do edifício, que se combinava ao desempenho. O que se observa no contexto atual é a estética do edifício em função do alcance deste desempenho. A forma final do edifício é o resultado, a exteriorização, dos requisitos de desempenho e irá refletir as necessidades específicas para aquele contexto, não subjungando o senso estético do processo.

A cultura do processo pode ser resumidamente apresentada como o design para o desempenho, com uso das ferramentas computacionais para estudos e validação de soluções, por meio da integração e colaboração da equipe, desde o início do processo. Dessa forma, potencializa a inclusão das estratégias, mantendo o custo como parâmetro decisório, mas não como limitador para as análises e estudos necessários para a obtenção do edifício de alto desempenho.

Salienta-se a utilização da pesquisa recorrente, no contexto de Londres, pela busca da melhoria contínua do processo de projeto, considerando-o “vivo” e em constante transformação. Muitos dos parâmetros utilizados já estavam presentes na cultura do processo de design, no entanto a dinâmica se intensificou, bem como a sistematização dos métodos de abordagem, impulsionado principalmente pelos compromissos assumidos para o alcance do edifício net zero carbon em 2030 e 2050.

O desafio identificado, por meio da pesquisa para Londres, é a constante busca pela qualificação do processo e dos agentes, para manter todos alinhados e motivados: (i) seja relacionado aos empreiteiros responsáveis pela construção; (ii) da disseminação do conhecimento e assim conseguir qualificar os agentes do processo que conseqüente irão ter impacto no desempenho dos edifícios de maneira geral.

A cultura do processo de projeto, encontrada no Brasil, é movida pela estética do edifício, onde se combina o desempenho a esta estética, sendo a referência de desempenho o modelo da certificação ambiental. Temas como a qualidade do ambiente interno, emissões de carbono, economia circular não são metas específicas ou impulsionadores de projeto. Todos os profissionais pertencentes a cadeia do processo de projeto precisam ter consciência que a sustentabilidade inserida ao ambiente construído não será alcançada com um único agente ou disciplina. Esta tem que estar embebida nas ações de cada agente, bem como nas dinâmicas das discussões da equipe de *design*, na busca e no esforço constante coletivo e colaborativo, desde a fase inicial. Esses são alguns dos desafios identificados para o processo de projeto no contexto brasileiro. Algumas das razões que contribuem para as diferenças apontadas são a ausência de: (i) regulamentações e normatizações mais restritivas; (ii) de ações mais proativas e de uma atuação mais contundente das instituições do setor da construção, conselhos profissionais e da academia, para qualificação do setor; (iii) a cobrança aos projetistas, bem como da validação pós-construção, do alcance do desempenho da edificação no período de operação do edifício; (iv) incentivos fiscais e ferramentas de financiamento

para o segmento da tipologia estudada, que possam fomentar e agilizar a implementação destas estratégias. Quando a solicitação vem pelo mercado, este processo habitualmente é mais lento, além de ser formatado dentro das demandas dessas solicitações.

Da mesma forma que os requisitos e demandas para o edifício de alto desempenho estão mais exigentes, o projeto precisa evoluir, alinhando os objetivos, utilizando metodologia de processo. Há a necessidade da qualificação dos profissionais para que assim possam disseminar e qualificar a prática. Ajustes e mudanças no processo são e sempre serão necessários, pois novas demandas irão ocorrer, o processo de projeto deve-se adequar a tal variabilidade.

O que se espera frente a todos estes desafios é uma maior valoração do projeto e de todos os profissionais que estão empenhados em inserir estas demandas nos seus contextos locais. Os desafios são grandes, mas o conhecimento dos instrumentos e das ferramentas, os profissionais entrevistados demonstraram possuir. O que se espera desta pesquisa é que a partir do levantamento realizado do estado da arte do processo em ambas as cidades, seja possível qualificar o processo como um todo, e, portanto, contribuir para a assimilação e implementação destas estratégias. Os desafios são muito maiores no contexto brasileiro, em um mercado onde as mudanças tendem a ser muito lentas. A curva de aprendizado precisará ser acentuada se o setor quiser atingir as metas de sustentabilidade estabelecidas para 2050. Os desafios para o alcance do emissões zero para atender as metas do Acordo de Paris são uma realidade, o Brasil precisará inserir o setor construtivo na equação. A qualificação de todos os agentes do setor construtivo, como do setor público, instituições e da academia são importantes componentes desta mesma equação, para se alcançar o resultado almejado.

Por fim, voltando a definição de desempenho, segundo Gibson (1982) é acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios. A valorização do *design* em projeto é o único meio para se chegar a esse fim. É por meio do projeto que será possível atingir os altos níveis quanto à sustentabilidade, descarbonização e qualidade ambiental esperada para as edificações.

## 5.2. DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA

Frente aos resultados obtidos pela pesquisa, como continuação, almeja-se, em uma futura tese de doutorado ampliar as análises em alguns pontos:

1. Aprofundar as análises, incluindo a estrutura organizacional entre as diversas disciplinas inseridas ao processo, para verificar o seu impacto na resultante projetual para a obtenção do desempenho.
2. O Impacto da dinâmica, comunicação e colaboração entre os indivíduos membros da equipe de *design*, com aumento do uso das ferramentas on-line devido ao contexto de pandemia, seus benefícios e desafios.
3. Expandir a pesquisa para o contexto do processo de projeto americano, que tem grande influência no mercado brasileiro e analisar as similaridades e diferenças quando comparado ao modelo e ao contexto do processo de projeto no Brasil.
4. Expandir a pesquisa para outras tipologias de edifícios de alto desempenho, verificar quais as estratégias estão sendo utilizadas nestas tipologias de projeto, quais as similaridades e diferenças quanto ao seu desenvolvimento e condução do processo de projeto.
5. Identificar as metodologias que serão utilizadas no Brasil, acompanhar as mudanças na cultura deste processo de projeto, a partir da implementação de estratégias, normatizações que inevitavelmente serão inseridas quanto a descarbonização e qualidade ambiental para o setor do ambiente construído.







ABNT NBR 13531 – Elaboração de Projeto de Edificações - Atividades técnicas. ABNT: Rio de Janeiro, 1995.

**ADAPTABLE FUTURES**, 2012. Disponível em: <http://www.adaptablefutures.com>

AIA The American Institute of Architects. **Integrated Project Delivery: A Guide. Version 1**, (2007).

ANDRADE, Cláudia. **Avaliação da Ocupação física em edifícios de escritórios: o caso da Editora Abril em São Paulo**. 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia da Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AKSAMI, A. **Integrating Innovation in Architecture: Design, Methods and Technology for Progressive Practice and Research**. John Wiley & Sons: West Sussex, 2016.

Architecture 2030 . Why the building sector? Disponível em: <https://architecture2030.org/>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5670: **Seleção e Contratação de serviços e obras de engenharia e arquitetura de natureza privada**. Rio de Janeiro, dez. 1977, 19p

ASBEA SECOVI. Manual de Escopo de Projeto e Serviços de Arquitetura e Urbanismo. 2019.

ASCERALD, H. **Discursos da sustentabilidade urbana**. Revista brasileira de estudos urbanos e regionais. p.79-90, 1999.

ARETS, W. AND ZAERA-POLO, A. **Equipping the architect of today's society**. In Sigler, J, and van Toorn, R., eds, Hunch 6/7. Rotterdam: Episode Publishers, p.21. 2003.

BARTELMUS, P; VAN, T.J. **Environmental accounting: an operational perspective**. Uited Nations, 1994.

BEIS) **Estatísticas nacionais finais de emissões de gases de efeito estufa do Reino Unido: 1990 a 2019**, 2021.

BENNETT, V. **What is shadow carbon pricing?** European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), 2019. Disponível em: <https://www.ebrd.com/news/2019/what-is-shadow-carbon-pricing.html>

BRAND, S. **How Buildings Learn: What Happens After They're Built**. Nova Iorque: Viking Press, 1995.

BRANDÃO, R.S. **Acesso ao sol e a luz natural: avaliação do impacto de novas edificações no desempenho térmico, luminoso e energético do seu entorno**. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2004.

BURLEY, J.G., MCALLISTER, R.R.J., COLLINS, K.A., LOVELOCK, C.E.; **Integration, synthesis and climate change adaptation: a narrative based on coastal wetlands at the regional scale**. Reg. Environ. Chang. 12 (3), 581–593, 2012.

BUYLE, M.; AUDENAERT, A.; BRAET, J.; DEBACKER, W. **Towards a More Sustainable Building Stock: Optimizing a Flemish Dwelling Using a Life Cycle Approach**. Buildings, v.5, p. 424- 448. 2015.

BSI-BRITISH-STANDARDS. BS ISO 15686-5:2008. **Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing**. 2008.

CADMAN, D. **The vicious circle of blame**, 2000. Citado em: KEEPING, M., 2000, **What about demand?** Do investors want 'sustainable buildings'?. The RICS Research Foundation. 2000.

CABE, BCO. **The Impact of Office Design on Business Performance**. Published by the Commission for Architecture & the Built Environment (CABE) and the British Council for Offices (BCO), May 2005. Disponível

em: [www.cabe.org.uk](http://www.cabe.org.uk) and [www.bco.org](http://www.bco.org).

CASTELLANOS, S. **Uma História de Liderança, Advocacia e Compromisso**. Publicado ArcCA , Parametrics and IPD, 2010, AIA California Council.

CHESHIRE, D. **Building Revolutions: Applying the Circular Economy to the Built Environment**. RIBA Publishing, 2019. Disponível em: <https://ukgbc.s3.eu-west-2.amazonaws.com/wp-content/uploads/2019/04/05150937/Circular-Economy-Report.pdf>

CAU- Conselho E Arquitetura E Urbanismo. **Manual do Arquiteto**, 2016.

CIBSE. **Guide A: Environmental Design**. CIBSE, 2015.

CIRCLE ECONOMY. **The Circularity Gap Report**. 2018. Disponível em: <https://www.legacy.circularity-gap.world/2018>

Circle Economy. **The Circularity Gap Report**. 2022. Disponível em: <https://www.circularity-gap.world/2022#Rising-expectations>

COSTA, H.S.M. **Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos?** Anais: Encontros Nacionais da ANPUR, p.26-8, 2013.

DERU, M.; TORCELLINI, P. **Source Energy and Emission Factors for Energy Use in Buildings**. Technical Report NREL/TP-550-38617. Golden, 2006.

EASTMAN, C.; **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, p483. 2014.

EN 15978. **Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method**. CEN, Bruxelas, 2011.

ENERGY POLICY ACT OF 2005 . **Assessment to the US Congress and US Department of Energy** (2008), pelo National Institute of Building Sciences, em resposta ao (Public Law 109-058 USA), 2008. Disponível em: [https://www.nibs.org/files/pdfs/NIBS\\_HighPerformanceBuilding\\_2008.pdf](https://www.nibs.org/files/pdfs/NIBS_HighPerformanceBuilding_2008.pdf)

ELEFANTE, CARL. **The Greenest Building Is... One That Is Already Built**. Forum Journal. 27. 62-72, 2012.

ELETROBRAS-PROCEL. **Pesquisa de Mercado 2007**. Ministério de Minas e Energia. Governo do Brasil, 2007.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FERNANDEZ, J. E. **Design for Change: Part 1: Diversified lifetime**. Architectural Research Quarterly, vol. 7, no. 2, pp. 169–82. 2003.

FIGUEIREDO, F.G.; SILVA, V.G. **Processo de Projeto integrado e o desempenho ambiental de edificações**. 8º Seminário internacional de arquitetura, urbanismo, design: mensagens e produtos para ambientes sustentáveis - NUTAU, 2010. Disponível em: [https://www.usp.br/nutau/sem\\_nutau\\_2010/metodologias/figueiredo\\_francisco\\_gitahy\\_de.pdf](https://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/metodologias/figueiredo_francisco_gitahy_de.pdf)

FIGUEIREDO, F. G. **Processo de Projeto Integrado para melhoria do desempenho ambiental de edificações: dois estudos de caso**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP, 2009. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2009.

- FRASER, M., ed. **Introduction**. In: Fraser, M., ed., Design Research in Architecture. Farnham: Ashgate, 2013.
- GONÇALVES, J.C.S. **The Value of Environmental Design in the Context of the Green Economy**-PLEA 2016 Los Angeles – 32nd International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Cities, Buildings, People: Towards Regenerative Environments. 2016.
- GONÇALVES, J. C. S.; UMAKOSHI, E. M. The Environmental Performance of Tall buildings. London: Earthscan, 2010.
- GONÇALVES, J., VIANNA, N., MOURA, N. **Iluminação Natural e Artificial**. Rio de Janeiro, Procel edifica, 2011.
- GONÇALVES, J. C. S., BODE, K. **The Environmental Value of Buildings: a proposal for performance assessment with reference to the case of the tall office building**. Publicado: The European Journal of Social Science Research, v.24, p.31 - 55, 2011.
- GERAEDTS, R. **Design for Change Flexibility Performance Indicators**. In 1st I3CON Conference, Loughborough, 2008. Disponível em: [http://www.i3con.org/files/conference-1/1-Industrialised\\_Adaptable/Session\\_1-Paper\\_1-Geraedts-Flexibility%20Keys%20140508.pdf](http://www.i3con.org/files/conference-1/1-Industrialised_Adaptable/Session_1-Paper_1-Geraedts-Flexibility%20Keys%20140508.pdf)
- GLA (2022) **Greater London Authority**, Site da prefeitura de Londres. disponível em: <https://www.london.gov.uk/>
- GONÇALVES, J.C.S; MOURA, N.C.S; UMAKOSHI, E.M. **Edifício Ambiental** - Gonçalves, J.C.S e Bode, K. Oficina de textos, 2015. Capítulo 11, p. 303.
- HM TREASURE, **2021- Net Zero Review Analysis exploring the key issues** – HM Treasure, outubro 2021. Disponível em: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1026725/NZR\\_-\\_Final\\_Report\\_-\\_Published\\_version.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1026725/NZR_-_Final_Report_-_Published_version.pdf)
- GURNEY, K.R., et al. **Climate change: track urban emissions on a human scale**. Nature 525 (7568), 179–181, 2015.
- HARTENBERGER, U.; LORENZ, D. **Breaking the Vicious Circle of Blame: Making the Business Case for Sustainable Buildings**. The RICS Research Foundation. 2008.
- HAWKES, D. **The environmental imagination: techniques and poetics of the architectural environment**. Taylor & Francis; 2008.
- HENSEN, J.L.M et al. **Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design**. Energy and buildings, v. 49, p. 2-15, 2012.
- HENSEL, M. AND NILSSON, F.,(2016). **The changing shape of practice: Integrating research and design in architecture**. Routledge.p. xiv.
- HERNANDEZ, A. **Edifício Ambiental** - Gonçalves, J.C.S e Bode, K. Oficina de textos, 2015. Capítulo 9, p. 286-297.
- HONG, T.; CHOU, S.K.; BONG, T. Y. **Building simulation: an overview of developments and information sources**. Building and Environment, v. 35, p. 347-361, 2000.
- IAB Instituto de Arquitetos do Brasil. **Roteiro para Desenvolvimento do Projeto de Arquitetura da Edificação 77º COSU-IAB**, Salvador.
- IEA. Agência Internacional de Energia. **Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector**. IEA, Paris, 2019. Disponível em:

<https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019>

\_\_\_\_Agência Internacional de Energia. **Tracking Buildings** - Disponível em: <https://www.iea.org/reports/tracking-buildings-2020>

\_\_\_\_Agência Internacional de Energia. **World Energy Statistics and Balances ; Energy Technology Perspectives, buildings model**, Disponível em: [www.iea.org/buildings](http://www.iea.org/buildings).

\_\_\_\_Agência Internacional de Energia. **The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning**. IEA, Paris, 2018. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/the-future-of-cooling\\_9789264301993-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/the-future-of-cooling_9789264301993-en)

\_\_\_\_Agência Internacional de Energia. **Integrated Design Process: a guideline for sustainable and solar-optimised building design**. Berlim, abril de 2003. Disponível em: [http://task23.iea-shc.org/data/sites/1/publications/IDPGuide\\_internal.pdf](http://task23.iea-shc.org/data/sites/1/publications/IDPGuide_internal.pdf)

INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL- IAB – Roteiro Arquitetônico documento. Acesso em 23/01/2020.

IPCC, **Annex II: Glossary**. In: Mach, K.J., Planton, S., von Stechow, C. (Eds.), **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.

\_\_\_\_2021: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

JAN L.M. HENSENB - **Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design** - Energy and Buildings 49 2–15, 2012.

JANETOS, A.C.; **Why is climate adaptation so important? What are the needs for additional research? Clim. Chang.** 161, 171–176. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02651-y>; 2020.

JONES LANG LASALLE - JLL. **The Impact of Sustainability on Value**. 2021. Disponível em: <https://www.jll.co.uk/en/trends-and-insights/research/the-impact-of-sustainability-on-value>

KENDALL, S. **Open Building**: An Approach to Sustainable Architecture. Journal of Urban Technology, vol. 6, no. 3. p. 1–16. 1999.

KIBERT, C. J. **Sustainable Construction Green Buildings and Delivery**. Wiley, 4 edição, 2016.

KIM, J.; DE DEAR, R. **Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices**, Journal of Environmental Psychology (2013). doi:10.1016/j.jenvp.2013.06.007.

LEVINE, M., et al (2007). **Residential and Commercial Buildings in Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC**. Cambridge University Press, United Kingdom and New York NY, USA.

LOFTNESS, V., HARTKOPF, V., GURTEKIN, B. **Linking energy to health and productivity in the built environment**, 2003 Available at: <http://www.usgbc.org/MediaArchivePA876.pdf>.

LETI, London Energy Transformation Initiative- **LETI Embodied Carbon Primer: Supplementary guidance to**

**the Climate Emergency Design Guide.** Londres, 2020. Disponível em: <https://www.leti.london/ecp>

\_\_\_\_\_. **Guide for Net Zero Carbon Buildings.** Londres, 2021. Disponível em: <https://www.leti.london/clientguide>

LIU, M.M. et al.; **Climate change policies promote or conflict with subjective wellbeing: a case study of Suzhou,** China, 2016.

LOFTNESS, V., HARTKOPF, V., AZIZAN, S., CHOI, J., & YANG, X. **Building Investment Decision Support (BIDS) for green building technologies.** In: System Innovation for Sustainability 4: Case Studies in Sustainable Consumption and Production - Energy use and the Built Environment. Nova Iorque: Routledge, 2011. p. 108-132.

LOOTSMA, B. **Research for Research.** Rotterdam: Berlage Institute, 8-9, 2001.

MARCONDES, M. P. **Soluções projetuais de fachada para edifícios de escritórios com ventilação natural em São Paulo.** Teses (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2010.

MALKAWI, A.L.; AUGENBROE, G. (Ed.). **Advanced building simulation.** New York: Spon Press, 2004.

MANEWA, A.; PASQUIRE, C.; GIBB, A.; ROSS, A.; SIRIWARDENA, M.; **Adaptable Buildings: Striving Towards a Sustainable Future.** People and the Planet 2013 Conference: Transforming the Future, RMIT University, Melbourne, Australia, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/310081146\\_Adaptable\\_Buildings\\_Striving\\_Towards\\_a\\_Sustainable\\_Future](https://www.researchgate.net/publication/310081146_Adaptable_Buildings_Striving_Towards_a_Sustainable_Future)

MAUNA LOA OBSERVATORY, Institution of Oceanography & NOAA Global Monitoring Laboratory - **Show your stripes Graphics and lead scientist:** Ed Hawkins - University of Reading Baseado nos dados Data: Berkeley Earth, NOAA, dezembro 2021. Disponível em <https://showyourstripes.info/s/globe>

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios.** Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MELHADO, S.B. et al. **Coordenação de projetos de edificações.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 115p Disponível em: ([https://lares.architexturez.net/system/files/LARES\\_2006\\_artigo-silvio-melhado-a-gestao-de-projetos-vfinal.pdf](https://lares.architexturez.net/system/files/LARES_2006_artigo-silvio-melhado-a-gestao-de-projetos-vfinal.pdf))

MONTES, M.A.T. **Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social considerando mudanças climáticas.** 2016. 473 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

NATIVIDADE, V. **Fraturas metodológicas nas arquitetura digitais.** Dissertação de Mestrado. São Paulo: FAUUSP, 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **Assessment to the US Congress and US Department of Energy.** 2008. Disponível em: [https://www.nibs.org/files/pdfs/NIBS\\_HighPerformanceBuilding\\_2008.pdf](https://www.nibs.org/files/pdfs/NIBS_HighPerformanceBuilding_2008.pdf)

NEGENDAHL, K. **Building performance simulation in the early design stage:** An introduction to integrated dynamic models. Automation in Construction, v. 54, p. 39-53, 2015.

NICOL, F., HUMPHREYS, M., ROAF, S. **Adaptive Thermal Comfort, Principles and Practice.** Abingdon, Oxon: Routledge, 2012.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE . Um guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos (PMBOK Guide). Pennsylvania: Project Management Institute, 2000.

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

NSF/IUCRC. **Guidelines for high performance buildings**, 2004. Available at: <http://cbpd.arc.cmu.edu/ebids/pages/>

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SCHADE, J. **Life Cycle Cost Calculation Models For Buildings**. In: Proceedings of 4th Nordic Conference on Construction Economics and Organisation: Development Processes in Construction Management. Luleå: Luleå tekniska universitet, 2007. p. 321-329

SANTAMOURIS, M; et al. **Local climate change and urban heat island mitigation techniques—the state of the art**. Journal of Civil Engineering and Management, v. 22, n. 1, p. 1-16, 2016

SCHADE, J. **Life Cycle Cost Calculation Models For Buildings**. (2007)

STEEMERS, K. STEANE, M. A. **Environmental diversity in architecture**. Oxon: Spon, 2004.

SHARIFI, A.; **Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review**. Science of the total environment, v. 750, p. 141642, 2021.

SIMONEN, K.; HUANG, M.; RODRIGUEZ, B.; TADARO, L. **Life Cycle Assessment of Buildings: A Practice Guide**. The Carbon Leadership Forum, Department of Architecture, University of Washington, 2019. Disponível em: [https://carbonleadershipforum.org/wp-content/uploads/2019/05/CLF-LCA-Practice-Guide\\_2019-05-23.pdf](https://carbonleadershipforum.org/wp-content/uploads/2019/05/CLF-LCA-Practice-Guide_2019-05-23.pdf)

STOCK. **The Financial Case for High Performance Buildings**: Quantifying the bottom line of improved productivity, retention, and wellness. Stock: São Francisco, 2018. Disponível em: [https://stok.com/wp-content/uploads/2018/10/stok\\_report\\_financial-case-for-high-performance-buildings.pdf?b2d8eb&b2d8eb](https://stok.com/wp-content/uploads/2018/10/stok_report_financial-case-for-high-performance-buildings.pdf?b2d8eb&b2d8eb)

TAVENOR, R. **From Townscape to Skyscape**. The Architectural Review. London: March, 2004.

TESHNIZIA, Z.; PILONA, A.; STOREYB S.; LOPEZA D. **Lessons Learned from Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing of Two Residential Towers at the University of British Columbia**. CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, Copenhagen, 2018. p. 172-177.

TORCELLINI, P. CRAWLEY, D. **Zero Energy Buildings: a Critical Look at the definition**. National Renewable Energy Laboratory (NREL). 2006. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf>

TORCELLINI, P. et al. **Lessons Learned from Case Studies of Six High-Performance Buildings**. Golden: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2006.

UMAKOSHI, Erica Mitie. **Avaliação de desempenho ambiental e arquitetura paramétrica generativa para o projeto do edifício alto**. 2014. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

UMAKOSHI, Erica Mitie. **Uma visão crítica do edifício alto sob a ótica da sustentabilidade**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

UKGBC. **Circular economy guidance for construction clients**: how to practically apply circular economy principles at the project brief stage. 2019.

UKGBC. **Renewable Energy Procurement & Carbon Offsetting Guidance for Net Zero carbon Buildings**. 2021.

OCEAN TOMO. **Annual Study of Intangible Asset Market Value**. Ocean Tomo, LLC, 2015. Disponível em: <http://www.oceantomo.com/2015/03/04/2015-intangible-asset-market-value-study/>

Office for National Statistics. **Construction statistics, Great Britain: 2020**. Reino Unido, 2021. Disponível em: <https://www.ons.gov.uk/businessindustryandtrade/constructionindustry/articles/constructionstatistics/2020>

ONU, Organização das Nações Unidas, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de População. **Perspectivas da Urbanização Mundial: Revisão de 2014**. ONU, 2015. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>

OECD, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. OECD.Stat: **Projeções da população**. Disponível em: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=POP PROJ#>. Acesso em: 18 Jan 2022.

OXFORD ECONOMICS. **Future trends and market opportunities in the world's largest 750 cities: How the global urban landscape will look in 2030**. Oxford Economics, 2012. Disponível em: <https://www.oxfordeconomics.com/Media/Default/landing-pages/cities/OE-cities-summary.pdf>

\_\_\_\_ **Future of Construction: A Global Forecast for Construction to 2030**- Oxford Economics, 2021. Disponível em: [https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Future%20of%20Construction\\_Full%20Report\\_FINAL.pdf](https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Future%20of%20Construction_Full%20Report_FINAL.pdf)

PAPA, R., et al; **European cities dealing with climate issues ideas and tools for a better framing of current practices**. Tema-Journal of Land Use Mobility and Environment 63–80, 2015

PWC, 2019 - **The Low Carbon Economy Index 2019**, PwC, 2019.

RAVETZ, J. **State of the stock - What do we know about existing buildings and their future prospects?** In: Energy Policy, 36, 12, 4462-4470

RIBA - Royal Institute of British Architects. **How Architects Use Research: Research and Knowledge in Architectural Practice**. RIBA, 2014. Disponível em: <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/how-architects-use-research>

\_\_\_\_ **RIBA 2030 Climate Challenge**. Version 2. RIBA, Londres, 2021. Disponível em: <https://www.architecture.com/about/policy/climate-action/2030-climate-challenge>

\_\_\_\_ **RIBA Plan of Work 2020 Overview**. RIBA, Londres, 2020. Disponível em: <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/riba-plan-of-work>

\_\_\_\_ **RIBA Sustainable Outcomes Guide 2019**. RIBA, Londres, 2019. Disponível em: <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/sustainable-outcomes-guide>

SIMONEN, K.; HUANG, M.; RODRIGUEZ, B.; TADARO, L. **Life Cycle Assessment of Buildings: A Practice Guide**. **The Carbon Leadership Forum**, Department of Architecture, University of Washington, 2019. Disponível em: [https://carbonleadershipforum.org/wp-content/uploads/2019/05/CLF-LCA-Practice-Guide\\_2019-05-23.pdf](https://carbonleadershipforum.org/wp-content/uploads/2019/05/CLF-LCA-Practice-Guide_2019-05-23.pdf)

SINCLAIR, D. **The Lead Designer's Handbook: Managing design and the design team in the digital age**. RIBA Publishing, 2019

STOCK. **The Financial Case for High Performance Buildings: Quantifying the bottom line of improved productivity, retention, and wellness.** Stock: São Francisco, 2018. Disponível em: [https://stok.com/wp-content/uploads/2018/10/stok\\_report\\_financial-case-for-high-performance-buildings.pdf?b2d8eb&b2d8eb](https://stok.com/wp-content/uploads/2018/10/stok_report_financial-case-for-high-performance-buildings.pdf?b2d8eb&b2d8eb)

US Department of Labour 2010, BLS2011: BOMA 2010.

UNEP. **Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector.** UNEP, Paris, 2020. Disponível em: <https://globalabc.org/news/launched-2020-global-status-report-buildings-and-construction>

WEBB, R.S.; THOMSON, D.; KELLY, J.R. **Building services component reuse: An FM Response to the Need for Adaptability.** Facilities, vol. 15, no. 12–13, pp. 316–22. 1997.

WORLDGBC. **The Business Case for Green Building: A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants.** 2013. Disponível em: <http://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants>

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE - WBDG. **Integrated Design Approach, National.** Institute Building Science e High Performance Building Council, 2007/ Whole Building Design Guide – WBDG, 2008. Disponível em: <https://www.wbdg.org/continuing-education/wbdg-courses/wbdg01>

\_\_\_\_ROMM,J. **Sustainable Building Technical Manual, Lean and Clean Management,** 1994.

\_\_\_\_ **Life Cycle Cost Analysis.** 2018. Disponível em: <https://www.wbdg.org/resources/life-cycle-cost-analysis-lcca>

WYON, D.P. **The effects of indoor air quality on performance and productivity.** *Indoor Air*, 14, 7, 92-101, 2004.

ØSTERGÅRD, T. MAAGAARD, S.E. JENSEN, R.L. **A Stochastic and Holistic Method to Support Decision: Making in Early Building Design.** Proceedings of the 14th International Conference of the International Building Performance Simulation Association: IBPSA 2015: Building Simulation, 2015.

ØSTERGÅRD, T; JENSEN, R.L.; MAAGAARD, S.E. **Building simulations supporting decision making in early design: A review.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 61, p. 187-201, 2016.

YANNAS, S. **Adaptive Architecturing. Architecture & Energy.** Routledge, New York, 2013.

YOSHITAKE, M. **Gestão de custos do ciclo de vida de um ativo.** In: Congresso Internacional De Custos, 4., 1995, Campinas. Anais do Evento. Campinas: Unicamp, 1995. p. 1-10.

ZHU, M. et al. **An alternative method to predict future weather data for building energy demand simulation under global climate change.** *Energy and Buildings* 113: 74-86; 2016.



## 7. APÊNDICE

## Apêndice 1. Questionário Entrevistas

### **PAPEL DA ARQUITETURA E DA ENGENHARIA NO PROCESSO DE PROJETO**

1. Para Sr./ Sra. qual o papel estabelecido para o arquiteto, na cultura atual do processo de projeto do edifício de alto desempenho?
2. Para Sr./ Sra. qual o papel estabelecido para o engenheiro, na cultura atual do processo de projeto do edifício de alto desempenho?
3. Como Sr./Sra. percebe a integração entre os profissionais de arquitetura e engenharia envolvidos neste processo?

### **GESTÃO DE PROJETO E PROCESSOS**

4. Na sua percepção qual a definição de um edifício de alto desempenho para o mercado?
5. Para o desenvolvimento do projeto de viabilidade para o empreendimento, quem participa da elaboração do modelo de viabilidade?
6. Os requisitos iniciais do proprietário (Owner Project Requirements - OPR ou Briefing) para o desenvolvimento do projeto são apresentados no início do processo do edifício de alto desempenho? Caso os requisitos não sejam apresentados, quem é o responsável pela elaboração do documento?
7. A condução do processo de projeto e construção, para um edifício de alto desempenho, é diferente quando os edifícios são construídos para operação e manutenção dos proprietários, ou quando são construídos para aluguel dos conjuntos?
8. Pela sua experiência quem são os agentes envolvidos desde o início do processo de projeto do edifício de alto desempenho?
9. Como são separadas as etapas de projeto?
10. Quanto tempo é exigido de projeto para cada etapa?
11. Quem são os projetistas envolvidos no processo do edifício de alto desempenho?
12. Como acontece normalmente a estruturação de gestão do projeto do edifício de alto desempenho?
13. Os projetos estão com uma complexidade alta e tendem a aumentar frente a questões como as exigências/ restrições decorrentes das mudanças climáticas; requisitos eficiência energética; das tecnologias disponíveis; e do impacto da qualidade do ambiente interno sobre os ocupantes. A visão holística e técnica do processo está inserida na matriz de decisão do proprietário, ou fica restrita a condução da gestão de projeto? O Project Manager está consciente que as decisões tomadas durante o processo de projeto estão diretamente relacionadas ao resultado esperado para o edifício?
14. Existe diferença na condução do processo de projeto do edifício de alto desempenho, entre os escritórios de arquitetura nacional e internacional? No caso de escritório internacional com projetos no Brasil, o escritório continua a acompanhar o projeto até qual fase?
15. O edifício é projetado levando em conta o custo da operação e manutenção? Qual o ciclo de vida previsto para o edifício no processo?
16. Os dados de operação do edifício, quanto a consumos e/ou requisitos OPR são coletados e armazenados? Análises comparativas entre a operação dos edifícios, os requisitos da OPR do projeto e de satisfação dos usuários, são feitas após a fase de entrega da obra?
17. Existe a metodologia de lições aprendidas e feedbacks entre os projetistas, para melhorias dos projetos futuros?
18. Qual valor o mercado atribui para o projeto de uma edificação de alto desempenho?

19. O mercado percebe que há diferença, na condução do processo de projeto de um edifício padrão, para um edifício de alto desempenho? Qual a dificuldade do mercado em implementar este tipo de edificação?
20. Sr./ Sra. percebe alguma alteração, devido as demandas relacionadas a mudança climática e/ou metas do acordo de Paris, no processo de projeto deste tipo de edifício; ou no setor construtivo?
21. O Sr./ Sra. acredita que haverá uma valorização do projeto, para este tipo de edifício?
22. Qual é sua visão para o futuro do processo de projeto do edifício de alto desempenho? Quais serão os maiores desafios?

#### **DESENVOLVIMENTO DE METAS PARA RESULTADOS ESPECÍFICOS DO PROJETO**

23. Como são inseridas as estratégias a seguir, ao processo de projeto do edifício de alto desempenho, na sua percepção?
  - a. Estratégias de Sustentabilidade e/ou Certificação são cogitadas para serem inseridas ao projeto destes edifícios? Como o mercado lê e entende as certificações ambientais? É uma solicitação feita por qual agente do projeto? Por que razão são incluídos ao projeto? Quem apresenta o conceito? Em que fase isto normalmente ocorre? O proprietário entende esta implementação como um aumento de valor/ custo do projeto e do edifício?
  - b. Estratégias de eficiência energética são cogitadas para serem inseridas ao projeto destes edifícios? É uma solicitação? Quem normalmente apresenta o conceito? Em que fase isto normalmente ocorre?
  - c. Estratégias para edificações Zero Energia (Net zero Energy Building- NZEB) são cogitadas para serem inseridas ao projeto destes edifícios? É uma solicitação? Quem normalmente solicita ou apresenta o conceito? Em que fase isto normalmente ocorre?
  - d. Estratégias de qualidade ambiental e bem estar (well-being) são cogitadas para serem inseridas ao projeto dos edifícios? O mercado entende o conceito de qualidade ambiental e seu impacto na produtividade dos ocupantes? É uma solicitação? Quem normalmente solicita ou apresenta o conceito? Em que fase isto normalmente ocorre?
  - e. Estratégias inserindo o conceito de ciclo de vida, são cogitadas para o projeto?
  - f. Estratégias para edificações Zero Carbono (Net zero Carbon Building- NZCB), são cogitadas para serem inseridas ao projeto destes edifícios? É uma solicitação? Quem normalmente solicita ou apresenta o conceito? Em que fase isto normalmente ocorre?

#### **FERRAMENTAS DE PROJETO**

24. Qual software de desenho é utilizado para o desenvolvimento do projeto?
25. O processo do BIM (Building Information Modeling) é utilizado no desenvolvimento de projeto?
26. A quem cabe a escolha do uso da ferramenta computacional para o projeto?
27. De que forma as simulações ambientais e energéticas, acontecem no decorrer do processo de projeto? Influenciam na resultante projetual? Acontecem durante todo o processo de projeto?

#### **ESTRATÉGIAS UTILIZADAS EM PROJETOS**

28. Como as estratégias a seguir, são incorporadas ao processo de projeto do edifício de alto desempenho, na percepção do entrevistado?
  - a. Estratégias passivas: são cogitadas no projeto do edifício? Quais são utilizadas e por quê? Em que fase?
    - Iluminação natural
    - Ventilação natural
    - Inércia térmica

- Isolamento térmico
- b. Estratégias Ativas/Tecnologias: Quais são os critérios para a especificação? Quem influencia ou participa desta escolha?
- Uso de estratégias ativas
  - Estratégias de automação
  - Energia renovável

#### **IMPLEMENTAÇÃO DE NORMATIVAS PARA O SETOR CONSTRUTIVO**

29. Quais as iniciativas que o governo tem tomado para alcançar as metas do acordo de Paris?
30. As metas de redução de GEE / Co2 no setor construtivo estão sendo implementadas ou vislumbradas pelo governo?

## Apêndice 2. Parte da Tabela Matriz de Metodologia

|   |  | CONCEITOS   | DANIEL TOLEDO<br>CEO Konisberger Vannucchi | GIANFRANCO VANNUCCHI<br>Fundador Konisberger Vannucchi |
|---|--|---|--|--|
| ENTREVISTA AGENTES                        | PAPEL NO PROCESSO                                  | PAPEL DO ARQUITETO  |  |  |
|   |  | PAPEL DO ENGENHEIRO                                       |  |  |
|   |  | PROPRIETÁRIO  |  |  |
|   |  | PROJETO INTEGRADO   |  |  |
|   | GESTÃO DE PROJETO E PROCESSOS                      | VIABILIDADE   |  |  |
|   |  | DESIGN BRIEFING / OWNER PROJECT REQUIREMENT (OPR)         |  |  |
|   |  | LOCATÁRIO OU PROPRIETÁRIO                                 |  |  |
|   |  | GERENCIAMENTO DE PROJETO                                  |  |  |
|   |  | ETAPAS DE PROJETO   |  |  |
|   |  | TEMPO   |  |  |
|   |  | CUSTOS  |  |  |
|   |  | EQUIPE DE PROJETO   |  |  |
|   |  | CONSULTORES SUSTENTABILIDADE / ENVIRONMENTAL DESIGN       |  |  |
|   |  | DIFERENÇA CONDUÇÃO BR/ INTERN.                            |  |  |
|   |  | O&M   CICLO DE VIDA                                       |  |  |
|   |  | VALUOS CULTEI ADUS/ LUMPARAÇÃO PROJETO E SUSTENTABILIDADE |  |  |
|   |  | LESSONS LEARNING AO PROJETO                               |  |  |
|   |  | INVESTIMENTO EM PROJETO                                   |  |  |
|   |  | DEFINIÇÃO DE HPB  |  |  |
|   |  | MUDANÇAS RECENTES NO PROCESSO DE PROJETOS                 |  |  |
| VALORIZAÇÃO DO PROJETO                    |  |   |  |  |
| METAS E RESULTADOS ESPECÍFICOS DO PROJETO | SUSTENTABILIDADE / CERTIFICAÇÃO                    |   |  |  |
|   | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA                              |   |  |  |
|   | NZEB   |   |  |  |
|   | QUALIDADE DO AMBIENTE INTERIOR                     |   |  |  |
|   | WELL-BEING   |   |  |  |
|   | CARBONO   CICLO DE VIDA EMPREENHIMENTO E MATERIAIS |   |  |  |
| FERRAMENTAS                               | SOFTWARES  |   |  |  |
|   | BIM  |   |  |  |
|   | SIMULAÇÕES   |   |  |  |
|   | TODAS AS ETAPAS                                    |   |  |  |
|   | IMPACTAM O RESULTADO                               |   |  |  |
| NORMAS                                    | INCENTIVOS FISCAIS                                 |   |  |  |
|   | NORMAS E REGULAMENTAÇÕES                           |   |  |  |
| ESTUDOS DE CASO                           | SPCT - SÃO PAULO                                   | PROJETO INTEGRADO   |  |  |
|   |  | METAS ESPECÍFICAS   |  |  |
|   |  | POR   |  |  |
|   |  | FERRAMENTAS   |  |  |
|   |  | TEMPO   |  |  |
|   | LSE - LONDRES                                      | PROJETO INTEGRADO   |  |  |
|   |  | METAS ESPECÍFICAS   |  |  |
|   |  | POR   |  |  |
|   |  | FERRAMENTAS   |  |  |
|   |  | TEMPO   |  |  |

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise do processo de projeto de edifícios de alto desempenho construídos na última década, nas cidades de São Paulo e Londres.

**Pesquisador:** JULIANA PELLEGRINI LEMOS TRIGO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 12693419.0.0000.5390

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.390.380

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de pesquisa de mestrado, que visa analisar o processo de projeto do edifício comercial de melhor qualidade ambiental e desempenho energético, construídos na última década nas cidades de São Paulo e Londres.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo é identificar e mapear quais foram as dinâmicas, estratégias e ferramentas do processo de projeto e avaliação de edifícios comerciais com melhor qualidade ambiental e desempenho energético, construídos nas cidades de São Paulo e Londres nesta última década.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos que esta pesquisa pode ocasionar são de origem psicológica, intelectual; e/ou emocional, podendo ser descritas como: possibilidade de constrangimento, desconforto, medo, vergonha, estresse e/ou cansaço durante a entrevista; alterações de visão de mundo, de relacionamentos e de comportamentos em função de reflexões sobre satisfação profissional.

O benefício indireto relacionado com a sua colaboração nesta pesquisa é de contribuir para a produção do conhecimento na área de processo de projeto de arquitetura e da possibilidade de qualificação do processo de projeto na aplicação prática.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de pesquisa qualitativa, que busca criar um paralelo, entre os escritórios de arquitetura e

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br

Continuação do Parecer: 3.390.380

seus colaboradores nas cidades de São Paulo e Londres. A escolha pelos escritórios de Londres se deu pela reconhecida excelência e vanguarda dos projetos executados atualmente, com melhor qualidade ambiental e eficiência energética, não só no Reino Unido mas em diferentes cidades no mundo. A escolha da cidade de São Paulo, além de ser a cidade onde a pesquisa será desenvolvida, se deu pelo fato desta conter as principais construções no setor de edifícios comerciais, onde também se encontra a maior concentração de edifícios com certificação ambiental, além de ser a vitrine no exterior no segmento da construção. O método utilizado será levantamento documental dos projetos de estudo de caso selecionado, trabalho de estudos de campo realizando entrevistas e visitas à rede interdisciplinar de profissionais envolvidos no projeto dos edifícios no Brasil e em Londres. Os resultados serão analisados de forma comparativa, baseados no material levantado na pesquisa. Como resultado serão apresentados quadros e organogramas do processo de projeto, nos respectivos países Brasil e Inglaterra e um comparativo para identificar as diferenças em cada um dos processos estudados.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresenta o tema e o objetivo da pesquisa e deixa explícita a participação voluntária, garantido aos sujeitos da pesquisa o direito de desistirem a qualquer momento de participarem da pesquisa. Apresenta também a garantia do anonimato, no caso de publicação dos resultados em revistas científicas, e traz também os telefones do pesquisador bem como do CEP/EACH-USP. O termo traz a informação de que o documento será feito em duas vias, sendo que uma delas será entregue ao sujeito da pesquisa.

**Recomendações:**

Aprovado sem pendências.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento                 | Arquivo                                       | Postagem               | Autor   | Situação |
|--------------------------------|---|------------------------|---------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1323182.pdf | 22/04/2019<br>16:13:13 |         | Aceito   |
| Cronograma                     | CRONOGRAMA.pdf                                | 22/04/2019             | JULIANA | Aceito   |

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 3.390.380

|  |                        |                        |                                      |        |
|--|------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------|
| Cronograma   | CRONOGRAMA.pdf         | 16:11:33               | LEMOS TRIGO                          | Aceito |
| Outros   | questionario.pdf       | 22/04/2019<br>16:03:09 | JULIANA<br>PELLEGRINI LEMOS          | Aceito |
| Projeto Detalhado /<br>Brochura<br>Investigador                    | pesquisa.pdf           | 22/04/2019<br>16:02:26 | JULIANA<br>PELLEGRINI LEMOS<br>TRIGO | Aceito |
| TCLE / Termos de<br>Assentimento /<br>Justificativa de<br>Ausência | TCLE.pdf               | 22/04/2019<br>16:02:07 | JULIANA<br>PELLEGRINI LEMOS<br>TRIGO | Aceito |
| Folha de Rosto   | Folha_de_Rosto_Ass.pdf | 09/04/2019<br>17:05:10 | JULIANA<br>PELLEGRINI LEMOS          | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 13 de Junho de 2019

---

**Assinado por:**  
**Rosa Yuka Sato Chubaci**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br



Apêndice 4. Plataforma Brasil | Processo Comitê de Ética em Pesquisa  
Envolvendo Seres Humanos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da  
Universidade e São Paulo

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado participante,

“Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “ O processo de projeto de edifícios de alto desempenho ambiental e energético, construídos na última década, nas cidades de São Paulo e Londres “, desenvolvida pela arquitetura Juliana Pellegrini Lemos Trigo, discente de Mestrado do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAUUSP, sob a orientação do Professora Dra. Joana Carla Soares Gonçalves.

### Sobre o objetivo central

O objetivo principal deste projeto de pesquisa é identificar e mapear quais foram as dinâmicas, estratégias e ferramentas, do processo de projeto de edifícios comerciais com melhor qualidade ambiental e desempenho energético, construídos nas cidades de São Paulo e Londres na última década.

### Por que o participante está sendo convidado

“O convite a sua participação se deve à seu conhecimento adquirido ao processo de desenvolvimento de projeto de edifícios com alto desempenho ambiental e energético.”

“Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.”

### Procedimentos detalhados que serão utilizados na pesquisa

“A sua participação consistirá em responder perguntas de entrevista à pesquisadora do projeto, com gravação de áudio digital. Caso não deseje que esta entrevista seja gravada assinalar esta opção nos esclarecimentos do termo abaixo.”

“Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas, caso seja assinalada esta opção nos esclarecimentos do termo abaixo.”

### Tempo de duração da entrevista/procedimento/experimento

“O tempo de duração da entrevista é de aproximadamente duas horas de duração”.

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_ Rubrica do participante: \_\_\_\_\_

Guarda dos dados e material coletados na pesquisa

“As entrevistas serão transcritas e armazenadas, em arquivos digitais, mas somente terão acesso às mesmas os pesquisadores envolvidos na pesquisa”.

Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução CNS nº 466/12.

Explicitar benefícios diretos (individuais ou coletivos) ou indiretos aos participantes da pesquisa

O benefício indireto relacionado com a sua colaboração nesta pesquisa é de contribuir para a produção do conhecimento na área de processo de projeto de arquitetura e da possibilidade de qualificação do processo de projeto na aplicação prática.

Previsão de riscos ou desconfortos

Os riscos que esta pesquisa pode ocasionar são de origem psicológica, intelectual; e/ou emocional, podendo ser descritas como:

a. Possibilidade de constrangimento, desconforto, medo, vergonha, estresse e/ou cansaço durante a entrevista;

b. Alterações de visão de mundo, de relacionamentos e de comportamentos em função de reflexões sobre satisfação profissional.

Para os pesquisadores, os riscos estão relacionados em não obter dados mínimos para composição deste mapeamento do processo de projeto, afetando assim os estudos/resultados desta pesquisa.

Sobre divulgação dos resultados da pesquisa

Exemplo: “Os resultados serão divulgados em palestras dirigidas ao público participante, relatórios individuais para os entrevistados, publicações, artigos científicos e na dissertação/tese”.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Juliana Pellegrini Lemos trigo na FAU Cidade Universitária – Departamento de Tecnologia da Arquitetura ; End: Rua do Lago, 876 - São Paulo – SP ; tel: [+55 11 3091 4795](tel:+551130914795) - Horário de funcionamento do Edifício Vilanova Artigas: de 2ª a 6ª-feira, das 8h às 23h ; email: [julianapellegrini@usp.br](mailto:julianapellegrini@usp.br)

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da EACH-USP das 10:00hs às 12:00hs e das 14:00hs as 16:00hs na Rua Arlindo Bértio, 1000 - Vila Guaraciaba, São Paulo - SP; telefone (11) 3091-1046; e-mail: [cep-each@usp.br](mailto:cep-each@usp.br)

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_

Esclarecimentos:

1. ( ) Solicitação de confidencialidade da entrevista.
2. ( ) Solicitação para NÃO gravação digital da entrevista.
3. Este Termo é redigido em duas vias, sendo uma para o participante e outra para o pesquisador.
4. Todas as páginas deverão ser rubricadas pelo participante da pesquisa e pelo pesquisador responsável.
5. Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será utilizado para as entrevistas no exterior, sendo apenas traduzido para língua inglesa e mantendo seu mesmo conteúdo.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

Consentimento livre e esclarecido:

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.  
(Assinatura do participante da pesquisa)  
Nome do participante:

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante da pesquisa. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante da pesquisa.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.  
(Assinatura do pesquisador)  
Juliana Pellegrini Lemos Trigo







Anexo 1.



**RIBA**  
Plan of Work  
2020

**Stage Boundaries:**

Stages 0-4 will generally be undertaken one after the other.  
Stages 4 and 5 will overlap in the **Project Programme** for most projects.  
Stage 5 commences when the contractor takes possession of the site and finishes at **Practical Completion**.  
Stage 6 starts with the handover of the building to the client immediately after **Practical Completion** and finishes at the end of the **Defects Liability Period**.  
Stage 7 starts concurrently with Stage 6 and lasts for the life of the building.

**Planning Note:**

**Planning Applications** are generally submitted at the end of Stage 3 and should only be submitted earlier when the threshold of information required has been met. If a **Planning Application** is made during Stage 3, a mid-stage gateway should be determined and it should be clear to the project team which tasks and deliverables will be required. See *Overview* guidance.

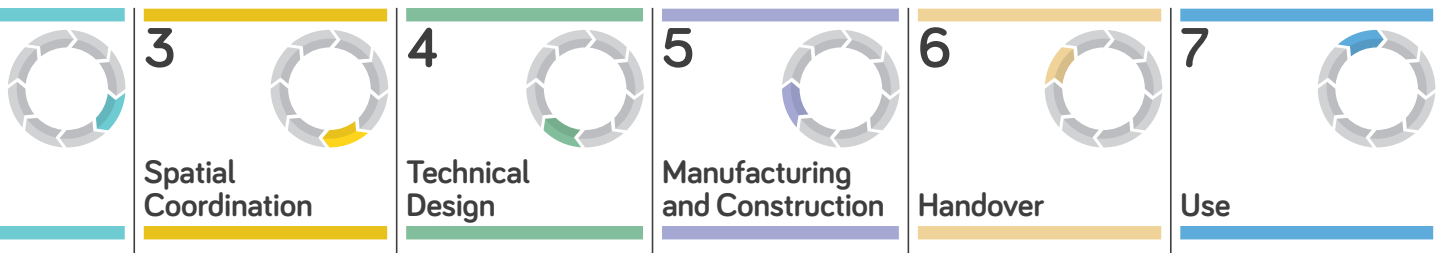
**Procurement:**

The RIBA Plan of Work is procurement neutral – See *Overview* guidance for a detailed description of how each stage might be adjusted to accommodate the requirements of the **Procurement Strategy**.

- ER Employer's Requirements
- CP Contractor's Proposals

The RIBA Plan of Work organises the process of briefing, designing, delivering, maintaining, operating and using a building into eight stages. It is a framework for all disciplines on construction projects and should be used solely as guidance for the preparation of detailed professional services and building contracts.

|  | 0<br><b>Strategic Definition</b>   | 1<br><b>Preparation and Briefing</b>   | 2<br><b>Concept Design</b>   |
|--|--|--|--|
| <b>Stage Outcome</b><br>at the end of the stage  | The best means of achieving the <b>Client Requirements</b> confirmed<br><br>If the outcome determines that a building is the best means of achieving the <b>Client Requirements</b> , the client proceeds to Stage 1   | <b>Project Brief</b> approved by the client and confirmed that it can be accommodated on the site  | <b>Architectural Concept</b> approved by the client and aligned to the <b>Project Brief</b><br><br>The brief remains in force through Stage 2 and is developed in response to the <b>Architectural Concept</b>   |
| <b>Core Tasks</b><br>during the stage  | Prepare <b>Client Requirements</b><br><br>Develop <b>Business Case</b> for feasible options including review of <b>Project Risks</b> and <b>Project Budget</b><br><br>Ratify option that best delivers <b>Client Requirements</b><br><br>Review <b>Feedback</b> from previous projects<br><br>Undertake <b>Site Appraisals</b> | Prepare <b>Project Brief</b> including <b>Project Outcomes</b> and <b>Sustainability Outcomes</b> , <b>Quality Aspirations</b> and <b>Spatial Requirements</b><br><br>Undertake <b>Feasibility Studies</b><br><br>Agree <b>Project Budget</b><br><br>Source <b>Site Information</b> including <b>Site Surveys</b><br><br>Prepare <b>Project Programme</b><br><br>Prepare <b>Project Execution Plan</b> | Prepare <b>Architectural Concept</b> incorporating <b>Strategic Intent</b> and <b>Project Requirements</b> and <b>Cost Plan</b> , <b>Project Programme</b> and <b>Outline Specifications</b><br><br>Agree <b>Project Brief</b> and <b>Derogations</b><br><br>Undertake <b>Design</b> with client and <b>Stakeholders</b><br><br>Prepare stage 1 <b>Project Programme</b> |
| <b>Project Strategies</b> might include:<br>– Conservation (if applicable)<br>– Cost<br>– Fire Safety<br>– Health and Safety<br>– Inclusive Design<br>– Planning<br>– Plan for Use<br>– Procurement<br>– Sustainability<br><br>See <i>RIBA Plan of Work 2020 Overview</i> for detailed guidance on <b>Project Strategies</b> | No design team required for Stages 0 and 1. Client advisers may be appointed to the client team to provide strategic advice and design thinking before Stage 2 commences.  |  |  |
| <b>Core Statutory Processes</b><br>during the stage:<br><br>Planning<br>Building Regulations<br>Health and Safety (CDM)  | Strategic appraisal of <b>Planning</b> considerations  | Source pre-application <b>Planning Advice</b><br><br>Initiate collation of health and safety <b>Pre-construction Information</b>   | Obtain pre-application <b>Planning Advice</b><br><br>Agree route to <b>Building Regulations</b> compliance<br><br>Option: submit <b>Planning Application</b>   |
| <b>Procurement Route</b><br>Traditional<br>Design & Build 1 Stage<br><br>Design & Build 2 Stage<br><br>Management Contract<br>Construction Management<br><br>Contractor-led  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                 Appoint client team             </div>   |  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                 Appoint design team             </div>   |
| <b>Information Exchanges</b><br>at the end of the stage  | <b>Client Requirements</b><br><b>Business Case</b>   | <b>Project Brief</b><br><b>Feasibility Studies</b><br><b>Site Information</b><br><b>Project Budget</b><br><b>Project Programme</b><br><b>Procurement Strategy</b><br><b>Responsibility Matrix</b><br><b>Information Requirements</b>   | <b>Project Brief Design</b><br><b>Signed off Stage 1</b><br><b>Project Strategy</b><br><b>Outline Specifications</b><br><b>Cost Plan</b>   |



to Stage 6; the outcome of Stage 0 may be the decision to initiate a project and Stage 7 covers the ongoing use of the building. →

|   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|--|
| <p><b>Concept</b><br/>The client and <b>Project Brief</b></p> <p>"live" during<br/>rogated in<br/>rchitectural</p>  | <p>Architectural and engineering information <b>Spatially Coordinated</b></p>   | <p>All design information required to manufacture and construct the project completed</p> <p>Stage 4 will overlap with Stage 5 on most projects</p>   | <p>Manufacturing, construction and <b>Commissioning</b> completed</p> <p>There is no design work in Stage 5 other than responding to <b>Site Queries</b></p>  | <p>Building handed over, <b>Aftercare</b> initiated and <b>Building Contract</b> concluded</p>  | <p>Building used, operated and maintained efficiently</p> <p>Stage 7 starts concurrently with Stage 6 and lasts for the life of the building</p>   |
| <p><b>Architectural</b><br/>oporating<br/><b>Engineering</b><br/>and aligned to<br/><b>Project Strategies</b><br/><b>Specification</b></p> <p><b>Brief</b></p> <p><b>Design Reviews</b><br/><b>Project</b></p> <p><b>Design</b></p> | <p>Undertake <b>Design Studies, Engineering Analysis and Cost Exercises</b> to test <b>Architectural Concept</b> resulting in <b>Spatially Coordinated</b> design aligned to updated <b>Cost Plan, Project Strategies and Outline Specification</b></p> <p>Initiate <b>Change Control Procedures</b></p> <p>Prepare stage <b>Design Programme</b></p> | <p>Develop architectural and engineering technical design</p> <p>Prepare and coordinate design team <b>Building Systems</b> information</p> <p>Prepare and integrate specialist subcontractor <b>Building Systems</b> information</p> <p>Prepare stage <b>Design Programme</b></p> <p>Specialist subcontractor designs are prepared and reviewed during Stage 4</p> | <p>Finalise <b>Site Logistics</b></p> <p>Manufacture <b>Building Systems</b> and construct building</p> <p>Monitor progress against <b>Construction Programme</b></p> <p>Inspect <b>Construction Quality</b></p> <p>Resolve <b>Site Queries</b> as required</p> <p>Undertake <b>Commissioning</b> of building</p> <p>Prepare <b>Building Manual</b></p> <p>Building handover tasks bridge Stages 5 and 6 as set out in the <b>Plan for Use Strategy</b></p> | <p>Hand over building in line with <b>Plan for Use Strategy</b></p> <p>Undertake review of <b>Project Performance</b></p> <p>Undertake seasonal <b>Commissioning</b></p> <p>Rectify defects</p> <p>Complete initial <b>Aftercare</b> tasks including light touch <b>Post Occupancy Evaluation</b></p> | <p>Implement <b>Facilities Management</b> and <b>Asset Management</b></p> <p>Undertake <b>Post Occupancy Evaluation</b> of building performance in use</p> <p>Verify <b>Project Outcomes</b> including <b>Sustainability Outcomes</b></p> <p>Adaptation of a building (at the end of its useful life) triggers a new Stage 0</p> |
| <p>lication<br/>e<br/><b>Building</b><br/>pliance</p> <p>outline<br/>cation</p>   | <p>Review design against <b>Building Regulations</b></p> <p>Prepare and submit <b>Planning Application</b></p> <p>See <b>Planning Note</b> for guidance on submitting a <b>Planning Application</b> earlier than at end of Stage 3</p>  | <p>Submit <b>Building Regulations Application</b></p> <p>Discharge pre-commencement <b>Planning Conditions</b></p> <p>Prepare <b>Construction Phase Plan</b></p> <p>Submit form F10 to HSE if applicable</p>  | <p>Carry out <b>Construction Phase Plan</b></p> <p>Comply with <b>Planning Conditions</b> related to construction</p>   | <p>Comply with <b>Planning Conditions</b> as required</p>   | <p>Comply with <b>Planning Conditions</b> as required</p>  |
| <p>ER</p> <p>Appoint contractor</p>   | <p>Pre-contract services agreement</p> <p>Preferred bidder</p>  | <p>Tender</p> <p>Appoint contractor</p> <p>ER CP Appoint contractor</p> <p>CP Appoint contractor</p> <p>CP Appoint contractor</p>   |   |   | <p>Appoint <b>Facilities Management</b> and <b>Asset Management</b> teams, and strategic advisers as needed</p>  |
| <p>erogations<br/>ge Report<br/>ies<br/>ication</p>   | <p>Signed off <b>Stage Report</b></p> <p><b>Project Strategies</b></p> <p>Updated <b>Outline Specification</b></p> <p>Updated <b>Cost Plan</b></p> <p><b>Planning Application</b></p>   | <p><b>Manufacturing Information</b></p> <p><b>Construction Information</b></p> <p><b>Final Specifications</b></p> <p>Residual <b>Project Strategies</b></p> <p><b>Building Regulations Application</b></p>  | <p><b>Building Manual</b> including <b>Health and Safety File</b> and <b>Fire Safety Information</b></p> <p><b>Practical Completion</b> certificate including <b>Defects List</b></p> <p><b>Asset Information</b></p> <p>If <b>Verified Construction Information</b> is required, verification tasks must be defined</p>  | <p><b>Feedback on Project Performance</b></p> <p><b>Final Certificate</b></p> <p><b>Feedback from light touch Post Occupancy Evaluation</b></p>   | <p><b>Feedback from Post Occupancy Evaluation</b></p> <p>Updated <b>Building Manual</b> including <b>Health and Safety File</b> and <b>Fire Safety Information</b> as necessary</p>  |

Further guidance and detailed stage descriptions are included in the RIBA Plan of Work 2020 Overview.

Anexo 2.

|                                    | 0  | 1  | 2  |
|------------------------------------|--|---|---|
| Client                             |  |   |   |
| Client adviser                     |  |   |   |
| Project lead                       |  |   |   |
| Lead designer                      |  |   |   |
| Construction lead                  |  |   |   |
| Architect                          |  |   |   |
| Civil and structural engineer      |  |   |   |
| Building services engineer         |  |   |   |
| Cost consultant                    |  |   |   |
| Contract administrator             |  |   |   |
| Health and safety advisor          |  |   |   |
| Access consultant                  |  |   |   |
| Acoustic consultant                |  |   |   |
| Archaeologist                      |  |   |   |
| BREEAM assessor                    |  |   |   |
| Cladding specialist                |  |   |   |
| Catering consultant                |  |   |   |
| Facilities management (FM) advisor |  |   |   |
| Fire engineer                      |  |   |   |
| Highways consultant                |  |   |   |
| Information manager                |  |   |   |
| Interior designer                  |  |   |   |
| Landscape architect                |  |   |   |
| Lighting designer                  |  |   |   |
| Masterplanner                      |  |   |   |
| Operational lead                   |  |   |   |
| Party wall surveyor                |  |   |   |
| Planning consultants               |  |   |   |
| Security advisor                   |  |   |   |
| Signage designer                   |  |   |   |
| Sustainability advisor             |  |   |   |
| Technical advisor                  |  |   |   |
| Other additional project role 1    |  |   |   |
| Other additional project role 2    |  |   |   |

Anexo 2 - Tabela de Profissionais Envolvidos em Projeto

Fonte: RIBA Plan of Work 2020 | Aba PRT da Tabela: 2020RIBAPlanofWorktoolbox Feb2020.xlsx



Anexo 3.

Design Responsibility Matrix incorporating Information E

**Guidance on selection of design objects**  
 (Tip: To hide this row right click on the row and select 'hide')

The aspects of design should be titled and coded using the Uniclass 2015 classification tables for objects such as sp on the NBS BIM Toolkit website [1]. Technical support articles are provided on on classification [2], and levels of defi

Uniclass 2015 is aligned to ISO 12006-2 [4], and was in part funded by Innovate UK on behalf of the UK Governmen

| Aspect of design                        |  | Design team           |                       |                            | Design team           |                       |     |
|---|--|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| Classification                          | Title  | Design responsibility | Level of detail (LOD) | Level of information (LOI) | Design responsibility | Level of detail (LOD) | inf |
| <b>Ss_15 - EARTHWORKS</b>               |  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_15_10_30                             | <a href="#">Excavating and filling systems</a>                         |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_15_30_50                             | <a href="#">Masonry repair and renovation systems</a>                  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_15_30_90                             | <a href="#">Timber repair and renovation systems</a>                   |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| <b>Ss_20 - STRUCTURAL SYSTEMS</b>       |  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_20_05_15                             | <a href="#">Concrete foundation systems</a>                            |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_20_05_50                             | <a href="#">Minor concrete substructure systems</a>                    |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_20_05_65                             | <a href="#">Piling systems</a>   |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_20_10_70                             | <a href="#">Shelter systems</a>  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_20_10_75                             | <a href="#">Structural framing systems</a>                             |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| <b>Ss_25 - WALL AND BARRIER SYSTEMS</b> |  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_10_20                             | <a href="#">Curtain walling systems</a>                                |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_10_30                             | <a href="#">Framed partition systems</a>                               |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_10_32                             | <a href="#">Framed wall structure systems</a>                          |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_10_35                             | <a href="#">Framed glazed systems</a>                                  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_11_16                             | <a href="#">Concrete wall systems</a>                                  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_12_60                             | <a href="#">Panel cubicle systems</a>                                  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_12_65                             | <a href="#">Panel partition systems</a>                                |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_12_80                             | <a href="#">Structural glass wall systems</a>                          |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_13_33                             | <a href="#">Glass wall systems</a>                                     |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_13_50                             | <a href="#">Masonry wall systems</a>                                   |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_14_63                             | <a href="#">Post, rail and board fence systems</a>                     |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_14_67                             | <a href="#">Post, wire and mesh fence systems</a>                      |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_15_60                             | <a href="#">Pedestrian safety barrier and guarding systems</a>         |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_16_94                             | <a href="#">Vehicle restraint systems</a>                              |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_08                             | <a href="#">Board cladding systems</a>                                 |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_14                             | <a href="#">Composite panel cladding systems</a>                       |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_15                             | <a href="#">Concrete cladding systems</a>                              |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_33                             | <a href="#">Glass fibre reinforced concrete (GRC) cladding systems</a> |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_35                             | <a href="#">Glass fibre reinforced plastics (GRP) cladding systems</a> |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_50                             | <a href="#">Metal sheet cladding systems</a>                           |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_68                             | <a href="#">Profiled sheet cladding systems</a>                        |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_70                             | <a href="#">Rainscreen cladding systems</a>                            |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_72                             | <a href="#">Sheet cladding systems</a>                                 |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_85                             | <a href="#">Stone cladding systems</a>                                 |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_20_90                             | <a href="#">Unit cladding systems</a>                                  |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_25_45                             | <a href="#">Lining and casing systems</a>                              |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_25_75                             | <a href="#">Rigid sheet fine lining and panelling systems</a>          |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_25_85                             | <a href="#">Stone lining systems</a>                                   |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_30_20                             | <a href="#">Door, shutter and hatch systems</a>                        |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_30_95                             | <a href="#">Window systems</a>   |                       |                       |                            |                       |                       |     |
| Ss_25_32_35                             | <a href="#">Gate systems</a>   |                       |                       |                            |                       |                       |     |

Anexo 3 - Matriz de Responsabilidade de Projeto Incorporando Trocas de Informações

Fonte: RIBA Plan of Work 2020| Aba DRMIE da Tabela: 2020RIBAPlanofWorktoolbox Feb2020.xlsx



## Anexo 4. Comparativo Manuais do BCO 2009, 2014 e 2019

|  | 2009                       | 2014                                     | 2019   | Change                        |
|--|----------------------------|--|--|-------------------------------|
| <b>Occupancy</b>   |                            |  |  |                               |
| Workplace density (NIA per workspace)<br>80% Utilisation to be applied                       | 8 – 13 m <sup>2</sup>      | 8 – 13 m <sup>2</sup>                    | 8 – 10 m <sup>2</sup>  | (3 m <sup>2</sup> )           |
| Means of escape (NIA per person)   | 6 m <sup>2</sup>           | 6 m <sup>2</sup>                         | 6 m <sup>2</sup> (Part B Building Regulations)<br>5 m <sup>2</sup> (BS 9999 – with discounted provision) |                               |
| Core elements (NIA per person)   | 12 m <sup>2</sup>          | 10 - 12 m <sup>2</sup>                   | 10 - 12.5 m <sup>2</sup>   |                               |
| On floor services (NIA per workspace)  | 10 m <sup>2</sup>          | 8 - 10 m <sup>2</sup>                    | 8 - 10 m <sup>2</sup>  |                               |
| <b>Plan efficiency</b>   |                            |  |  |                               |
| Low rise buildings (up to 9 floors)  | 80 - 85%                   | 80 - 85%                                 | 80-85%   |                               |
| Target wall to floor ratio   |                            |  | < 0.4  | new item                      |
| <b>Plan depth and ceiling height</b>   |                            |  |  |                               |
| <b>Deep plan:</b><br>Window to window or atrium<br>Window to core                            | 15 – 21m<br>6 – 12m        | 15 – 21m<br>6 – 12m                      | 15 – 21m<br>6 – 13.5m  | 1.5m                          |
| <b>Shallow plan:</b><br>Window to window or atrium<br>Window to core                         | 12 – 15m<br>6 – 7.5m       | 12 – 15m<br>6 – 7.5m                     | 12 – 15m<br>6 – 7.5m   |                               |
| <b>Floor to ceiling/clear height</b><br>New build:<br>New build deep plan:<br>Refurbishment: | 2.6 – 2.75m<br>2.6 – 2.75m | 2.6 – 2.75m<br>2.6 – 2.75m<br>2.45m min. | 2.6 – 2.8m<br>2.8 – 3.2m<br>2.45 – 2.8m  | 0.5m<br>0.2m - 0.45m<br>0.35m |
| <b>Grids</b>   |                            |  |  |                               |
| Planning grid  | 1.5 m x 1.5 m              | 1.5 m x 1.5 m                            | 1.5 m x 1.5 m  |                               |
| Column grid  | 7.5m, 9.0m and 12.0m       | 7.5m, 9.0m, 12.0m and 15.0m              | 9.0m, 10.5m, 12.0m and 15.0m   | > 9.0m                        |
| <b>Circulation</b>   |                            |  |  |                               |
| Percentage of primary circulation to NIA   | 15% to 22%                 | 15% to 22%                               | 15% to 22%   |                               |
| <b>Toilet provision</b>  |                            |  |  |                               |
| NIA per person (high density)  | 12.0 m <sup>2</sup>        | 10 m <sup>2</sup>                        | 10 m <sup>2</sup>  |                               |
| Male/ female ratio -<br>Conventional<br>Unisex   | 60% M / 60% F<br>100%      | 60% M / 60% F<br>100%                    | 60% M / 60% F<br>100% of population  |                               |
| Distance of travel to toilet   |                            |  | < 100m<br>< 40m wheelchair users   | new item                      |
| <b>Raised Floors</b>   |                            |  |  |                               |
| Typical floors - new build   | 150mm (overall)            | 150mm (overall)                          | 150mm (overall)  |                               |
| Typical floors - refurbishment   |                            | 100mm (overall min)                      | 100mm (overall min)  |                               |
| Trading floors   | 300 - 500mm (overall)      | 300 - 500mm (overall)                    | 300 - 500mm (overall)  |                               |

Anexo 4 – Comparativo Manuais do BCO 2009, 2014 e 2019

Fonte: BCO Guide Specification 2019.

|   | 2009                           | 2014                           | 2019  | Change            |
|---|--------------------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| <b>Cycling provision and showers</b>  |                                |                                |   |                   |
| Secure cycling spaces   | -                              | 1 cycle per 10 staff           | 1 cycle per 10 staff – with the ability to extend to 1.5 cycle spaces per                         | ability to extend |
| Shower facilities   |                                | 1 shower per 100 staff         | 1 shower per 100 staff – or per 10 cycle spaces.  |                   |
| Male / Female ratio   |                                | 60% male / 40% female          | 50% male / 50% female.  | (10%) / 10%       |
| Secure lockers  |                                | 1 locker per cycle space       | 1 locker per 10 staff – or per cycle space.   |                   |
| <b>Lifts</b>  |                                |                                |   |                   |
| <b>Performance requirements:</b>  |                                |                                |   |                   |
| Car loading   | 80% (60-70%)                   | 80%                            | 0.21 m <sup>2</sup> per person with a car loading factor of 80%                                   |                   |
| Waiting time  | < 25 seconds                   | < 25 seconds                   | < 25 seconds.<br>< 30 seconds where average time to destination is < 80 seconds.                  |                   |
| Handling capacity (up-peak)   | 15%                            | 12% (85/10/5)                  | 12% (85% up / 10% down / 5% inter-floor)  |                   |
| Waiting time (two way lunchtime)  |                                | < 40 seconds                   | < 40 seconds  |                   |
| Handling capacity (two-way lunchtime)   | 12%                            | 13% (45/45/10)                 | 12% (45% up / 45% down / 10% inter-floor)   |                   |
| NIA per person  | 12m <sup>2</sup>               | 10 -12m <sup>2</sup>           | 12.5m <sup>2</sup>  |                   |
| Depth of landing:<br>Single passenger<br>Passenger lift bank<br>Passenger lift group<br>Goods Lift  |                                |                                | > 1500mm<br>1.5 x car depth and >2100mm; Sum of facing car depth <4500mm; car depth               |                   |
| Time to destination   | < 90 seconds (up to 15 floors) | < 90 seconds (up to 15 floors) | < 90 seconds.<br>110 s is acceptable where the associated average waiting time is less than 25 s. |                   |
| <b>Goods passenger lifts:</b><br>Travel time from main goods access to highest floor:<br>Rated load |                                |                                | 50 – 60 seconds.<br>1600 – 3000 kg  |                   |

|  | 2009   | 2014   | 2019  | Change               |
|--|--|--|---|----------------------|
| <b>Structural Loading</b>  |  |  |   |                      |
| <b>Live:</b>   |  |  |   |                      |
| Ground floor and below ground office floors                        | 3.0 kN/m <sup>2</sup>  | 3.0 kN/m <sup>2</sup>  | 3.0 kN/m <sup>2</sup>   |                      |
| Above ground   | 2.5 kN/m <sup>2</sup>  | 2.5 kN/m <sup>2</sup>  | 2.5 kN/m <sup>2</sup>   |                      |
| High load areas (over approx 5% of floor area)                     | 7.5 kN/m <sup>2</sup>  | 7.5 kN/m <sup>2</sup>  | 7.5 kN/m <sup>2</sup>   |                      |
| <b>Dead:</b>   |  |  |   |                      |
| Partitions   | 0.5 - 1.2 kN/m <sup>2</sup>                                  | 0.5 - 1.2 kN/m <sup>2</sup>                                  | 0.5 - 1.2 kN/m <sup>2</sup>   |                      |
| Car parking  |  | 2.5 kN/m <sup>2</sup>  | 2.5 kN/m <sup>2</sup>   |                      |
| Loading bays   |  | 5.0 - 10.0 kN/m <sup>2</sup>                                 | 5.0 - 10.0 kN/m <sup>2</sup>  |                      |
| Plant room   |  | 7.5 kN/m <sup>2</sup>  | 7.5 kN/m <sup>2</sup>   |                      |
| Retail space   |  | 4.0 kN/m <sup>2</sup>  | 4.0 kN/m <sup>2</sup>   |                      |
| Cafes/restaurants/lounges  |  |  | 2.5 kN/m <sup>2</sup> to 4.0 kN/m <sup>2</sup><br>- depending on flexibility of use |                      |
| Balconies/terraces   |  |  | Same as rooms to which they give access but with a minimum of 4.0 kN/m <sup>2</sup> |                      |
| Floors, ceilings and services equipment                            | 0.85 kN/m <sup>2</sup>                                       | 0.85 kN/m <sup>2</sup>                                       | 0.85 kN/m <sup>2</sup>  |                      |
| <b>Floor vibration</b>   |  |  |   |                      |
| General office response factor                                     |  |  | 6 - 8   |                      |
| Dealing floor response factor                                      |  |  | 4   |                      |
| <b>Small Power</b>   |  |  |   |                      |
| On floor distribution (based on 1 workspace per 10m <sup>2</sup> ) | 25W/m <sup>2</sup>   | 20 - 25W/m <sup>2</sup>                                      | 20 - 23W/m <sup>2</sup>   | (2W/m <sup>2</sup> ) |
| Diversified load (over 1000m <sup>2</sup> )                        | 15W/m <sup>2</sup>   | 13 - 15W/m <sup>2</sup>                                      | 13 - 15W/m <sup>2</sup>   |                      |
| <b>Lighting</b>  |  |  |   |                      |
| Daylighting (target)   | 2% average, 0.8% min   | 2% - 5%  | 2% - 5%   |                      |
| Average maintained illuminance                                     |  |  |   |                      |
| VDU use  | 300 - 500 lux  | 300 - 500 lux  | 300 - 500 lux   |                      |
| Task uniformity  | > 0.7  | > 0.4  | > 0.6   |                      |
| Unified glare rating (UGR)   | 19   | 19   | 19  |                      |
| Electrical load allowance  | 12 W/m <sup>2</sup> (incl task lighting and Cat B allowance) | 10 W/m <sup>2</sup> (incl task lighting and Cat B allowance) | 8 W/m <sup>2</sup> for Cat A & B (assuming daylight dimming)                        | (2W/m <sup>2</sup> ) |
| Lighting energy use  | 15-30 kWh/m <sup>2</sup> /yr                                 | -  | 8 - 18 kWh/m <sup>2</sup> /year   |                      |

|   | 2009   | 2014   | 2019   | Change |
|---|--|--|--|--------|
| <b>Comfort</b>                                |  |  |  |        |
| Airtightness                                  | Not more than 3.5m <sup>3</sup> /hr/m <sup>2</sup> for building at 50pa                                      | Not more than 3.5m <sup>3</sup> /hr/m <sup>2</sup> for building at 50pa                                      | Not more than 3.5m <sup>3</sup> /hr/m <sup>2</sup> for building at 50pa                                      |        |
| Airtightness - naturally ventilated buildings |  | Not more than 7m <sup>3</sup> /hr/m <sup>2</sup> for building at 50pa  | 7 m <sup>3</sup> /hr/m <sup>2</sup> for naturally ventilated buildings – at 50pa                             |        |
| Outdoor air                                   | 12 - 16l/s per person  | 12 - 16l/s per person  | Minimum of 12 l per person + 10% spare. 1.6 to 1.8 l per m <sup>2</sup> for a range of solutions.            |        |
| Occupancy                                     | 1 workspace per 10m <sup>2</sup>   | 1 workspace per 10m <sup>2</sup>   | 1 workspace per 10m <sup>2</sup>   |        |
| <b>Air conditioned space:</b>                 |  |  |  |        |
| Summer  | 24°C ± 2°C   | 24°C ± 2°C   | 24°C ± 2°C   |        |
| Winter  | 20°C ± 2°C   | 20°C ± 2°C   | 20°C ± 2°C   |        |
| <b>Mixed Mode/natural vent:</b>               |  |  |  |        |
| Summer  | Not to exceed 25°C for more than 5% of occupied hours. Not to exceed 28°C for more than 1% of occupied hours | Not to exceed 25°C for more than 5% of occupied hours. Not to exceed 28°C for more than 1% of occupied hours | Not to exceed 25°C for more than 5% of occupied hours. Not to exceed 28°C for more than 1% of occupied hours |        |
| Winter  | 20°C ± 2°C   | 20°C ± 2°C   | 20°C +/- 2°C   |        |
| <b>Public Health</b>                          |  |  |  |        |
| Water storage                                 |  | 15 l/per person per day – based on effective density. + 5 l/per person per day where a kitchen is expected.  | 15 l/per person per day – based on effective density. + 5 l/per person per day where a kitchen is expected.  |        |
| <b>Noise Criteria</b>                         |  |  |  |        |
| <b>External noise intrusion:</b>              |  |  |  |        |
| Open plan                                     | NR40 (Leq)   | NR40 (Leq)   | NR40 (Leq)   |        |
| Speculative                                   | NR38 (Leq)   | NR38 (Leq)   | NR38 (Leq)   |        |
| Cellular offices                              | NR35 (Leq)   | NR35 (Leq)   | NR35 (Leq)   |        |
| <b>Building Services:</b>                     |  |  |  |        |
| Open plan                                     | NR40 (Leq)   | NR40 (Leq)   | NR40 (Leq)   |        |
| Speculative                                   | NR38 (Leq)   | NR38 (Leq)   | NR38 (Leq)   |        |
| Cellular offices                              | NR35 (Leq)   | NR35 (Leq)   | NR35 (Leq)   |        |
| <b>Sustainability</b>                         |  |  |  |        |
| BREEAM rating for new and refurbished offices | Minimum: 'Very Good'. Best Practice: 'Excellent'   | Minimum: 'Excellent' or 'Very Good'. Best Practice: 'Outstanding'  | Excellent (minimum Very Good)  |        |



**Estates  
Division**

**Welcome to Centre Building**

## **KNOW YOUR BUILDING – GENERAL FEATURES**



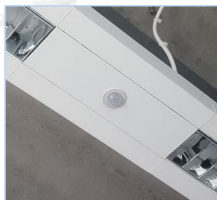
### **Smoke detection**

**These sensors are linked to the fire alarm system and alert building users if evacuation is necessary.**



### **Sprinkler head**

**Building sprinkler system responds to alerts of possible fire. Do not interfere with these as doing so will cause activation.**



### **Presence sensors (control lighting)**

**These sensors will detect movement and adjust area lighting accordingly.**



**To report a fault please call 020 7955 7956 or email: [estates-help-desk@lse.ac.uk](mailto:estates-help-desk@lse.ac.uk)**



**KNOW YOUR BUILDING – TEACHING FLOORS**



**Ventilation grilles**

**Fresh air is supplied through these grilles.**



**Acoustic clouds**

**These help to control noise levels (or sound reverberation).**



**Water fountain and bottle filler**

**Drinking water is available on teaching floors.  
We encourage building users to make use of  
the water fountains.**

**Located outside: B1.15, G.08, 1.17, 2.13**



**Floor boxes**

**These are strategically placed around the  
building. They offer access to underfloor  
services and are for Estates FM  
maintenance use only. Not for student use.**

**To report a fault please call 020 7955 7956 or email: [estates-help-desk@lse.ac.uk](mailto:estates-help-desk@lse.ac.uk)**



## **KNOW YOUR BUILDING – TEMPERATURE AND LIGHTING**

### **Natural ventilation control**

When you first enter the office the top window panel, if open, will automatically close. To open the top window for ventilation press and hold the green button on the room controller for 5 seconds, a short press will stop the window mid-point.

Press and hold the black button to close the window, a short press will stop the window mid-point.



### **Heating control**

Press the red button once, twice or three times to increase temperature in 1°C increments up to a maximum of 3°C above a setpoint.

Press the blue button to reduce temperature in the same manner down to a maximum of 3°C below a setpoint.

### **Lighting control**

1 = 100%  
2 = 75%  
3 = 50%  
4 = 100%  
0 = off



Arrows allow manual adjustment of the lighting levels.

To report a fault please call 020 7955 7956 or email: [estates-help-desk@lse.ac.uk](mailto:estates-help-desk@lse.ac.uk)



**Estates  
Division**

**Welcome to Centre Building**

## **KNOW YOUR BUILDING – SECURITY**



### **Maxxess lock**

**Swipe your LSE card to access/egress the building outside the core business hours. Access levels vary for different members of LSE.**



### **Office Salto lock**

**Office locks are programmed to 'locked' status. Hold your Salto fob against the reader located above the handle to release the lock.**



### **Accessible toilet alert system**

**This is managed by Security. Please call Security on 020 7955 6200 if you notice a prolonged activation.**

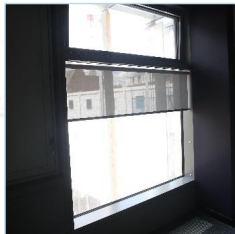
**To report a fault please call 020 7955 7956 or email: [estates-help-desk@lse.ac.uk](mailto:estates-help-desk@lse.ac.uk)**



**Estates  
Division**

**Welcome to Centre Building**

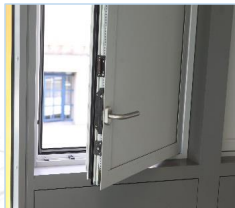
## **KNOW YOUR BUILDING – WINDOWS & BLINDS**



### **Window Blinds**

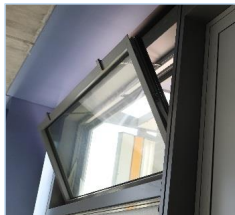
**To close: pull the blind down and hook both sides into the brackets at your preferred height.**

**To open: pull the blind down gently and guide the blind back into the roller.**



### **Manually operated window panel**

**These windows can be opened and closed manually by turning the handle.**



### **Automatic window panel**

**These open and close automatically and respond to internal temperature sensor. See ventilation/heating panel for further information on how to manually control.**

**To report a fault please call 020 7955 7956 or email: [estates-help-desk@lse.ac.uk](mailto:estates-help-desk@lse.ac.uk)**



**KNOW YOUR BUILDING – GENERAL FEATURES**



**Pin board**

The grey surface is your pin board. The blue panel is acoustic baffle (helps absorb sound). It should not be used as a pin board.



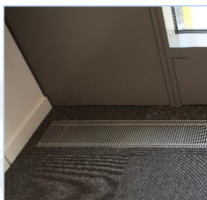
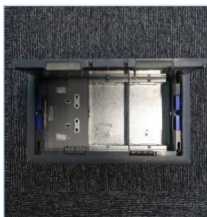
**Zip tap**

Designed to provide boiling water for hot drinks. The tap requires combined thumb/finger operation.



**Floor boxes**

These are strategically placed around the building. They offer access to power services.



**Floor grilles**

Office heating is supplied through these grilles. Do not cover the grilles as it will disturb the supply to your office.

To report a fault please call 020 7955 7956 or email: [estates-help-desk@lse.ac.uk](mailto:estates-help-desk@lse.ac.uk)



