SÉRGIO FERNANDO DOMINGUES

Indicadores de produtividade aplicados na concepção do produto imobiliário

São Paulo
2019

SÉRGIO FERNANDO DOMINGUES

Indicadores de produtividade aplicados na concepção do produto imobiliário

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

São Paulo
2019

SÉRGIO FERNANDO DOMINGUES

Indicadores de produtividade aplicados na concepção do produto imobiliário

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

São Paulo
2019

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.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catalogação-na-publicação

, Sergio Fernando Domingues
Indicadores de produtividade aplicados na concepção do produto imobiliário / S. F. D. -- versão corr. -- São Paulo, 2019.
133 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Construção Civil I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Aos meus queridos e amados pais, Sara Libania dos S. Domingues (*in memoriam*)
e Fernando Domingues. À minha esposa e companheira, Liliane,
e aos meus filhos, Thiago e Thamires Domingues.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a DEUS e ao NOSSO SENHOR JESUS CRISTO por tornarem possível a concretização de mais esta benção na minha vida. À NOSSA SENHORA APARECIDA, pela sua intercessão em mais uma GRAÇA alcançada.

Sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, pelo acompanhamento, dedicação e condução desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Silvio Burratino Melhado e ao Prof. Dr. Flavio Leal Maranhão, por aceitarem fazer parte da minha banca de avaliação e pelas críticas construtivas que, certamente, contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ércio Thomaz e a Prof.ª Dr.ª Sheyla Serra, por aceitarem fazer parte da minha banca de defesa e pelas contribuições que ajudaram para a melhoria deste trabalho e a consolidação na versão final.

Aos engenheiros Leandro Francischetti, Alex Takashi e Rodrigo Yamamura, pelas informações prestadas e pela grande colaboração.

À engenheira Vanessa de Moraes Moreira e Silva, por todo empenho, esforço, atenção, dedicação, incentivo e motivação nesta minha busca de conhecimento e aprimoramento profissional, com a divulgação de informações que contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

À Tarjab incorporadora e construtora, empresa à qual pertenço e me dedico com imensa satisfação, profunda gratidão por toda minha formação profissional, em especial, pela conclusão dos estudos deste Mestrado. Ao seu fundador e meu tio José Ross Tarifa, pelos ensinamentos e valores que me tornaram um ser humano melhor; à Daniele Esteves Ross Golino, prima e presidente do Conselho de Administração e Sócios, pela constante ajuda e confiança durante minha trajetória profissional e pessoal, fazendo com que minha admiração e respeito aumentem cada vez mais; ao engenheiro, Carlos Alberto de Moraes Borges, pelo apoio recebido; à competente equipe de profissionais, especialmente aqueles ligados à minha diretoria técnica, pelo constante incentivo.

Honroso agradecimento ao meu pai, Fernando Domingues, pelos conselhos, pela incansável escuta ativa, pelo amor, carinho e confiança presentes em toda minha vida.

À minha querida irmã Jane Fátima Aparecida Domingues Gabriel e sua família, da qual fazem parte seu marido Horácio Ferreira Gabriel e seus filhos Bruna Domingues Gabriel e Henrique Domingues Gabriel, pela ajuda e pelo apoio em todos os meus projetos de vida, e pelo carinho e amor de nosso grupo familiar.

Muito obrigado a todos e a tudo!

E tudo que pedirdes em oração, crede que recebestes e recebereis.

Eu sou a Ressurreição e a Vida.

Quem crê em mim, ainda que morra, viverá, e todo o que vive e crê em mim jamais morrerá.

Crés nisto?

Jesus Cristo

RESUMO

A construção é uma atividade que exige grande volume de mão de obra e de materiais, fato este que provoca uma constante necessidade de eficiência e de eficácia na incorporação imobiliária. O desenvolvimento de parâmetros técnicos para a melhoria da produtividade na produção de edifícios na fase de concepção do produto imobiliário tem papel fundamental para alcançar esse objetivo. Esta dissertação apresenta indicadores de produtividade de arquitetura e de estrutura que atuam como balizadores técnicos, com a função de matematizar as decisões de projeto, a fim de subsidiar a tomada de decisão na fase de concepção do produto imobiliário. A pesquisa foi realizada em uma empresa incorporadora e construtora seguindo a metodologia de Pesquisa-ação. Como resultado, obteve-se uma proposta do processo de aplicação de indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura ao longo do desenvolvimento do produto imobiliário.

Palavras-chave: Indicadores. Produtividade. Construtora. Incorporadora.

ABSTRACT

Construction is an activity that requires a large amount of labor and materials; such an environment demands a constant need for efficiency and effectiveness in real estate development. The development of technical parameters for improvement of productivity in the production of buildings in the real estate product design phase plays a key role in achieving this goal. This dissertation presents indicators of productivity of architecture and structure that serve as technical guides, with the function of mathematizing the project discussions, in order to subsidize the decision making in the phase of incorporation. The research was carried out in a incorporation and construction company, following the methodology of Research-action. As a result of this work, it provides a proposal of a process allowing the application of architectural and structural productivity indicators along of the development of the real estate product.

Keywords: Productivity Indicators. Real Estate Development.Building Design.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
ASTM	American Society for Testing Materials
BIM	Building Information Modeling
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
E&C	Engenharia & Construção
ECA	Estrutura de Concreto Armado
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PMBoK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo
VUP	Vida Útil do Projeto

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O momento de aplicação dos estudos x custo e esforço de implantação 18
Figura 2 – Fluxo genérico do conceito de produtividade 28
Figura 3 – Modelo Triplo P de diferenças de terminologia na produtividade 31
Figura 4 – Modelo de incorporação para aquisição de terreno 32
Figura 5 – Modelo de aquisição de terreno 33
Figura 6 – Inserção de composições unitárias dos métodos construtivos 34
Figura 7 – Elaboração dos projetos de produtividade 35
Figura 8 – Modelo de aquisição de terreno 36
Figura 9 – Modelo de aquisição de terreno (construção) 37
Figura 10 – Modelo de aquisição de terreno com projeto 37
Figura 11 – Modelo de aquisição de terreno (análise financeira) 38
Figura 12 – Modelo de aquisição de terreno (final completo) 39
Figura 13 – Fluxo de interferências possíveis da produtividade para o desenvolvimento do produto imobiliário 42
Figura 14 – Mapa Estratégico de empresa incorporadora e construtora 49
Figura 15 – Interface processo de projeto na fase de concepção do produto imobiliário na empresa objeto da pesquisa-ação 51
Figura 16 – Cronograma de acompanhamento de empreendimento 53
Figura 17 – Processo linear de Projeto com inserção do conceito de Produtividade em duas etapas 54
Figura 18 – Fluxograma adaptado do processo de produção, com ênfase no processo do projeto 58
Figura 19 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Índicador de Compacidade (C) 71
Figura 20 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Densidade de Parede (Dp) 72
Figura 21 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Área Total Privativa Ocupada pela Área de Circulação (Iac) 73
Figura 22 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Indicador de Aproveitamento do Lote (Ial) 74

Figura 23 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Área Privativa na Área Global do Edifício (Iapr) 75
Figura 24 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Área Unitária da Garagem (Iag) 76
Figura 25 – Planta de implantação de empreendimento residencial 78
Figura 26 – Fluxograma do processo de análise de produtividade e construtibilidade da ECA na fase de concepção produto imobiliário 79
Figura 27 – Análise de banco de dados históricos da empresa incorporadora e construtora – IE1 86
Figura 28 -Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – IE2 87
Figura 29 - Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – IE3 89
Figura 30 - Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – IE4 91
Figura 31 –Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora - IE5 92
Figura 32– Ficha técnica do produto imobiliário 95
Figura 33 – Planta pavimento tipo – Área do pavimento tipo sem terraço 96
Figura 34 – Planta pavimento tipo – Perímetro do pavimento tipo com terraço 97
Figura 35 – Planta pavimento tipo – Área de projeção das paredes externas e internas sem terraço 97
Figura 36 – Planta pavimento tipo – Área do pavimento tipo com terraço 98
Figura 37 – Planta pavimento tipo – Área de circulação vertical 98
Figura 38 – Parâmetros de entrada para indicadores de produtividade da arquitetura 99
Figura 39 – Avaliação de indicadores de produtividade da arquitetura 100
Figura 40 – Planta estrutura tipo (Opção 1) 101
Figura 41 – Planilha de levantamento da estrutura tipo (Opção 1) 101
Figura 42 – Planilha de indicadores de produtividade da estrutura tipo (Opção 1) . 102
Figura 43 – Planta estrutura tipo (Opção 2) 103
Figura 44 – Planilha de construtibilidade da estrutura tipo (Opção 2) 103
Figura 45 – Planilha de indicadores de produtividade da estrutura tipo (Opção 2) . 104

Figura 46 – Planta estrutura tipo (Opção 3) 105
Figura 47 – Planilha de construtibilidade da estrutura tipo (Opção 3) 105
Figura 48 – Planilha de indicadores de produtividade da estrutura tipo (Opção 3) . 106
Figura 49 – Comparativo de estrutura (IE1 – Área de fôrma / Volume de concreto) 108
Figura 50 – Comparativo de estrutura (IE2 – Área de Fôrma / Área de Projeção da Laje) 109
Figura 51 – Comparativo de estrutura (IE 3 – Densidade de Pilares) 109
Figura 52 – Comparativo de estrutura (IE4 – Densidade de Vigas) 110
Figura 53 – Comparativo de estrutura (IE 5 – Incidência de Bordas de Lajes) 110
Figura 54 – Produtividade em Hh/m² de fôrma na ECA 112
Figura 55 – Resultados de custos ECA..... 113
Figura 56 – Correlação da área de produtividade com outros departamentos da empresa 116
Figura 57 – Tripé da área técnica da incorporadora e construtora..... 118
Figura 58 – Pentágono da área técnica da incorporadora e construtora..... 119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Técnicas de pesquisa.....23
Tabela 2 – Desperdício estimado, expresso em percentagem do custo da obra.....48
Tabela 3 – Roteiro para cálculo de C – Índice de Compacidade.....62
Tabela 4 – Critérios para avaliação do C – Índice de Compacidade.....62
Tabela 5 – Roteiro para cálculo Dp – Densidade de Parede 63
Tabela 6 – Critérios para avaliação do Dp – Densidade de Parede.....63
Tabela 7 – Roteiro para cálculo Iac – Porcentagem de Área Real Total do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação.....65
Tabela 8 – Critérios para avaliação do Iac – Área Real Total do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação 65
Tabela 9 – Roteiro para cálculo de Iapr – Porcentagem da Área Privada na Área Global do Edifício 66
Tabela 10 – Critérios para avaliação do Iapr – Porcentagem da Área Privada na Área Global do Edifício 66
Tabela 11 – Roteiro para cálculo Ial – Indicador de Aproveitamento do Lote 67
Tabela 12 – Critérios para avaliação do AI – Aproveitamento do Lote.....67
Tabela 13 – Roteiro para cálculo Iag – Aproveitamento da Área Unitária de Garagem em relação a área total dos subsolos.....68
Tabela 14 – Critérios para avaliação do Iag – Aproveitamento da Área Unitária de Garagem 68
Tabela 15 – Critérios para avaliação do indicador de Compacidade (C) na incorporadora e construtora 71
Tabela 16 – Critérios para avaliação do indicador de Densidade de Parede (Dp) na incorporadora e construtora 72
Tabela 17 – Critérios para avaliação do indicador da Área Total do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação (Iac) na incorporadora e construtora 73
Tabela 18 – Critérios para avaliação do Ial – Indicador de Aproveitamento do Lote (Ial) na incorporadora e construtora 74
Tabela 19 – Critérios para avaliação do Iapr – Área Privativa na Área Global do Edifício (Iapr) na incorporadora e construtora 75

Tabela 20 – Critérios para avaliação do Iag – Área Unitária da Garagem (Iag) na empresa incorporadora e construtora 76
Tabela 21 – Planilha de levantamento quantitativo de peças estruturais em uma ECA 82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 17

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO 17

1.1.1. A Produtividade entendida no contexto global do setor da Construção Civil 17

1.2. OBJETIVOS 19

1.3. JUSTIFICATIVA 20

1.4. METODOLOGIA 22

1.4.1. Caracterização da Pesquisa-ação 24

1.5. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DESTA DISSERTAÇÃO 26

2. CONCEITO DE PRODUTIVIDADE 28

2.1. CONCEITO DE PRODUTIVIDADE APLICADO NESTA DISSERTAÇÃO 28

2.2. GESTÃO DA PRODUTIVIDADE 32

2.2.1. Beneficios na utilização da Gestão por produtividade 32

2.2.2. Gestão da Produtividade por meio de indicadores 40

2.2.3. O desafio de levar a discussão sobre produtividade para a fase inicial de concepção do produto imobiliário 42

3. CONCEPÇÃO E IMPLANTAÇÃO DOS INDICADORES DE PRODUTIVIDADE 44

3.1. PROCESSO DE CONCEPÇÃO DO PRODUTO IMOBILIÁRIO 44

3.1.1. Indicadores de Produtividade de Arquitetura 59

3.1.2. Metodologia para escolha dos indicadores de produtividade de arquitetura e para obtenção dos valores de referência de cada indicador 69

3.1.3. Indicadores de Produtividade de Estrutura 77

4. RESULTADOS OBTIDOS 94

4.1. APLICAÇÃO DE CONCEITOS EM UM PRODUTO IMOBILIÁRIO DA EMPRESA INCORPORADORA E CONSTRUTORA 94

4.1.1. Indicadores de Produtividade de Arquitetura 96

4.1.2. Indicadores de Produtividade de Estrutura 100

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 107

REFERÊNCIAS 121

APÊNDICE A 124

APÊNDICE B 125

APÊNDICE C **126**
APÊNDICE D **127**
APÊNDICE E **128**
APÊNDICE F **129**
ÍNDICE **130**

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1.1. A Produtividade entendida no contexto global do setor da Construção Civil

A produtividade nesta dissertação deve ser entendida como ferramenta para o aproveitamento de recursos, além de se configurar como mais uma possibilidade de inferência de critérios e diretrizes para o desenvolvimento do empreendimento.

O projeto de um empreendimento abrange uma composição de elementos que, ao longo do seu desenvolvimento, interagem entre si e demandam uma tomada de decisão com relação ao melhor posicionamento frente ao produto e às necessidades do usuário.

Cotidianamente, as incorporadoras e construtoras precisam avaliar a viabilidade do empreendimento, compatibilizando o custo com o cenário de mercado. Assim, a produtividade vem agregar ferramentas para o alcance da viabilidade esperada, sem prejuízo da qualidade, por meio do estudo do produto imobiliário concebido com o viés técnico, minimizando subjetividades.

A produtividade é importante para perseguir, de forma sistêmica, o custo do produto imobiliário, sem prejudicar a qualidade que a incorporadora e a construtora têm como objetivo pré-estabelecido para o padrão de determinado empreendimento.

O complexo contexto do desenvolvimento da concepção de um empreendimento imobiliário motiva o estudo tanto do processo do projeto, quanto da execução dos empreendimentos, com foco voltado para a produtividade.

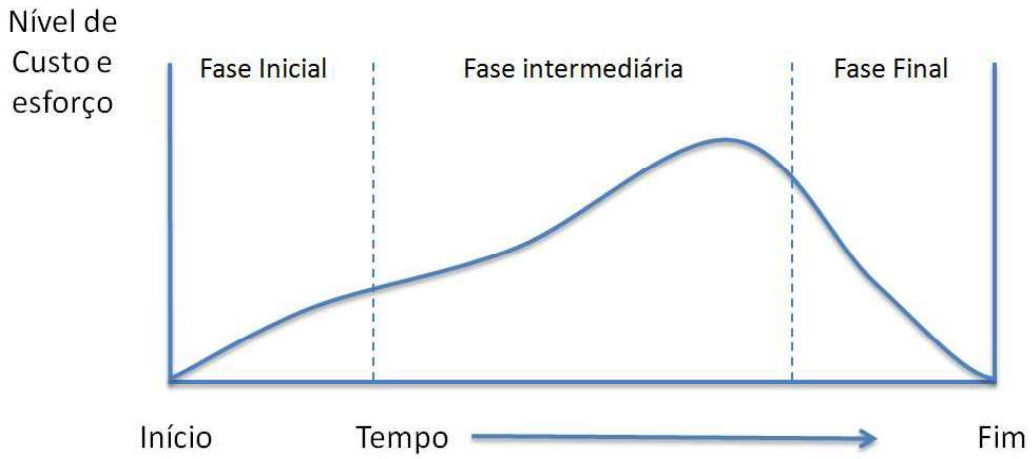
Entende-se como produtividade o conceito utilizado por Souza (2001) que se refere à eficiência na transformação de recursos materiais, humanos, energéticos, financeiros e temporais no empreendimento entregue. As avaliações desses conceitos são importantes para o processo de elaboração dos projetos desenvolvidos pelas incorporadoras e construtoras, a fim de evitar desperdícios e focar na eficiência, no uso dos materiais e na execução dos serviços.

Diante da relação intrínseca existente entre o processo de projeto, a construção e a sustentabilidade, o estudo do processo de projeto, suas etapas e seu desenvolvimento são de fundamental importância.

Atingir as melhores soluções requer organização e participação do gestor do processo de projeto; deve haver espaço suficiente para o desenvolvimento da criatividade dos atores envolvidos no processo de projeto, além de adequada documentação.

De acordo com a Figura 1, quanto mais tarde o trabalho de estudo e de aplicação dos conceitos de produtividade for realizado (linha de tendência azul), maiores serão os custos envolvidos com as ações visando a melhoria da eficiência.

Figura 1 – O momento de aplicação dos estudos x custo e esforço de implantação



Fonte: PMBoK (2008), adaptada pelo autor (2019)

Com o cenário de um produto imobiliário já definido, observam-se condições que prejudicam a otimização dos custos e da produtividade, gerando maior dificuldade de ajuste em outra fase do processo do projeto, diferentemente de um produto já pensado, bem estudado e desenvolvido nos moldes considerados ideais, ou seja, desde a sua concepção até o início da execução e operação do empreendimento imobiliário.

A definição da responsabilidade dos envolvidos no processo de um produto imobiliário deixam claras as obrigações de cada um, com o intuito de alcançar o sucesso na aplicação da metodologia que será apresentada, com a utilização de indicadores de produtividade, aplicados na concepção do produto imobiliário.

Por meio das contribuições da mecanização, das tecnologias inovadoras e das novas técnicas de construção, a indústria possui grande potencial para melhorar a produtividade e a eficiência de um produto. Considere-se, ainda, o rápido surgimento da realidade aumentada, drones, escaneamento e impressão 3D (prototipagem), *Building Information Modeling* (BIM), equipamentos autônomos e materiais de construção avançados – todos eles estão impactando o mercado do setor da construção civil (*WORLD* Economic Forum, 2016); todo esse potencial possibilita o desenvolvimento de conceitos de produtividade aplicados na concepção de um produto imobiliário.

O presente trabalho apresentará indicadores de produtividade para subsidiar a tomada de decisão na fase de concepção do produto imobiliário com parâmetros técnicos na definição do produto. Fomenta-se aqui a busca pela melhoria na qualidade do projeto e da produção, com viés na redução de custo, a fim de matematizar as decisões de projeto que possam cumprir com a função proposta.

Os indicadores de produtividade serão definidos, nesta dissertação, pelas disciplinas de projeto de arquitetura e estrutura; estas disciplinas foram escolhidas pela sua grande relevância para a etapa estudada, qual seja, a concepção do produto imobiliário.

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo propor a implantação de conceitos e indicadores de produtividade em uma empresa incorporadora e construtora, visando à eficácia aplicada nas demandas de concepção de produto imobiliário.

Trata-se do aprimoramento do processo de projeto para subsidiar a melhoria do atendimento das necessidades dos clientes, agregando a produtividade na concepção inicial do produto imobiliário.

Os indicadores de produtividade influenciam os possíveis partidos estruturais e arquitetônicos do projeto, balizando a tomada de decisão por meio de critérios que norteiam o custo e a produtividade de determinada escolha.

O foco da pesquisa está voltado para a busca da otimização dos custos envolvidos, no produto imobiliário, inserindo, da melhor forma possível, os conceitos de produtividade em desenvolvimento na incorporadora e construtora, tentando, assim, sugerir uma sistematização de aplicação desses conceitos dentro da empresa incorporadora e construtora estudada.

A determinação de indicadores de produtividade constitui-se em uma entrega importante desta pesquisa para atingir seu objetivo de aplicabilidade na concepção do produto imobiliário.

1.3. JUSTIFICATIVA

O estudo desta dissertação surge da necessidade verificada pelo autor de encontrar meios para tornar o processo de desenvolvimento do produto imobiliário e, a sua respectiva eficácia na produção, buscando a redução de custos sem perder a qualidade percebida pelo usuário final, em um cenário:

- ✓ de escassez de mão de obra qualificada;
- ✓ de maior exigência do cliente;
- ✓ de necessidade de atendimento das normas técnicas brasileiras e legislação;
- ✓ de necessidade de promover a construção econômica e ambientalmente sustentável.

A presente pesquisa mostra-se compatível com a necessidade de mudança da maneira tradicional do desenvolvimento do produto imobiliário, com a justificativa de redução de custos e aumento da produtividade sem que haja perda da qualidade, que é percebida pelo cliente como um diferencial competitivo.

A análise da gestão do processo do produto imobiliário justifica-se pela geração de projetos mais eficientes e, consequentemente, mais produtivos; portanto, mais sustentáveis. Por essa razão, o tema proposto está adequado aos estudos afetos ao Construinova – Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil.

O processo de gestão do produto imobiliário dentro da empresa incorporadora e construtora pesquisada apresenta a grande interdependência entre as várias áreas departamentais de sua estrutura organizacional, mostrando com clareza a interface existente entre elas.

Para atingir o objetivo de integração entre os departamentos da empresa incorporadora e construtora e buscar um efetivo compartilhamento das informações com aspecto sistêmico, espera-se responsabilidade na entrega das atividades, que são o *core* de cada departamento envolvido, de modo a disciplinar e criar uma consciência de cumprimento das obrigações de cada um, pois todo e qualquer processo e procedimento de produção deve ser, obrigatoriamente, analisado dentro da visão sistêmica de integração entre todos os métodos construtivos que estão ou serão planejados em uma construção, ou seja, não há possibilidade de generalização de uma construção por intermédio de processos e procedimentos da produção sem que estes sejam avaliados e analisados sob a ótica da interação, da personificação de cada empreendimento imobiliário, que lhe é uma atribuição peculiar e inigualável.

Avançando para um entendimento crescente da aplicação dos indicadores de produtividade na concepção do produto imobiliário, discorre-se sobre uma consequência imediata do domínio integrado dos processos e procedimentos de execução ora padronizados, de acordo com a cultura empresarial de determinada organização, para um desempenho sinérgico atrelado à visão sistêmica, acrescida da personificação de cada empreendimento que já lhe é próprio, por fundamento, de ser único.

A tradução dessa evolução, também caracterizada como sendo uma inovação, é a criação de uma ferramenta de gestão operacional que contribua, preliminarmente, para a melhoria dos resultados na produção diretamente percebida, mas que não é o benefício central auferido por esta dissertação; a retroalimentação dos indicadores de produtividade inseridos na gestão da concepção do produto imobiliário por meio de matematizar a tomada de decisão do projeto; que se transformarão em diretrizes para influenciar positivamente o desenvolvimento de um produto imobiliário.

Ante o exposto, a viabilidade desta pesquisa pode ser justificada, adicionalmente, com base na necessidade da empresa incorporadora e construtora estudada e na relevância do tema para empresas do setor da construção civil.

1.4. METODOLOGIA

Para o estudo e a observação da ciência, é necessário que uma direção seja traçada, a fim de alcançar uma meta. Nesse caso, o método auxiliará o autor a atingir o objetivo proposto.

> Método é definido como o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros –, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista. (Lakatos e Marconi, 2003)

A esta dissertação aplica-se o método indutivo, em que, por meio de observações de casos concretos, busca-se a generalização e a reaplicação dos resultados obtidos anteriormente.

A estratégia de pesquisa refere-se aos estudos de casos múltiplos. De acordo com Yin (2001):

> [...] a investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

Por essa razão, na primeira etapa desta pesquisa, volta-se para o estudo bibliográfico, criando o embasamento teórico necessário para a correta avaliação dos dados e melhor aproveitamento do estudo. A pesquisa bibliográfica aplicada ao tema auxilia no levantamento dos dados indispensáveis à análise quantitativa, evitando determinados erros, e representa uma fonte primordial de informações, podendo, inclusive, orientar os questionamentos relacionados ao tema (Lakatos e Marconi, 2003).

O método estatístico foi utilizado na análise dos dados históricos levantados. Lakatos e Marconi (2003) entendem que a estatística pode ser considerada mais do

que apenas um meio de descrição racional; é, também, um método de experimentação e prova, pois é método de análise.

A coleta de dados envolveu a utilização de algumas ferramentas que, segundo os autores, estão presentes em duas grandes divisões: documentação indireta, que abrange a pesquisa documental e bibliográfica, e a documentação direta. Para o desenvolvimento desta pesquisa, o autor utilizou as técnicas de coleta de dados descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Técnicas de pesquisa

Técnicas aplicadas nesta pesquisa	
Observação indireta	Pesquisa documental
	Pesquisa bibliográfica
Observação direta intensiva	Observação
	Entrevista
Observação direta extensiva	Questionário
	Medidas de opinião e de atitudes
	Testes
	Análise de conteúdo
	Pesquisa de mercado

Fonte: Lakatos e Marconi (2003), adaptada pelo autor (2019)

Para a pesquisa documental, o autor deste trabalho fez uso de todo material escrito primário, que pode ser obtido na própria empresa incorporadora e construtora estudada, já que dados históricos foram guardados e acessados posteriormente, como por exemplo, dados de projetos e de produtividade da produção. Todo esse material serviu de insumo para o desenvolvimento desta dissertação e será apresentado ao longo deste trabalho.

Por envolver aspectos relacionados à criatividade do ser humano e estudar a gestão do processo de projeto ou como ele se organiza, trata-se de um estudo social (Yin, 2010); dessa forma, devem ser utilizados métodos de pesquisa distintos daqueles praticados nas ciências puras e aplicadas.

A metodologia adotada nesta pesquisa envolve duas etapas:

a) revisão bibliográfica: as referências bibliográficas relacionadas ao tema abrangem, principalmente, a pesquisa sobre o conceito de produtividade, sua forma de medição e de aplicação na concepção do produto imobiliário, com o intuito de buscar meios para subsidiar o estudo desta dissertação realizada. O presente trabalho pretende envolver a síntese e a análise crítica do assunto em questão, originando o estudo dos aspectos desenvolvidos pela empresa incorporadora e construtora e buscando, ao fim, apresentar diretrizes com os resultados encontrados.

b) pesquisa-ação: a segunda etapa da pesquisa contempla a pesquisa-ação. Tripp (2005) exalta que a pesquisa-ação é uma mescla entre a prática rotineira e a pesquisa científica, que utiliza "pesquisas consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática". Para Engel (2000), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa participante engajada, não reativa e objetiva, em que se observa a união entre a teoria e a prática. O autor ainda enfatiza que essa abordagem é aplicável para situações em que o pesquisador já desenvolve a prática, mas almeja melhorar a sua compreensão.

A presente dissertação tem como característica a participação ativa, bem como a respectiva experiência do autor (pesquisador) na denominada prática rotineira na qual está inserido no mercado da construção civil. Por meio da pesquisa cientifica, objetiva-se melhorar a prática dominante no ambiente da empresa incorporadora e construtora estudada, com ações acompanhadas dos resultados (análises quantitativas e qualitativas).

1.4.1. Caracterização da Pesquisa-ação

A busca de dados envolveu exemplos práticos e reais específicos da construção civil na incorporadora e construtora pesquisada. Utilizou-se a revisão bibliográfica de produtividade para aplicação contínua deste conceito, como uma proposta de intervenção na concepção do produto imobiliário.

As informações obtidas na empresa incorporadora e construtora estudada foram consolidadas levando em consideração a análise crítica de cada exemplo prático estudado, em particular, buscando um maior aprofundamento na gestão da concepção do produto imobiliário.

A pesquisa-ação, realizada na empresa incorporadora e construtora Tarjab[1], contou com as seguintes etapas:

1. Entrevistas com gestores da empresa;
2. Planos de ação para implantação;
3. Indicadores de produtividade encontrados;
4. Relatórios de desenvolvimento dos projetos;
5. Custos associados à implantação;
6. Relatórios de resultados encontrados.

Dentro do modelo de aplicação de produtividade proposto, observam-se alguns pontos importantes a serem avaliados:

- ✓ Prospecção de terrenos para incorporação imobiliária;
- ✓ Viabilidade econômica do produto imobiliário;
- ✓ Produto imobiliário;
- ✓ Projetos de produtividade;
- ✓ Planejamento físico-financeiro;
- ✓ Assistência Técnica.

Os denominadores comuns, em todos os casos, são o produto imobiliário e os indicadores de produtividade aplicados deste mesmo produto imobiliário, peças

[1] Tarjab: é a empresa incorporadora e construtora objeto da pesquisa-ação nesta dissertação. Fundada em 1983, construiu 1.300.000,00 m^2 aproximadamente, em 113 empreendimentos (residenciais e comerciais) lançados até 2019 e é, atualmente, uma empresa conceituada no mercado da construção civil. O grupo Tarjab é formado por três empresas: uma incorporadora, uma construtora e uma imobiliária.

fundamentais para a elaboração de qualquer plano de ação que vise a melhoria do resultado lastreado pelos indicadores de produtividade e a obtenção de melhores resultados na concepção do produto imobiliário e consequentente, mantendo a qualidade esperada ou ainda melhorando a mesma.

1.5. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DESTA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em forma de capítulos, indicados a seguir, que apresentam os aspectos abordados:

- Capítulo 1 – Introdução: relata o entendimento da produtividade da construção civil durante o período de desenvolvimento desta dissertação do Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, seus objetivos, justificativa e metodologia, e também insere o trabalho no âmbito de empresas incorporadoras e construtora;
- Capítulo 2 – Conceito de Produtividade: descreve o conceito de produtividade e seus respectivos benefícios na utilização da gestão por produtividade, bem como a própria gestão da produtividade por meio de indicadores e os desafios de levar a discussão da produtividade para a fase inicial de concepção do produto imobiliário;
- Capítulo 3 – Concepção e Implantação dos Indicadores de Produtividade: evidencia o processo de concepção do produto imobiliário por meio da definição dos indicadores de produtividade de arquitetura aqui utilizados e a metodologia adotada para sua escolha e para a obtenção dos valores de referência de cada indicador. De forma análoga, também define os indicadores de produtividade de Estrutura de Concreto Armado (ECA), a metodologia utilizada para sua escolha, com a obtenção dos valores de referência de cada indicador;
- Capítulo 4 – Resultados Obtidos: discorre sobre matematizar as decisões de projeto e a apresentação dos indicadores de produtividade de arquitetura e de ECA nos projetos de empreendimentos multifamiliares da empresa

incorporadora e construtora. Nesta pesquisa-ação efetua-se a análise dos dados, o processamento das informações e a avaliação dos resultados obtidos com a aplicação das ferramentas desenvolvidas;

- Capítulo 5 – Considerações Finais: contempla as últimas ponderações e a análise crítica desta dissertação do Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil e conclui-se sobre sua aderência em relação ao objetivo proposto;
- Referências – apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema, com foco na pesquisa-ação aplicada;
- Apêndice A – Planilha de levantamento de dados para a elaboração dos parâmetros de indicadores de arquitetura na incorporadora e construtora: apresenta planilhas de levantamento de dados históricos da empresa estudada e os resultados dos seus indicadores de arquitetura;
- Apêndice B – Planilha de levantamento de dados para a elaboração dos parâmetros de indicadores de estrutura na incorporadora e construtora;
- Apêndice C – Planilha de resultados dos indicadores de arquitetura da incorporadora e construtora;
- Apêndice D – Planilha de resultados dos Indicadores de Estrutura (Opção 1) na incorporadora e construtora;
- Apêndice E – Planilha de resultados dos Indicadores de Estrutura (Opção 2) na incorporadora e construtora;
- Apêndice F – Planilha de resultados dos Indicadores de Estrutura (Opção 3) na incorporadora e construtora.

2. CONCEITO DE PRODUTIVIDADE

2.1. CONCEITO DE PRODUTIVIDADE APLICADO NESTA DISSERTAÇÃO

Considera-se que a produtividade vem somar esforços para, efetivamente, tornar produtiva a cadeia da indústria da construção civil. De acordo com Souza (1996), a produtividade da mão de obra na indústria, em geral, tem sido estudada há mais de um século. Conforme levantamento realizado por Mingione, 2016, diferentes autores já definiram o termo produtividade segundo óticas diversas, seja por meio de relações matemáticas ou descrições verbais.

Uma significação abrangente e difundida, capaz de englobar diferentes visões, baseia-se no conceito de processo, segundo o qual a produtividade pode ser definida genericamente como uma relação entre entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) de um processo de produção, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Fluxo genérico do conceito de produtividade

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Na construção civil, as entradas podem ser agrupadas em três tipos de segmentos: mão de obra, materiais e equipamentos. Durante o processo produtivo, essas entradas são transformadas e a sua relação com a eficiência na produção leva ao conceito de produtividade. Para Machado (2014), a produtividade sempre estará ligada ao conceito de eficiência no processo de transformação de entradas em saídas, ou seja, quanto mais eficiente for um processo, mais produtivo ele será.

Ainda assim, segundo Tangen (2002), um importante conceito a ser considerado refere-se à relatividade da produtividade, que não pode indicar

crescimento ou queda quando não há comparação. Dessa forma, a melhora da produtividade pode ter origem em cinco diferentes relações:

- ✓ A saída e a entrada aumentam, mas o incremento na entrada é proporcionalmente menor do que na saída;
- ✓ A saída aumenta enquanto a entrada permanece inalterada;
- ✓ A saída aumenta e a entrada é reduzida;
- ✓ A saída permanece inalterada enquanto a entrada diminui;
- ✓ A saída diminui enquanto a entrada é ainda mais reduzida.

De forma simplificada, a produtividade é definida pela razão entre entradas e saídas:

$$Produtividade = \frac{entradas}{saídas}$$

Esse conceito deve relacionar-se também com a qualidade das entregas, já que, no caso da incorporadora e construtora, o produto entregue pode ser separado por serviços e sua qualidade influencia tanto o próximo serviço a ser entregue, quanto a qualidade do produto final. Entretanto, o conceito de produtividade não pode ser confundido com o conceito de desempenho.

Em sua mensuração e avaliação, é importante considerar que a qualidade e os padrões de saída devem estar vinculados aos procedimentos construtivos controlados pelos departamentos responsáveis. O desempenho do produto entregue está ligado ao nível de qualidade que a incorporadora e construtora define para seus empreendimentos e à necessidade de alcançar objetivos em uso, a fim de atender às expectativas dos clientes de acordo com a vida útil estabelecida em projeto (VUP).

Contudo, a produtividade pode ser confundida com o desempenho. Segundo Tangen (2002), alguns pesquisadores e gerentes veem no desempenho, especialmente a qualidade, como parte do conceito de produtividade, quando

deveriam considerá-lo como sendo um fator que a influencia. O autor entende ser importante complementar que a produtividade e a qualidade são indissociáveis.

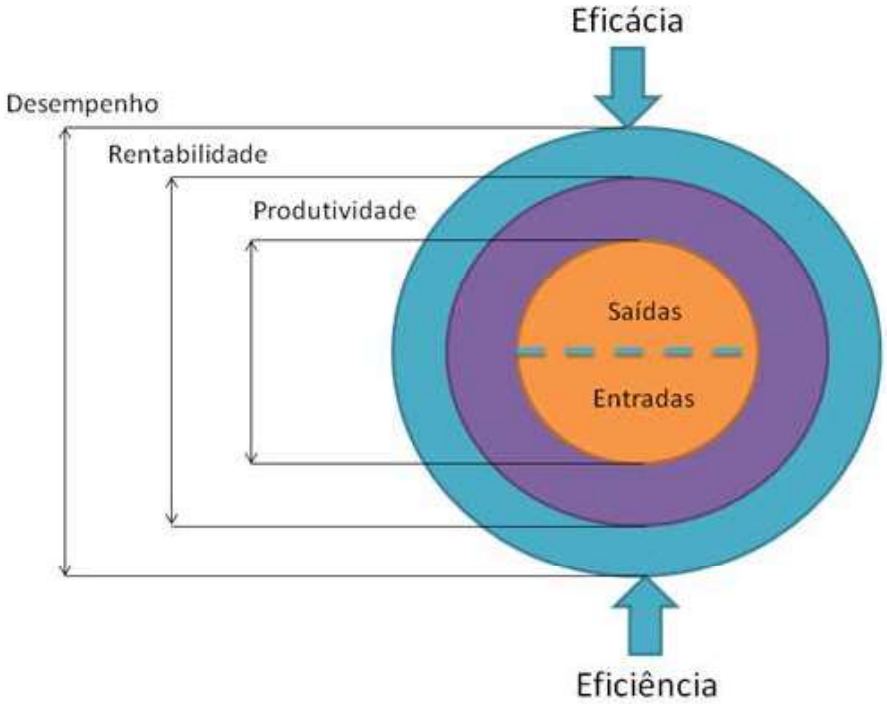
A conceituação sobre produtividade relaciona-se a outros dois conceitos estudados por diversos autores: eficiência e eficácia.

Tangen, 2002 entende que eficiência é um conceito apresentado sobre como "fazer as coisas corretamente". Espera-se que determinada quantidade de entradas e saídas sejam obtidas para a realização de um serviço preestabelecido com a melhor produtividade possível, ou seja, através da menor quantidade de entradas. Tangen (2002) afirma, ainda, que eficiência na produção está ligada à menor utilização de tempo, dinheiro ou recursos (entradas) para a obtenção de saídas no processo produtivo.

De forma abrangente, eficácia, ou "fazer as coisas certas", de acordo com Sink e Tuttle (1989, p. 170 apud Tangen, 2002, p. 3), pode ser entendida como alcançar o objetivo esperado. Para Tangen (2002), a eficácia vincula-se ao valor gerado para o cliente em relação às saídas decorrentes do processo produtivo, ou seja, pode-se relacionar a eficácia à qualidade esperada pelo cliente. Cita-se como sendo uma variável da eficácia, por exemplo, o atendimento das expectativas do consumidor.

Para a compreensão das diferenças e do conceito de produtividade, Tangen (2002) apresenta o modelo Triplo P (*Performance, Profit e Productivity*), ilustrado pela Figura 3, que este autor traduziu para a língua portuguesa. O modelo exemplifica alguns conceitos que, comumentemente, são confundidos por gestores, que se misturam e dificultam a avaliação correta da produtividade dentro das incorporadoras e construtoras.

Figura 3 – Modelo Triplo P de diferenças de terminologia na produtividade



Fonte: Tangen (2002), adaptada pelo autor (2019)

A produtividade é a parte central do modelo Triplo P e possui uma definição operacional bastante direta, como proporção da quantidade de saídas (número de produtos confeccionados corretamente, satisfazendo suas especificações) dividido pela quantidade de entradas (todo tipo de recursos consumidos no processo de transformação).

A rentabilidade pode ser vista como sendo a relação entre saída e entradas; todavia, inclui influências de fatores de preço. O desempenho é um termo macro de excelência em fabricação que inclui, além da rentabilidade, outros fatores qualitativos como qualidade, velocidade, entrega e flexibilidade. A eficácia é uma expressão que deve ser utilizada quando as saídas do processo de transformação de fabricação são precisos, enquanto a eficiência representa o quão bem as entradas do processo de transformação (isto é, os recursos) são utilizados (Tangen, 2002).

Essa equalização dos termos apresentados é necessária para que se compreenda como a produtividade influencia no processo produtivo do setor da

construção civil e como o seu estudo pode melhorar a utilização de recursos para a obtenção do produto esperado pelo cliente.

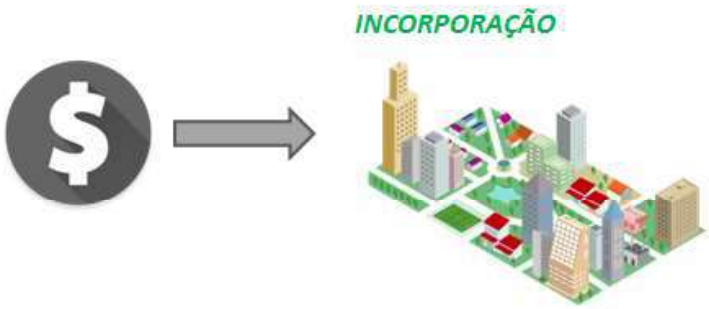
2.2. GESTÃO DA PRODUTIVIDADE

2.2.1. Beneficios na utilização da Gestão por produtividade

Sobre os benefícios na utilização da gestão por produtividade, descrevem-se, através das figuras demonstradas a seguir, os principais passos representativos de interação nos quais a produtividade está inserida, desde o processo de aquisição e formação de um terreno para uma incorporação imobiliária até a entrega efetiva do empreendimento, caracterizada no mercado imobiliário pela entrega das chaves aos proprietários e sua respectiva legalização de habitabilidade expedida pelos órgãos públicos, que se consolida no Auto de Conclusão de Obra.

A Figura 4 demonstra a busca de informações para subsidiar a decisão em razão do comprometimento de capital financeiro, através do mapeamento do entorno da região de interesse, com uma pesquisa de valores por metro quadrado na região, diagnosticando os produtos já existentes e a concorrência premente de lançamentos atuais e já sabidos de futuros lançamentos.

Figura 4 – Modelo de incorporação para aquisição de terreno



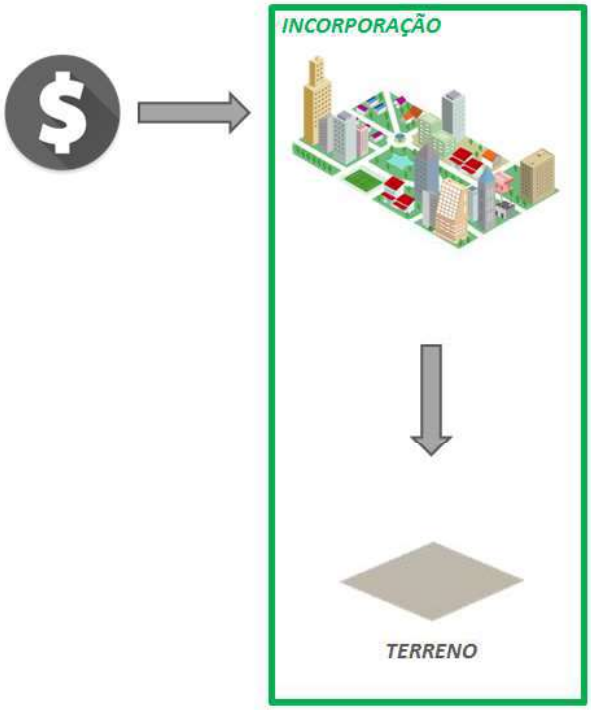
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Nessa ocasião, a investigação por informações sobre o entorno, a logística da engenharia de tráfego na região, com o intuito de mitigar riscos de restrição de chegada de materiais e equipamentos no local, os aclives e declives excessivos, os potenciais riscos ambientais de vegetação e contaminação do solo, a aferição do

ruído de entorno ao lote escolhido para o estudo da atenuação acústica, necessária na implantação do empreendimento como um todo, são variáveis fundamentais que influenciam diretamente a produtividade da construção a ser realizada.

De posse das premissas apresentadas através da Figura 5, a incorporadora e construtora inicia a simulação de implantação de um empreendimento na área objeto da incorporação imobiliária, tomando-se por base os conceitos de insolação, aeração e mapeamento de ruídos que impactam cada face da fachada do empreendimento, com o intuito de definir alguns sistemas construtivos, em especial os que se referem ao revestimento da fachada, que deve atender aos requisitos técnicos de sombreamento pela captura dos mapas térmicos de incidência nas diversas faces da fachada, da simulação computacional dos sistemas construtivos, em conformidade com os critérios de níveis de ruídos projetados para determinado empreendimento e com a projeção da quantidade lumínica de cada ambiente com incidência de luz natural.

Figura 5 – Modelo de aquisição de terreno

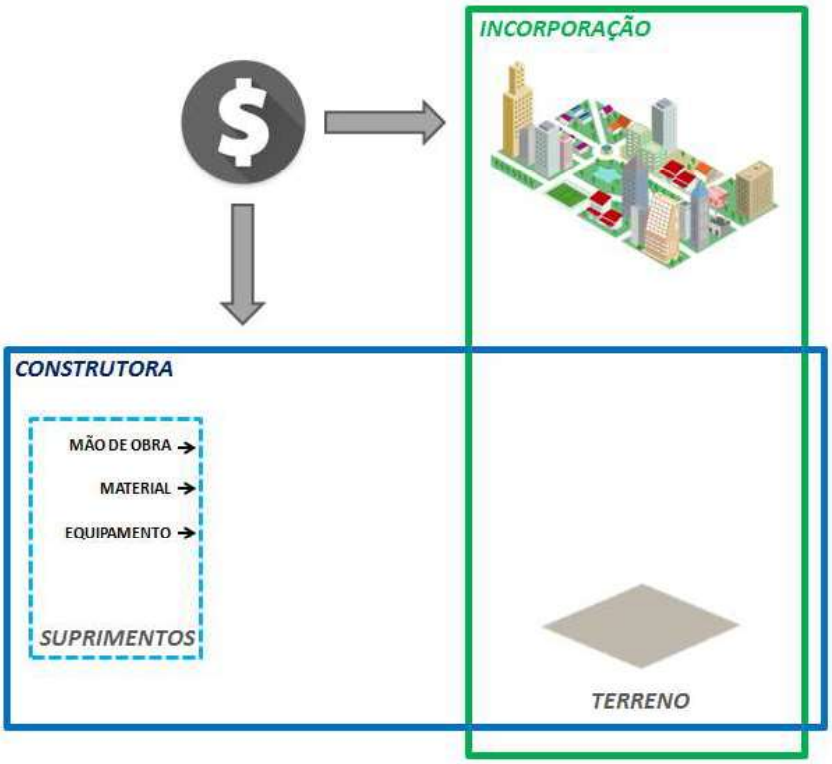


Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Ainda no momento de implantação do empreendimento, a definição dos níveis de acesso de pedestre e de veículos é fundamental para que sejam estabelecidas

as condições de escavação de terreno natural ou aterro, tendo em vista a menor movimentação de terra possível entre outras definições importantes para sua implantação, com o intuito de contribuir para a sustentabilidade ambiental do lote em questão, conforme se observa na Figura 6.

Figura 6 – Inserção de composições unitárias dos métodos construtivos



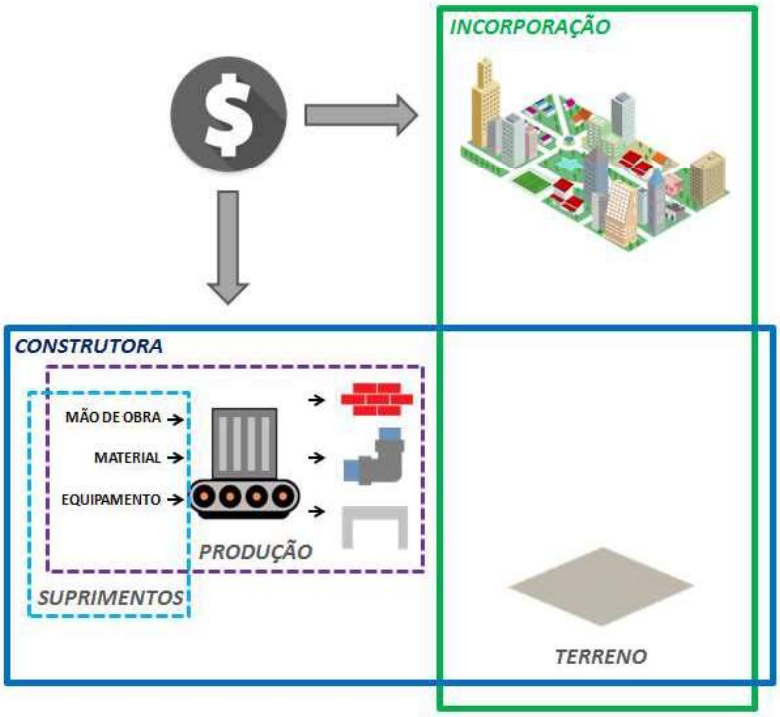
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Vencidas as fases apresentadas até o momento, que estão vinculadas à viabilidade financeira de estudo numérico para a aferição dos parâmetros de rentabilidade e retorno sobre o capital investido no empreendimento, é chegada a hora da alocação dos fundamentos básicos de orçamentação da mão de obra, materiais e equipamentos necessários à concretização de determinado projeto em um empreendimento imobiliário.

Nesse momento, a inserção do método construtivo da empresa incorporadora e construtora é imprescindível para qualificá-la, conferindo-lhe identidade própria e autenticidade. Aliás, o grande diferencial de cada orçamentação diz respeito às inserções das composições unitárias de cada método construtivo de cada incorporadora e construtora, dado seu histórico de execução, levando-se em conta o

desenvolvimento contínuo, e não somente as experiências passadas. Nesse contexto, tem início a materialização dos benefícios da gestão por produtividade, que busca a especificidade para cada escopo técnico definido, não havendo permissão para inferências sem fundamentos consolidados, confome se vislumbra na Figura 7.

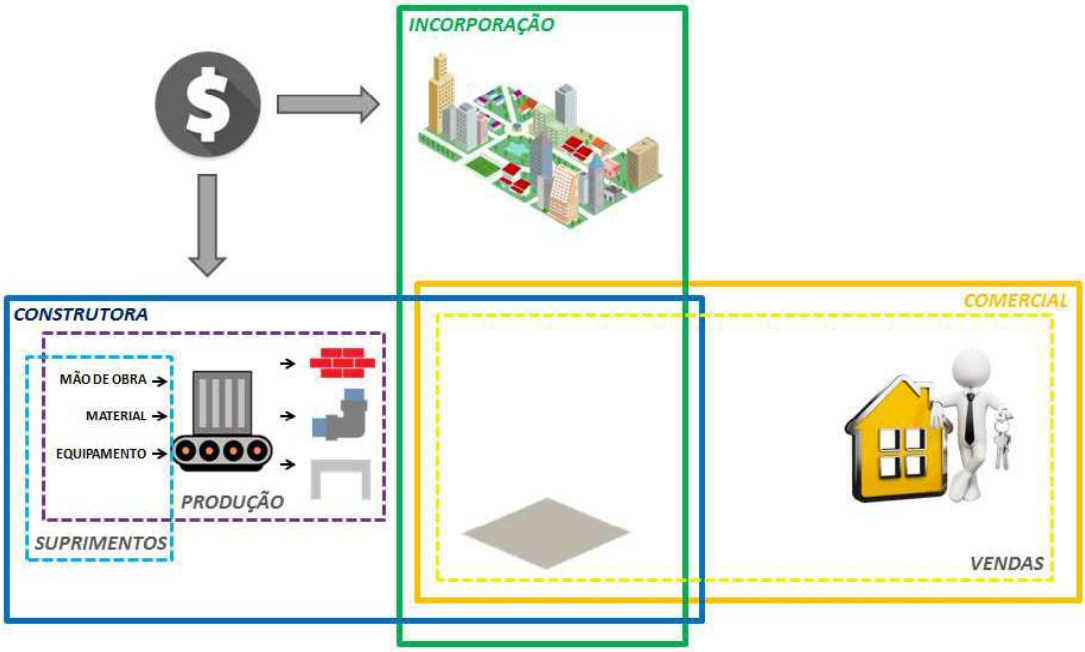
Figura 7 – Elaboração dos projetos de produtividade



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Na sequência, a Figura 8 retrata a tradução dos projetos executivos em projetos de produtividade, detalhando os subsistemas a serem utilizados no empreendimento imobiliário, como por exemplo, vedações, instalações hidráulicas e elétricas, estrutura de concreto armado (ECA), buscando, na gestão da produtividade, o conhecimento real e o verdadeiro potencial de produtividade que determinados recursos (mão de obra, material e equipamento) são capazes de realizar, e definindo parâmetros objetivos de produtividade que serão colocados como meta a ser cumprida por uma equipe, garantindo o compromisso das pessoas envolvidas para atingir o resultado almejado.

Figura 8 – Modelo de aquisição de terreno

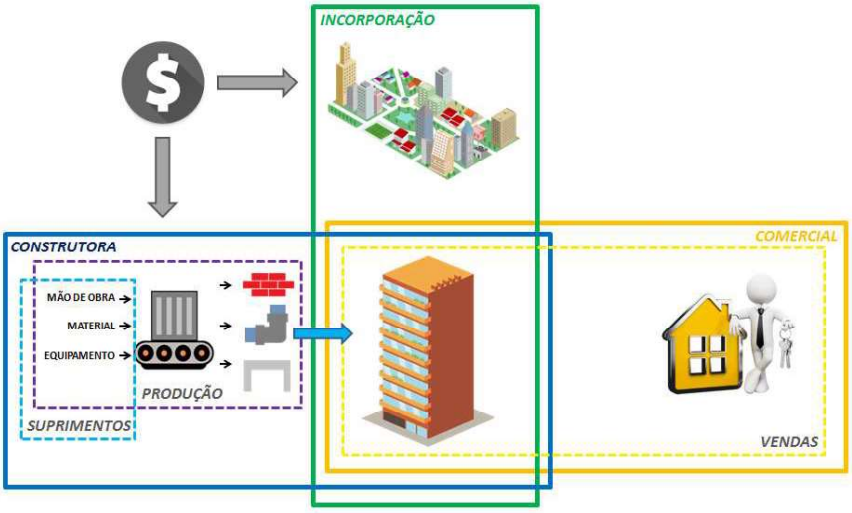


Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Um novo *stakeholder* no processo de produtividade é o Departamento Comercial, que chega para realizar seus *inputs* com o intuito de capturar a lista de desejos de um público-alvo predefinido para um empreendimento imobiliário.

Nesse momento, a gestão da produtividade possui papel importantíssimo no fornecimento de subsídios concretos de viabilidade técnica e econômica, a fim de verificar se a execução de determinados pleitos será possível ou não, em razão de limitações técnicas de ordem normativa (por exemplo, normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)) ou até mesmo de legislação (por exemplo, Código de Obras de Edificações da cidade de São Paulo (COE-SP)), consoante Figura 9.

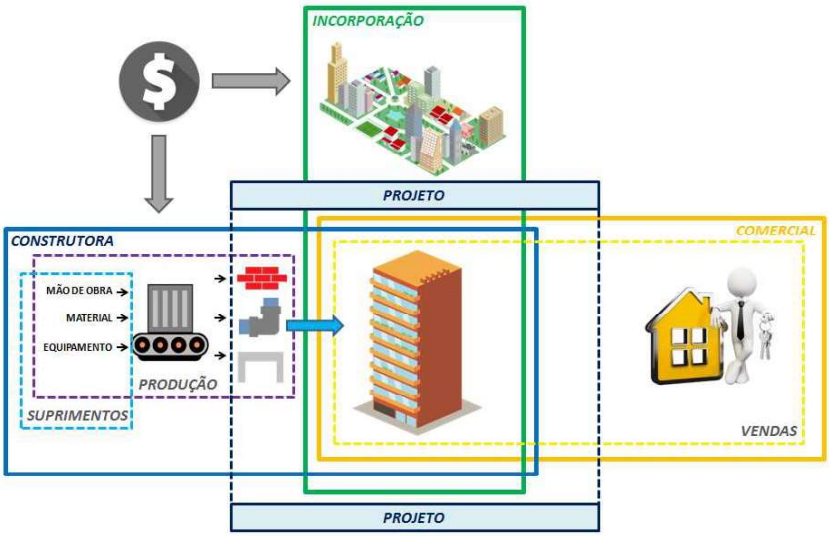
Figura 9 – Modelo de aquisição de terreno (construção)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Comumente denominada Estudo Preliminar, a primeira versão do projeto contempla as compatibilizações de todos os passos ilustrados pelas figuras anteriores. A consolidação dos principais parâmetros técnicos, financeiros e comerciais permite que a concepção do produto se torne algo factível, com base nas diversas verificações efetuadas ao longo do processo. O que se espera, nesse momento, é que as diretrizes parciais desenvolvidas até então tenham sido devidamente consideradas, conforme apresentado na Figura 10.

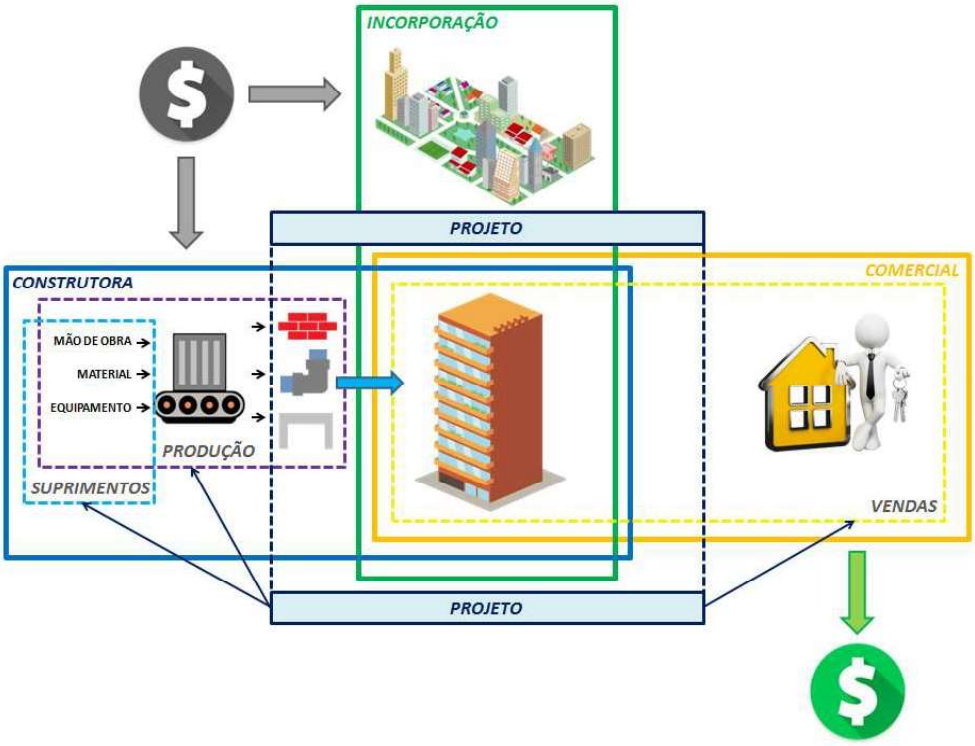
Figura 10 – Modelo de aquisição de terreno com projeto



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Avançando para a Figura 11, chega-se a um estágio de avaliação e análise crítica da concepção do produto aferido pelos parâmetros técnicos, financeiros, econômicos e comerciais inseridos durante toda a jornada de construção do modelo, desenvolvido sob a ótica de direcionamento da gestão por produtividade, com o objetivo de evidenciar os benefícios de sua contemplação na concepção de um produto imobiliário. Com isso, as vantagens obtidas são o refinamento e a maior precisão conseguidos e caracterizados nos projetos concluídos.

Figura 11 – Modelo de aquisição de terreno (análise financeira)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Quando a gestão por produtividade permeia todas as etapas de desenvolvimento de um empreendimento imobiliário, os benefícios são, finalmente, mensurados e transformados em um número único do custo financeiro para a realização do produto, com a confiança de ser este custo o menor possível.

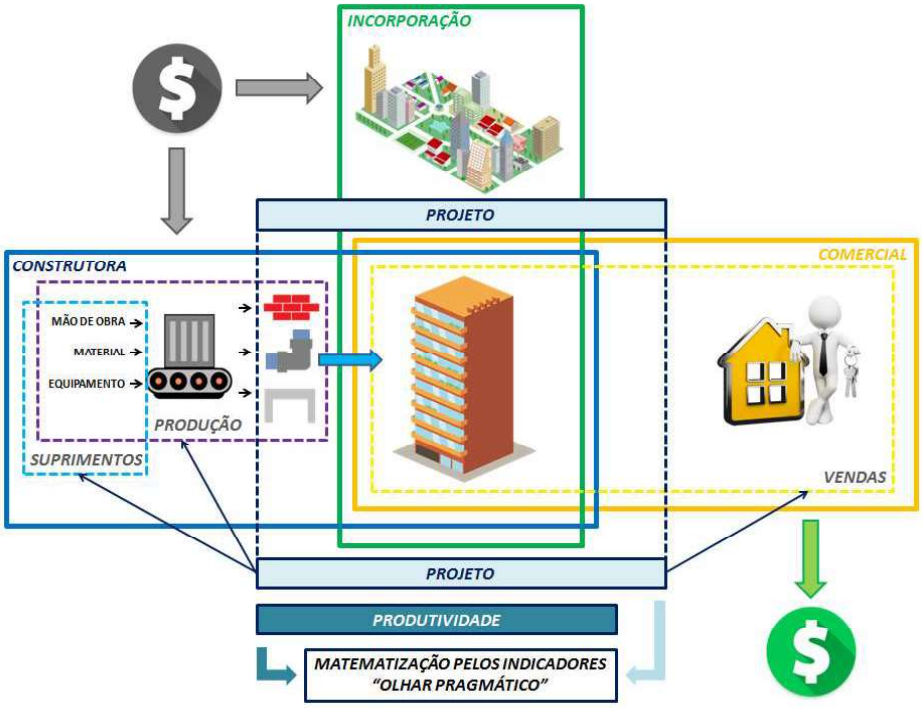
Esse tipo de gestão contribui para uma definição na formação do preço de venda de um produto imobiliário lastreado pelo custo apurado, que representa uma realidade bem próxima de ser atingida. O preço de venda pode ser ratificado ou não pela empresa incorporadora e construtora em razão da precisão alcançada pelas etapas anteriores, em especial pela condução orientada para gestão por

produtividade. Ao longo de todo o processo de concepção de um produto imobiliário, a gestão por produtividade busca atender às demandas que lhes foram apresentadas, mas com o discernimento do que é verdadeiramente exequível.

Os benefícios se evidenciam por uma precificação real, sem "*spreads*" desnecessários que, às vezes, podem inviabilizar o lançamento de um empreendimento imobiliário pela ausência de considerações geridas pela produtividade.

Conforme se observa na Figura 12, o principal objetivo da gestão por produtividade é a tradução de todas as demandas de diversos *stakeholders,* contidos em um processo de desenvolvimento de um empreendimento imobiliário, pela matematização da discussão do projeto com base em indicadores de produtividade que consigam induzir e orientar, durante todo o processo de concepção do produto imobiliário, um olhar pragmático do que efetivamente lhe agrega valor e sua relação concreta de custo-benefício dentro de uma viabilidade aceitável previamente definida pela empresa incorporadora e construtora.

Figura 12 – Modelo de aquisição de terreno (final completo)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

2.2.2. Gestão da Produtividade por meio de indicadores

De acordo com Souza (1998), a produção de edifícios está diretamente ligada ao processo construtivo adotado e o conhecimento da produtividade de cada sistema se faz necessário para melhor aproveitamento dos recursos empregados.

Na fase do projeto de produtividade, os indicadores devem ser balizadores de atividades que visem a melhoria da produtividade com qualidade. Segundo Novaes (1997a), para essas fases do processo do projeto, em função dos seus resultados e do nível de detalhamento possível, os indicadores de qualidade (e da produtividade) correspondentes interessam à empresa incorporadora e construtora.

A Figura 13, baseia-se no entendimento do autor sobre fluxograma macro de interação das principais etapas pelas quais um produto imobiliário é produzido, com enfoque na influência da Produtividade durante o ciclo de fabricação do produto imobiliário.

Como primeiro processo de interação, apresenta-se a concepção do produto imobiliário, que influencia diretamente a execução, pois define como a execução da construção deverá ser desenvolvida. Nessa situação, se a concepção do produto imobiliário não considerar os critérios de Produtividade, a probabilidade de que os custos de execução se elevem muito e, em alguns casos, inviabilizem o empreendimento imobiliário, é grande.

Em decorrência dessa prerrogativa e como forma de agir preventivamente, o processo de Produtividade, por sua vez, deve alimentar a concepção do Produto Imobiliário de indicadores, procedimentos e processos construtivos que já fazem parte da cultura construtiva de uma empresa incorporadora e construtora, a fim de mitigar os riscos de surgimento de custos adicionais de algo que precisa ser construído.

Também como insumo de indicadores, procedimentos e processos construtivos, percebe-se a Produtividade alimentando com tais informações o processo de planejamento, que organiza e faz o elo de ligação entre a concepção e a execução. De posse das informações recebidas pela Produtividade, o processo de

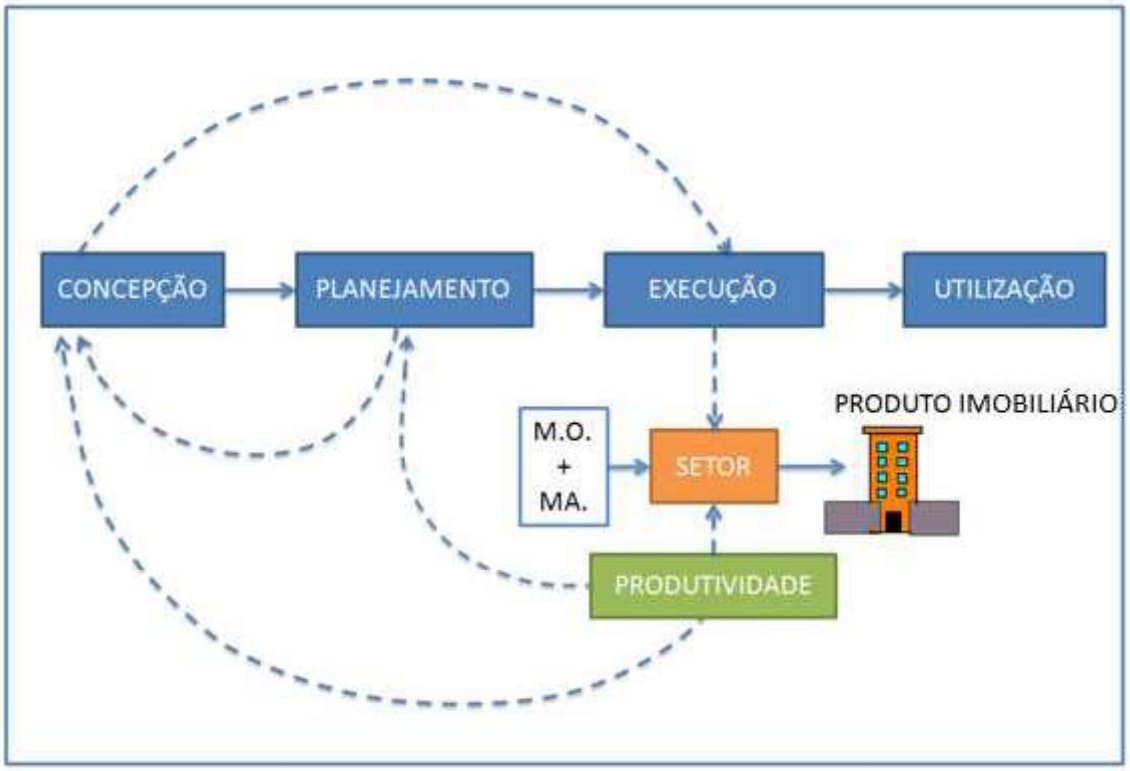
Planejamento realiza seus *inputs* para a concepção do produto imobiliário de uma forma sequencial, uniformizada e organizada.

Nesse momento, após absorver as informações oriundas dos processos de produtividade e de planejamento, a concepção do produto imobiliário utiliza, de forma estruturada e bem direcionada, os critérios de produtividade recebidos, já inseridos e impregnados dentro da concepção de determinando produto imobiliário, tendo como benefício direto a otimização da construção e, consequentemente, a redução de custos ou a própria mitigação de riscos com o surgimento de custos incrementais.

O processo de execução, então, dispara as demandas de escopos técnicos para o setor de suprimentos e de desenvolvimento tecnológico que eventualmente realiza pesquisa de materiais ou processos alternativos, caso seja pertinente, tendo como base os critérios de procedimentos e processos construtivos já existentes; isso se traduz na aquisição de materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a efetiva construção do produto imobiliário.

Por fim, chega-se ao processo de utilização, na condição de pós-construção, que diz respeito ao usuário final, que usufruirá toda a interação descrita nesse fluxograma macro do sistema produtivo.

Figura 13 – Fluxo de interferências possíveis da produtividade para o desenvolvimento do produto imobiliário



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Na fase do projeto de produtividade, os indicadores devem ser balizadores de atividades que visem a melhoria da produtividade com qualidade. Segundo Novaes (1997a), para essas fases do processo do projeto, em função dos seus resultados e do nível de detalhamento possível, os indicadores de qualidade (e da produtividade) correspondentes interessam à empresa incorporadora e construtora.

2.2.3. O desafio de levar a discussão sobre produtividade para a fase inicial de concepção do produto imobiliário

Vários fatores influenciaram a discussão sobre produtividade na fase inicial da concepção do produto imobiliário, destacando-se:

- ✓ A empresa estudada possui histórico ligado à avaliação de produtividade na produção de obra;
- ✓ Também possui preocupação e diretrizes para a discussão de viabilidade de novos empreendimentos;

- ✓ Pretende continuar atendendo seus clientes e reforçou a importância de redução de custos como desafio estratégico;
- ✓ Vem obtendo oportunidades de aprimoramento em suas diretrizes de gestão;
- ✓ O aprofundamento do conhecimento do autor desta pesquisa sobre o tema produtividade permite a sugestão da implementação de indicadores de produtividade nas decisões sobre a concepção do produto imobiliário;
- ✓ No que se refere aos indicadores arquitetônicos, buscaram-se indicadores de produtividade (de forma direta ou indireta, comparando esforço com resultado) para serem testados e, uma vez "dominados", passaram a ser utilizados como balizadores nos objetivos das avaliações de geometria dos "desenhos" propostos;
- ✓ Com relação ao projeto estrutural (embora, no futuro, outros subsistemas possam ser incluídos, a estrutura aparenta ser a provável – e maior – influenciadora nas decisões sobre a concepção inicial do produto imobiliário), a experiência servirá para complementar este estudo, permitindo que as informações para balizar decisões referentes à concepção estrutural (provavelmente menos onerosa, desde que mantida a tipologia usual adotada historicamente pela empresa incorporadora e construtora) possam ser reunidas;
- ✓ Tais conjuntos de indicadores de produtividade serão inseridos nas diretrizes para a tomada de decisões nos momentos mais precoces da definição do produto imobiliário na empresa objeto da pesquisa-ação;
- ✓ A característica de interação da pesquisa-ação com sua implantação no âmbito de uma empresa incorporadora e construtora que faz parte do dia a dia do autor faz com que, ao longo da apresentação desta dissertação, os aprendizados bibliográficos, de conhecimentos advindos das entrevistas com os especialistas da empresa e do próprio sucesso ou insucesso na utilização das mudanças propostas, se misturem no capítulo 3 que será apresentado adiante.

3. CONCEPÇÃO E IMPLANTAÇÃO DOS INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

3.1. PROCESSO DE CONCEPÇÃO DO PRODUTO IMOBILIÁRIO

Segundo Ruiz (2011), evidencia-se uma intensificação competitiva na medida em que o processo passa a necessitar de maior colaboração e interação dos diversos agentes envolvidos, a fim de permitir a produção de projetos eficientes e de qualidade.

Uma característica do processo de projeto tradicional está no sequenciamento das atividades e na interação entre os agentes, e a falta de cuidado nesse processo pode causar erros de projeto e falta de detalhes relativos ao processo de produção, gerando alto custo por retrabalhos. Para Teixeira et al. (2008), as empresas estão se engajando em programas de gestão e garantia da qualidade, incluindo, em um segundo momento, maior cuidado com a gestão do processo de projeto, acreditando que, dessa forma, contribuirão para a qualidade do produto final, a edificação – inclusive com maior preocupação no cumprimento de normas técnicas.

O processo de projeto tradicional está diretamente ligado ao projeto de determinado produto imobiliário que, até certa data e com suas limitações próprias de tempo e recursos, deve atender aos objetivos propostos.

> [...] para controlar o fluxo de informações geradas no processo de projeto e fomentar a interação entre os participantes de uma equipe que seja multidisciplinar há a necessidade da presença de um chefe ou coordenador de projetos que tenha a responsabilidade sobre o processo de desenvolvimento do produto em questão. (FABRICIO, 2000)

De acordo com Melhado (1994), esse processo de projeto deve estabelecer, de maneira gradativa, o detalhamento progressivo do projeto, podendo ser resumido da seguinte forma:

- ✓ Programa de Necessidade (*briefing*): a formulação do empreendimento ocorre a partir de uma primeira listagem, que deve elencar uma série de necessidades e restrições iniciais;

- ✓ Estudo Preliminar: realizado através de um processo iterativo, até que se encontre uma solução definitiva que servirá de ponto de partida para o desenvolvimento do projeto;
- ✓ Anteprojeto: nessa fase, a solução adotada toma forma, ou seja, tem-se a formalização da solução;
- ✓ Projeto Executivo: maior detalhamento do anteprojeto, elaborado de forma conjunta e iterativa, levando ao detalhamento final do produto e à análise das necessidades vinculadas aos processos de execução;
- ✓ Projeto para Produção: como o próprio nome já diz, projetos para a execução do produto imobiliário; a partir do projeto de produção, planejam-se as etapas de execução da obra;
- ✓ Projeto *As-built*: com o envolvimento das equipes de projeto e de obra, é elaborado o projeto *as built* para ser passado às mãos do usuário final; com a entrega do produto e por meio das informações coletadas, onde também ocorre a retroalimentação para melhoria contínua.

No processo de projeto de edificações, em função do aumento crescente da complexidade tecnológica, do número de intervenientes e da consequente elevação do fluxo de informações, há necessidade de maior integração.

> No processo de projeto convencionalmente utilizado no setor é comum que uma etapa de projeto de determinada especialidade dependa, para ser iniciada, do término de uma etapa de diferente especialidade, cujo grau de aprofundamento e maturação das decisões é equivalente ao da etapa (da outra especialidade) que se inicia. (FABRICIO, 1998)

Dessa forma, segundo o autor, o caminhamento do processo acontece em série e não em paralelo, e a participação dos projetistas não se dá de forma conjunta e colaborativa.

Para Melhado (1994), os projetos não otimizados alcançam um desperdício estimado de 6% sobre o custo da obra, conforme se vislumbra na

Tabela 2 – Desperdício estimado, expresso em percentagem do custo da obra

ORIGENS DO DESPERDÍCIO	DESPERDÍCIO ESTIMADO (% sobre o custo da obra)
Entulho gerado	5,0
Espessuras adicionais de argamassas	5,0
Dosagens de argamassa e concreto não otimizadas	2,0
Reparos e resserviços não computados no entulho	2,0
Projetos não otimizados	6,0
Perdas de produtividade devidas a problemas de qualidade	3,5
Custos devidos a atrasos	1,5
Reparos em obras entregues a clientes	5,0
TOTAL	**30,0**

Fonte: Melhado (1994)

De acordo com Fabricio et al. (1998), existe um baixo grau de comprometimento dos profissionais e das empresas de arquitetura com a estratégia e as metas dos contratantes, o que reflete um baixo comprometimento das empresas incorporadoras e construtoras no atendimento das necessidades dos usuários finais. Tal situação é agravada pela falta de estratégia do produto imobiliário e de definição de diretrizes por parte dos contratantes (empresa incorporadora e construtora).

Diante dessa situação, a participação da alta direção da empresa incorporadora e incorporada no apoio e na garantia de que cada área sob sua responsabilidade cumpra com os escopos previamente combinados é primordial. Mas isso, por si só, não garante a efetividade da perpetuidade ao longo de todo o processo de gestão do projeto se este não for parte integrante do planejamento estratégico da empresa incorporadora e construtora.

O mapa estratégico da empresa deve corroborar com a sua necessidade de

conceder autonomia aos profissionais envolvidos no desenvolvimento dos projetos. No caso da empresa incorporadora e construtora estudada, este se constitui por quatro níveis hierárquicos (financeiro, clientes, processos, desenvolvimento organizacional) e três objetivos macro (maximizar margens, gerar valor e ter custos competitivos).

Conforme a Figura 14 evidencia, o mapa estratégico tem um formato hierárquico, em que a obtenção dos objetivos macro (do nível financeiro) depende do cumprimento dos objetivos estipulados nos níveis hierárquicos mais baixos (cliente, processos e desenvolvimento organizacional).

A utilização dos indicadores de produtividade na etapa de concepção do produto imobiliário está lastreada no nível de processos ("Reestruturar o processo de desenvolvimento de produtos e serviços"); com esse comprometimento, almeja-se a maximização das margens no nível financeiro.

. Esse deve ser um ponto de atenção para a empresa incorporadora e construtora e uma motivação para o desenvolvimento e o estudo do processo de projeto que tem seu foco voltado para a otimização do projeto e para a caracterização do método construtivo da empresa.

Tabela 2 – Desperdício estimado, expresso em percentagem do custo da obra

ORIGENS DO DESPERDÍCIO	DESPERDÍCIO ESTIMADO (% sobre o custo da obra)
Entulho gerado	5,0
Espessuras adicionais de argamassas	5,0
Dosagens de argamassa e concreto não otimizadas	2,0
Reparos e resserviços não computados no entulho	2,0
Projetos não otimizados	6,0
Perdas de produtividade devidas a problemas de qualidade	3,5
Custos devidos a atrasos	1,5
Reparos em obras entregues a clientes	5,0
TOTAL	**30,0**

Fonte: Melhado (1994)

De acordo com Fabricio et al. (1998), existe um baixo grau de comprometimento dos profissionais e das empresas de arquitetura com a estratégia e as metas dos contratantes, o que reflete um baixo comprometimento das empresas incorporadoras e construtoras no atendimento das necessidades dos usuários finais. Tal situação é agravada pela falta de estratégia do produto imobiliário e de definição de diretrizes por parte dos contratantes (empresa incorporadora e construtora).

Diante dessa situação, a participação da alta direção da empresa incorporadora e incorporada no apoio e na garantia de que cada área sob sua responsabilidade cumpra com os escopos previamente combinados é primordial. Mas isso, por si só, não garante a efetividade da perpetuidade ao longo de todo o processo de gestão do projeto se este não for parte integrante do planejamento estratégico da empresa incorporadora e construtora.

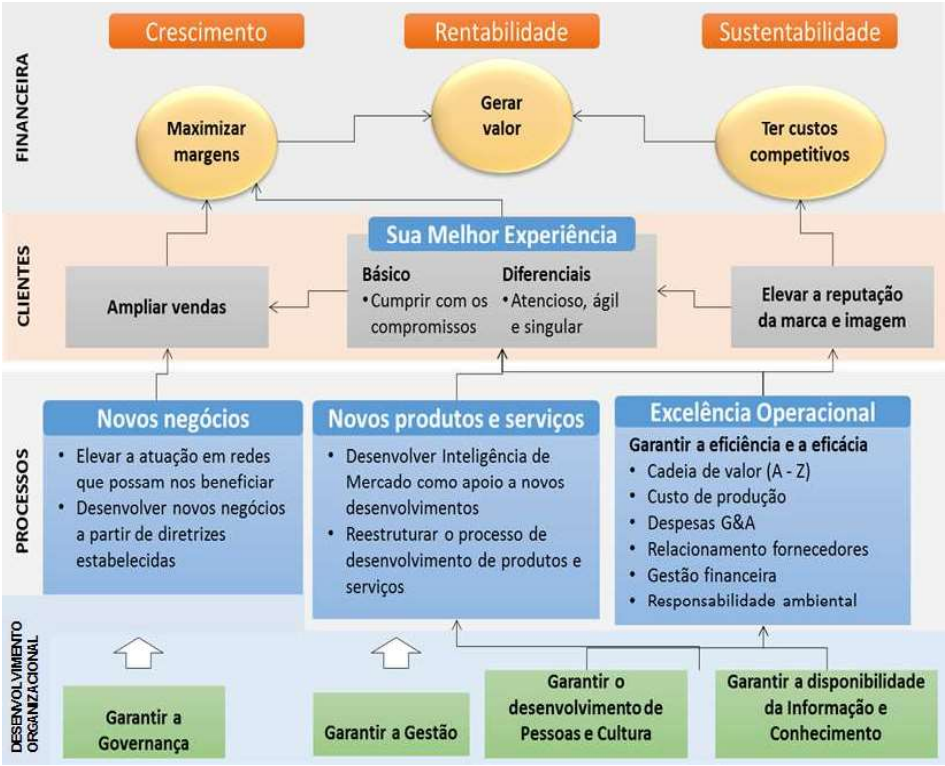
O mapa estratégico da empresa deve corroborar com a sua necessidade de

conceder autonomia aos profissionais envolvidos no desenvolvimento dos projetos. No caso da empresa incorporadora e construtora estudada, este se constitui por quatro níveis hierárquicos (financeiro, clientes, processos, desenvolvimento organizacional) e três objetivos macro (maximizar margens, gerar valor e ter custos competitivos).

Conforme a Figura 14 evidencia, o mapa estratégico tem um formato hierárquico, em que a obtenção dos objetivos macro (do nível financeiro) depende do cumprimento dos objetivos estipulados nos níveis hierárquicos mais baixos (cliente, processos e desenvolvimento organizacional).

A utilização dos indicadores de produtividade na etapa de concepção do produto imobiliário está lastreada no nível de processos ("Reestruturar o processo de desenvolvimento de produtos e serviços"); com esse comprometimento, almeja-se a maximização das margens no nível financeiro.

Figura 14 – Mapa Estratégico de empresa incorporadora e construtora



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para o comprometimento e a formalização, desde o planejamento estratégico, é necessário que exista uma área específica e um profissional responsável (gestor), que atuará como guardião de todo o processo do projeto.

Com essas prerrogativas (área específica e gestor), espera-se que os resultados e entregas parciais sejam realizados com eficácia, durante todo o desenvolvimento do projeto. Também recai sobre esses agentes a responsabilidade de organizar e dirimir as interferências entre todas as áreas e responsáveis envolvidos, que ocorrem ao longo de sua maturação.

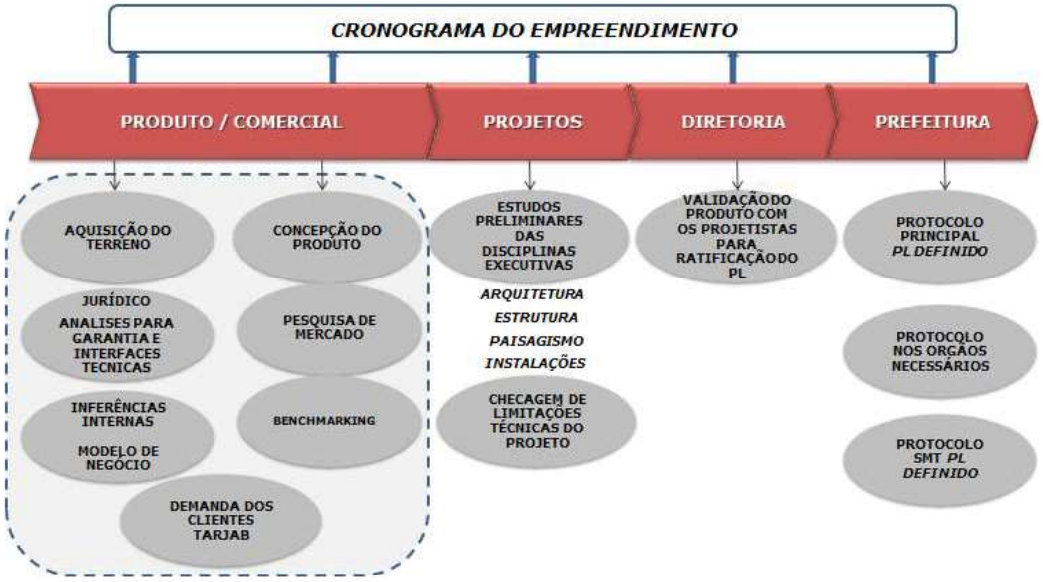
Os motivadores da existência desses agentes são a necessidade de um foco totalmente voltado para todas as etapas de elaboração (devido à grande quantidade de atividades) e a própria interdependência entre as atividades a serem realizadas pelas áreas envolvidas, como participantes do processo do projeto do empreendimento imobiliário.

Para que a implantação aconteça, é imprescindível que, além da nomeação direta de uma área específica da empresa incorporadora e incorporadora e de um profissional responsável pelo processo do projeto, ambos estejam inseridos formalmente em um organograma ou alçadas de responsabilidades bem definidas, a fim de que possa haver autoridade na tomada de decisões e, consequentemente, continuidade do fluxo das informações.

> [...] para controlar o fluxo de informações gerados no processo de projeto e fomentar a interação entre os participantes da equipe multidisciplinar é necessária a presença de um chefe ou coordenador de projetos que tem a responsabilidade sobre o processo de desenvolvimento do produto em questão (FABRICIO, 2002).

Contudo, para a empresa incorporadora e construtora, o maior desafio para a melhoria do desempenho do processo do projeto consiste na interface de definição do produto imobiliário. Esta se inicia com a resolução da etapa de incorporação e, depois, passa por um processo de desenvolvimento e refinamento na etapa de concepção do produto imobiliário, abrangendo pesquisa de mercado, *benchmarking*, modelo de negócio, análise jurídica e demanda dos clientes, conforme pode ser observado na Figura 15. Tal figura ilustra a interface entre a área de produto imobiliário da empresa e os Departamentos de Incorporação e Projetos para a concepção do produto imobiliário na empresa objeto desta pesquisa-ação.

Figura 15 – Interface processo de projeto na fase de concepção do produto imobiliário na empresa objeto da pesquisa-ação



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Uma gestão do processo de projeto eficaz somente é possível se a concepção do produto imobiliário estiver efetivamente definida e se as atividades da área responsável estiverem executadas.

De acordo com Novaes (1997a), “a ausência de indicadores, sistematizados e documentados, tem se constituído na principal causa de dificuldades encontradas por empresas empreendedoras e construtoras para a utilização dos instrumentos de garantia e controle de qualidade em seus projetos”.

Além disso, o retrabalho gerado por uma concepção de produto imobiliário pouco efetiva pode transformar o processo em um ciclo vicioso, levando a crer que não há limitação para novas demandas de alterações. Isso torna o processo caótico, gerando grande incerteza quanto ao fato de que os trabalhos que vão sendo desenvolvidos podem ser perdidos em razão da inexistência de um estudo profissional. A certeza nas definições do produto imobiliário é fundamental e permite o início da próxima etapa: o desenvolvimento dos projetos básicos que interagem entre si, visando a compatibilização entre as disciplinas necessárias para a realização dos pré-projetos.

Depois dessa fase, em que as premissas técnicas estão devidamente resolvidas, caminha-se para a etapa de validação da diretoria. Esta detém a última

oportunidade de solicitar algum refinamento em qualquer uma das etapas antecessoras para que, então, o ciclo se complete com o protocolo de um projeto legal lastreado em um trabalho de concepção do produto imobiliário inserido dentro da boa técnica dos projetistas. É isso que garantirá a eficácia de um processo de projeto mais ágil e correto.

Para que esse fluxo de informações aconteça de forma concreta, o entendimento do cronograma representado pela Figura 16 é primordial, pois traduz a prática da empresa incorporadora e incorporadora. Por meio do cronograma padrão e com o estabelecimento das particularidades de cada departamento envolvido, define-se o *baseline* do empreendimento; todas essas ações são realizadas com o acompanhamento do Departamento de Planejamento da empresa.

Marshall Jr. et al. (2010), observa que “o que não pode ser medido, não pode ser gerenciado”. Isso significa, para a empresa estudada, um controle por meio de *software* especializado em planejamento físico. Na Figura 16, pode-se verificar como esse acompanhamento é realizado para que seja mitigado o descumprimento de um determinado prazo e para que as atividades possam ser avaliadas individualmente, caso a caso, demandando mais esforço por parte dos envolvidos, se necessário.

Figura 16 – Cronograma de acompanhamento de empreendimento

CRONOGRAMA DE ENTREGA DE PROJETOS - OBRA

ID	Text	Texto2	Nome da tarefa	Responsável	% Concluída	Duração	Início	Conclusão	Entregue em
1			**CRONOGRAMA DE ENTREGA DE PROJETOS - HOTEL**		45%	534,88 dias	Seg 05/01/15	Qui 16/11/17	ND
2	✓	2	REUNIÃO DE DEFINIÇÕES P/ DESENV. DO PROJ. LEGAL E INICIO DO ANTEPROJETO	Legalização	100%	1 dia	Qui 11/06/15	Qui 11/06/15	Qui 11/06/15
3	✓	2	REUNIÃO DE REVISÃO DE PL	Legalização	100%	1 dia	Seg 13/07/15	Seg 13/07/15	Seg 13/07/15
4	✓	2	REUNIÃO PARA PREPARAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DE ANTEPROJETO	Coord. Tarjab	100%	1 dia	Qua 12/08/15	Qua 12/08/15	Qua 12/08/15
5	✓	2	RECEBIMENTO DE QUESTIONAMENTOS PARA DESENVOLVIMENTO DO BRIEFING TÉCNICO		100%	4 dias	Qui 13/08/15	Ter 18/08/15	Ter 18/08/15
6	✓	2	CADASTRAMENTO DO BRIEFING TÉCNICO	Coord. Tarjab	100%	6 dias	Qua 19/08/15	Sex 28/08/15	Sex 28/08/15
7		2	**ANTEPROJETOS (1os ciclos)**		87%	522 dias	Seg 05/01/15	Sex 10/03/17	ND
8	✓	2	EP DE ESTRUTURA DO TIPO	Coord. Tarjab	100%	15 dias	Sex 12/06/15	Qui 02/07/15	Qui 02/07/15
9	✓	2	DEFINIÇÃO/ APROVAÇÃO DA ESTRUTURA	Coord. Tarjab	100%	5 dias	Sex 03/07/15	Seg 13/07/15	Seg 13/07/15
10		2	TIPO E COBERTURA		86%	522 dias	Seg 05/01/15	Sex 10/03/17	ND
11		2	**Desenvolvimento dos Projetos**		37%	392 dias	Ter 30/06/15	Qua 22/02/17	ND
12	!	2	**PROJETO DE ARQUITETURA**	João Nery	88%	48 dias	Sex 11/11/16	Qui 09/02/17	ND
13	✓	2	REUNIÃO COM PROJETISTA DE ARQUITETURA/ ESTRUTURA/ INSTALAÇÕES (TIPO)	João Nery	100%	1 dia	Sex 11/11/16	Sex 11/11/16	Sex 11/11/16
14	✓	2	ARQUITETURA DO PAV. TIPO E VARIANTES	João Nery	100%	10 dias	Seg 14/11/16	Sex 25/11/16	Seg 28/11/16
15	✓	2	ARQUITETURA DO PRE TIPO	João Nery	100%	6 dias	Seg 21/11/16	Sex 25/11/16	Seg 28/11/16
16	✓	2	REUNIÃO COM PROJETISTA DE ARQUITETURA/ ESTRUTURA/ INSTALAÇÕES (PRE TIPO)	João Nery	100%	1 dia	Sex 11/11/16	Sex 11/11/16	Sex 11/11/16
17	✓	2	ARQUITETURA DO ÁTICO/COBERTURA E CAIXA D'AGUA)	João Nery	100%	10 dias	Seg 14/11/16	Sex 25/11/16	Seg 28/11/16
18	!	2	COMENTÁRIOS / APROVAÇÃO DA PRÉ FORMA DO PAVIMENTO TIPO E VARIANTES	João Nery	0%	2 dias	Ter 07/02/17	Qui 09/02/17	ND
19	!	2	COMENTÁRIOS / APROVAÇÃO DA PRÉ FORMA DO ÁTICO/COBERTURA E CAIXA D'ÁGUA	João Nery	0%	2 dias	Ter 07/02/17	Qui 09/02/17	ND
20	✓	2	**PROJETO DE VEDAÇÕES**	Paula Vianna	100%	1 dia	Seg 05/12/16	Seg 05/12/16	Seg 05/12/16
21	✓	2	**PROJETO DE ESTRUTURA**	SVS	100%	10 dias	Sex 25/11/16	Sex 09/12/16	Sex 09/12/16
22	✓	2	ESTRUTURA DO PAV. TIPO E VARIANTES	SVS	100%	2,5 dias	Qua 07/12/16	Sex 09/12/16	Sex 09/12/16
23	✓	2	ESTRUTURA PRE FORMAS DO ÁTICO/COBERTURA E CAIXA D'ÁGUA	SVS	100%	10 dias	Sex 25/11/16	Sex 09/12/16	Sex 09/12/16
24	✓	2	**PROJETO DE ESTRUTURA**	SVS	100%	3 dias	Qui 08/12/16	Seg 12/12/16	Seg 12/12/16
25	✓	2	ESTRUTURA PRE FORMAS DO TÉRREO E 1º PAVIMENTO	SVS	100%	3 dias	Qui 08/12/16	Seg 12/12/16	Seg 12/12/16
26	✓	2	ESTRUTURA PRE FORMAS DOS SUBSOLOS	SVS	100%	3 dias	Qui 08/12/16	Seg 12/12/16	Seg 12/12/16
27	✓	2	**PROJETO DE ARQUITETURA**	João Nery	100%	14 dias	Ter 29/11/16	Sex 16/12/16	Sex 16/12/16
28	✓	2	ARQUITETURA DO TÉRREO E 1º PAVIMENTO	João Nery	100%	3 dias	Ter 29/11/16	Qui 01/12/16	Qui 01/12/16
29	✓	2	ARQUITETURA DOS SUBSOLOS	João Nery	100%	4 dias	Sex 02/12/16	Qua 07/12/16	Qua 07/12/16
30	✓	2	ARQUITETURA - CORTES E FACHADAS	João Nery	100%	4 dias	Qui 08/12/16	Ter 13/12/16	Ter 13/12/16
31	✓	2	COMENTÁRIOS / APROVAÇÃO DAS PRE FORMAS DO TÉRREO E 1º PAVIMENTO	João Nery	100%	4 dias	Ter 13/12/16	Sex 16/12/16	Sex 16/12/16
32	✓	2	COMENTÁRIOS / APROVAÇÃO DAS PRE FORMAS DOS SUBSOLOS	João Nery	100%	4 dias	Ter 13/12/16	Sex 16/12/16	Sex 16/12/16
33	✓	2	**PROJETO DE FORMA DE MADEIRA**	Assahi	100%	6,88 dias	Qui 20/08/15	Sex 28/08/15	Sex 28/08/15
34	✓	2	ANÁLISE DE CONSTRUTIBILIDADE	Assahi	100%	6,88 dias	Qui 20/08/15	Sex 28/08/15	Sex 28/08/15
35	✓	2	**PROJETO DE FUNDAÇÃO**	Portella Alarcon	100%	245,88 dias	Ter 30/06/15	Qua 06/07/16	Qua 06/07/16
36	✓	2	CROQUI DA CONTENÇÃO LATERAL / FUNDAÇÃO	Portella Alarcon	100%	245,88 dias	Ter 30/06/15	Qua 06/07/16	Qua 06/07/16
37	✓	2	**ARQUITETURA DE INTERIORES**	Unih	100%	4 dias	Sex 09/12/16	Qui 15/12/16	Qui 15/12/16
38	✓	2	LAYOUT DO PAV. TIPO E VARIANTES	Unih	100%	4 dias	Sex 09/12/16	Qui 15/12/16	Qui 15/12/16
39	✓	2	FORRO DO PAV TIPO E VARIANTES	Unih	100%	4 dias	Sex 09/12/16	Qui 15/12/16	Qui 15/12/16
40	✓	2	PONTOS ELÉTRICOS DO PAV. TIPO E VARIANTES	Unih	100%	4 dias	Sex 09/12/16	Qui 15/12/16	Qui 15/12/16
41	!	2	**PROJETO DE ESQUADRIAS**	Arqmate	30%	36,13 dias	Ter 13/12/16	Qua 22/02/17	ND
42	✓	2	PROJETO DE ESQUADRIAS DO PAV. TIPO E VARIANTES	Arqmate	100%	3 dias	Ter 13/12/16	Sex 16/12/16	Sex 16/12/16
43	!	2	PROJETO DE ESQUADRIAS DO ÁTICO, TÉRREO COBERTURA	Arqmate	0%	7 dias	Ter 14/02/17	Qua 22/02/17	ND
44	✓	2	**REVISÃO DO RELATÓRIO DE ACÚSTICA**	Harmonia Acust	100%	7 dias	Ter 29/11/16	Qua 07/12/16	Qua 07/12/16
45	✓	2	REVISÃO DO RELATÓRIO DE ACÚSTICA	Harmonia Acust	100%	7 dias	Ter 29/11/16	Qua 07/12/16	Qua 07/12/16
46	✓	2	**PROJETO DE LUMINOTÉCNICA**	Noyory	100%	11 dias	Seg 12/12/16	Seg 16/01/17	Seg 16/01/17
47	✓	2	LUMINOTÉCNICA DO PAV. TIPO E VARIANTES	Noyory	100%	7 dias	Sex 16/12/16	Seg 16/01/17	Seg 16/01/17
48	✓	2	LUMINOTÉCNICA DO ÁTICO E COBERTURA	Noyory	100%	8 dias	Seg 12/12/16	Qua 11/01/17	Qua 11/01/17
49	✓	2	**PROJETO DE AUTOMAÇÃO E SISTEMAS**	Exprest	100%	7,13 dias	Qua 30/11/16	Sex 09/12/16	Sex 09/12/16
50	✓	2	AUTOMAÇÃO E SISTEMAS DO PAV. TIPO E VARIANTES	Exprest	100%	7 dias	Qua 30/11/16	Sex 09/12/16	Sex 09/12/16
51	✓	2	AUTOMAÇÃO E SISTEMAS DO ÁTICO E COBERTURA	Exprest	100%	7 dias	Qui 01/12/16	Sex 09/12/16	Sex 09/12/16
52	✓	2	**PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS - TIPO E ÁTICO**	Rewald	100%	8 dias	Ter 17/01/17	Seg 30/01/17	Seg 30/01/17
53	✓	2	HIDRÁULICA DO PAV. TIPO E VARIANTES (DEFINIR FURAÇÕES)	Rewald	100%	8 dias	Ter 17/01/17	Seg 30/01/17	Seg 30/01/17
54	✓	2	HIDRÁULICA DO ÁTICO/COBERTURA E CAIXA D'ÁGUA (DEFINIR FURAÇÕES)	Rewald	100%	8 dias	Ter 17/01/17	Seg 30/01/17	Seg 30/01/17
55	✓	2	ELÉTRICA DO PAV. TIPO E VARIANTES	Rewald	100%	8 dias	Ter 17/01/17	Seg 30/01/17	Seg 30/01/17
56	✓	2	ELÉTRICA DO ÁTICO/COBERTURA E CAIXA D'ÁGUA	Rewald	100%	8 dias	Ter 17/01/17	Seg 30/01/17	Seg 30/01/17
57	✓	2	**PROJETO DE AQUECIMENTO SOLAR**	Chaguri	100%	4 dias	Sex 09/12/16	Qui 15/12/16	Qui 15/12/16
58	✓	2	RELATÓRIO DE ANÁLISE TÉCNICA - AQUECIMENTO SOLAR	Chaguri	100%	4 dias	Sex 09/12/16	Qui 15/12/16	Qui 15/12/16
59	✓	2	LOCAÇÃO DAS PLACAS - AQUECIMENTO SOLAR	Chaguri	100%	3 dias	Seg 12/12/16	Qui 15/12/16	Qui 15/12/16
60	✓	2	**PROJETO DE EXAUSTÃO E PRESSURIZAÇÃO**	JMT	100%	7 dias	Sex 06/01/17	Ter 17/01/17	Ter 17/01/17
61	✓	2	PRESSURIZAÇÃO E EXAUSTÃO DO TIPO E VARIANTES (DEFINIR FURAÇÕES)	JMT	100%	7 dias	Sex 06/01/17	Ter 17/01/17	Ter 17/01/17
62	✓	2	PRESSURIZAÇÃO E EXAUSTÃO DO ÁTICO (DEFINIR FURAÇÕES)	JMT	100%	7 dias	Sex 06/01/17	Ter 17/01/17	Ter 17/01/17

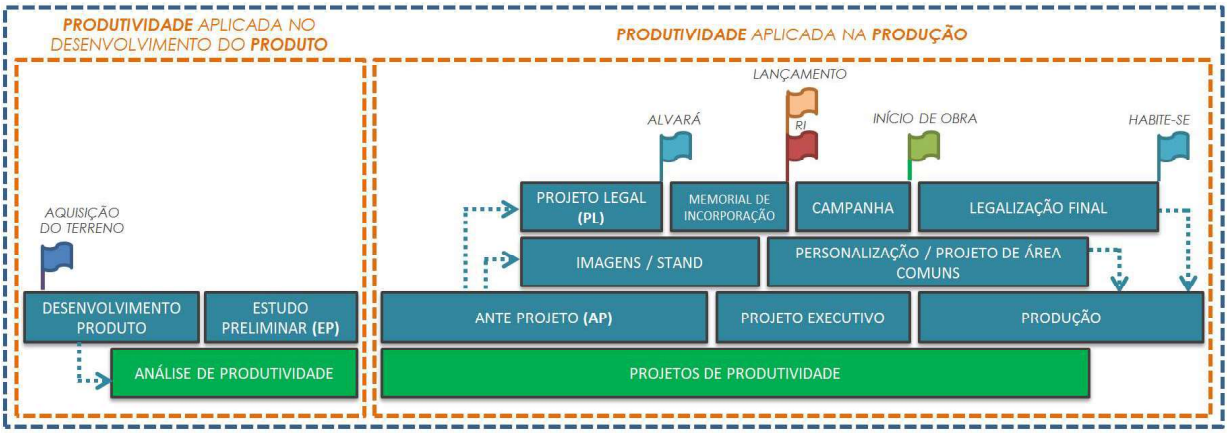
Revisão: 01 Página 1

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Um dos primeiros motivadores para a implementação do cronograma de acompanhamento de empreendimento, sendo este o mais evidente e diretamente relacionado, é que qualquer empreendimento imobiliário detém, em sua essência, a exclusividade decorrente de características do produto imobiliário e do entorno. Portanto, a necessidade de estudos e análises específicas de cada empreendimento imobiliário torna-se evidente, demandando maior padronização e procedimentos de produção do que aqueles já existentes e que estejam devidamente consolidados em uma organização empresarial.

Para exemplificar o trabalho desenvolvido ao longo desta dissertação, é fundamental compreender alguns momentos de influência da produtividade na concepção do produto imobiliário, conforme esquematizado na Figura 17.

Figura 17 – Processo linear de Projeto com inserção do conceito de Produtividade em duas etapas



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

A primeira etapa concentra-se na produtividade aplicada no desenvolvimento do produto imobiliário. Nesse momento, realiza-se uma análise de construtibilidade e produtividade com os estudos iniciais do empreendimento, auxiliando na escolha do partido estrutural do edifício, de acordo com o partido arquitetônico do edifício. Essa etapa tem início logo após a aquisição do terreno.

O acompanhamento dos indicadores de produtividade ainda deve apoiar o Departamento de Incorporação nas tomadas de decisões no que concerne ao melhor produto imobiliário e à definição de planta para atendimento das necessidades do mercado na época da concepção de produto imobiliário.

A segunda fase tem como premissa a produtividade aplicada na produção. Projetos de produtividade são confeccionados para que possam subsidiar a execução dos serviços através de um planejamento voltado para a produtividade, levando em consideração a qualidade, a logística, o prazo, o custo e a mão de obra. Esta dissertação está focada nos indicadores que influenciam a concepção do produto imobiliário; os demais podem servir de tema para trabalhos futuros.

Serão abordados exemplos de processos utilizados na etapa de concepção do produto imobiliário com foco na execução da estrutura de concreto armado (ECA) e nos indicadores de arquitetura, com o intuito de demonstrar a metodologia utilizada pela empresa incorporadora e construtora estudada.

A ECA foi escolhida por ser um subsistema executado com mão de obra própria da empresa incorporadora e construtora e também porque a mesma detém um extenso histórico de produtividade de suas obras, formando um banco de dados utilizado para fundamentar a escolha dos indicadores de produtividade de estrutura de concreto armado.

Relembra-se, ainda, a importância desse subsistema como balizador da concepção do produto imobiliário como um todo, além de sua relevância quanto aos custos e ao prazo de execução de obra.

Cada disciplina deve ter seus indicadores de produtividade correspondentes, que poderão ser modificados conforme a evolução do processo do projeto, sempre visando a melhoria e a busca do objetivo do trabalho, qual seja, a eficácia.

Dessa forma, o entendimento de Novaes (1997a) corrobora com a proposta de trabalho da empresa estudada, onde, a produção deve alimentar o produto imobiliário e vice-versa.

> [...] a padronização e registro das soluções construtivas e de procedimentos da produção, para consideração durante a elaboração dos projetos do produto e da produção, além de evitar a centralização de conhecimentos em pessoas, contribui para que, durante a elaboração dos projetos, seja ampliada a incorporação de dados e informações acerca de aspectos produtivos e reduzida a possibilidade de consideração de soluções tendenciosas e conflitantes (NOVAES, 1997a).

Para a concepção do produto imobiliário, os indicadores contemplarão, em todas as fases do desenvolvimento de um empreendimento imobiliário, as diretrizes de atuação para cada responsável, que será bem definido e delimitado por sua abrangência de trabalho, inserido no processo do produto imobiliário. Porém, algumas premissas iniciais de concepção do produto imobiliário devem ser seguidas, com o intuito de nortear um trabalho conjunto, convergindo com o objetivo desta dissertação:

- ✓ Estudo de Viabilidade: indicadores que balizem tecnicamente a escolha dos terrenos, com o objetivo de mitigar os riscos envolvidos no processo de aquisição de área (terrenos) para a incorporação imobiliária;
- ✓ Estudo Preliminar: indicadores de arquitetura que balizem tecnicamente a concepção do produto imobiliário, sendo escolhidos nesta dissertação,

indicadores de compacidade, densidade de paredes, área do pavimento tipo ocupada pela área de circulação, área privativa na área global do edifício, aproveitamento do lote e área unitária da garagem. De forma análoga, foram escolhidos os indicadores de estrutura: área de forma pelo volume de concreto, área de forma pela área de projeção da laje, densidade de pilares, densidades de vigas e incidência de bordas de lajes em ECA.

O autor tem ciência da NBR 12722 – Discriminação de serviços para construção de edifícios (ABNT, 1992) em que as fases de execução de um empreendimento podem ser classificadas em:

- ✓ Fase de estudos preliminares - Aquela em que ocorre, autorizados pelo "Responsável pelo empreendimento", os estudos da viabilidade, escolha de lugar, etc., normalmente compreendidos na "Consultoria de empreendimento"; esta fase também pode ser entendida como "Fase de planejamento do empreendimento";
- ✓ Fase de Projetos - Aquela em que se elaboram os projetos; esta fase pode ser entendida como "Fase de planejamento de construção";
- ✓ Fase de construção - Aquela em que se realiza a construção da edificação;
- ✓ Fase de recebimento da edificação - Aquela em que se verificam o adequado funcionamento da edificação e sua entrega formal ao proprietário da obra.

Os projetos de produtividade têm um papel importante no êxito da etapa de definição de produto imobiliário.

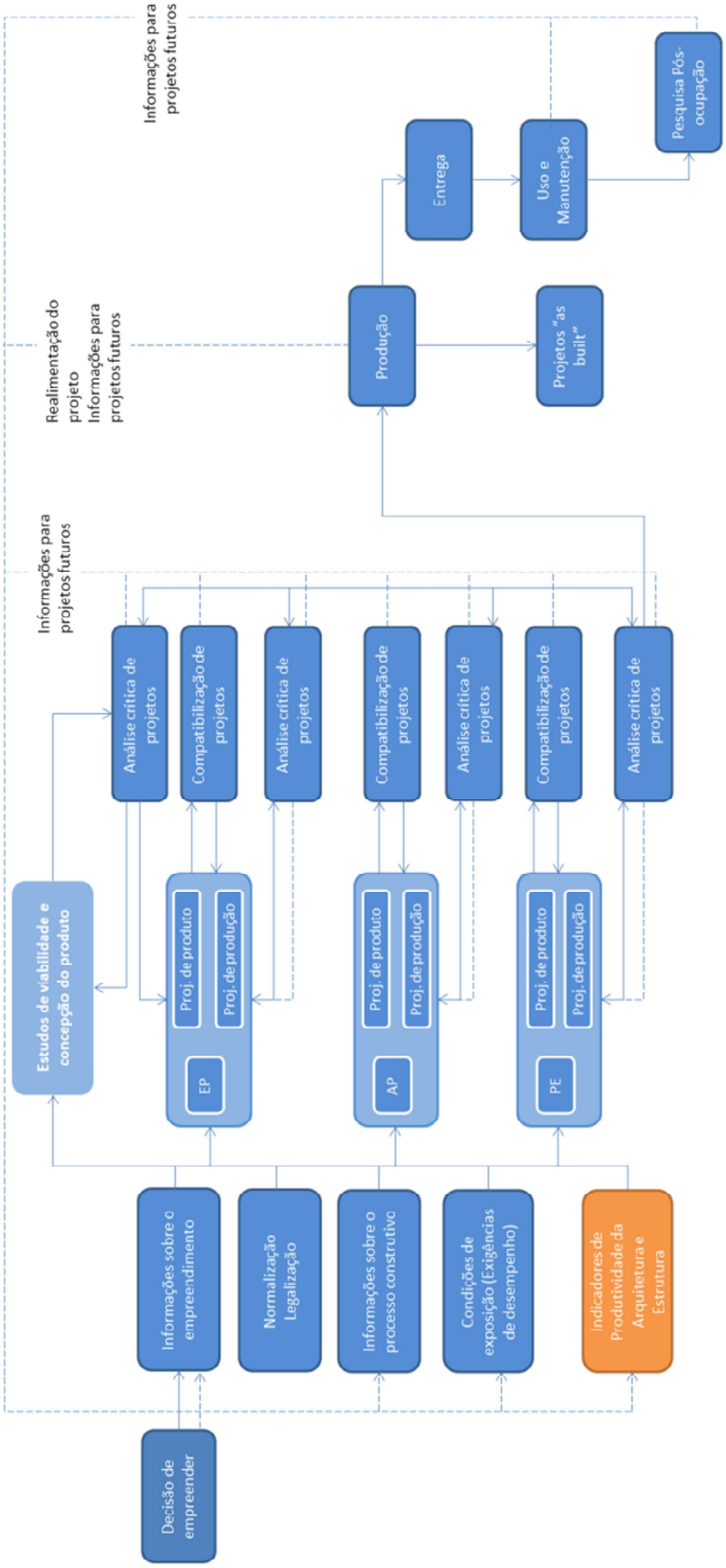
Para Melhado (1994, p. 171), deve-se criar uma "memória" construtiva no âmbito das empresas incorporadoras e construtoras, constituídas pela coleta de informações técnicas e detalhes construtivos, progressivamente complementados até que se tornem fonte de referência atualizada e eficiente. Essa proposição de banco de dados disponível para todos os profissionais do projeto traduz, de forma prática, requisitos e diretrizes de bons exemplos de projetos.

O fluxo de informações deve ter seu processo estruturado para que os indicadores tenham seu "papel" desempenhado ao longo do desenvolvimento do

empreendimento imobiliário. Novaes (1997a) ressalta a necessidade de sistematização das informações. Para o autor desta dissertação, os indicadores de produtividade serão aplicados na concepção produto imobiliário, propiciando ações para controle e garantia de qualidade de projetos, conforme apresentado na Figura 18.

Em cada fase de projeto existe a necessidade de apresentação de “pacotes de indicadores” que deverão matematizar as decisões de projeto, a fim de subsidiar a elaboração de projetos mais eficazes que resultem na aceitação pela empresa incorporadora e construtora por meio de seus critérios de aprovação.

Figura 18 – Fluxograma adaptado do processo de produção, com ênfase no processo do projeto



Fonte: Novaes (1997), adaptada pelo autor (2019)

3.1.1. Indicadores de Produtividade de Arquitetura

As características geométricas do produto imobiliário influenciam o custo esperado. Como exemplo, cita-se que, para determinada área do pavimento do empreendimento, quanto mais próxima sua projeção estiver de um círculo de área idêntica, menos superfície de fachada o edifício terá, o que leva a supor, portanto, que o custo por metro quadrado (m²) de fachada pode tornar-se menor para essa área construída.

A bibliografia estudada indica que custos globais e o custo de uso e operação se inter-relacionam com o projeto do produto em sua fase de concepção. Segundo Mascaró (2010), esses custos devem ser divididos em dois tipos: para os espaços projetados e para os equipamentos necessários ao cumprimento da função do edifício. Dessa maneira, separa-se o custo do interior dos imóveis do custo dos espaços de uso comum, onde podem figurar equipamentos como os elevadores. Ainda assim, a experiência revela que há limitação de dados e informações para os projetistas sobre o impacto econômico de seu projeto de concepção do produto imobiliário e das alterações de desenho arquitetônico sobre o custo final do empreendimento.

O desenvolvimento do projeto com diretrizes de custo ou ferramentas de indicadores ajuda na minimização desse problema; entretanto, essa temática ainda é pouco familiar no mercado atual – os arquitetos não devem ser limitados por formas e decisões puramente estéticas, mas também não devem se limitar a elas.

> [...] já em 1988, estabeleceu-se, de forma pioneira, o convênio EPUSP/ENCOL, formado por um grupo de pesquisadores da Escola Politécnica da USP e a empresa ENCOL, que defendia a racionalização e a inovação tecnológica como um elemento fundamental de desenvolvimento (SILVA, 2003 apud GOSCH, 2016).

A parceria EPUSP/ENCOL desenvolveu material didático sobre o tema, que foi utilizado como base para esta dissertação. Partindo da premissa do custo, a pesquisa ponderou como o projeto poderia minimizá-lo sem causar perdas no padrão de qualidade exigido.

Para Souza et al. (1995), os indicadores são expressões quantitativas que representam uma informação gerada a partir de uma medição da produção ou dos

processos que a compõem e dos produtos resultantes, ou seja, os indicadores auxiliam a tomada de decisão em relação a determinado projeto, produto ou processo construtivo.

As decisões do projeto de arquitetura envolvem diversos aspectos e enfoques, tais como estética, funcionalidade, durabilidade e conforto ambiental, técnicas construtivas e forma. Contudo, há apenas um denominador comum entre eles capaz de equilibrar os benefícios que cada um pode gerar: o custo. Essa é a característica principal a ser perseguida para direcionar o desenvolvimento na fase de concepção do produto imobiliário, mesmo nos momentos iniciais do projeto.

Discutem-se, a seguir, indicadores de produtividade para a avaliação de custo em função das características do produto em concepção. Com base numa experiência prévia da empresa incorporadora e construtora quanto às características do projeto que, supostamente, influenciariam o custo, e na busca do conhecimento disponível em literatura sobre o assunto, escolheu-se um conjunto de indicadores de produtividade para representar a eficiência do projeto, tendo em vista a redução de custos.

O autor tem a compreensão de que apesar de existirem outros indicadores relevantes, além dos seis indicadores de produtividade de arquitetura e dos cinco indicadores de produtividade de estrutura, escolhidos nesta dissertação.

A escolha destes indicadores decorre do fato dos mesmos terem sido considerados apropriados para o processo de decisão já vigente na empresa incorporadora e construtora objeto da pesquisa-ação, segundo as tratativas informais estabelecidas com os principais *stakeholders* na concepção do produto imobiliário e que, portanto, foram facilmente entendidos e receberam o comprometimento das pessoas envolvidas.

Com isto a implantação do uso destes indicadores de produtividade no momento da concepção do produto imobiliário, que é o desafio deste trabalho, foi bastante facilitada.

Esses indicadores de produtividade de arquitetura – que serão apresentados a seguir – foram avaliados em casos existentes no banco de dados histórico da

empresa incorporadora e construtora estudada, visando o desenvolvimento de um conjunto de informações coerentes e que contemplem a essência construtiva da empresa incorporadora e construtora, para avaliação do projeto arquitetônico sob uma ótica crítica.

Os resultados levaram à escolha de um conjunto de indicadores de produtividade que permitiram a expressão de uma faixa de restrição histórica dos produtos típicos da empresa incorporadora e construtora. Essa faixa tornou-se referência para futuras concepções de arquitetura, isto é, em princípio, foram considerados mais interessantes os projetos que totalizavam valores mais próximos do extremo da faixa que representasse uma redução de custos.

A seguir são apresentados os indicadores de produtividade de arquitetura pesquisados na bibliografia, a fim de servir de referência para a pesquisa-ação. Posteriormente, tais indicadores de produtividade são avaliados quanto aos projetos dos empreendimentos multifamiliares da empresa incorporadora e construtora.

a. Indicador de Compacidade (C)

O indicador de compacidade mensura quanto o projeto se afasta da forma mais econômica de perímetro das paredes externas, Silva (2010), visto que, quanto maior esse perímetro, maiores os custos para construção.

Para Mascaró (2010), esse indicador foi criado para medir e avaliar com certa objetividade a relação entre a área real total do pavimento tipo e as paredes que envolvem o edifício. Assim, a relação utilizada nesta dissertação para o cálculo de C (Compacidade) considera a seguinte equação:

$$\mathrm{C} = \frac{2 * \sqrt{3{,}14 * \mathrm{Apavt}}}{\mathrm{Pp}} * 100$$

Onde:

- ✓ Apavt (Área real total do pavimento tipo) representa a soma das áreas cobertas e descobertas reais de determinado pavimento NBR 12.721 (ABNT, 2007);

- ✓ Pp (Perímetro das paredes externas) deve ser medido em planta, no pavimento tipo, pelo eixo das paredes, Silva (2010).

A Tabela 3 demonstra o roteiro para cálculo do Índice de Compacidade segundo Silva (2010).

Tabela 3 – Roteiro para cálculo de C – Índice de Compacidade

Variáveis	Parâmetros
Área real total do pavimento tipo (Apavt)	Medida em planta pela face externa das paredes
Perímetro das paredes externas (Pp)	Medida em planta pelo eixo das paredes no pavimento tipo Não são consideradas paredes externas às proteções (mureta e guarda-corpo) de sacadas e terraços Ao medir o perímetro, não descontar os vãos das aberturas (portas e janelas)

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

Para avaliação deste critério, matematicamente, o índice máximo é aquele que se aproxima de 100, ou seja, as arestas da fachada se aproximam de uma circunferência de área similar. De acordo com Silva (2010), utilizam-se os valores de referência constantes na Tabela 4.

Tabela 4 – Critérios para avaliação do C – Índice de Compacidade

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
< 60%	60% a 75%	> 75%

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

b. Indicador de Densidade de Parede (Dp)

Seu objetivo é verificar o grau de otimização da compartimentação do pavimento tipo; sua influência vincula-se à produção de vedações.

Segundo Mascaró (2010), quase 50% dos custos de construção surgem dos planos verticais do projeto; sendo assim, sua análise é consideravelmente importante para o custo do edifício como um todo.

Para o cálculo de Dp, apresentado na Tabela 5, utiliza-se a seguinte equação:

$$Dp = \frac{Ap}{Apavt}$$

Onde:

- ✓ Ap (Áreas de projeção das paredes externas e internas do pavimento tipo da edificação) relaciona-se ao perímetro das paredes multiplicado pela espessura da parede, sem descontar os vãos das aberturas – portas e janelas Silva (2010);
- ✓ Apavt (Área real total do pavimento tipo) representa a soma das áreas cobertas e descobertas reais de determinado pavimento NBR 12.721 (ABNT, 2007).

Tabela 5 – Roteiro para cálculo Dp – Densidade de Parede

Variáveis	Parâmetros
Área real total do pavimento tipo (Apavt)	Medida em planta pela face externa das paredes Não inclui área de sacadas e floreiras
Área de projeção das paredes externas e internas do pavimento tipo da edificação (Ap)	Perímetro das paredes medido no pavimento tipo, multiplicado pela espessura das respectivas paredes Ao medir o perímetro não descontar os vãos das aberturas (portas e janelas)

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

Para avaliação deste critério, são utilizados os valores de referência indicados na Tabela 6, pois quanto mais desimpedida for a planta arquitetônica, ou seja, sem muita compartimentação, melhor é esse indicador.

Tabela 6 – Critérios para avaliação do Dp – Densidade de Parede

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
> 0,18	0,15 a 0,18	< 0,15

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

c. Indicador da Área do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação (Iac)

A Área do pavimento tipo ocupada pela área de circulação (Ia) pretende verificar a otimização da relação entre a área de circulação e a área do pavimento tipo. Para seu cálculo, utiliza-se a seguinte equação:

$$Iac = \frac{Acirc * 100}{(Apavt + Asf)}$$

Onde:

- ✓ Acirc (Área de circulação) refere-se à soma das áreas do pavimento tipo da edificação destinadas ao acesso às unidades autônomas (elevador, escada, corredor, *hall*, etc.);
- ✓ Apavt (Área real total do pavimento tipo) é a soma das áreas cobertas e descobertas reais de determinado pavimento NBR 12.721 (ABNT, 2007) ;
- ✓ Asf (Área de sacada e floreira no pavimento tipo) representa a soma das áreas de sacadas e floreiras do pavimento tipo;

O roteiro para cálculo do Iac pode ser encontrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Roteiro para cálculo Iac – Porcentagem de Área Real Total do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação

Variáveis	Parâmetros
Área real total do pavimento tipo (Apvt)	Medida em planta pela face externa das paredes. Não inclui área de sacadas e floreiras.
Área de sacada e floreira no pavimento tipo (Asf)	Medida em planta no pavimento tipo. Inclui a área de projeção das muretas de proteção. Não pode existir sobreposição desta área com a área do pavimento tipo.
Área de circulação (Acirc)	Área da caixa do elevador, escada, corredor e *hall* no pavimento tipo da edificação, medidas em plantas segundo critérios da NBR 12.721 (ABNT, 2007): a) pela face externa da parede, quando fizerem divisa com o exterior; b) pela face interna da parede, quando fizerem divisa com unidade autônoma; c) pelo eixo da parede, quando fizerem divisa com outra área de uso comum.

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

Para avaliar este critério, utilizam-se os valores de referência demonstrados na Tabela 8, pois quanto menor o indicador, melhor para o custo total da obra.

Tabela 8 – Critérios para avaliação do Iac – Área Real Total do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
> 12%	8% a 12%	< 8%

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

d. Indicador da Área Privativa na Área Global do Edifício (Iapr)

O indicador analisa a influência das áreas comuns na área real global total do edifício, uma vez que estas não são vendáveis e, normalmente, possuem preço de construção bastante elevado devido ao nível de acabamento. Seu cálculo, ilustrado pela Tabela 9, utiliza a seguinte equação:

$$\mathrm{Iapr} = \frac{\mathrm{Apriv}}{\mathrm{Aglob}}$$

Onde:

- ✓ Apriv (Área privativa principal) refere-se à área da unidade autônoma de uso exclusivo, destinada à moradia, atividade ou uso principal da edificação, situada em determinado andar ou em dois ou mais andares interligados por acesso também privativo;
- ✓ Aglob (Área real global da edificação) é a soma das áreas cobertas e descobertas reais, situadas nos diversos pavimentos da edificação e calculadas a partir do projeto de arquitetura.

Tabela 9 – Roteiro para cálculo de Iapr – Porcentagem da Área Privada na Área Global do Edifício

Variáveis	Parâmetros
Área privativa principal (Apriv)	Medida em planta da área total privada de todo o edifício
Área real global da edificação (Aglob)	Área global de todo o edifício, incluindo áreas privadas e comuns, etc.

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

Sua avaliação utiliza os valores de referência constantes na Tabela 10, pois quanto maior essa relação, maior é a área privativa principal, ou seja, área comercializada em relação a área real global da edificação.

Tabela 10 – Critérios para avaliação do Iapr – Porcentagem da Área Privada na Área Global do Edifício

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
< 55%	55% a 70%	> 70%

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

e. Indicador de Aproveitamento do Lote (Ial)

O indicador aproveitamento do lote (AI) aponta a influência do aproveitamento do lote para construção (potencial construtivo). Para seu cálculo, utiliza-se a seguinte equação:

$$\mathrm{Ial} = \frac{\mathrm{Apavt}}{\mathrm{Alot}}$$

Onde:

- ✓ Apavt (Área real total do pavimento tipo) é a soma das áreas cobertas e descobertas reais de determinado pavimento NBR 12.721 (ABNT, 2007);
- ✓ Alot (Área total do terreno).

Na Tabela 11, apresenta-se o roteiro para o cálculo do indicador em questão.

Tabela 11 – Roteiro para cálculo Ial – Indicador de Aproveitamento do Lote

Variáveis	Parâmetros
Área real total do pavimento tipo (Apvt)	Medida em planta pela face externa das paredes. Não inclui área de sacadas e floreiras.
Área total do terreno (Alot)	Área total do terreno do empreendimento.

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

No tocante à avaliação do critério aproveitamento do lote, quanto maior ele for, melhor, pois maior será a demanda de verticalização para um mesmo coeficiente de aproveitamento do terreno, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Critérios para avaliação do AI – Aproveitamento do Lote

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
< 0,18	0,18 a 0,28	> 0,28

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

f. Indicador de Área Unitária de Garagem (Iag)

Este indicador aponta para a ocupação no aproveitamento de vagas de garagem em relação à área total de garagens. O cálculo de Iag utiliza a seguinte equação:

$$\mathrm{Iag} = \frac{\mathrm{Atotalgargens}}{\mathrm{Tvagas}}$$

Onde:

- ✓ Atotalgaragens (Área total de garagens)
- ✓ Tvagas (Total de vagas dos garagens)

Neste caso, quanto menor for o indicador, melhor será o aproveitamento da área disponível para as garagens. A Tabela 12 demonstra o roteiro para o cálculo do indicador em questão.

Tabela 13 – Roteiro para cálculo Iag – Aproveitamento da Área Unitária de Garagem em relação a área total dos subsolos

Variáveis	Parâmetros
Área total de garagens (Atotalgaragens)	Medida em planta pela face interna das paredes limitantes dos subsolos.
Total de vagas das garagens (Tvagas)	Contagem numérica da quantidade unitária de cada vaga de garagem demarcada nos subsolos.

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

No tocante à avaliação do critério Aproveitamento da Área Unitária de Garagem, quanto menor for o indicador, melhor será o aproveitamento da área disponível para as garagens, ou seja, qual área uma vaga de garagem ocupa na área comum das garagens, além da área de sua própria demarcação, de acordo com a Tabela 14.

Tabela 14 – Critérios para avaliação do Iag – Aproveitamento da Área Unitária de Garagem

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
> 25	23 a 25	< 23

Fonte: Silva (2010), adaptada pelo autor (2019)

3.1.2. Metodologia para escolha dos indicadores de produtividade de arquitetura e para obtenção dos valores de referência de cada indicador

Antes da escolha dos indicadores desta dissertação, o autor tem ciência da existência de outros trabalhos que se preocupam com a indicação de faixas de indicadores, Lantelme (2001), Gosch (2012), Silva (2018). Nota-se que os valores propostos por estes autores são coerentes com os valores apropriados por esta dissertação e que serão apresentados a seguir.

A criação de referências das faixas de indicadores de produtividade para a empresa incorporadora e construtora, no entanto, baseia-se estritamente nos valores apropriados em suas obras, o que se justifica na medida em que tais números efetivamente representam a realidade da empresa incorporadora e construtora.

A escolha realizada para os indicadores a serem utilizados para avaliação dos projetos arquitetônicos da empresa incorporadora e construtora teve como primeiro passo calculá-los para cada um dos projetos disponíveis no banco de dados histórico para, em seguida, definir a faixa de valores aceitáveis.

Os valores de cada indicador, associados a todos os projetos estudados, são demonstrados a seguir, bem como a faixa a ser utilizada no julgamento de novos projetos, faixa esta que apresenta como valores extremos os quartis dos resultados e a mediana como valor central da distribuição.

Na análise de um novo projeto, a percepção de que um indicador está dentro da faixa significa que o mesmo se encontra num nível aceitável, considerando o histórico da empresa incorporadora e construtora. Entretanto, o desejável é um projeto cujos indicadores se aproximem ou transponham o quartil limite do lado que represente a redução de custos.

Destaca-se que tais indicadores foram levantados nos últimos 21 empreendimentos residenciais e comerciais da empresa incorporadora e construtora estudada, conforme se observa no Apêndice A.

Através do histórico pesquisado em amostras de empreendimentos comerciais e residenciais, foram elaborados os cálculos dos indicadores anteriormente apresentados, cujos resultados seguem ilustrados pelas Figuras 19 a 24. Dessa forma, obteve-se a análise da variação dos indicadores através do cálculo da mediana, do primeiro quartil[2] e do terceiro quartil. Esse levantamento estatístico permite a geração dos valores de referência para cada indicador.

Assim, estabeleceu-se uma faixa de valores separada em termos de quartis e mediana: as realizações acima do 3º quartil seriam consideradas ótimas, abaixo do 1º quartil, ruins, e a região entre quartis é considerada boa ou o inverso, dependendo da relação apresentada.

Para o correto entendimento dos gráficos apresentados a seguir, a interpretação das faixas de intervalos Ruim, Bom e Ótimo, conforme o critério de aceitação supracitado é representado pelas linhas verdes e vermelhas:

a) A faixa de intervalo acima ou abaixo do 1º quartil, representada pela linha vermelha, define que o indicador obteve uma avaliação RUIM e, portanto, é indeferido.

b) A faixa de intervalo entre quartis, representada entre as linhas vermelha e verde, define que o indicador foi avaliado como sendo BOM; portanto, é deferido.

c) Na linha laranja tem-se a mediana dos valores do banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora estudada, ou seja, o valor médio desse conjunto de valores.

d) A faixa de intervalo acima ou abaixo do 3º quartil, representada pela linha verde, define que o indicador obteve nível ÓTIMO em sua avaliação e, portanto, é deferido, superando as expectativas positivas em relação ao desempenho do indicador em análise.

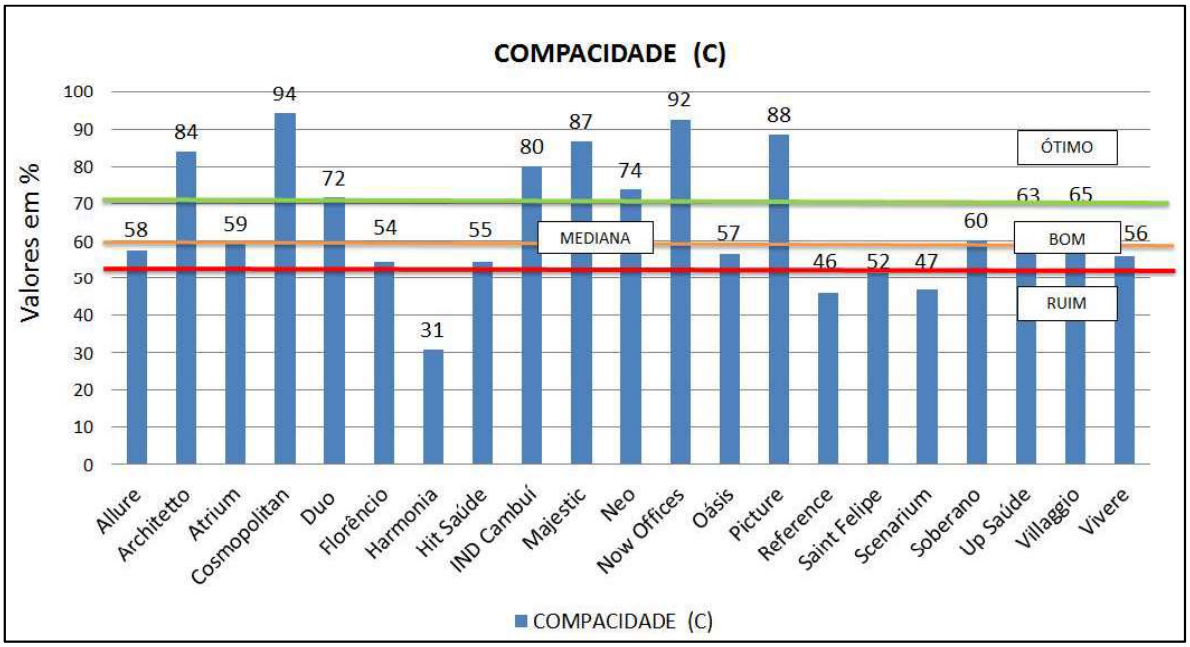
---

[2] Quartil: conjunto de valores que dividem uma amostra de dados em quatro partes iguais. Com eles, pode-se avaliar a dispersão e a tendência central de um conjunto de dados, ou seja, a mediana; a determinação do valor dos quartis ajuda muito na compreensão dos seus dados. O autor utilizou desse artifício para analisar a base de dados e definir faixas de indicadores.

O indicador de compacidade mensura quanto o projeto se afasta da forma mais econômica do perímetro das paredes externas (Silva, 2010), visto que, quanto maior esse perímetro, maiores os custos para construção.

A Figura 19 retrata a análise do indicador de compacidade (C) dos projetos de arquitetura da incorporadora e construtora estudada.

Figura 19 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Índicador de Compacidade (C)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para avaliação desse critério, de acordo o banco de dados da empresa incorporadora e construtora estudada, chega-se aos valores de referência constantes na Tabela 15.

Tabela 15 – Critérios para avaliação do indicador de Compacidade (C) na incorporadora e construtora

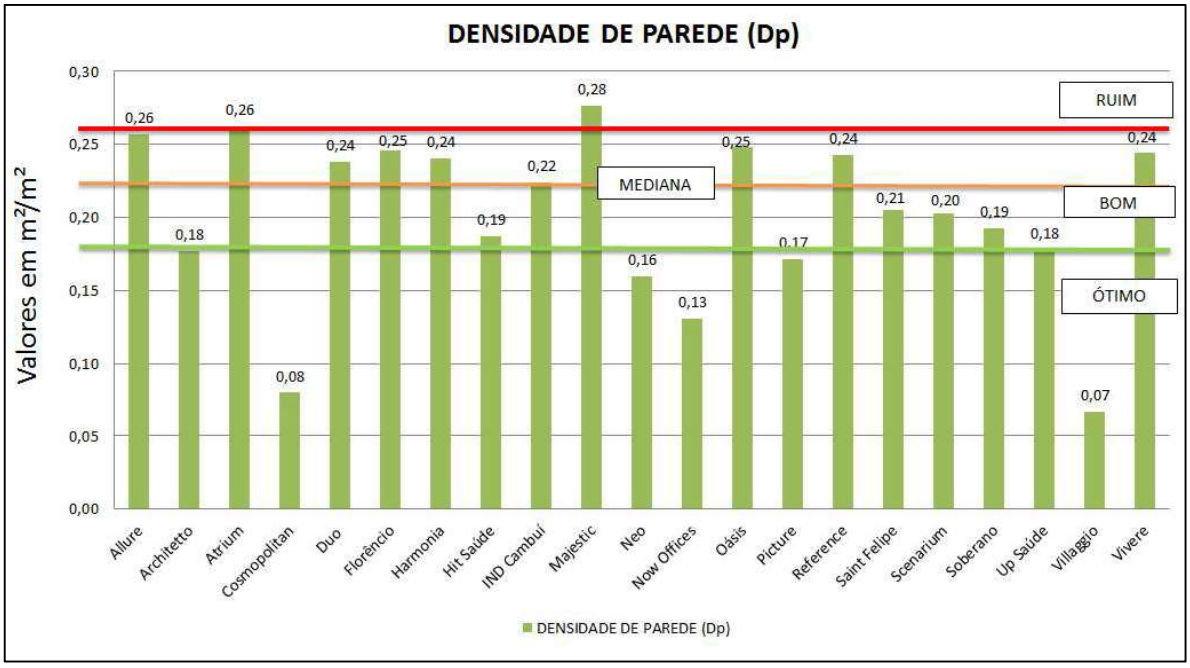
FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
<52%	53% a 69%	> 70%

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O indicador de densidade de parede (Dp) tem como objetivo verificar o grau de otimização da compartimentação do pavimento tipo; sua influência vincula-se à

produção de vedações. Segundo Mascaró (2010), quase 50% dos custos de construção surgem dos planos verticais do projeto; sendo assim, sua análise é consideravelmente importante para o custo do edifício como um todo, conforme se observa na Figura 20.

Figura 20 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Densidade de Parede (Dp)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

A avaliação deste critério utiliza os valores de referência indicados na Tabela 16, pois quanto menor a quantidade de vedações na planta arquitetônica, melhor o indicador.

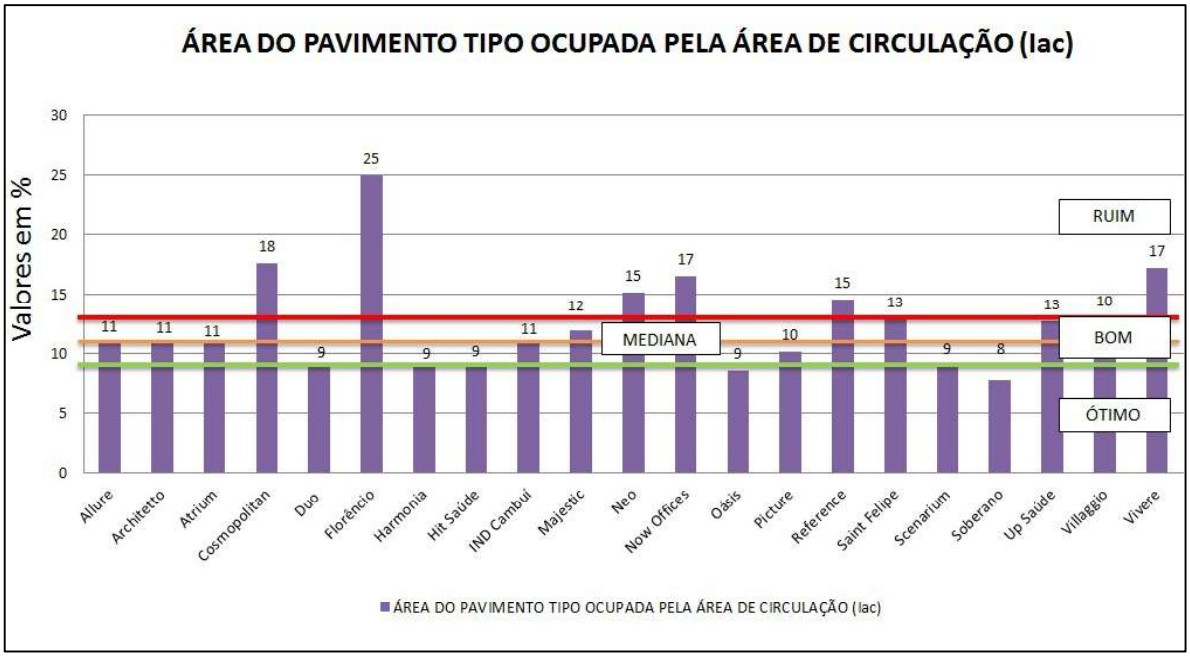
Tabela 16 – Critérios para avaliação do indicador de Densidade de Parede (Dp) na incorporadora e construtora

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
>0,26	0,19 a 0,25	<0,18

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

A Área do pavimento tipo ocupada pela área de circulação (Iac) pretende verificar a otimização da relação entre a área de circulação e a área do pavimento tipo, conforme demonstrado na Figura 21.

Figura 21 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Área Total Privativa Ocupada pela Área de Circulação (Iac)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Na Tabela 17 podem ser observadas as faixas de intervalos de RUIM a ÓTIMO, encontradas de acordo com o banco de dados da empresa incorporadora e construtora estudada por este autor para o indicador em questão, em um determinado pavimento.

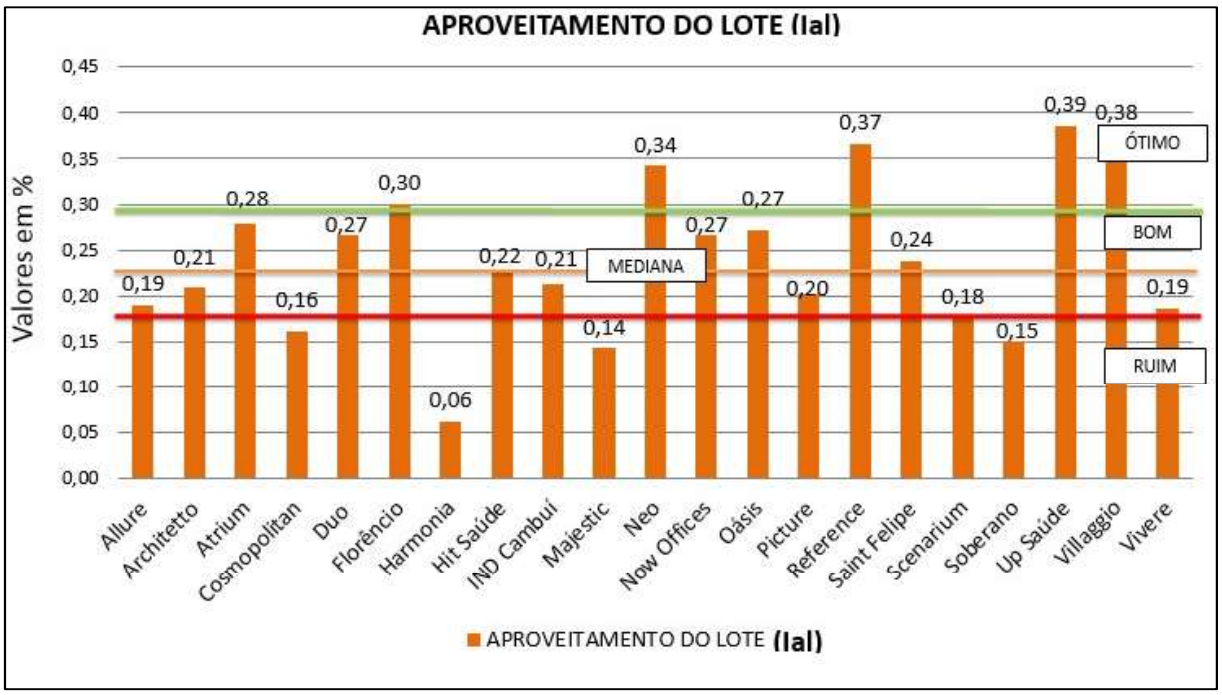
Tabela 17 – Critérios para avaliação do indicador da Área Total do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação (Iac) na incorporadora e construtora

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
>13	9,1 a 12,9	< 9

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O indicador Aproveitamento do Lote (Ial) aponta a influência do aproveitamento do lote (terreno) para construção (Figura 22).

Figura 22 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Indicador de Aproveitamento do Lote (Ial)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para o critério Aproveitamento do Lote, quanto maior ele for, melhor, pois maior será a demanda de verticalização para um mesmo coeficiente de aproveitamento do lote (terreno) (Tabela 18).

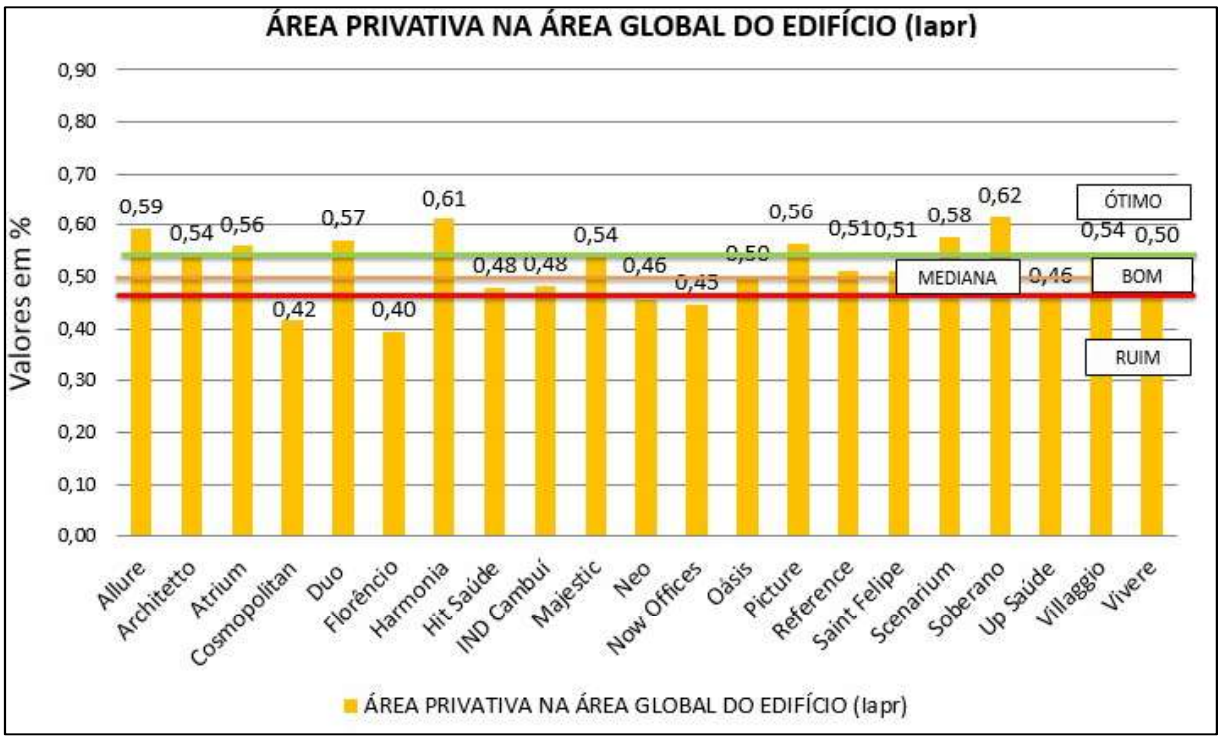
Tabela 18 – Critérios para avaliação do Ial – Indicador de Aproveitamento do Lote (Ial) na incorporadora e construtora

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
<0,18	0,19 a 0,28	>29

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O indicador Iapr analisa a influência das áreas comuns na área global do edifício, uma vez que estas não são vendáveis e, normalmente, possuem preço de construção bastante elevado devido ao nível de acabamento. Na Figura 23, tem-se a análise do banco de dados da empresa incorporadora e construtora para este indicador.

Figura 23 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Área Privativa na Área Global do Edifício (Iapr)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Sua avaliação utiliza os valores de referência constantes na Tabela 19; quanto maior essa relação, maior é a área privativa principal, ou seja, a área comercializada em relação à área real global da edificação.

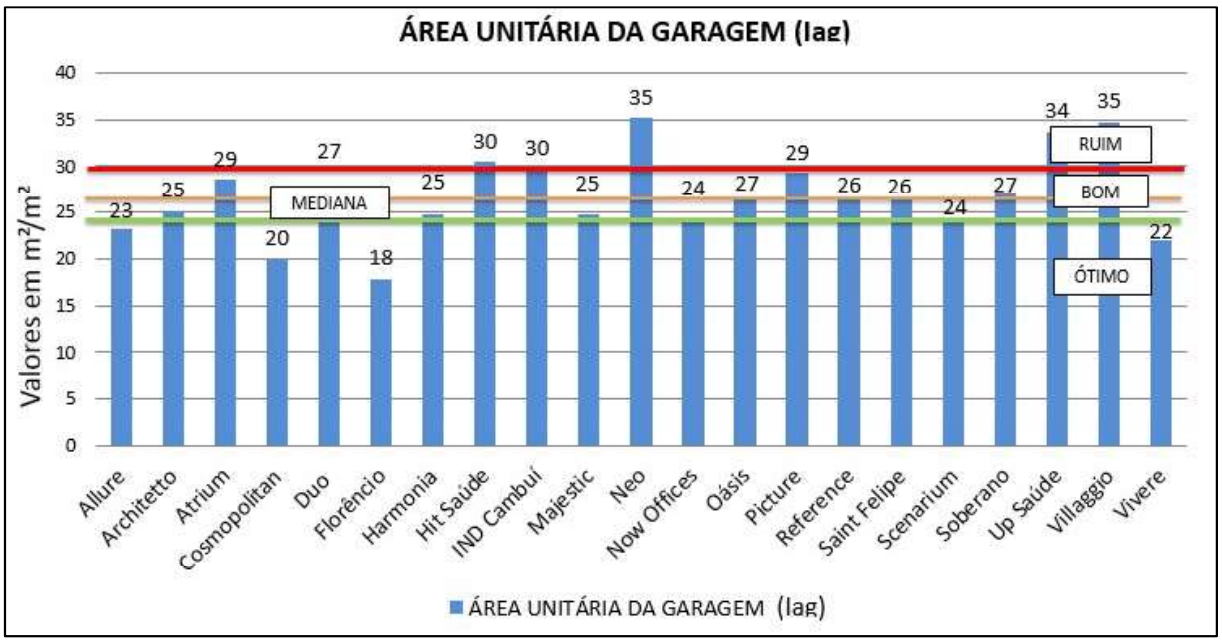
Tabela 19 – Critérios para avaliação do Iapr – Área Privativa na Área Global do Edifício (Iapr) na incorporadora e construtora

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
< 50%	51% a 56%	> 57%

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O indicador de área unitária de garagem aponta o aproveitamento de vagas em relação à área dos pavimentos garagens (Figura 24).

Figura 24 – Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – Área Unitária da Garagem (Iag)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

No critério de Aproveitamento da Área Unitária de Garagem, quanto menor for o indicador, melhor será o aproveitamento da área disponível para os subsolos, ou seja, qual área é ocupada por uma vaga de garagem na área comum dos subsolos, além da área de sua própria demarcação.

Com relação a esse indicador, a empresa incorporadora e construtora registra valores superiores ao apresentado na Tabela 14, pois tem como premissa oferecer vagas de garagem maiores do que legislação local exige (Tabela 20), pois entende ser um valor para o cliente através de um maior conforto para a manobra de estacionamento.

Tabela 20 – Critérios para avaliação do Iag – Área Unitária da Garagem (Iag) na empresa incorporadora e construtora

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
>30	25 a 29	<24

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

3.1.3. Indicadores de Produtividade de Estrutura

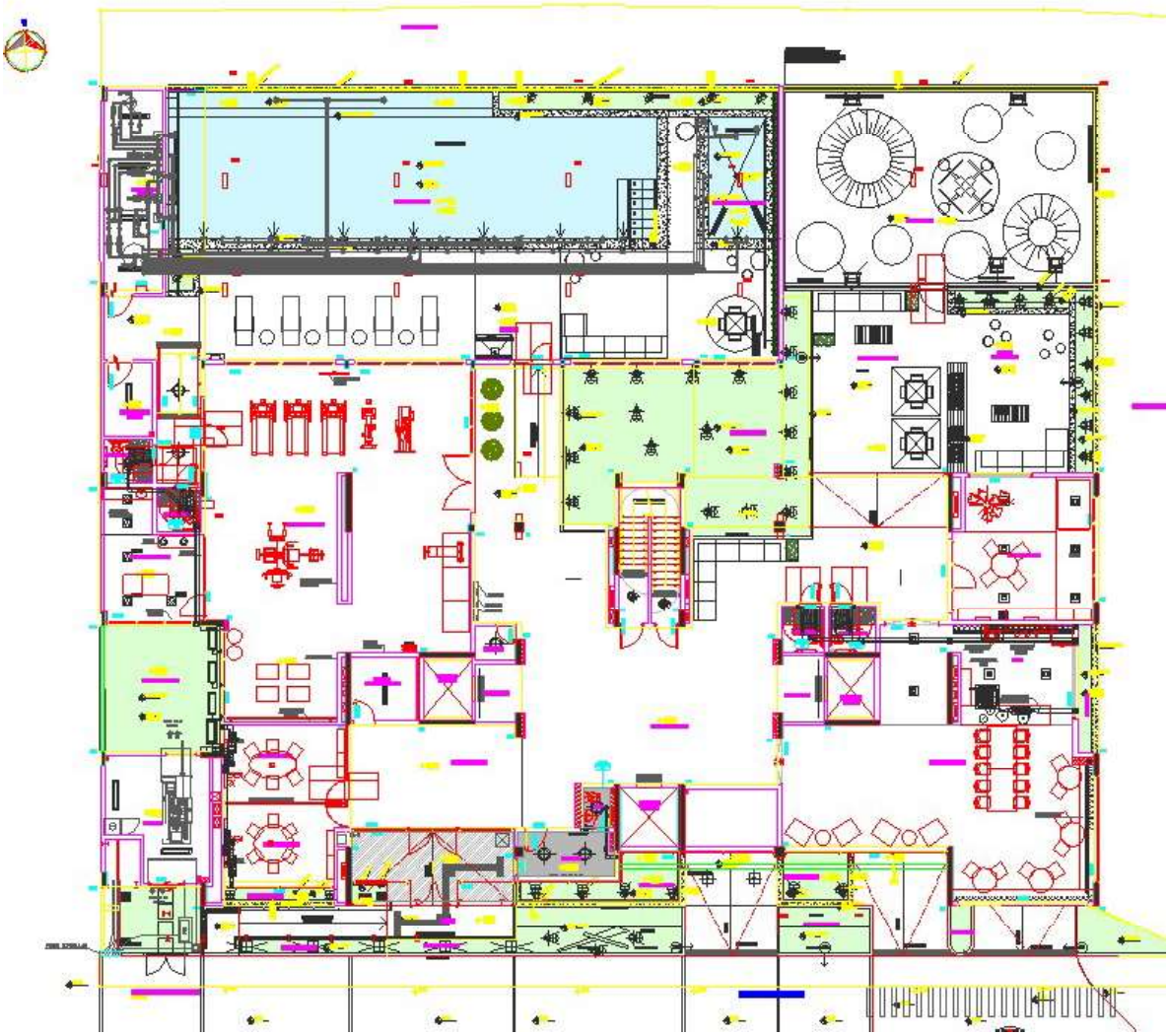
Para demonstrar a influência que a produtividade da ECA exerce sobre a concepção do produto imobiliário, é necessário compreender o processo de concepção do produto imobiliário da empresa incorporadora e construtora.

Durante o processo de concepção do produto imobiliário, uma das etapas contempladas relaciona-se ao estudo numérico de viabilidade técnica. O produto imobiliário é desenvolvido de forma numérica, observando-se as leis, o uso e a ocupação do solo, os aspectos ambientais, de tombamento e a contaminação do solo, e ainda contempla informações sobre zoneamento urbanístico que esta inserida, índice de coeficiente de aproveitamento do terreno, taxa de ocupação, categoria de uso, de utilização, quantidade de torres, pavimentos, unidades por pavimentos, vagas de veículos por unidade autônoma, percentual de área de terraço, quantidade de subsolos, área permeável, área privativa por unidade, área privativa total, área total computável, área total não computável e área total construída.

Nessa etapa, é preciso também averiguar as questões construtivas para adequação legal (gabarito de altura e recuos frontais, posterior e laterais) e realizar a análise minuciosa do terreno, aproveitando o espaço para a implantação do edifício e analisando as sondagens, a fim de verificar em qual tipo de fundação o empreendimento poderá ser concebido. Esses são itens que influenciam diretamente a ECA.

A Figura 25 exemplifica a planta de implantação de um empreendimento pela empresa incorporadora e construtora estudada.

Figura 25 – Planta de implantação de empreendimento residencial



Fonte: Empresa incorporadora e construtora (2019)

Durante a confecção do estudo de viabilidade técnica, o Departamento de Projetos da empresa incorporadora e construtora é envolvido com o intuito de analisar o partido estrutural proposto pelo projetista de ECA (usualmente estrutura reticulada de concreto armado), compreender sua construtibilidade e apresentar sugestões que atendam aos critérios estéticos, de produtividade e de custo do empreendimento. O conceito de construtibilidade, considerado importante para a avaliação do projeto, está diretamente ligado à produtividade do projeto de estrutura a ser apresentado e de outros fatores voltados a sua execução.

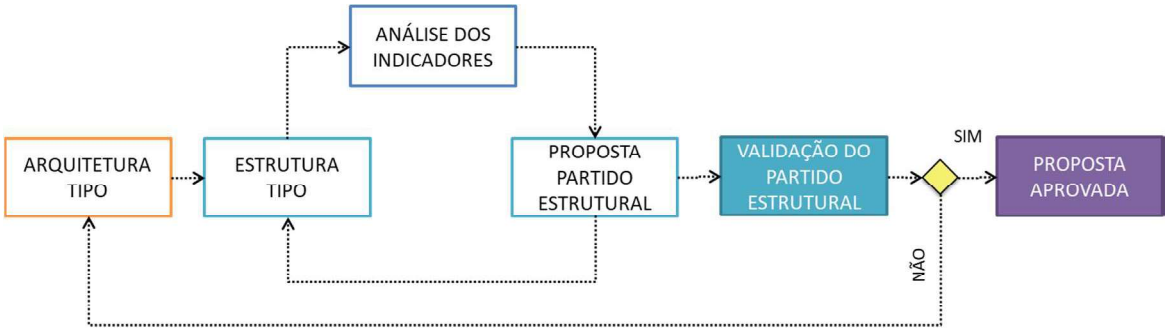
Para a elaboração do estudo de construtibilidade inicial, devem ser observadas as seguintes premissas:

- ✓ Conceito estético e/ou partido arquitetônico adotado para o empreendimento;
- ✓ Análise dos parâmetros que envolvem custo de obra, prazo, qualidade e segurança do trabalho;
- ✓ Estudo preliminar da tecnologia construtiva a ser utilizada para produção;
- ✓ Detecção de interferências na logística do canteiro da obra;
- ✓ Detecção de provável influência do partido estrutural da ECA nas disciplinas:
    - Arquitetura;
    - Fundações;
    - Paisagismo;
    - Ventilação mecânica;
    - Instalações elétricas e hidráulicas;
    - Estrutura de concreto armado (ECA).

Nesse cenário, deve-se estar atento e imprimir celeridade ao desenvolvimento das análises, que podem não ser únicas ao longo do processo; é preciso estar consciente sobre a importância da decisão, pois a escolha do partido estrutural influenciará a viabilidade nos aspectos de prazo, custo e qualidade do empreendimento.

Pensando nisso, a empresa incorporadora e construtora investiu no desenvolvimento de um processo para atender aos requisitos necessários, a fim de alcançar a produtividade e a qualidade esperadas, conforme se vislumbra na Figura 26.

Figura 26 – Fluxograma do processo de análise de produtividade e construtibilidade da ECA na fase de concepção produto imobiliário



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para confeccionar o estudo de produtividade da ECA, que servirá para definir o partido estrutural, é fundamental que a contratação do projetista de estrutura seja efetivada logo no período de concepção do produto imobiliário; após a primeira versão do projeto de arquitetura, a disciplina do projeto estrutural deve lançar o partido estrutural para análise da produtividade. Nessa etapa, o Departamento de Projetos elabora um conjunto de estudos que será utilizado para influenciar melhorias no partido estrutural, conforme apresentado a seguir.

- Análise de interferência estrutura x vagas

Trata-se do estudo da projeção de pilares na implantação de vagas e áreas de circulação de veículos, e da análise do espaçamento máximo entre pilares, a rigidez da estrutura, a densidade de vigas e a planicidade das lajes.

De acordo com a distribuição dos pilares e altura das vigas em áreas de estacionamento, a distribuição do *layout* das vagas pode ser prejudicada pela impossibilidade de compatibilização com a modularidade do tamanho padrão das vagas de garagem, que podem variar de 2,10 m a 2,50 m de largura, e de 4,20 m a 5,50 m de comprimento, dependendo da tipologia da vaga de garagem, classificada como pequena, média ou grande segundo o órgão público regulador que, nesta dissertação, é a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP).

Portanto, a área média destinada para uma vaga de garagem durante a concepção do produto imobiliário pode ser insuficiente devido ao partido estrutural de pilares e vigas projetado para as áreas de estacionamento, aumentando, assim, a área a construir e os custos envolvidos, prejudicando a produtividade, pois a quantidade de vagas seria a mesma para um esforço maior.

Tais observações são importantes, uma vez que a não realização de um dos aspectos mencionados acarretam maiores dificuldades construtivas e, consequentemente, elevação dos custos da obra, bem como os respectivos reflexos na deterioração da produtividade já alcançada pela empresa incorporadora e construtora.

- Estudo de frequência de vigas de transição

Refere-se ao estudo sobre a necessidade de utilização de vigas de transição e análise para a concepção do partido estrutural, de forma a evitar ao máximo a utilização dessa solução – pilares que nascem de vigas de transição. Procura-se ainda, em avaliações de produtividade realizadas anteriormente, minimizar a ocorrência de características de estruturas que trarão perdas de produtividade percebidas pela empresa incorporadora e construtora como sendo expressivas.

Após a avaliação dos estudos de análise de construtibilidade, de cálculo dos indicadores de produtividade da estrutura, de análise de interferência estrutural *versus* vigas e de estudo de frequência de vigas de transição, apresenta-se uma proposta para a definição do partido estrutural.

O projetista de arquitetura verifica o impacto desse novo partido estrutural, *a priori*, na fachada do empreendimento, e o resultado segue para análise e aprovação de um Comitê de Novos Negócios (NN), como é denominado na empresa incorporadora e construtora objeto deste estudo.

Caso não seja aprovado, o processo retorna para a fase de estudo arquitetônica, com as observações anotadas pelo Comitê de NN, e todo o processo se repete. Se aprovado, o desenvolvimento do projeto segue para as próximas fases.

- Levantamento quantitativo e definição de trechos de execução

O levantamento quantitativo da ECA é efetuado nessa etapa, distinguindo seus elementos (pilares, vigas e lajes). Conforme se observa na Tabela 21, como por exemplo, o levantamento quantitativo será utilizado para a realização da análise de construtibilidade.

Tabela 21 – Planilha de levantamento quantitativo de peças estruturais em uma ECA

Legenda:

- ✓ L = Largura
- ✓ C = Comprimento
- ✓ H = Altura
- ✓ e = espessurura

TIPO

PILAR	L	C	H	VOLUME	PERÍMETRO DE PEÇA	AREA FÔRMA
P1	0,19	0,84	2,88	0,46	2,06	5,93
P2	0,24	0,74	2,88	0,51	1,96	5,64
P3	0,19	1,74	2,88	0,95	3,86	11,12
P4	0,19	1,74	2,88	0,95	3,86	11,12
P5	0,24	0,74	2,88	0,51	1,96	5,64
P6	0,19	0,84	2,88	0,46	2,06	5,93
P7	0,19	0,94	2,88	0,51	2,26	6,51
P8	0,19	0,84	2,88	0,46	2,06	5,93

VIGA	H	DESCONTO LAJE ESQ	DESCONTO LAJE DIR	L	C	VOLUME	ÁREA FÔRMA
V1	0,63	0,17	0	0,14	2,71	0,24	3,33
V2	0,63	0,17	0	0,14	2,71	0,24	3,33
V3	0,63	0,17	0	0,14	2,56	0,23	3,15
V4	0,78	0	0	0,14	5,06	0,55	8,60
V5	0,63	0,17	0	0,14	2,56	0,23	3,15
V6A	0,63	0,17	0	0,14	4,61	0,41	5,67
V6B	0,63	0,16	0	0,14	1,81	0,16	2,24
V7A	0,63	0,16	0	0,14	3,86	0,34	4,79
V7B	0,63	0,17	0	0,14	4,61	0,41	5,67
V8A	0,63	0,12	0,16	0,19	1,51	0,18	1,77

LAJE	e	VOLUME	PERÍMETRO	AREA FÔRMA
L1	0,17	14,01	38,83	82,39
L2	0,16	9,19	36,24	57,43
L3	0,17	14,01	38,83	82,39
L4	0,12	2,20	27,34	18,36
L5	0,12	0,58	8,87	4,80
L6	0,12	0,76	1,44	6,36
L7	0,17	14,01	38,83	82,39
L8	0,16	9,19	36,24	57,43

TIPO

TIPO	Qtd.	Fôrma m²	%	concreto m³	%
PILAR	38	328,6	32%	27,9	22%
VIGA	56	218,3	21%	18,5	15%
LAJE	9	486,0	47%	79,9	63%
	TOTAL	1032,85		126,33	

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

- Análise de construtibilidade

A análise de construtibilidade envolve parâmetros construtivos para definir a dificuldade de execução do serviço; estes são associáveis a uma expectativa de

melhor ou pior produtividade, e os quantitativos demonstrados nos itens adiante apresentados permitem o seu cálculo. Os parâmetros são:

- ✓ Gerais
  - Área de projeção (área de projeção do pavimento tipo com vãos) (m²);
  - Área de estrutura descontando os vãos (área de projeção do pavimento tipo sem vãos) (m²);
  - Altura do pé direito (m);
  - Altura de piso a piso (m);
  - Área de contato de fôrma/volume de concreto (m²/m³);
  - Área de contato de fôrma/área de projeção (m²/m²).
- ✓ Pilar
  - Área de influência do pilar (área de projeção do pavimento tipo/número de pilares) (m²/un);
  - Área característica do pilar (m²/un);
  - Porcentagem de pilares complexos (% em área);
  - Porcentagem de pilares de periferia (quina ou lateral) (% em unidades).
- ✓ Viga
  - Altura média de viga (m);
  - Densidade de viga (comprimento total de viga/área de projeção do pavimento) (m/m²);
  - Comprimento médio de viga (m);
  - Área característica de viga (m²/un);
  - Porcentagem de vigas externas (% em área);
  - Porcentagem de vigas invertidas (% em área).
- ✓ Laje
  - Área média de laje (área total de laje/quantidade de laje) (m²);
  - Soma do perímetro das lajes/área total de laje (m/m²);
  - Espessura média ponderada de laje (cm).

Para o desenvolvimento dos indicadores de produtividade que serão apresentados a seguir, que tiveram como base todo o arcabouço de dados levantados para a avaliação do partido estrutural abordado nessa fase, é importante esclarecer que cada uma das faixas citadas está fundamentada no banco de dados da empresa incorporadora e construtora, que registra mais de 26 anos de informações, conforme Apêndice C.

Dessa forma, estabeleceu-se uma faixa de valores separada em termos de quartis e mediana: as realizações acima do 3º quartil seriam consideradas ótimas, abaixo do 1º quartil, ruins, e a região entre quartis seria considerada boa ou o inverso, dependendo da relação apresentada. Esse raciocínio levou à criação de cinco indicadores de produtividade da estrutura capazes de facilitar as avaliações e as conclusões necessárias para a tomada de decisão sobre qual partido estrutural deve ser utilizado, mesmo a partir do projeto de concepção do produto imobiliário, com o primeiro lançamento do partido estrutural.

De forma análoga ao que já foram explicados sobre a interpretação das Figuras 21 a 26, referentes aos indicadores de produtividade de arquitetura, se faz necessário ratificar o mesmo entendimento dos indicadores de produtividade da estrutura constantes nas Figuras 29 a 33, onde há interpretação das faixas de intervalos Ruim, Bom e Ótimo, conforme o critério de aceitação representado pelas linhas verdes e vermelhas:

a) A faixa de intervalo acima ou abaixo do 1º quartil, representada pela linha vermelha, define que o indicador apresenta uma avaliação RUIM e, portanto, é indeferido.

b) A faixa de intervalo entre quartis, representada entre as linhas vermelha e verde, define que o indicador foi avaliado como BOM, sendo, portanto, deferido.

c) Na linha laranja, tem-se a mediana dos valores do banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora estudada.

d) A faixa de intervalo acima ou abaixo do 3º quartil, representada pela linha verde, define que o indicador foi avaliado como sendo ÓTIMO; portanto,

deferido, superando as expectativas positivas em relação ao seu desempenho.

Os desenvolvimentos de indicadores setoriais ajudam a mensurar e a avaliar um setor no que concerne à sua produtividade. A expectativa, neste trabalho, é que isso também aconteça.

Indicam-se, a seguir, os indicadores de produtividade que foram escolhidos para avaliar o projeto de estrutura. Assim como já citado para os indicadores de arquitetura, o autor reconhece a existência de vários outros indicadores importantes que poderiam ser analisados. Mas a escolha aqui feita aconteceu com base na indicação, pelos tomadores de decisão da empresa incorporadora e construtora, daqueles que mais contribuiriam para balizar seu raciocínio para as decisões relativas a concepção estrutural.

a. Área de fôrma pelo volume de concreto – Indicador de Estrutura 1– IE1

O indicador em questão indica a influência da quantidade da área de fôrma pelo volume de concreto. Para facilitar seu entendimento, o IE1 é comumente tratado, na linguagem dos engenheiros civis, como sendo a área de fôrma quantificada pelo contato do concreto lançado na superfície das fôrmas.

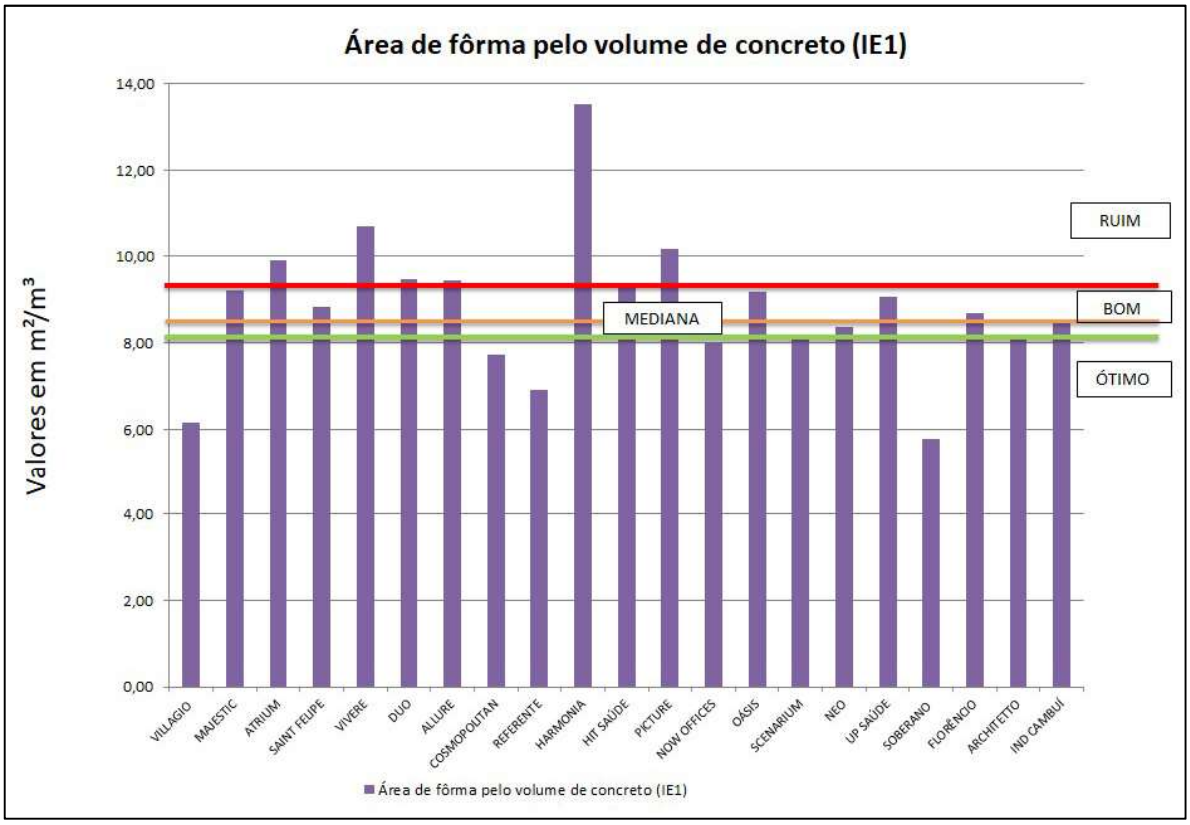
$$\mathrm{IE1} = \frac{\mathrm{Afôrma}}{\mathrm{Vconcreto}}$$

Onde:

- ✓ IE1 - Indicador de Estrutura 1
- ✓ Afôrma (Área total de contato de concreto na fôrma do pavimento tipo) - é a soma das áreas apresentadas no lançamento de fôrma
- ✓ Vconcreto (Volume de concreto) - corresponde à área de fôrma multiplicada pela espessura de concreto de cada peça estrutural (pilar, viga e laje)

A Figura 27 ilustra parte do banco de dados e alguns dos resultados por ele apresentados no indicador IE1.

Figura 27 – Análise de banco de dados históricos da empresa incorporadora e construtora – IE1



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para sua avaliação, os valores de referência utilizados foram dispostos em forma de faixas (Tabela 20). Quanto maior o indicador, mais serviço de fôrmas para cada m^3 de estrutura, isto é, cada m^3 de ECA demanda mais esforço de fôrmas.

Tabela 20 – Critérios para avaliação do IE1

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
> 9,45	8,15 a 9,44	< 8,14

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

No caso do indicador IE1, quanto menor ele for, melhor, pois menor será o consumo de fôrmas para determinado volume de estrutura em relação a um mesmo volume de concreto.

b. Área de fôrma pela área de projeção da laje – Indicador de Estrutura 2 – IE2

O Indicador de Estrutura 2 (IE2) aponta a quantidade de área de fôrma por m^2 de abrangência de projeção da estrutura, sendo uma conjugação da quantidade de fôrma por m² de estrutura com a área de estrutura por m^2 de projeção da laje.

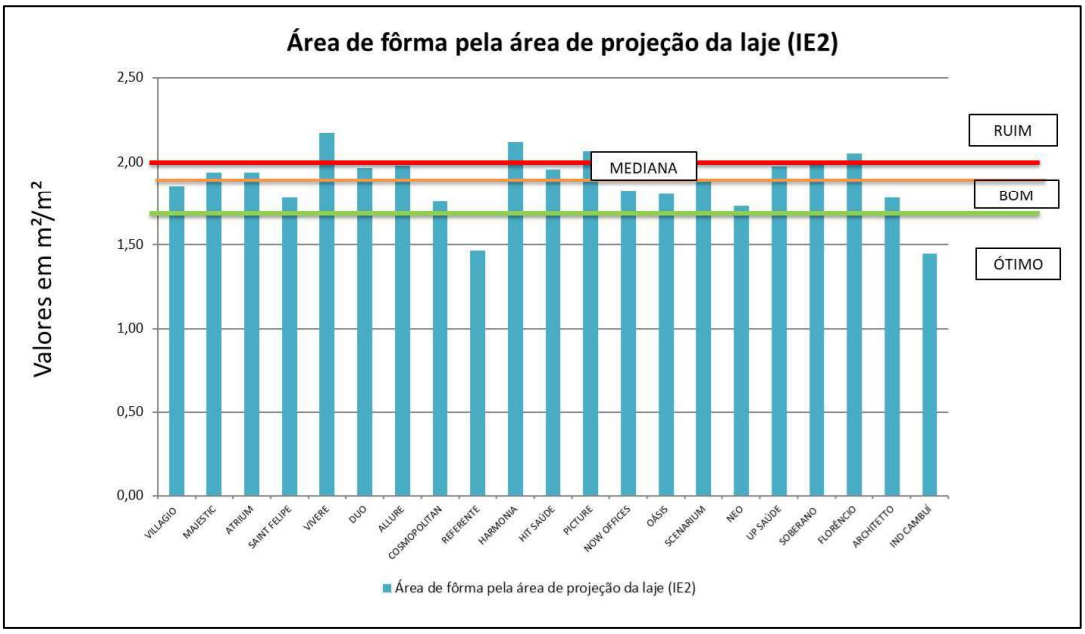
$$\mathrm{IE2} = \frac{\mathrm{Afôrma}}{\mathrm{Aprojeção}}$$

Onde:

- ✓ IE2 - Indicador de Estrutura 2;
- ✓ Afôrma (Área total de contato de fôrma do pavimento tipo) - corresponde à soma das áreas apresentadas no primeiro lançamento de fôrma;
- ✓ Aprojeção (Área de projeção do pavimento tipo) - refere-se à área de projeção sem descontar vãos.

Para o IE2, tem-se o histórico por obra apresentada na Figura 28; nela, verifica-se que a maioria das obras se encontram no intervalo de 1,70 m²/m² a 2,00 m²/m², considerado bom, satisfatório para obras da empresa incorporadora e construtora estudada.

Figura 28 -Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – IE2



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para sua avaliação, são utilizados os valores de referência apresentados na Tabela 21; quanto menor ele for, melhor, pois menor será o consumo de fôrma para determinada área de projeção de laje.

Tabela 21 – Critérios para avaliação do IE2

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
>2,0	1,79 a 1,99	< 1,78

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

c. Densidade de Pilares – Indicador de Estrutura 3 – IE3

Este indicador diz respeito à quantidade de área de fôrma por pilar, demonstrando quão esbeltos ou não, em média, são os pilares.

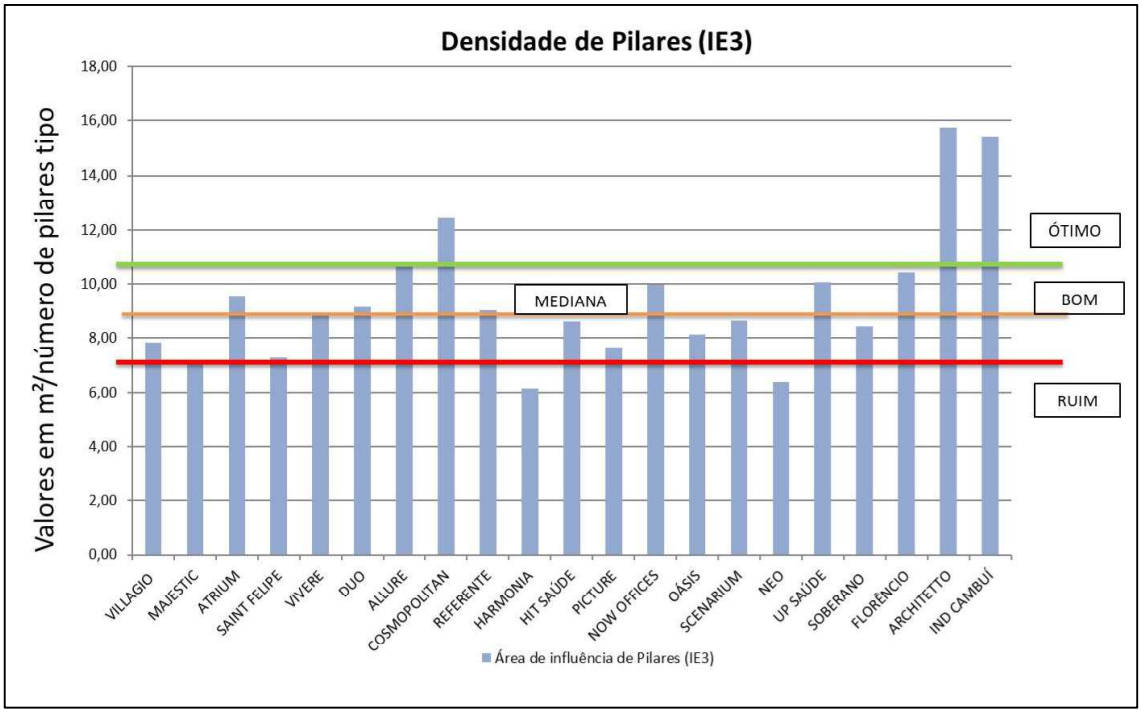
$$\mathrm{IE3} = \frac{\mathrm{Aprojeção}}{Quantidade\ de\ Pilares}$$

Onde:

- ✓ IE3 - Indicador de Estrutura 3;
- ✓ Aprojeção (Área de projeção do pavimento tipo) - corresponde à área de projeção do pavimento tipo, sem descontar vãos;
- ✓ Quantidade de Pilares - refere-se ao número de pilares do pavimento tipo.

Para o IE3, tem-se o histórico por obra apresentado na Figura 29, através da qual se observa que a maioria das obras encontra-se no intervalo de 7,76 m^2 a 10,25 m^2/número de pilares, considerado bom, satisfatório para obras da empresa incorporadora e construtora estudada.

Figura 29 - Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – IE3



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O IE3 deve ser avaliado com a utilização dos valores de referência demonstrados na Tabela 22, ou seja, quanto maior ele for, melhor, pois menor será a quantidade de pilares.

Tabela 22 – Critérios para avaliação do IE3

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
<7,76	7,77 a 10,24	> 10,25

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

d. Densidade de Vigas – Indicador de Estrutura 4 – IE4

A densidade de vigas – Indicador de Estrutura 4 refere-se à maior ou menor presença de vigas na estrutura de concreto armado (ECA).

$$\text{IE4} = \frac{Comp.total\ de\ Vigas}{\text{Aprojeção}}$$

Onde:

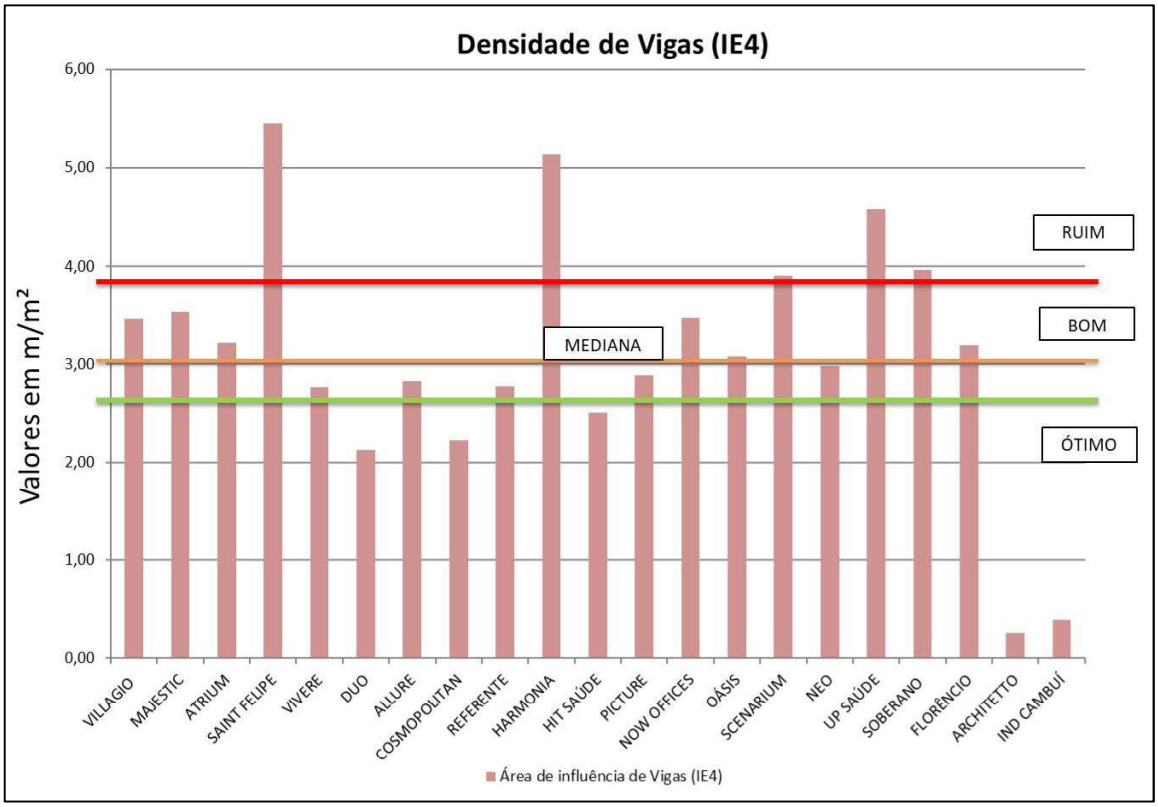
- ✓ IE4 - indicador de Estrutura 4;
- ✓ Comprimento Total de Vigas - é a somatória do comprimento de todas as vigas do pavimento tipo ou do trecho estudado;
- ✓ Aprojeção - equivale à área de projeção do pavimento tipo ou do trecho estudado.

Para sua avaliação, utilizam-se os valores de referência apresentados na Tabela 23; quanto menor ele for, melhor, pois menor será a quantidade de vigas e, provavelmente, também será menor a área de fôrmas de viga por m^2 de projeção.

Observa-se que as vigas costumam apresentar pior produtividade do que as lajes; dessa forma, sua redução é a alternativa usualmente recomendada para a melhoria da produtividade de fôrmas, além da diminuição da própria quantidade de fôrmas por m^2 de pavimento, lembrando que deve-se levar em conta o rearranjo estrutural que garanta estabilidade e atenda ao desempenho esperado, mitigando riscos de patologias de deformações que causem desconforto ao usuário final e aumente a demanda por assistência técnica da empresa incorporadora e construtora.

O IE4 pode ser representado pelo histórico por obra ilustrado pela Figura 30, na qual se verifica que a maioria das obras encontram-se no intervalo compreendido entre 2,64 m/m² a 3,71 m/m², considerado bom e satisfatório para obras da empresa incorporadora e construtora estudada.

Figura 30 - Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora – IE4



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Tabela 23 – Critérios para avaliação do IE4

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
>3,72	2,64 a 3,71	<2,63

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

e. Indicador de produtividade incidência de bordas de lajes ECA – Indicador de Estrutura 5 – IE5

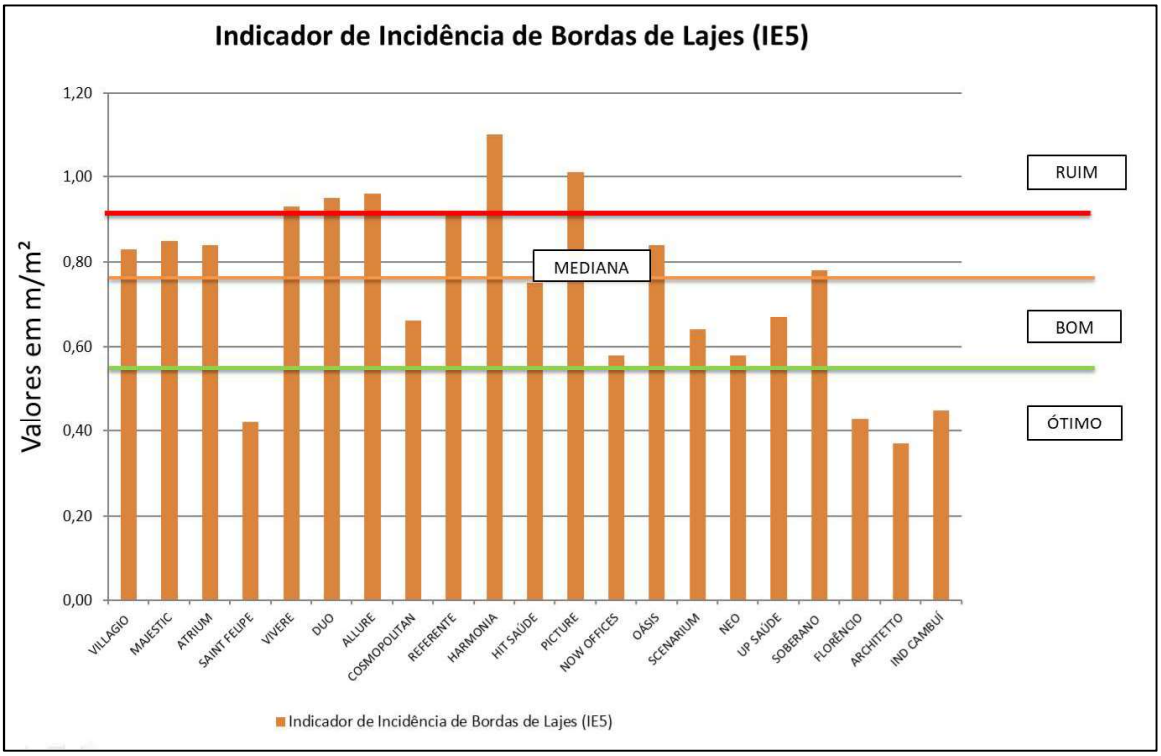
O indicador em questão (Figura 31) aponta a quantidade relacionada ao perímetro das lajes do pavimento tipo e a área de fôrma das lajes do pavimento tipo. Sua fórmula de cálculo é expressa por:

$$\text{IE5} = \frac{Perímetro}{\text{Afôrma laje}}$$

Onde:

- ✓ IE5 - Indicador de Estrutura 5;
- ✓ Perímetro - corresponde ao perímetro de fôrma da laje estruturada (descontando os vãos) do pavimento tipo;
- ✓ A fôrma de laje (Área total de contato de fôrma com o concreto de laje do pavimento tipo) - é a soma das áreas de fôrma de laje apresentadas no primeiro lançamento de fôrma.

Figura 31 –Análise de banco de dados histórico da empresa incorporadora e construtora - IE5



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Sua avaliação utiliza os valores de referência constantes na Tabela 24; quanto menor ele for, melhor, pois menor será o trabalho empregado para a fixação da fôrma de laje de concreto. Através do levantamento quantitativo, realiza-se a análise de construtibilidade por trecho de ECA.

Tabela 24 – Critérios para avaliação do IE5

FAIXA DE INTERVALO RUIM	FAIXA DE INTERVALO BOM	FAIXA DE INTERVALO ÓTIMO
>0,92	0,59 a 0,91	<0,58

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

4. RESULTADOS OBTIDOS

Realizada a apresentação do modo pelo qual os indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura adotados pela empresa incorporadora e construtora foram desenvolvidos, este capítulo aborda um exemplo para demonstrar, de forma prática, como os indicadores de arquitetura e estrutura são fundamentais para influenciar positivamente a concepção do produto imobiliário aplicado na incorporadora e construtora objeto de estudo e as consequências quando estes não são considerados, elevando custos e dificultando a construtibilidade.

Em tempo, juntamente com as faixas de valores possíveis e com a análise crítica relativa à indução da produtividade, esse exemplo pode ser considerado tanto um meio utilizado pelo pesquisador para aprimorar o desenvolvimento do método, quanto um teste que serviu para avaliar a nova abordagem para o processo de concepção do produto imobiliário na empresa incorporadora e construtora em referência.

Após retratar o empreendimento estudado, este capítulo discorre sobre a avaliação dos indicadores de produtividade de arquitetura e de estrutura. Todo o trabalho de elaboração destes indicadores se traduz como um direcionamento para a tomada de decisão da engenharia da empresa incorporadora e construtora, tendo em vista a inserção dos critérios sobre produtividade expostos no Capítulo 3, atingindo, consequentemente, maior construtibilidade e mitigação do aumento de custos nas obras.

Este capítulo também relata a linha de raciocínio para cada uma das decisões tomadas e o método adotado para que se chegasse à solução escolhida.

4.1. APLICAÇÃO DE CONCEITOS EM UM PRODUTO IMOBILIÁRIO DA EMPRESA INCORPORADORA E CONSTRUTORA

O Edifício Iman está localizado no bairro da Vila Mariana, zona sul da cidade de São Paulo, e possui características gerais indicadas na ficha técnica ilustrada pela Figura 32.

Figura 32– Ficha técnica do produto imobiliário

FICHA TÉCNICA

Dormitórios 3	Suítes 3	Vagas por unidade 2
Área privativa 141,31 m²	Número de blocos 1	Número de andares 16
Unidades por andar 4	Total de unidades 60	Número de subsolos 2
Número de elevadores 3	Tamanho do terreno 1.800,00 m²	Área total da construção 12.674,56m²

Fonte: Site www.tarjab.com.br (2019)

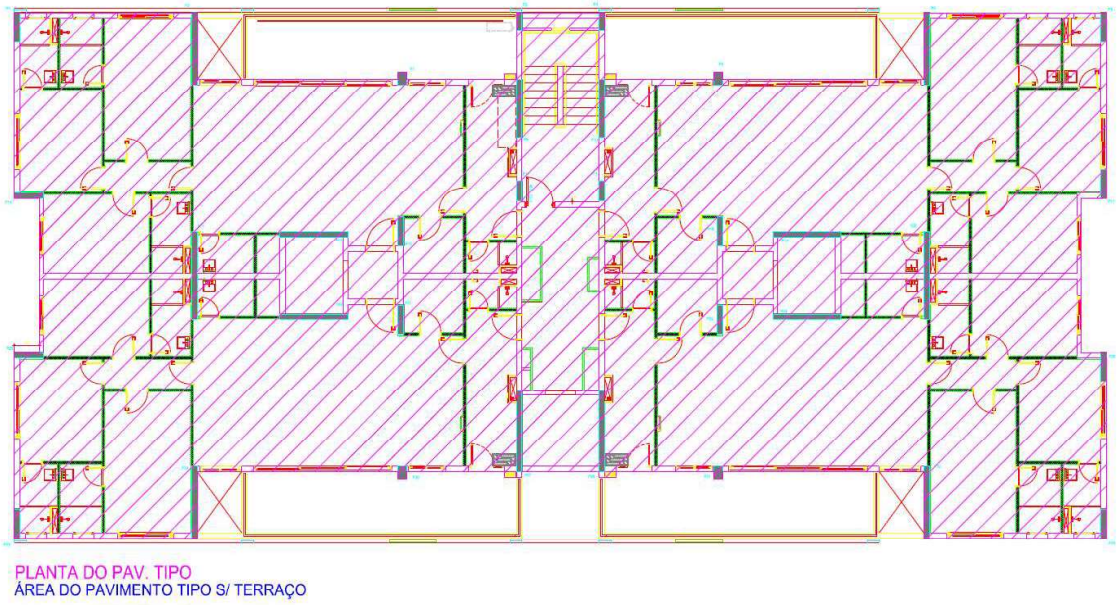
Durante seu período de concepção deste produto imobiliário, o Comitê de Novos Negócios (NN) chegou a um consenso quanto ao perfil do cliente, contemplando suas necessidades e desejos. Nessa lista, um desejo em particular era possibilitar a integração da sala de estar com a cozinha, aumentando o leque de opções para personalização das plantas.

Para verificar a possibilidade de atendimento do pleito efetuado pelo comitê NN e viabilizar tecnicamente a solução, o projetista de estrutura foi designado para realizar o estudo do partido estrutural do empreendimento.

4.1.1. Indicadores de Produtividade de Arquitetura

Para a obtenção dos indicadores de arquitetura, solicitou-se ao arquiteto o preenchimento da planilha com os dados de premissas do projeto. Seu primeiro insumo refere-se à área do pavimento tipo, de acordo com a Figura 33, onde são consideradas as vedações externas e desconsideradas as áreas de terraços ou sacadas sociais ou ainda floreiras.

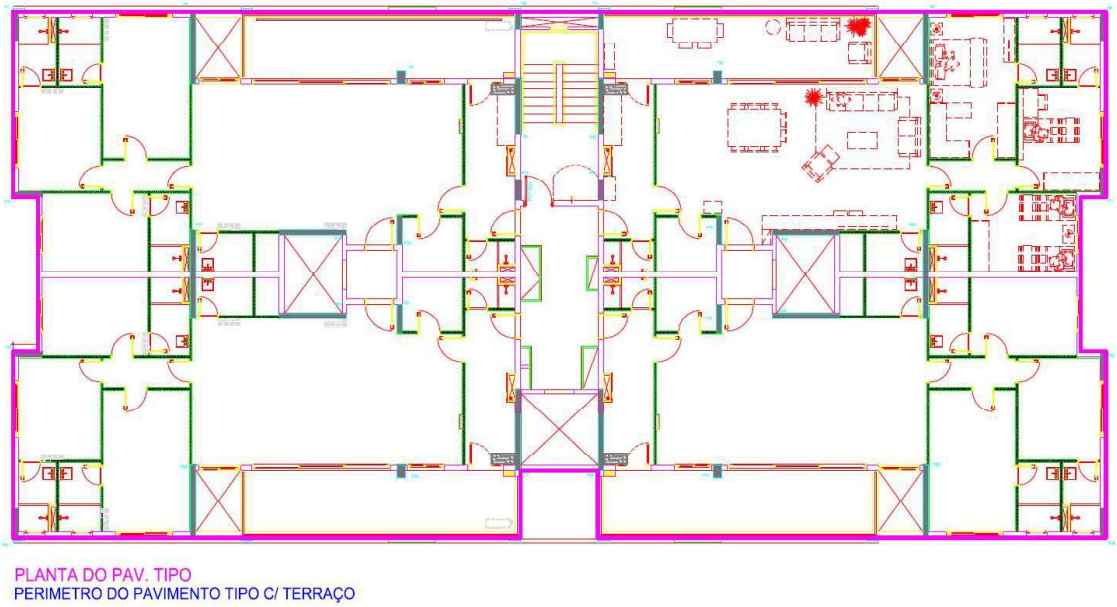
Figura 33 – Planta pavimento tipo – Área do pavimento tipo sem terraço



Fonte: Empresa incorporadora e construtora (2019)

O próximo parâmetro diz respeito ao perímetro do pavimento tipo, considerando as áreas de terraços ou sacadas sociais (Figura 34), ou seja, o perímetro total do pavimento tipo.

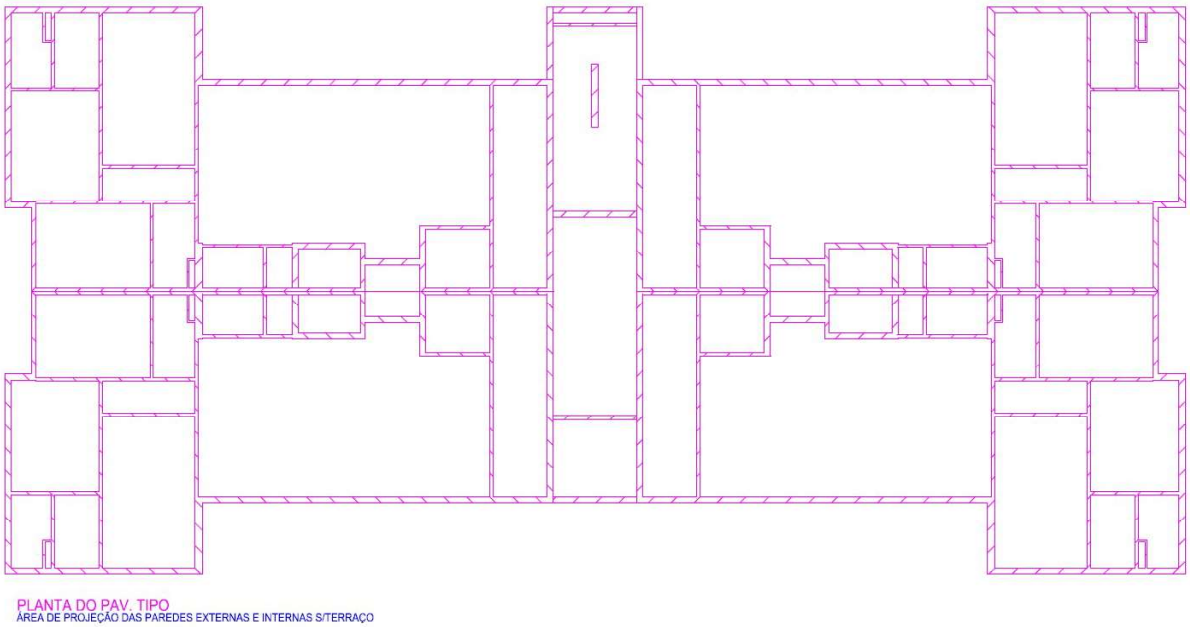
Figura 34 – Planta pavimento tipo – Perímetro do pavimento tipo com terraço



Fonte: Empresa incorporadora e construtora (2019)

O outro parâmetro trata da área de projeção das paredes externas e internas, demostrando sem as áreas dos terraços ou sacadas sociais, conforme apresentado na Figura 35.

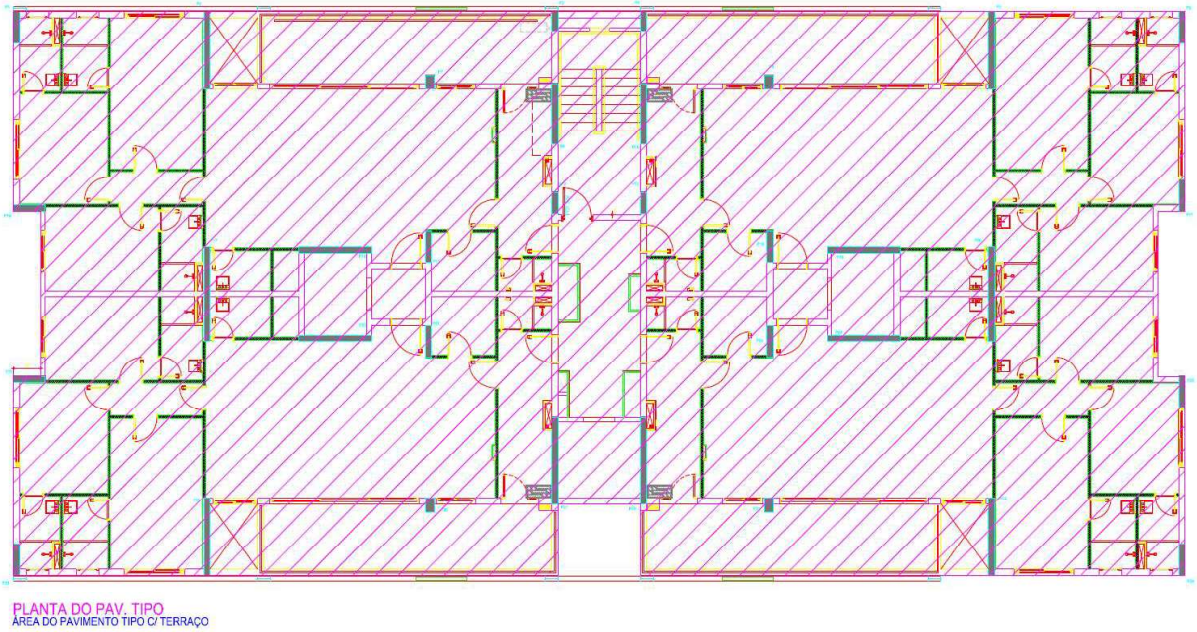
Figura 35 – Planta pavimento tipo – Área de projeção das paredes externas e internas sem terraço



Fonte: Empresa incorporadora e construtora (2019)

O parâmetro seguinte é descrito pela área do pavimento tipo, contemplando as áreas dos terraços ou sacadas sociais, conforme apresentado na Figura 36.

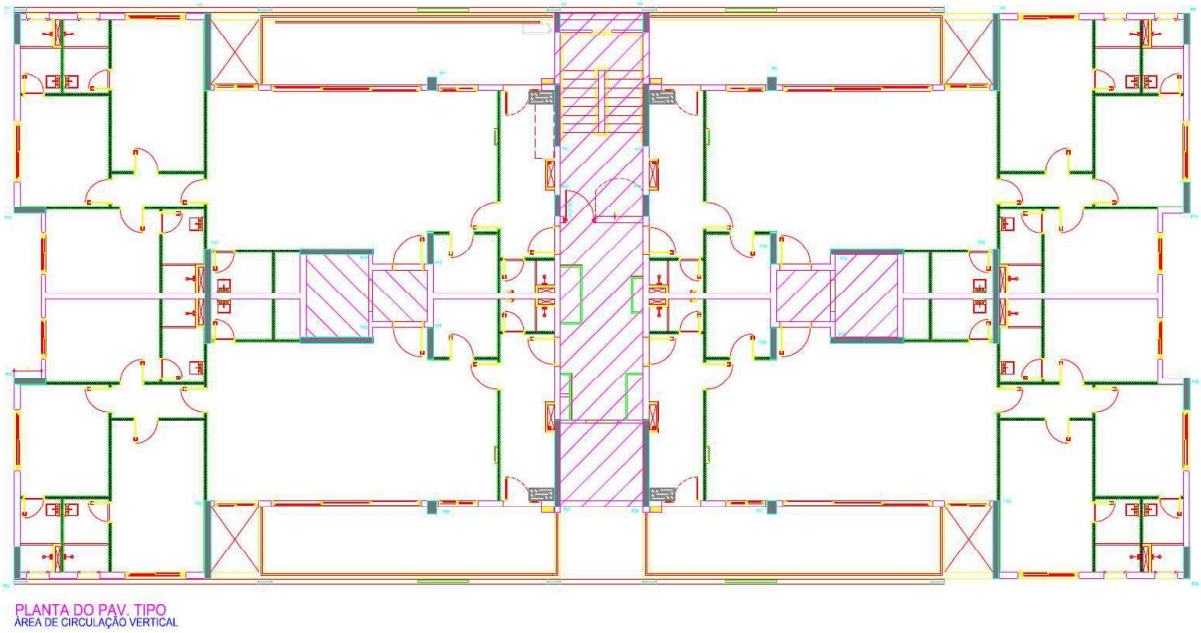
Figura 36 – Planta pavimento tipo – Área do pavimento tipo com terraço



Fonte: Empresa incorporadora e construtora (2019)

O último parâmetro refere-se à área de circulação vertical do pavimento tipo, de acordo com a Figura 37.

Figura 37 – Planta pavimento tipo – Área de circulação vertical



Fonte: Empresa incorporadora e construtora (2019)

Após a entrega do pavimento tipo, deve-se realizar a avaliação do partido arquitetônico, por meio dos indicadores de produtividade de arquitetura levantados, das informações do projeto arquitetônico, em consonância com as áreas abordadas em projeto e com as informações do estudo de viabilidade numérico, também chamado de estudo de massa do empreendimento, como por exemplo, a área de garagem e a quantidade de vagas disponíveis para vendas.

Com o preenchimento dos parâmetros, os indicadores de produtividade de arquitetura são calculados automaticamente, sinalizando o nível em que se encontram, visando posterior avaliação por parte da equipe técnica da empresa incorporadora e construtora, conforme se observa na Figura 38, conforme explícito no Apêndice C, em sua coluna dados de entrada.

Figura 38 – Parâmetros de entrada para indicadores de produtividade da arquitetura

DADOS DE ENTRADA (INFORMEÇÕES DO PROJETO ARQUITETÔNICO)											
QUANTIDADE DE TORRES	TOTAL DE UNIDADES	ÁREA TOTAL DE CONSTRUÇÃO	ÁREA PRIVAT. PRINC S/ VAGA	Á. PAV. TIPO S/TERRAÇO (2)	PERÍM. EXT. PAV. TIPO C/TERRAÇO	ÁREA DE PROJEÇÃO DAS PAREDES EXTERNAS E INTERNAS S/TERRAÇO	Á. DO TERRENO	Á. PAV. TIPO C/TERRAÇO	Á. DE CIRCULAÇÃO VERTICAL	Á. TOTAL DOS SUBSOLOS	TOTAL DE VAGAS DO SUBSOLO
(UN)	(UN)	(M²)	(M²)	(M²)	(M)	(M²)	(M²)	(M²)	(M²)	(M²)	(UN)
1	48	12.674,56	7.232,65	545,18	117,46	56,12	1.744,47	643,32	62,7	2526,54	112

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Através dos resultados obtidos e consolidados na Figura 39, notam-se os critérios de aceitação dos indicadores de produtividade de arquitetura novamente memorizados, onde estabeleceu-se uma faixa de valores separada em termos de quartis e mediana; as realizações acima do 3º quartil seriam consideradas ótimas (cor verde), abaixo do 1º quartil, consideradas ruins (cor vermelha), e a região entre quartis seria considerada boa (cor amarela), ou o inverso a depender da relação apresentada, conforme consolidado no Apêndice C.

Figura 39 – Avaliação de indicadores de produtividade da arquitetura

OBRA	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ARQUITETURA					
	Área privativa na área global do edifício (Iapr)	Área do Pavimento Tipo Ocupada pela Área de Circulação (Ia)	Área unitária da garagem (Ag)	Aproveitamento do Lote (Al)	Compacidade (C)	Densidade de parede (Dp)
IMAN	0,57	10	23	0,37	77	0,10

CRITÉRIOS

LEGENDA:

ÓTIMO	> 0,57	> 9	< 24	> 0,29	70 a 90	< 0,18
BOM	0,50 a 0,56	9 a 13	25 a 30	0,19 a 0,28	52 a 70	0,18 a 0,26
RUIM	< 0,50	< 13	> 30	< 0,18	< 52	> 0,26

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

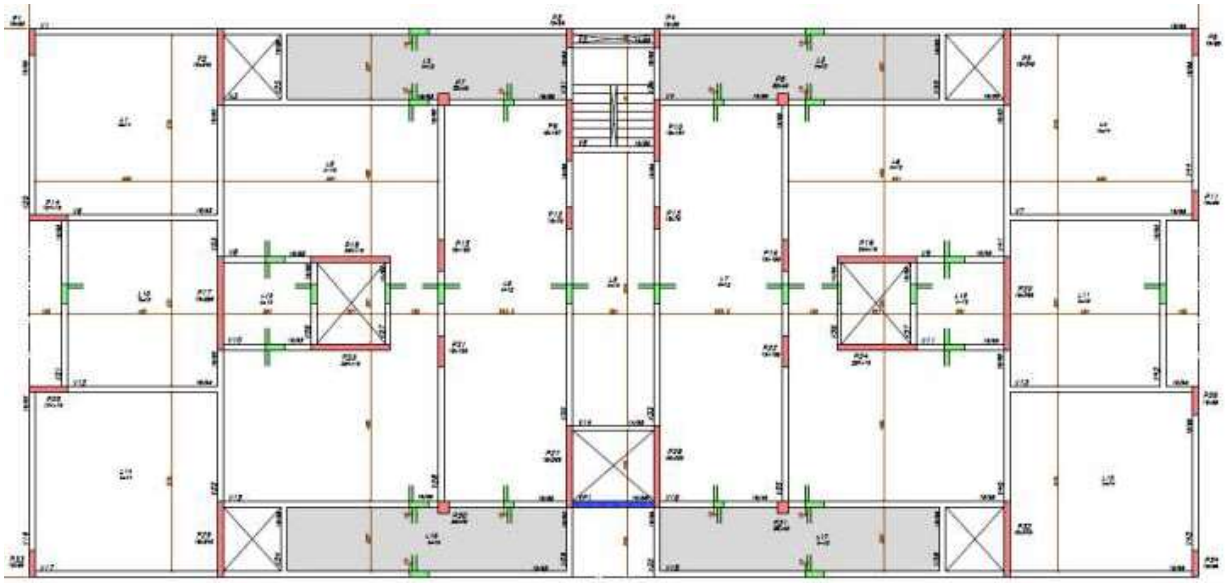
Portanto, a partir dos resultados obtidos e critérios de aceitação definidos, pode-se concluir que o projeto arquitetônico apresentado nesse exemplo real atendeu aos critérios estabelecidos pela empresa incorporadora e construtora, com cinco indicadores de arquitetura apresentando avaliação ótima e apenas um com avaliação boa, sendo, dessa forma, aprovado para a continuidade da avaliação dos indicadores de estrutura que serão demonstrados a partir do subitem 4.1.2.

4.1.2. Indicadores de Produtividade de Estrutura

A partir da aprovação dos indicadores de produtividade de arquitetura e sua respectiva planta do pavimento tipo, foi demandado ao projetista de estruturas o lançamento das peças estruturais (pilares, vigas e lajes), identificadas na Figura 40.

Para melhor visualização das peças estruturais, considera-se a representação dos pilares na cor vermelha, das vigas na cor verde e os trechos de lajes na cor branca. A cor acinzentada também se refere a um trecho de laje designado como terraço ou sacada social.

Figura 40 – Planta estrutura tipo (Opção 1)



Fonte: Empresa incorporadora e construtora (2019)

Diante do cálculo estrutural e da apresentação das peças estruturais denominadas pilares, vigas e lajes, inicia-se o levantamento quantitativo dessas peças para conhecimento das premissas dos dados de entrada que serão utilizados para a aferição dos indicadores de produtividade de estrutura, conforme Figura 41 e Apêndice D.

Através dos parâmetros de entrada estabelecidos, foi possível mensurar os indicadores de produtividade de estrutura abordados no Capitulo 3, que aparecem explícitos na planilha de indicadores.

Figura 41 – Planilha de levantamento da estrutura tipo (Opção 1)

OPÇÃO 1	Qtd.	Fôrma m²	%	concreto m³	%
PILAR	33	256,8	21%	22,7	18%
VIGA	51	376,8	31%	34,7	27%
LAJE	20	578,9	48%	69,5	55%
	TOTAL	1212,46		126,88	

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Após a analise dos resultados dos indicadores de produtividade de estrutura obtidos na Figura 42, registrou-se um indicador com avaliação RUIM, dois indicadores com avaliação ÓTIMA e dois com avaliação BOM.

Portanto, conclui-se que o partido estrutural entregue pelo projetista de estruturas não atingiu os critérios de aceitação estabelecidos como satisfatórios pela incorporadora e construtora estudada.

Na Figura 42, foi estabelecida uma faixa de valores separada em termos de quartis e mediana, sendo que as realizações acima do 3º quartil seriam consideradas ótimas(cor verde), abaixo do 1º quartil, consideradas ruins (cor vermelha), e a região entre quartis seria considerada boa (cor amarela), ou o inverso a depender da relação apresentada.

Figura 42 – Planilha de indicadores de produtividade da estrutura tipo (Opção 1)

OBRA	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ESTRUTURA				
	Área de fôrma pelo volume de concreto (IE1)	Área de fôrma pela área de projeção da laje (IE2)	Densidade de Pilares (IE3)	Densidade de Vigas (IE4)	Indicador de Incidência de Bordas de Lajes (IE5)
IMAN	9,56	1,84	36,74	0,41	0,65

CRITÉRIOS

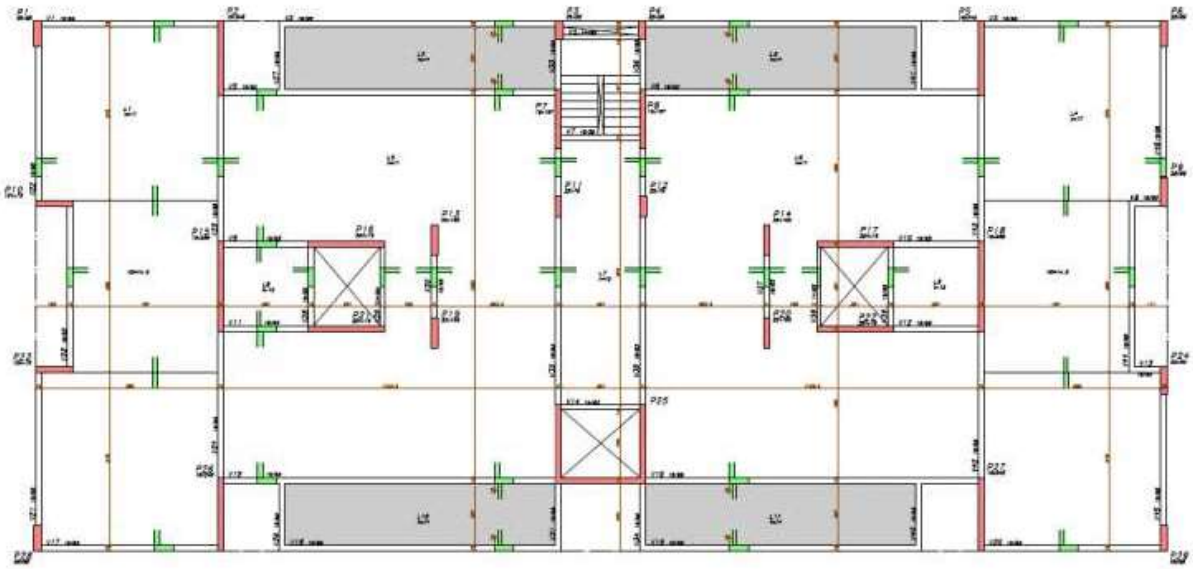
LEGENDA:

ÓTIMO	< 8,16	< 1,78	> 10,25	< 2,63	< 0,58
BOM	8,15 a 9,44	1,79 a 1,99	7,77 a 10,24	2,64 a 3,71	0,59 a 0,91
RUIM	> 9,45	> 2,0	< 7,76	> 3,72	> 0,92

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Em decorrência da não aprovação dos indicadores de produtividade de estrutura, consolidado no Apêndice D, um segundo estudo do partido estrutural foi demandado pela empresa incorporadora e construtora ao projetista de estruturas, visando à melhoria dos resultados dos indicadores de produtividade que já eram de seu conhecimento (Figura 43).

Figura 43 – Planta estrutura tipo (Opção 2)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

A nova proposta do partido estrutural foi então submetida às mesmas tratativas de levantamentos dos dados de premissas para conhecimento das informações das peças estruturais designadas como pilares, vigas e lajes, apresentados pela Figura 44 e no Apêndice E, e mensurados, pela Figura 45.

Figura 44 – Planilha de construtibilidade da estrutura tipo (Opção 2)

OPÇÃO 2	Qtd.	Fôrma m²	%	concreto m³	%
PILAR	33	256,8	22%	17,8	14%
VIGA	47	323,5	28%	29,6	24%
LAJE	12	578,9	50%	75,3	61%
	TOTAL	1159,11		122,66	

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Novamente após a análise dos resultados dos indicadores de produtividade de estrutura obtidos, destacaram-se um indicador com avaliação RUIM e quatro indicadores com avaliação ÓTIMA. Portanto, conclui-se que o segundo partido estrutural entregue pelo projetista de estruturas não atingiu os critérios de aceitação estabelecidos como satisfatórios, conforme consolidado no Apêndice E.

Figura 45 – Planilha de indicadores de produtividade da estrutura tipo (Opção 2)

OBRA	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ESTRUTURA				
	Área de fôrma pelo volume de concreto (IE1)	Área de fôrma pela área de projeção da laje (IE2)	Densidade de Pilares (IE3)	Densidade de Vigas (IE4)	Indicador de Incidência de Bordas de Lajes (IE5)
IMAN	9,45	1,76	35,12	0,39	0,49

CRITÉRIOS

LEGENDA:

ÓTIMO	< 8,16	< 1,78	> 10,25	< 2,63	< 0,58
BOM	8,15 a 9,44	1,79 a 1,99	7,77 a 10,24	2,64 a 3,71	0,59 a 0,91
RUIM	> 9,45	> 2,0	< 7,76	> 3,72	> 0,92

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O projetista de estruturas, reconhecendo que sua segunda proposta sobre o partido estrutural não atingiu os resultados esperados e combinados de antemão com a empresa incorporadora e construtora, se comprometeu a desenvolver uma próxima proposta de um partido estrutural que atingisse os resultados satisfatórios.

A aprovação dos indicadores de produtividade de estrutura determinou uma lição aprendida pelas partes interessadas – empresa incorporadora e construtora e projetistas de arquitetura e estrutura; estes últimos declararam que não almejam passar por uma situação de desgaste entre contratante e contratado, nem arcar com o retrabalho dos serviços prestados.

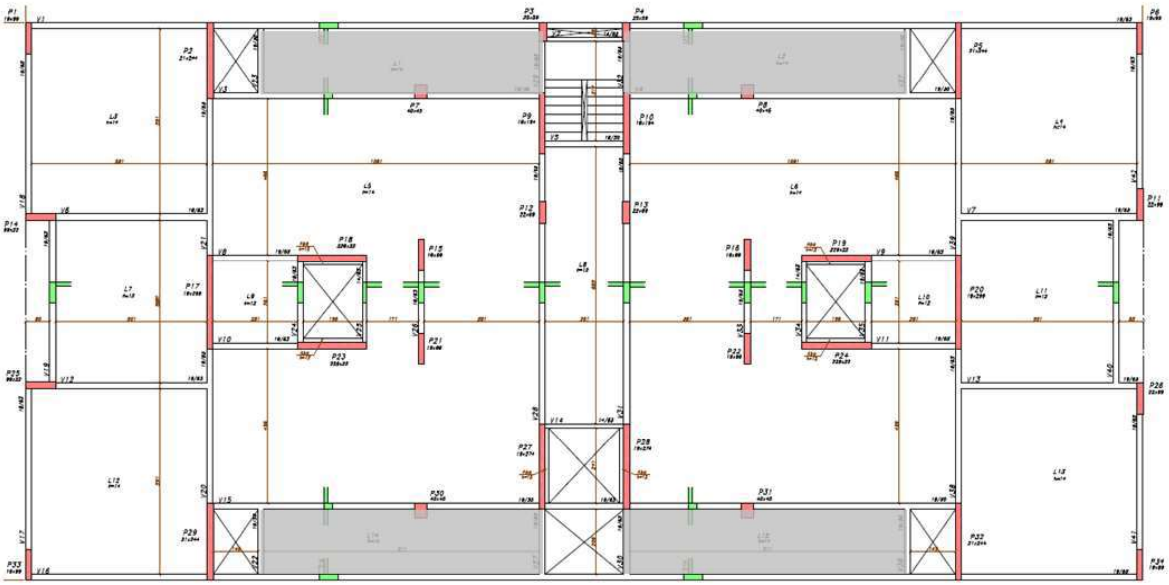
Diante disso, houve um consenso de que os projetistas só entregariam o partido arquitetônico ou estrutural com a avaliação já realizada, ou seja, estabeleceu-se que, automaticamente, os projetistas de arquitetura e estrutura fariam uma auto avaliação antes de entregar seus projetos para a empresa incorporadora e construtora.

Como consequência, foram observados ganhos de interação nesse processo existente entre as partes interessadas, com uma lógica de ganha-ganha, aumentando a celeridade nas entregas e mitigando riscos de retrabalho e desgastes profissionais, o que se caracteriza como mais um benefício de gestão por meio da

consideração dos indicadores de produtividade na concepção de um produto imobiliário.

Sendo assim, a terceira proposta do partido estrutural foi entregue pelo projetista de estruturas (Figura 46), contemplando as respectivas análises das premissas de dados (Figura 47 e Apêndice F).

Figura 46 – Planta estrutura tipo (Opção 3)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Figura 47 – Planilha de construtibilidade da estrutura tipo (Opção 3)

OPÇÃO 4	Qtd.	Fôrma m²	%	concreto m³	%
PILAR	33	256,8	22%	22,7	17%
VIGA	46	308,6	27%	28,2	21%
LAJE	18	578,9	51%	81,0	61%
	TOTAL	1144,22		132,03	

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Com os resultados obtidos e demonstrados através da Figura 48 e no Apêndice F, com quatro indicadores de produtividade de estrutura avaliados como ÓTIMOS, segundo os critérios já estabelecidos, e um indicador de produtividade da estrutura avaliado como BOM, conclui-se pela aprovação do terceiro partido estrutural apresentado, conforme consolidado no Apêndice F. Consequentemente, o desenvolvimento das demais disciplinas complementares de projetos seriam liberados na sequência, pois as aprovações condicionantes dos indicadores de

produtividade de arquitetura e estrutura são mandatórias para a continuidade de qualquer trabalho sucessor.

Figura 48 – Planilha de indicadores de produtividade da estrutura tipo (Opção 3)

OBRA	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ESTRUTURA				
	Área de fôrma pelo volume de concreto (IE1)	Área de fôrma pela área de projeção da laje (IE2)	Densidade de Pilares (IE3)	Densidade de Vigas (IE4)	Indicador de Incidência de Bordas de Lajes (IE5)
IMAN	8,67	1,73	34,67	0,37	0,45

CRITÉRIOS

LEGENDA:

ÓTIMO	< 8,16	< 1,78	> 10,25	< 2,63	< 0,58
BOM	8,15 a 9,44	1,79 a 1,99	7,77 a 10,24	2,64 a 3,71	0,59 a 0,91
RUIM	> 9,45	> 2,0	< 7,76	> 3,72	> 0,92

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fazendo referência a todo o desenvolvimento deste trabalho e ao aprendizado auferido durante os três anos de sua elaboração, primeiramente destaca-se a grande preocupação e disciplina necessárias ao alinhamento de raciocínio e ao foco nos objetivos propostos, com uma entrega profissional factível de ser aplicada em uma empresa incorporadora e construtora para a materialização conceitual de que os ganhos de produtividade sejam alcançados no momento da concepção do produto imobiliário, que é a principal fase para a captura dos maiores ganhos de produtividade.

A forma encontrada pelo autor para atingir o objetivo proposto foi através da implementação de indicadores de produtividade aplicados na concepção do produto imobiliário, tal qual o título desta dissertação indica, na expectativa de conseguir evidenciar o grande ganho de produtividade que se dá na fase de concepção do produto imobiliário, criando uma conscientização das partes interessadas sobre importância do conceito de que a produtividade precisa estar inserida no momento da concepção do produto imobiliário.

De certa maneira, o trabalho teve, inclusive, a motivação de mostrar aos projetistas que uma empresa quando realiza uma encomenda de um projeto precisa, além da qualidade técnica no que se refere à “disciplina” (arquitetura ou estrutura) de sua especialidade, um olhar com a visão de produtividade, no sentido de atender ao cliente de uma maneira ainda mais eficiente e eficaz.

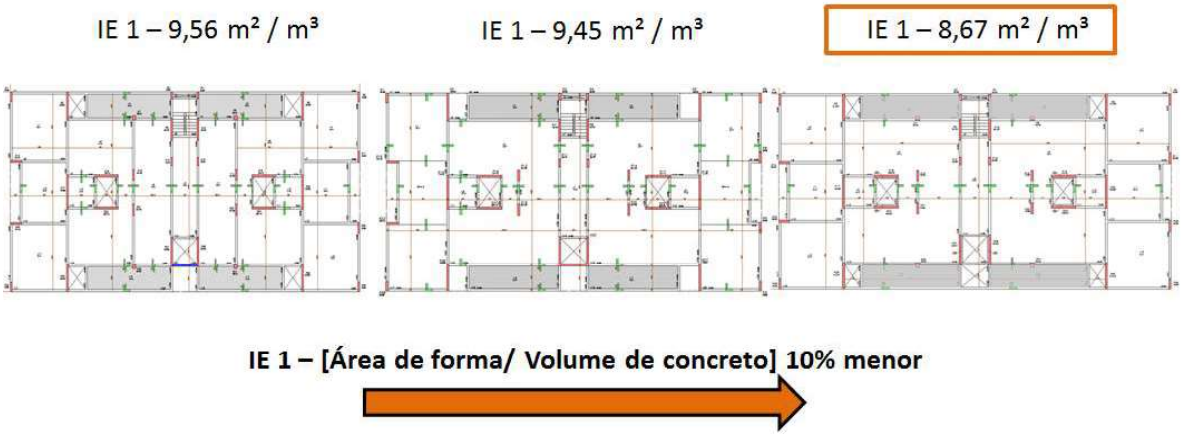
O desafio, portanto, envolveu a realização de uma análise sobre a implantação de alguns conceitos de produtividade e indicadores de produtividade em uma empresa incorporadora e construtora, visando a busca da eficácia no atendimento das demandas de concepção do produto imobiliário.

Pretendeu-se, ainda, demonstrar a dinâmica de aprovação ou reprovação dos partidos arquitetônicos e estruturais pela aplicação dos respectivos indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura, concebidos para um produto imobiliário durante a pesquisa-ação realizada na empresa incorporadora e construtora segundo a metodologia apresentada nesta dissertação, a fim de influenciar a concepção do produto imobiliário.

Passa-se, a seguir, a apresentar a evolução na melhoria significativa do partido estrutural pelos resultados expressos nos indicadores de produtividade de estrutura retratados no Capítulo 4, subitem 4.1.2, está aqui representada de forma consolidada e sequencial, com o intuito de explicitar o desenvolvimento do partido estrutural pela indução dos próprios indicadores de estrutura.

Através da Figura 49, nota-se o aprimoramento do partido estrutural mensurado pelo resultado do indicador de produtividade de estrutura IE1 – Área de Fôrma/Volume de Concreto: na primeira proposição, obteve como resultado IE1 = 9,56 m²/m³; em sua segunda proposição, aferiu-se IE1 = 9,45 m²/m³; por último, atingiu IE1 = 8,67 m²/m³, resultando em um percentual 10% menor entre a primeira e a última proposta do partido estrutural, com consequente ganho de desempenho.

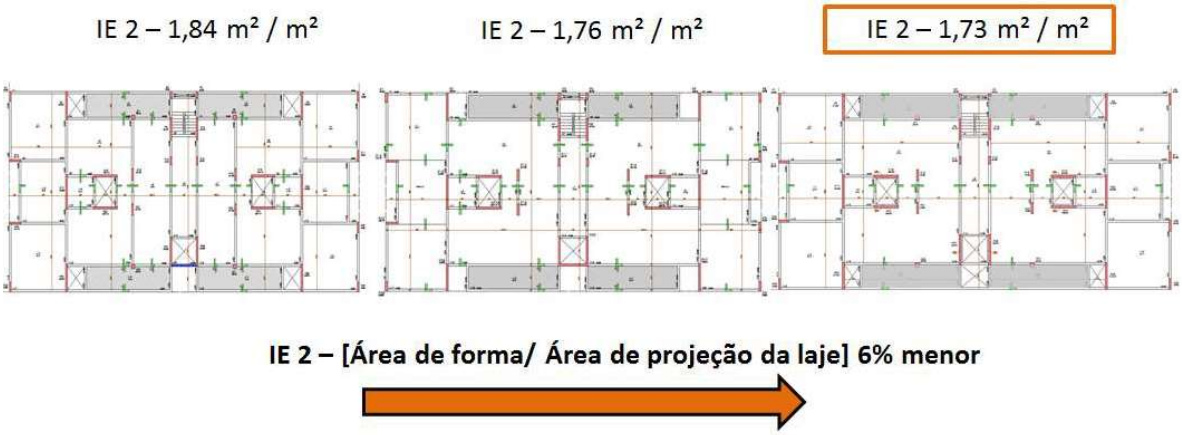
Figura 49 – Comparativo de estrutura (IE1 – Área de fôrma / Volume de concreto)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Agora demonstrado pela Figura 50, o resultado do indicador de produtividade de estrutura IE2 – Área de Fôrma / Área de Projeção da Laje foi, na primeira versão, IE2 = 1,84 m²/m²; na segunda versão, IE2 = 1,76 m²/m²; na última versão, atingiu IE2 = 1,73 m²/m2, que somou um percentual 6% menor entre a primeira e a última versão do partido estrutural, também contribuindo para um melhor desempenho da futura execução.

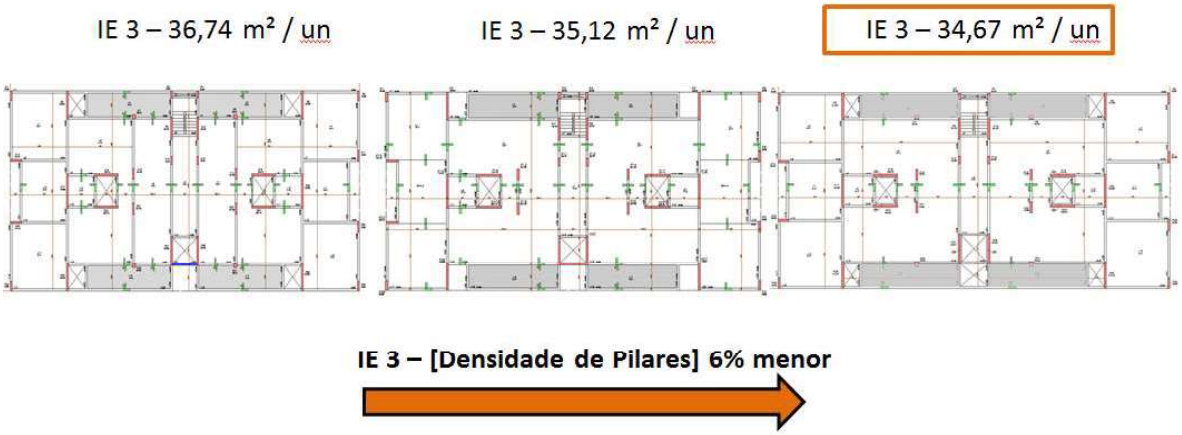
Figura 50 – Comparativo de estrutura (IE2 – Área de Fôrma / Área de Projeção da Laje)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Analogamente aos indicadores IE1 e IE2, apresenta-se, pela observação da Figura 51, o resultado do indicador de produtividade de estrutura IE3 – Densidade de Pilares. Em sua primeira proposta, obteve um valor de IE3 = 36,74m²/un; a proposta intermediária atingiu IE3 = 35,12m²/un; e a proposta final totalizou IE3 = 34,67m²/un, evidenciando um decréscimo de 6% no comparativo entre a primeira e última proposta do partido estrutural, apesar de seu decréscimo significar uma piora desse indicador, mas ainda se mantendo dentro do critério da faixa de intervalo definida como ótima, sendo a opção escolhida conforme abordado no Capítulo 3.

Figura 51 – Comparativo de estrutura (IE 3 – Densidade de Pilares)

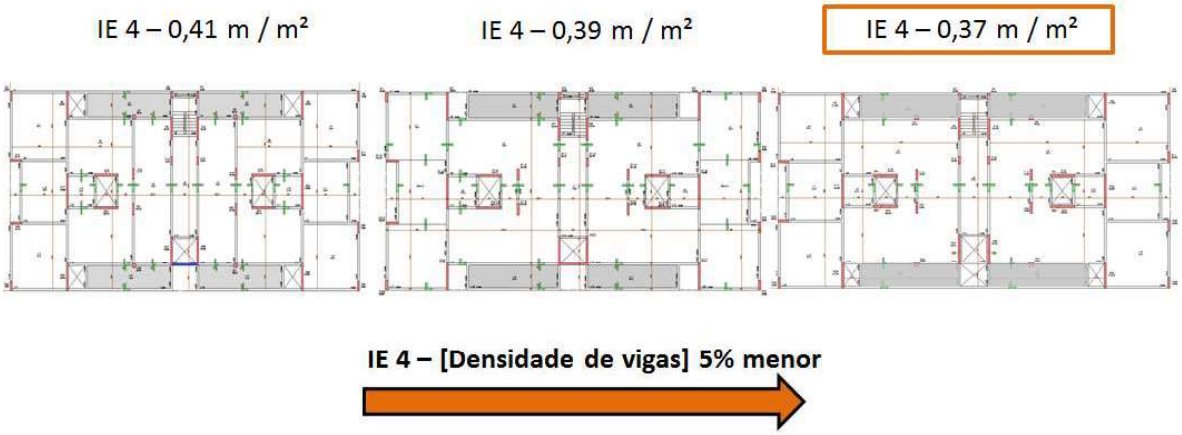


Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Para o indicador de produtividade de estrutura IE4 – Densidade de Vigas, os resultados obtidos compuseram, da primeira à terceira propostas do partido estrutural, uma série decrescente, observada em IE4 = 0,41 m/m², IE4 = 0,39 m/m² e IE4 = 0,37 m/m², respectivamente, demonstrando uma redução de 5% entre a

primeira e a terceira proposta do partido estrutural aderente a um incremento de melhoria na *performance* do indicador IE4, corroborada pela visualização da Figura 52.

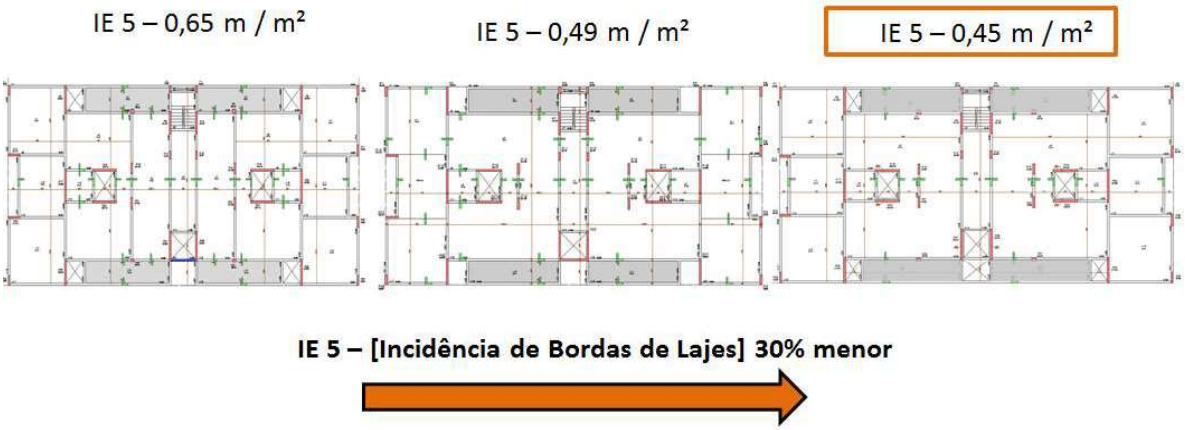
Figura 52 – Comparativo de estrutura (IE4 – Densidade de Vigas)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019) cinza

Finalizando com a análise da Figura 53, o último indicador de produtividade de estrutura (IE5 Indicador de incidência de bordas de lajes) atingiu os resultados IE5 = 0,65 m/m² e IE5 = 0,45 m/m², relativos respectivamente às propostas 1 e 3, apresentando uma variação 30% menor, mantendo-se num nível de desempenho desejável.

Figura 53 – Comparativo de estrutura (IE 5 – Incidência de Bordas de Lajes)



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Em decorrência das demonstrações provenientes das análises apresentadas, pretende-se evidenciar a clara constatação da indução dos indicadores de

produtividade de estrutura na concepção do produto imobiliário, já manifestando ganhos de produtividade intrínsecos nessa dinâmica.

Dessa forma, este trabalho segue com mais comprovações sobre a aplicabilidade dos indicadores de produtividade na concepção do produto imobiliário corroborando com ganhos efetivos de produtividade.

Para ressaltar os ganhos de produtividade aplicados na concepção do produto imobiliário, uma análise importante desponta através da observação da Figura 56, em que os resultados da produtividade medida em Hh/m² (homem/hora por metro quadrado) de fôrma, em ECAs realizadas pela empresa incorporadora e construtora anteriormente à utilização dos indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura aplicados na concepção do produto imobiliário, apontam para uma generalização de uma base orçamentária fixada em 1,20 Hh/m², independentemente da tipologia da ECA.

Como consequência direta, pode-se observar a grande variação entre a produtividade orçada e a realizada, pois não havia critérios para a previsão da produtividade na amostra coletada de um conjunto de obras representadas desde a letra A a N, na Figura 56, demonstrando um delta de 23% de variação, em média, entre produtividade orçada e realizada.

Logo na sequência de obras, representadas pelas letras O a T, verifica-se uma variação de 4% entre a produtividade orçada e a realizada, pois já é possível capturar a expectativa de desempenho pela utilização dos indicadores de produtividade de estrutura no momento da concepção do produto imobiliário.

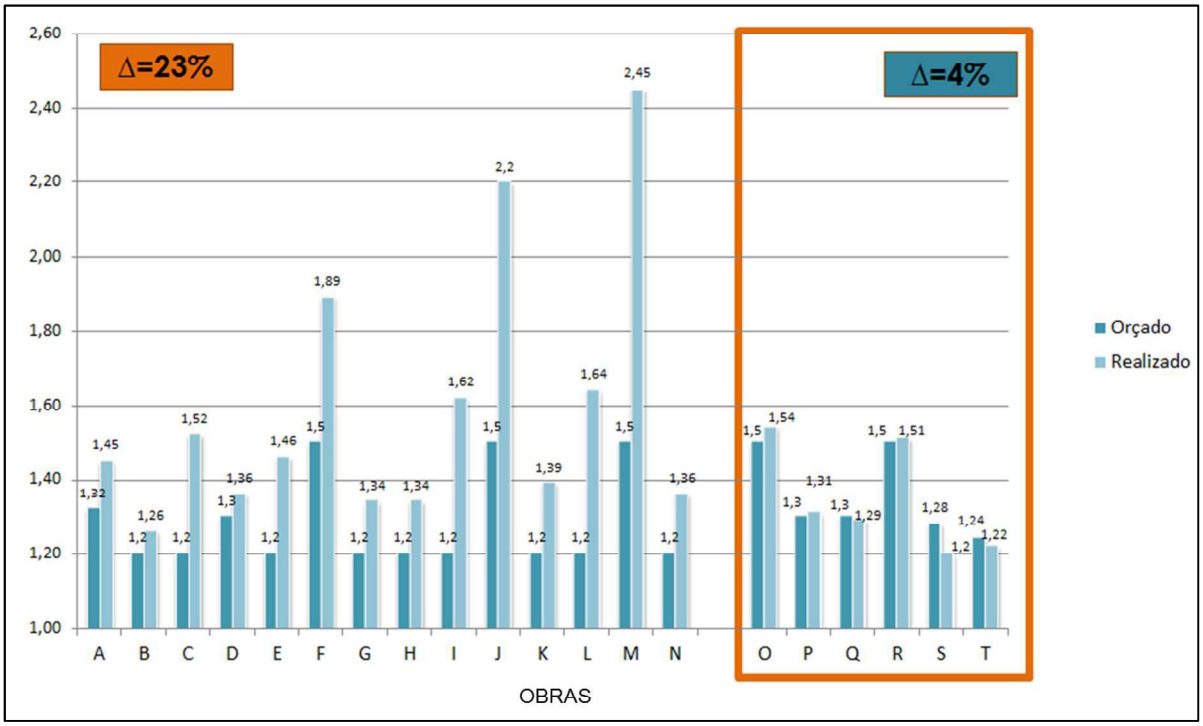
É importante esclarecer que a unidade de medida Hh/m² utilizada na Figura 54 descreve, a quantidade de esforço em homem/hora por metro quadrado de fôrma, produzida em ECA. Também é necessário explicar que a mensuração de Hh/m² em obra não está sendo discutida nesta dissertação por não fazer parte do seu escopo (embora seja procedimento vigente na empresa em estudo).

Portanto, outro aspecto relevante relacionado à análise da Figura 54 refere-se a um beneficio de gestão que a empresa incorporadora e construtora obteve com a utilização dos indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura, absorvido pela área de orçamentos, que passou a utilizar tais indicadores para a precificação das

estruturas de concreto armado, aumentando significativamente a assertividade entre o valor orçado e realizado.

Nota-se ainda que os valores de Hh/m2 realizados foram reduzidos na comparação entre as obras anteriores e as posteriores à implementação da discussão da produtividade na concepção da ECA. Com isso, evidencia-se a consecução de projetos que induziram uma melhor produtividade, desafio importante deste trabalho.

Figura 54 – Produtividade em Hh/m² de fôrma na ECA



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

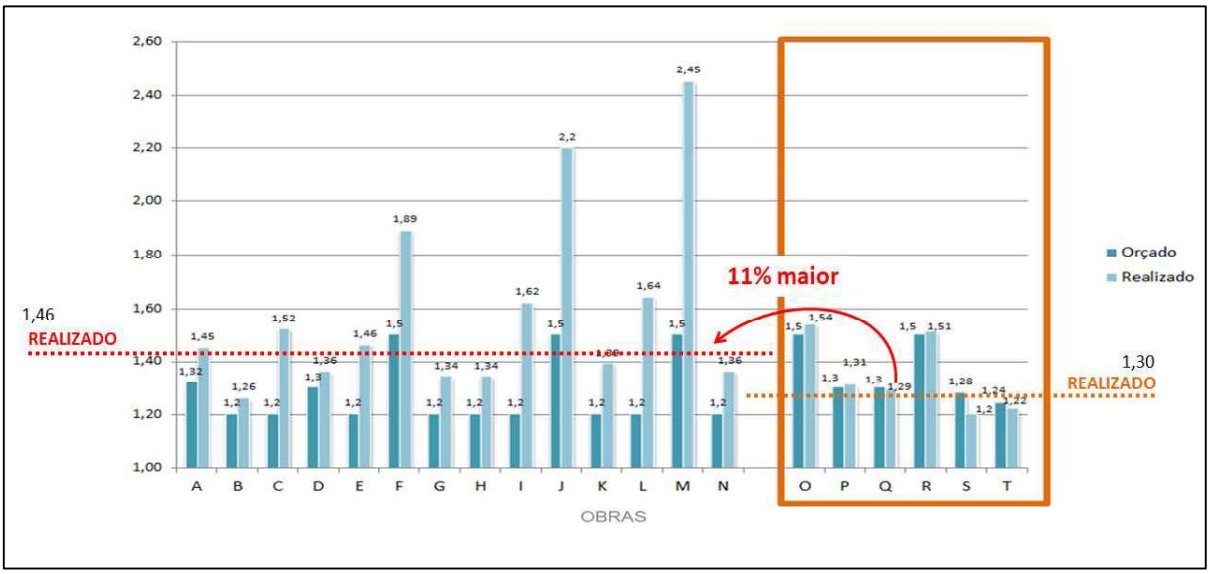
O alcance do objetivo desta dissertação, detalhado no Capítulo 4, fica explícito a partir do momento em que os argumentos apresentados passam a ser utilizados, obtendo-se resultados positivos que traduzem claramente uma redução de custo e melhoria da produtividade, demonstrada por meio da mensuração de Hh/m² (Homens-hora por metro quadrado).

Conforme a Figura 55, ratifica-se que a produtividade mensurada nas obras anteriormente à implantação da gestão com a utilização de indicadores de produtividade de estrutura, aplicados na concepção do produto imobiliário, era 11%

(de 1,46 Hh/m² para 1,30 Hh/m²) maior que a calculada nas obras após a implantação dos indicadores de produtividade de estrutura.

Esse resultado transformou positivamente a tomada de decisão da empresa incorporadora e construtora objeto da pesquisa-ação desta dissertação, que conta, atualmente, com maior assertividade e aderência da produtividade inserida na concepção de um produto imobiliário.

Figura 55 – Resultados de custos ECA



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O caminho proposto para a análise da concepção do produto imobiliário, tendo por referência os indicadores de arquitetura e de produtividade, mostrou-se bastante interessante. Por um lado, com a pesquisa-ação, confirmou-se uma facilidade de inserção dos indicadores no dia a dia da empresa (atestada pelas próprias pessoas envolvidas): são fáceis de medir (tendo sido suficiente inseri-los na rotina dos analistas), de entender e de aceitar, e criam uma base impessoal para a análise.

Além disso, como estão diretamente ligados ao custo da estrutura, balizam as metas a serem alcançadas pela empresa incorporadora e construtora e, portanto, servem de parâmetro para avaliação ou não do seu alcance e como referência para o desenvolvimento do projeto.

Portanto, considera-se que a iniciativa foi coroada de sucesso. A empresa incorporadora e construtora objeto da pesquisa-ação pretende continuar a utilizar os

indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura e, quando possível, buscar seu aprimoramento.

Pode-se dizer que, ao detectar os melhores resultados de projeto e exigir que os novos projetos estejam situados dentro de tal faixa, busca-se balizar a atuação dos projetistas por um nível elevado. Certamente melhores, que levem à superação dos resultados até hoje conseguidos, que poderão ser incorporados em futuras revisões das faixas de valores dos indicadores, de maneira a criar uma tendência de melhoria contínua.

Com essas considerações, algumas contribuições deste trabalho estão relacionadas na sequência.

A primeira volta-se diretamente para o setor da construção civil, no sentido da evolução na concepção do produto imobiliário com a visão de cadeia produtiva, entendendo que as incorporadoras devem trabalhar de forma conjunta com as construtoras e seus principais e respectivos *steakholders*, com destaque para os projetistas, responsáveis pelo desenvolvimento de determinado produto imobiliário.

A fim de que os ganhos de produtividade dessa sinergia possam ser capturados, atendendo às necessidades da cadeia produtiva como um todo, em uma relação de “ganha-ganha” geradora de condições reais de menor custo de aquisição ao usuário final para um produto imobiliário com qualidade e desempenhos não inferiores aos que vêm sendo oferecidos atualmente, além da manutenção de margens de lucro salutares das empresas incorporadoras e construtoras, tendo em vista a perpetuidade dos negócios da construção civil.

Em segundo plano, a reboque deste primeiro aspecto discutido, observam-se *upgrades* do ponto de vista dos colaboradores da empresa incorporadora e construtora, como a melhoria na velocidade e no trabalho em rede dos *stakeholders*, responsáveis por preparar e desenvolver a concepção de um produto imobiliário, facilitando a comunicação interna na elaboração de um fluxo de informações que se retroalimente de forma contínua e eficaz, evitando retrabalhos.

Dessa forma, proporciona-se a tomada de decisão no momento certo e nenhuma das partes interessadas se sente prejudicada.

A Figura 56 demonstra, através da pesquisa realizada na empresa incorporadora e construtora, a organização dos processos inter-relacionados entre as áreas que são foco do objeto de estudo. É visível a centralização da área de Produtividade, que reivindica das demais áreas ações que visem um retorno positivo em cada demanda realizada entre as áreas, com direcionamento para a produtividade.

Na mesma figura também se observa uma formação clara e bem objetiva do conceito de cadeia produtiva, em que as áreas da empresa incorporadora e construtora mantêm grande interdependência entre si, agindo em grupo ou em equipe, criando sinergia nas tomadas de decisões, sempre com a diretriz clara das definições do ponto de vista da produtividade.

Ampliando ainda mais o espectro de exploração da Figura 59, ao identificar as relações entre as áreas de Produtividade, Projetos, Incorporação e de projetistas, pode-se perceber, pelo que já foi descrito no trabalho até então, a forte ligação que a produtividade gera através de seus indicadores. Estes funcionam como balizadores, ou régua de aceitação, dos critérios para cada indicador e contribuem para uma concepção eficaz do produto imobiliário.

A intervenção ocorre diretamente nas áreas de Projeto e Incorporação, que, em conjunto, demandam dos projetistas a consolidação, descrição e a implementação na prática, com evidências nos desenhos técnicos de que a produtividade parametrizada está aderente aos resultados esperados pelas métricas dos indicadores submetidos no início da concepção de um produto imobiliário, para o qual se espera seu cumprimento integral.

Figura 56 – Correlação da área de produtividade com outros departamentos da empresa

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Um cuidado e grande alerta, que deve ser mencionado nesse momento, é que os indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura não devem ser analisados isoladamente. Trata-se de um equívoco cometido de forma generalizada pelo mercado da construção civil, na opinião deste pesquisador, uma vez que os modelos de negócio no Brasil são contemplados de forma segregada entre as atividades de uma empresa incorporadora e uma empresa construtora.

Caso isso aconteça, o princípio básico de trabalho em cadeia produtiva é ferido frontalmente e, ainda que não exista impacto na concepção do produto imobiliário, o que se preconiza como proposta e que realmente trará benefícios é que os indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura sejam analisados de forma conjunta e simultânea, a fim de que os ganhos de produtividade sejam potencializados exatamente na fase de concepção de produto imobiliário, o que, verdadeiramente, se traduzirá em ganho efetivo.

Dando sequência ao desenvolvimento desta dissertação e objetivando a evolução contínua de um processo de melhoria, apresentam-se as seguintes propostas para a realização de novos trabalhos:

- ✓ Criação de novos grupos de indicadores de produtividade, agrupados por fases de evolução na concepção de um produto imobiliário, envolvendo as mesmas disciplinas elencadas nesta dissertação, consideradas fundamentais para a concepção de um produto imobiliário. Como por exemplo, espessura média do pavimento tipo, indicador de consumo de aço por metro de concreto, indicador da influência da altura de paredes de vedação interna (piso a piso);

- ✓ Criação de outros grupos de indicadores de produtividade para as disciplinas não abordadas neste estudo (como Fundações e Instalações Elétricas e Hidráulicas), a serem aplicados na concepção de um produto imobiliário sob uma ótica sistêmica e focal, inserida na visão de cadeia produtiva.

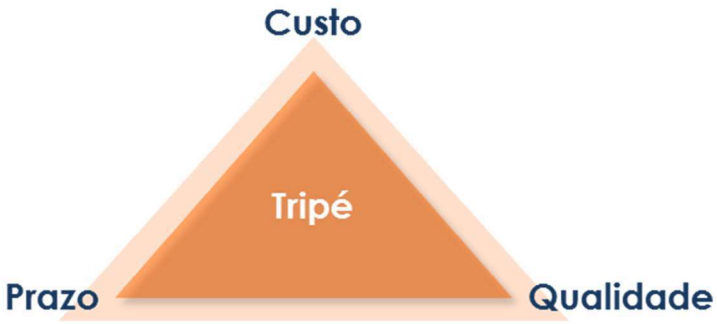
Diante de todas as ponderações elencadas e de outras não citadas, mas que aconteceram durante a aplicação da metodologia participativa de pesquisa-ação realizada com a Alta Direção da empresa incorporadora e construtora, os resultados deste trabalho mostraram-se totalmente coerentes com suas diretrizes estratégicas, aderentes à prática de uma gestão que realmente se traduza em redução de custos, melhoria da produtividade e outros ganhos na gestão, através da utilização de indicadores de produtividade na concepção do produto imobiliário.

Este autor, com o intuito de contribuir com a melhoria no modelo de gestão da empresa incorporadora e construtora, propõe uma ampliação da diretriz estratégica apresentada pela empresa, que se traduzia em um tripé bastante conhecido no mercado imobiliário da construção. Essa nova diretriz estratégica deve contemplar dois novos pilares estratégicos, passando a denominar-se “pentágono da gestão estratégica”, que será detalhado a seguir.

A priori, as diretrizes estratégicas da empresa incorporadora e construtora estão fundamentadas em um tripé (Figura 57) – cumprimento de prazos, custos e qualidade do produto imobiliário a ser entregue. Contudo, algumas diferenças merecem destaque, como no caso de o cumprimento de custos ser gerido não

apenas de forma estática (como por exemplo, em termos da apresentação de um orçamento), mas também no acompanhamento dos custos, de acordo com a evolução física da obra, com tomadas de decisões ao longo do tempo que garantam a aderência do cumprimento dos custos inicialmente definidos, corrigindo e alterando ações e planos de ações.

Figura 57 – Tripé da área técnica da incorporadora e construtora



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Como segundo pilar do tripé, apresenta-se o cumprimento do prazo físico da obra, definido em um *baseline*, com a diferenciação de um acompanhamento por ciclo de serviços a serem realizados por meio de plano de ataque específico para cada situação e vinculado a um projeto de produtividade.

O último e terceiro pilar desse tripé dizem respeito à Qualidade, que tem sua finalidade ressignificada: ela deixa de se preocupar apenas com a aderência da execução "*in loco*" e com procedimentos e processos pré-estabelecidos, para voltar seu olhar para a percepção do cliente de que o produto a ser entregue encontra-se em conformidade com o desempenho projetado e concebido da edificação.

Aliada ao tripé de gestão estratégica, uma nova necessidade e abordagem se fizeram necessárias para a atuação no cenário contemporâneo do mercado imobiliário no qual a empresa está inserida. Trata-se de uma evolução do tripé de gestão para um pentágono de gestão, que inclui mais dois pilares estratégicos: a Sustentabilidade e a Produtividade.

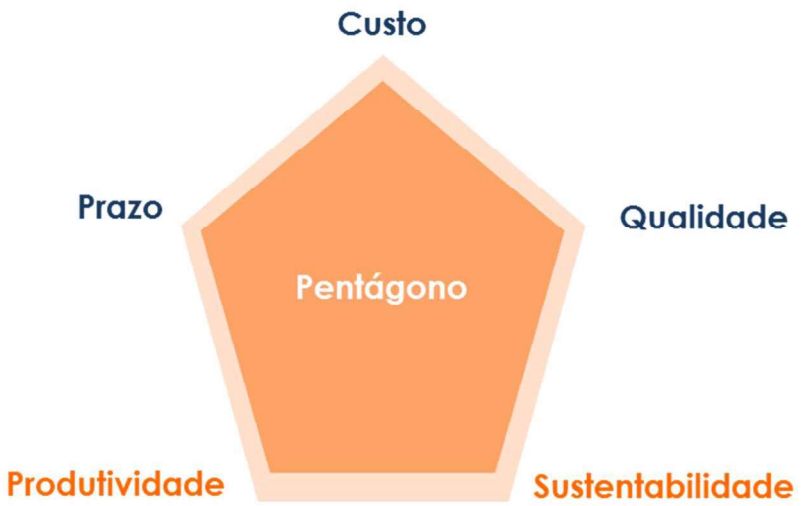
O quarto pilar estratégico, de Sustentabilidade, pode ser entendido como um caminho sem volta e que clama pela urgente implementação de conceitos de

consciência ambiental nos produtos a serem entregues pela empresa incorporadora e construtora, que realmente se traduzam em economia para os clientes, tanto de recursos naturais quanto de custos fixos de manutenção e operação.

Para reforçar esse conceito, a empresa incorporadora e construtora certifica seus empreendimentos e sua própria instituição com uma certificação ambiental, a fim de transmitir ao cliente final a necessidade de aplicação das premissas de consciência ambiental.

Por fim, como último pilar dessa nova abordagem de diretriz estratégica com o formato de um pentágono, apresenta-se a Produtividade, aqui explicada com a aplicação de indicadores de produtividade de arquitetura e estrutura na concepção do produto imobiliário, de acordo com a Figura 58.

Figura 58 – Pentágono da área técnica da incorporadora e construtora



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Essa contribuição para a melhoria da gestão estratégica tem origem na percepção do autor, durante o desenvolvimento deste trabalho, em conjunto com outras discussões na empresa incorporadora e construtora, inexistentes até então.

Formalmente aceita pela Alta Direção da empresa incorporadora e construtora, a proposta de adoção do pentágono como diretriz estratégica faz parte do planejamento estratégico aprovado para o ano de 2019, no qual a produtividade está explicitamente indicada.

Diante dessa importante deliberação da Alta Direção, considera-se que o objetivo desta dissertação foi atingido e, pode-se dizer superado, pois sua implementação se tornou factível, trazendo ao autor uma grande satisfação pela sua efetiva concretização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12721. **Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio.** Rio de Janeiro, ABNT, 2007 (Errata 2), 46 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12722. **Discriminação de serviços para construção de edifícios.** Rio de Janeiro, ABNT, 1992, 14 p.

BATTAGLIA, D. BERGAMO, E. S.(2010). **Análise de valor e engenharia de valor: uma ferramenta de redução de custos em um projeto.** P&D em Engenharia de Produção, Itajubá, v. 8, n.3, p. 102-115.

ENGEL, G. I. **Pesquisa-ação.** Educ. rev. [online].(2000), n.16, pp.181-191.ISSN 0104-4060. http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.214

ESTEFANI, C. et al. (2005). **Indicadores da qualidade em projeto. Estudo de caso de edifícios habitacionais.** Brasília, DF,.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. (2003). **Projeto simultâneo:** uma abordagem colaborativa para o processo de projeto. p. 17. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – BT/PCC/347.

FABRICIO, M. M.; Melhado, S. B. (2000). **Projeto simultâneo e a qualidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento.** In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC2000.Modernidade e Sustentabilidade. Anais em CD-Rom: UFBA/UNEB/UEFS/ANTAC, Salvador.

FABRICIO, M. M.; Baia, J.L.; Melhado, S. M. (1998). **Estudo da sequencia de etapas do projeto na construção de edifícios:** cenários e perspectivas. ENGEP.

FONTENELLE, E. C. (2002). **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GOSCH, S. S. (2012). **Indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais associados a uma nota final.** - Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOSCH, S. S. (2016). **Gestão da inovação em empresa construtora:** proposta para estruturação de um processo. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HIPPERT, et al..(2000). **O gerenciamento do tempo em uma empresa de construção civil segundo o PMBOK.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., São Paulo. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

KNOTTEN, et al. (2016). **Improving Design Management with Mutual Assessment**. In: Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction, Boston, MA, USA, sect.4 pp. 173-182.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (2003). **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas.

LANTELME, E. M. V.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T. (2001) **Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil**. Porto Alegre: Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LIMA, A. S.; LEITE, M. S. A.; (1999). **A análise de valor & qualidade percebida pelo cliente.** VI Congresso Brasileiro de Custos – São Paulo, SP.

LIMA, F. S. A. **Custo Unitário Geométrico: Uma Proposta de Método de Estimativa de Custos na Fase Preliminar do Projeto de Edificações. (2013).** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

MARIA, A.C.; DE SOUZA, U.E.L. (2003). **Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios:** fase criativa. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – BT/PCC/338.

MARSHALL JR., I. et al. (2010). **Gestão da Qualidade.** FGV Editora.

MASCARÓ, J.L.(2010). **O Custo das Decisões Arquitetônicas.** 5ª Edição.

MELHADO, S. B. (1994) **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MINGIONE, C. (2016). **Produtividade na montagem de estruturas de aço para edifícios.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

NOVAES, C. C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais.** São Paulo. EPUSP, 1997a. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/188.

_____. Indicadores da qualidade do projeto do edifício sob a ótica da empresa incorporadora/construtora. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2000.

_____. Um enfoque diferenciado para o projeto de edificações: projetos para produção. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PROUÇÃO – ENEGEP 97, 6 – 9 out. 1997, Gramado, RS. Anais. Gramado, RS: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1997b.

OLIVEIRA, M. et al.(1995). **Sistemas de Indicadores de Qualidade e Produtividade para Construção Civil:** Manual de Utilização.2º edição, Porto Alegre.

PMI – Project Management Institute. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide).**2000 Edition.©2000 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299, USA.

RUIZ, J. A.(2011). **Engenharia de valor na construção de edifícios:** simulação de aplicações. Tese de Mestrado desenvolvido na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. Campinas, SP.

SILVA JR., N.L. (2010). **Indicadores de Desempenho em Projetos de Arquitetura no Eixo Brasília-Goiânia.** Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 113p.

SOUZA, U. E. L.; ARAÚJO, L.O.C. (2001). **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – (BT/PCC/269).

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. (1997). **Definição do Layout do Canteiro de Obras** Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – (BT/PCC/177).

SOUZA, U. E. L. (2001). **Método para a previsão da produtividade da mão de obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos.** 357 p. Tese (Livre-Docência). Universidade de São Paulo. São Paulo.

TANGEN, S. (2002). **Understanding the concept of productivity.** In: Proceedings of the 7th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, Taipei. p. 3-4.

TEIXEIRA, R. B.;et al.(2008). **Contribuição ao estudo do processo de projeto de edifícios em construções metálicas**: contratação de definições. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos. Vol. 3, nº 1. Maio de 2008.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação:** uma introdução metodológica. Educ. Pesqui. [online]. 2005, vol.31, n.3, pp.443-466. ISSN 1517-9702. http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009.

WORLD ECONOMIC FORUM ® (WFE).**Shaping the Future of Construction:** A Breakthrough in Mindset and Technology. Maio, 2016.

YIN, R. K. (2010). **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Trad. Daniel Grassi. 4.ed. Porto Alegre: Bookman.

APÊNDICE A

Apêndice A – Planilha de levantamento de dados históricos para elaboração dos parâmetros de indicadores de arquitetura na incorporadora e construtora.

OBRAS		INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ARQUITETURA					DADOS DE ENTRADA DE PROJETOS										
	Á. TOTAL PRIVATIVA / Á. TOTAL CONST. (Iapr)	Á. TOTAL PRIV. OCUPADA PELA Á. DE CIRCULAÇÃO (Iac)	Á. UNITÁRIA DA GARAGEM (Ag)	APROVEITAMENTO DO LOTE (Al)	COMPACIDADE (C)	DENSIDADE DE PAREDE (Dp)	Quantidade de Torres	TOTAL DE UNIDADES	Á. PAV. TIPO S/TERRAÇO	PERÍM. EXT. PAV. TIPO C/TERRAÇO	Área do terraço	ÁREA DE PROJEÇÃO DAS PAREDES EXTERNAS E INTERNAS S/TERRAÇO	Á. DO TERRENO	Á. PAV. TIPO C/TERRAÇO	Á. DE CIRCULAÇÃO C/ VERTICAL	Á. TOTAL DOS SUBSOLOS	TOTAL DE VAGAS DO SUBSOLO
	(admensional)							(UN)	(M²)	(M)	(m²)	(M²)	(M²)	(M²)	(M²)	(M²)	(UN)
Allure	0,59	11	23	0,19	58	0,26	1	120	412,24	130,45	39,20	105,83	2.380,00	451,44	48,83	3.555,86	153
Architetto	0,54	11	25	0,21	84	0,18	1	64	339,49	85,18	68	59,99	1948,3	407,49	45,43	3264	130
Atrium	0,56	11	29	0,28	59	0,26	1	108	410,36	126,75	41,08	107,71	1.617,72	451,44	49,86	3.767,15	132
Cosmopolitan	0,42	18	20	0,16	94	0,08	1	144	469,37	86,66	61,43	37,4516	3.281,00	530,8	93,31	6.020,54	302
Duo	0,57	9	27	0,27	72	0,24	1	78	397,51	103,76	42,55	94,66	1.657,00	440,06	40,05	3.865,43	141
Florêncio	0,40	25	18	0,30	54	0,25	1	292	547,80	152,26	0,00	134,58	1.827,07	547,8	136,61	2.726,94	153
Harmonia	0,61	9	25	0,06	31	0,24	4	144	297,35	101,26	12,59	71,47	5.048,00	309,94	28,49	5.333,68	216
Hit Saúde	0,48	9	30	0,22	55	0,19	1	60	490,71	153,3	68,29	91,74	2.491,29	559	51,97	5.538,53	182
IND Cambuí	0,48	11	30	0,21	80	0,22	1	124	310,91	87,9	82,79	69,6	1.850,56	393,7	44	3.731,21	126
Majestic	0,54	12	25	0,14	87	0,28	1	80	176,51	65,64	80,66	48,76	1.804,30	257,17	30,61	2.200,00	89
Neo	0,46	15	35	0,34	74	0,16	1	81	338,53	95,64	57,86	54,03	1.158,70	396,39	60,15	2.882,15	82
Now Offices	0,45	17	24	0,27	92	0,13	1	106	413,57	81,42	37,93	54,14	1.700,00	451,5	74,65	3.416,13	140
Oásis	0,50	9	27	0,27	57	0,25	1	68	547,67	153,18	55,12	136,04	2.216,65	602,79	51,54	3.612,79	136
Picture	0,56	10	29	0,20	88	0,17	1	84	278,7	71,2	37,10	47,83	1.564,71	315,8	32,17	3.300,96	113
Reference	0,51	15	26	0,37	46	0,24	1	108	560,02	195,87	80,02	136	1.748,00	640,04	93,35	2.857,41	108
Saint Felipe	0,51	13	26	0,24	52	0,21	1	108	362,77	139,91	53,74	74,4	1.748,00	416,51	53,58	2.857,41	108
Scenarium	0,58	9	24	0,18	47	0,20	2	168	495	125,3	52,90	100,26	3.118,90	547,9	49,06	6.814,37	280
Soberano	0,62	8	27	0,15	60	0,19	1	78	475,89	139,19	85,51	91,6	3.731,12	561,4	43,82	6.201,20	230
Up Saúde	0,46	13	34	0,39	63	0,18	1	72	331,52	110,14	54,48	58,9	1.000	386	49,12	2.425,17	72
Villaggio	0,54	10	35	0,38	65	0,07	1	52	523,51	130,51	46,29	34,62	1.513,98	569,8	56,51	1.978,51	57
Vivere	0,50	17	22	0,19	56	0,24	1	52	245,18	102	15,49	59,93	1.396,03	260,67	44,95	1.714,10	78

ÓTIMO	> 0,57	> 9	< 24	> 0,29	70 a 90	< 0,18
BOM	0,50 a 0,56	9 a 13	25 a 30	0,19 a 0,28	52 a 70	0,18 a 0,26
RUIM	< 0,50	< 13	> 30	< 0,18	< 52	> 0,26

APÊNDICE B

Apêndice B – Planilha de levantamento de dados para elaboração dos parâmetros de indicadores de estrutura na incorporadora e construtora

	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ESTRUTURA					DADOS DE ENTRADA DE PROJETO		
OBRA	Área de fôrma pelo volume de concreto (IE1)	Área de fôrma pela área de projeção da laje (IE2)	Área de influência de Pilares (IE3)	Área de influência de Vigas (IE4)	Indicador de Incidência de Bordas de Lajes (IE5)	Área de projeção	ÁREA FORMA (m^2)	VOLUME (m^3)
ALLURE	9,44	1,98	10,65	2,82	0,96	451,44	893,37	94,61
ARCHITETTO	8,10	1,78	15,75	0,26	0,37	393,8	701,14	86,58
ATRIUM	9,92	1,94	9,56	3,22	0,84	380,69	737,49	74,33
COSMOPOLITAN	7,71	1,76	12,45	2,22	0,66	528,85	929,79	120,57
DUO	9,47	1,96	9,15	2,12	0,95	440,07	864,65	91,31
FLORÊNCIO	8,67	2,05	10,43	3,19	0,43	548,29	1122,94	129,45
HARMONIA	13,52	2,12	6,16	5,14	1,10	312,03	661,22	48,90
HIT SAÚDE	9,32	1,95	8,61	2,50	0,75	397,16	775,45	83,24
IND CAMBUÍ	8,51	1,44	15,42	0,39	0,45	544,13	785,87	92,38
MAJESTIC	9,21	1,94	7,19	3,53	0,85	588,45	1139,79	123,78
NEO	8,38	1,73	6,39	2,99	0,58	395,79	686,17	81,91
NOW OFFICES	8,00	1,83	9,97	3,47	0,58	440,52	804,58	100,60
OÁSIS	9,17	1,80	8,13	3,08	0,84	606,13	1092,96	119,16
PICTURE	10,18	2,06	7,67	2,88	1,01	315,13	649,89	63,85
REFERENTE	6,92	1,47	9,04	2,77	0,91	451,32	661,22	95,59
SAINT FELIPE	8,83	1,78	7,26	5,45	0,42	358,89	639,62	72,41
SCENARIUM	8,18	1,89	8,65	3,90	0,64	546,49	1032,85	126,33
SOBERANO	5,78	2,01	8,43	3,97	0,78	562,19	1129,84	195,64
UP SAÚDE	9,06	1,97	10,06	4,58	0,67	386,36	761,60	84,05
VILLAGIO	6,16	1,85	7,85	3,46	0,83	582,06	1078,97	175,05
VIVERE	10,69	2,17	8,90	2,75	0,93	257,56	559,49	52,32

ÓTIMO	< 8,14	< 1,78	> 10,25	< 2,63	< 0,58
BOM	8,15 a 9,44	1,79 a 1,99	7,77 a 10,24	2,64 a 3,71	0,59 a 0,91
RUIM	> 9,45	> 2,0	< 7,76	> 3,72	> 0,92

APÊNDICE C

Apêndice C – Planilha de resultados dos indicadores de arquitetura na incorporadora e construtora – Obra Iman

OBRA	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ARQUITETURA						DADOS DE ENTRADA DE PROJETO											
	Á. TOTAL PRIV. S/VAGA / Á. TOTAL CONST. (1)	Á. TOTAL PRIV. OCUPADA PELA Á. DE CIRCULAÇÃO. (2)	Á. UNITÁRIA DA GARAGEM (3)	APROVEITAMENTO DO LOTE (4) (Área do pav. Tipo com terraço/ Área do terreno)	COMPACIDADE (5)	DENSIDADE DE PAREDE (6)	Quantidade de Torres	TOTAL DE UNIDADES	ÁREA TOTAL DE CONSTRUÇÃO	ÁREA PRIVAT. PRINC S/ VAGA	Á. PAV. TIPO S/TERRAÇO (2)	PERÍM. EXT. PAV. TIPO C/TERRAÇO	ÁREA DE PROJEÇÃO DAS PAREDES EXTERNAS E INTERNAS S/TERRAÇO (3)	Á. DO TERRENO	Á. PAV. TIPO C/TERRAÇO (2)	Á. DE CIRCULAÇÃOVERTICAL	Á. TOTAL DOS SUBSOLOS (3)	TOTAL DE VAGAS DO SUBSOLO (3)
IMAN	0,57	10	23	0,37	77	0,10	1	48	12.674,56	7.232,65	545,18	117,46	56,12	1.744,47	643,32	62,67	2.526,54	112

ÓTIMO	> 0,57	> 9	< 24	> 0,29	70 a 90	< 0,18
BOM	0,50 a 0,56	9 a 13	25 a 30	0,19 a 0,28	52 a 70	0,18 a 0,26
RUIM	< 0,50	< 13	> 30	< 0,18	< 52	> 0,26

APÊNDICE D

Apêndice D – Planilha de resultados dos indicadores de estrutura (Opção 1) na incorporadora e construtora – Obra Iman

OBRAS	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ESTRUTURA					DADOS DE ENTRADA DE PROJETO						
	INDICADOR 1	INDICADOR 2	INDICADOR 3	INDICADOR 4	INDICADOR 5	ÁREA DE PROJEÇÃO (m^2)	ÁREA FORMA (m^2)	ÁREA FORMA DE LAJE (m^2)	VOLUME (m^3)	COMPRIMENTO TOTAL DE VIGAS	QUANTIDADE DE PILARES	PERÍMETRO DA LAJE
	m^2 forma / m^3	m^2 forma / m^2 (área de projeção)	Densidade Pilar	Densidade Viga	Incidência de bordas de lajes							
IMAN	9,56	1,84	36,74	0,41	0,65	660	1212,46	578,9	126,88	270	33	378,45

ÓTIMO	< 8,14	< 1,78	> 10,25	< 2,63	< 0,58
BOM	8,15 a 9,44	1,79 a 1,99	7,77 a 10,24	2,64 a 3,71	0,59 a 0,91
RUIM	> 9,45	> 2,0	< 7,76	> 3,72	> 0,92

APÊNDICE E

Apêndice E – Planilha de resultados dos indicadores de estrutura (Opção 2) na incorporadora e construtora – Obra Iman

OBRAS	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ESTRUTURA					DADOS DE ENTRADA DO PROJETO						
	INDICADOR 1	INDICADOR 2	INDICADOR 3	INDICADOR 4	INDICADOR 5	ÁREA DE PROJEÇÃO (m^2)	ÁREA FORMA (m^2)	ÁREA FORMA DE LAJE (m^2)	VOLUME (m^3)	COMPRIMENTO TOTAL DE VIGAS	QUANTIDADE DE PILARES	PERÍMETRO DA LAJE
	m^2 forma / m^3	m^2 forma / m^2 (área de projeção)	Densidade Pilar	Densidade Viga	Incidência de bordas de Lajes							
IMAN	9,45	1,76	35,12	0,39	0,49	660	1159,11	578,9	122,66	255	33	282,19

ÓTIMO	< 8,14	< 1,78	> 10,25	< 2,63	< 0,58
BOM	8,15 a 9,44	1,79 a 1,99	7,77 a 10,24	2,64 a 3,71	0,59 a 0,91
RUIM	> 9,45	> 2,0	< 7,76	> 3,72	> 0,92

APÊNDICE F

Apêndice F – Planilha de resultados dos indicadores de estrutura (Opção 3) na incorporadora e construtora – Obra Iman

OBRAS	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE ESTRUTURA					DADOS DE ENTRADA DE PROJETO						
	INDICADOR 1	INDICADOR 2	INDICADOR 3	INDICADOR 4	INDICADOR 5	ÁREA DE PROJEÇÃO (m^2)	ÁREA FORMA (m^2)	ÁREA FORMA DE LAJE (m^2)	VOLUME (m^3)	COMPRIMENTO TOTAL DE VIGAS	QUANTIDADE DE PILARES	PERÍMETRO DA LAJE
	m^2 forma / m^3	m^2 forma / m^2 (área de projeção)	Densidade Pilar	Densidade Viga	Indicador de produtividade de fixação de Lajes							
IMAN	8,67	1,73	34,67	0,37	0,45	660	1144,22	578,9	132,03	245	33	262,19

ÓTIMO	< 8,14	< 1,78	> 10,25	< 2,63	< 0,58
BOM	8,15 a 9,44	1,79 a 1,99	7,77 a 10,24	2,64 a 3,71	0,59 a 0,91
RUIM	> 9,45	> 2,0	< 7,76	> 3,72	> 0,92

ÍNDICE

construtoras, 17, 27, 31, 47, 51, 55, 113

incorporadora, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 43, 46, 48, 50, 54, 56, 59, 60, 68, 69, 70, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 86, 87, 89, 93, 98, 99, 101, 112, 113, 114, 115, 116, 118,

indicadores, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 40, 41, 43, 44, 45, 48, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 68, 69, 76, 83, 93, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118

projeto, 17, 18, 19, 21, 24, 27, 30, 35, 38, 40, 414, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 65, 68, 70, 71, 77, 79, 83, 84, 95, 98, 99, 106, 112, 113, 114, 117