UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO – FAU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

RÚBIA DA EUCARISTIA BARRETTO

MODELO CONCEITUAL DE IDENTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE RISCO
DEDICADO À ARQUITETURA RESIDENCIAL QUE UTILIZA TECNOLOGIAS
COM APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR: UMA ABORDAGEM
BASEADA NA SISTEMOGRAFIA.

São Paulo

2014

Programa de Pós-graduação – Doutorado em Arquitetura
e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura

Orientadora: Prof.^a Dra. Claudia Terezinha de Andrade Oliveira

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO
ORIGINAL, SOB-RESPONSABILIDADE DO AUTOR E ANUÊNCIA DO
ORIENTADOR. O original se encontra disponível na sede do programa.

São Paulo 24 de junho de 2014

São Paulo

2014

RÚBIA DA EUCARISTIA BARRETTO

MODELO CONCEITUAL DE IDENTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE RISCO
DEDICADO À ARQUITETURA RESIDENCIAL QUE UTILIZA TECNOLOGIAS
COM APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR: UMA ABORDAGEM
BASEADA NA SISTEMOGRAFIA.

Tese apresentada a Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo como parte
dos requisitos para obtenção do
grau de Doutor em Arquitetura e
Urbanismo.

Área de Concentração: Tecnologia
da arquitetura.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Claudia
Terezinha de Andrade Oliveira.

SÃO PAULO

2014

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

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL, SOB-RESPONSABILIDADE DO AUTOR E ANUÊNCIA DO ORIENTADOR. O original se encontra disponível na sede do programa.

São Paulo 24 de junho de 2014.

Catálogo na publicação

Serviço de biblioteca e documentação

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo

Barretto, Rúbia da Eucaristia.

Modelo conceitual de identificação e qualificação de risco dedicado à arquitetura residencial que utiliza tecnologias com aproveitamento da energia solar: uma abordagem baseada na sistemografia. Orientadora: Prof(a). Dr(a). Claudia Terezinha de Andrade Oliveira. São Paulo 2014. Fl.349

Tese (Doutorado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; Área de Concentração: Tecnologia da arquitetura.

Palavras-chave

1. Projeto de arquitetura residencial; 2. tecnologias de termoconversão; 3. Modelo de avaliação de risco; e 4. Processo de projeto.

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa à minha mãe Marlene Araújo, meu pai Ruy Lobão Barretto (in memoriam) e filhas Carolina e Lilian Barretto Gimenes.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão a todos que viabilizaram a conclusão deste trabalho.

A Prof.^a Dr.^a Claudia Terezinha de Andrade Oliveira muito mais que uma orientadora uma amiga e líder, que nos ensinou a prática da tolerância, da compaixão e coragem em seguir em frente. Sua contribuição vai além do crescimento científico.

Aos Prof.(s) Dr.(s) Adnei Melges e Marcelo Romero pelo apoio incondicional no desenvolvimento do protótipo Eko house.

Ao Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo pela imensa colaboração administrativa e técnica durante a realização das pesquisas. Este foi o melhor exemplo de que o maior valor de uma empresa está em seus recursos humanos.

Aos meus queridos Ivair Costa, Márcia Heloisa Stroebele e Wilson Ferreira pelo apoio e colaboração em todas as horas. Vocês alegam o meu coração e deixam tudo mais leve.

A equipe de pesquisa do Departamento de Tecnologia da Construção da FAU pequena em tamanho, grande em disposição e brilhante em comprometimento. Em especial agradeço aos Arquitetos Fernanda Antônio, Lucas Sabino, Yuri Endo Kokubun, Tarsila Myiasato e Luciano Ferrette pela amizade e colaboração. Foi mais que uma honra participar dessa equipe. Todos vocês permanecerão em minha lembrança e coração.

A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo pelo acolhimento, colaboração multidisciplinar entre laboratórios e incentivo a pesquisa. A força só acontece com a integração das capacidades e habilidades de seus funcionários, em especial Cristina, Isa, Diná, Maira José, Viviane Gonçalves.

A todos a minha gratidão.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1	Exemplo de representação da Teoria dos Dominós – sequência das fases: os três primeiros dominós representam a fase do pré-contrato, o quarto dominó frequência e o quinto pós-contato – gravidade.	41
Figura 2.2	Pirâmide de Bird.	41
Figura 2.3	Modelo da sequência do acidente proposto por RAMSEY (1985) adaptado por SANDERS e MCCORMICK (1993, p. 669)	43

CAPÍTULO 3

Figura 3.1	La forme Canonique du Système Général (SG).[A forma canônica do Sistema Geral]	69
Figura 3.2	O paradigma sistêmico (LE MOIGNE 1990, pág 73)	75
Figura 3.3	A dualidade fluxo – campo, base da sistemografia do ambiente do Sistema Geral LE MOIGNE (1990, p. 120).	77
Figura 3.4	2ª Classe – Nível 7 – Informação, memória e controle.	81
Figura 3.5	Exemplos de processadores tipo	82
Figura 3.6	Inter-relações entre elementos (processadores elementares) – sobre o mesmo fluxo. G. Klir e M. Valach (1965 – 1967, p. 490) apud LE MOIGNE (1990, p. 131)	83

CAPÍTULO 4

Figura 4.1	Imagem: Oliclima - Instruções de montagem estruturas de suporte em alumínio anodizado para coletores solares térmicos V.01.2011 Portugal	87
Figura 4.2	Orientação.	89
Figura 4.3	Alturas diferentes nas estações do ano	89
Figura 4.4	Ângulo de inclinação do coletor.	89

CAPÍTULO 5

Figura 6.1	Fase 01 - Exploratória	109
Figura 6.2	Fase 02 - Definição da base teórica	110
Figura 6.3	Fase 02 - Escolha e definição das tecnologias.	111
Figura 6.4	Fase 02 - Definição da tipologia de uso	113
Figura 6.5	Fase 03 - Processo de construção do modelo e teste	116
Figura 6.6	O processo de consolidação da pesquisa	118

CAPÍTULO 6

Figura 6.1	Modelo conceitual – esquema organizacional e lógico	122
Figura 6.2	Síntese das informações/ ações dentro do sistema	123

Figura 6.3	Elementos do sistema	126
Figura 6.4	Integração da modelagem por funcionalidade e por atividade	129
Figura 6.5	Tipos de fluxos	130
Figura 6.6	Fluxo de interdependência sistêmica	130
Figura 6.7	Entrada dos processadores no sistema	132
Figura 6.8	Fase 01 – demanda do usuário	133
Figura 6.9	Quadro 1 – Desejo do usuário	135
Figura 6.10	Quadro 2 – Arquitetura	135
Figura 6.11	Quadro 3 – Sistemas Construtivos	135
Figura 6.12	Quadro 4 – Termoconversão	135
Figura 6.13	Quadro 5 – Modelos de tecnologia de termoconversão comercializados	136
Figura 6.14	Modelos de tecnologia de termoconversão comercializados	137
Figura 6.15	Levantamento de dados – ambiente externo	137
Figura 6.16	Levantamento de dados - Brasil Estado	137
Figura 6.17	Levantamento de dados – sistemas construtivos ABNT	138
Figura 6.18	Levantamento de dados - sistemas construtivos Brasil ABNT	139
Figura 6.19	Levantamento de dados - sistemas construtivos Brasil ABNT	140
Figura 6.20	Catálogos técnicos	140
Figura 6.21	Levantamento de dados - Normas internacionais	141
Figura 6.22	Levantamento de dados-Normas internacionais complementares	142
Figura 6.23	Exemplo de matriz de relacionamento para identificação dos requisitos de Segurança	143
Figura 6.24	Usuário - Informações desejáveis durante o processo de compatibilização Arquitetura	143
Figura 6.25	Informações desejáveis durante o processo de compatibilização – arquitetura.	144
Figura 6.26	Coletor - Informações desejáveis durante o processo de compatibilização	145
Figura 6.27	Acumulador - Informações desejáveis durante o processo de compatibilização	146
Figura 6.28	Componentes de segurança do sistema -	147
Figura 6.29	Condição real de projeto ou edificação	148
Figura 6.30	Cenário negativo	149
Figura 6.31	Cenário negativo – arquitetura	152
Figura 6.32	Cenário negativo – Sistema construtivo	152
Figura 6.33	Cenário negativo – Sistema construtivo – tecnologia	153
Figura 6.34	Identificação de qualificação de risco para o usuário	153
Figura 6.35	Indicador de impacto de riscos futuro no projeto	168
Figura 6.36	Relação de interferência no cenário futuro	169
Figura 6.37	Indicador de controle de risco	170
Figura 6.38	Recomendações para Projeto	171

CAPÍTULO 7

Figura 7.1	Ekó House	172
Figura 7.2	Linguagem da arquitetura – forma	173
Figura 7.3	Implantação das esquadrias	174
Figura 7.4	Implantação do termo aquecimento e o fotovoltaico	174
Figura 7.5	Composição dos materiais dos painéis - Módulos horizontais e verticais.	177
Figura 7.6	Revestimento do piso e do painel face externa.	178
Figura 7.7	Telha	178
Figura 7.8	Montagem de esquadrias	179
Figura 7.9	Proteção contra queda em altura – guarda corpo	180
Figura 7.10	Sistema de forro e domótico [armário técnico interno].	180
Figura 7.11	Parede técnica	180
Figura 7.12	Deck	181
Figura 7.13	Visão da instalação elétrica no interior da Eko House. À direita a visão dos quadros elétricos e de domótica no armário técnico.	181
Figura 7.14	(a)Caixas de conexão Remaster.(b) Conectores de cabos Remaster. Caixa de conexão Remaster TM e o conector específico para o circuito	182
Figura 7.15	Projeto do circuito elétrico – área interna.	182
Figura 7.16	Projeto de instalações elétricas – área externa.	183
Figura 7.17	Projeto de circuitos de iluminação interna	184
Figura 7.18	Projeto de circuitos de iluminação externa	185
Figura 7.19	Modulo fotovoltaico monocristalino	186
Figura 7.20	Acumulador térmico	188
Figura 7.21	Gabinete técnico - hidráulico	189
Figura 7.22	Vaso seco e tanque para água potável	190
Figura 7.23	Sistema de ar condicionado	190
Figura 7.24	Mapa de risco – áreas técnicas	213
Figura 7.25	Mapa de risco – áreas técnicas - cobertura	213
Figura 7.26	Isométrica – Eko house proteção elétrica	214
Figura 7.27	Detalhes de sistemas – calhas, rufos e suporte.	216
Figura 7.28	Passarela técnica sobre a cobertura	216

ANEXO I

Figura 9.1	Sistema solar com circulação forçada – calefação e água sanitária com apoio de energia	238
Figura 9.2	Sistema solar para aquecimento do ambiente [radiador de parede] e aquecimento de água sanitária. Caldeira de apoio [pelletes, gás] e controladores.	240

Figura 9.3	Sistema solar para aquecimento de piso/parede radiante com apoio de caldeira	244
Figura 9.4	Ligação água quente e fria da caldeira de gás com o acumulador	245
Figura 9.5	Grupo de impulsão para piso ou parede radiante.	246
Figura 9.5	Caldeira com sistema de recuperador de calor	247
Figura 9.7	Caldeira de gás [entrada e saída de água]	248
Figura 9.8	Ligações do recuperador de calor	249
Figura 9.9	Sistema de válvulas de segurança térmica e de pressão	250
Figura 9.10	Sistema de válvulas de segurança de pressão	251
Figura 9.11	Sistema de válvulas de segurança de descarga térmica	252
Figura 9.12	Sistema de circulação de água fria	254
Figura 9.13	Sistema de termoconversão aquecimento de água sanitária com uso de circuito.	255
Figura 9.14	Sistema solar térmico de aquecimento de água sanitária com uso de circuito direto com acumulador	257
Figura 9.15	Sistema de aquecimento de água sanitária com uso de circuito primário com circulação forçada e bomba de calor integrada ao acumulador.	259
Figura 9.16	Sistema de aquecimento solar com apoio de caldeira a gás com uso fluído no circuito primário com circulação forçada.	261
Figura 9.17	Coletor Plano	266
Figura 9.18	Absorção (α) e emissão através de superfícies diferentes.	268
Figura 9.19	Detalhe do interior do tubo	268
Figura 9.20	Detalhe do interior do tubo	274
Figura 9.21	Posicionamento da flauta no coletor plano	274
Figura 9.22	Posicionamento do coletor plano em relação a inclinação das baterias	275
Figura 9.23	Coletor plano de quatro entradas	275
Figura 9.24	Coletor de tubo vácuo	276
Figura 9.25	Ligação em paralelo – coletor plano	276
Figura 9.26	Ligação em paralelo – coletor tubo vácuo	276
Figura 9.27	Ligação em paralelo – baterias de coletores	277
Figura 9.28	Ligação em série	277
Figura 9.29	Grupo de baterias de coletores	277
Figura 9.30	Válvula redutora de vazão	277
Figura 9.31	Tipos de acumuladores térmicos	279
Figura 9.32	Estrutura de suporte para coletor	281
Figura 9.33	Conjunto de componentes para ligação de água quente	284
Figura 9.34	Componentes de segurança do sistema	286
Figura 9.35	Mudança de estado da água dentro do coletor	289
Figura 9.36	Conjunto de saída de água quente do coletor	289
Figura 9.37	Grupo hidráulico	291
Figura 9.38	Controlador de solar	293

ANEXO II

Figura 10.1	Sistema cobertura com telha.	295
Figura 10.2	Quebra de telhas e fungos.	323
Figura 10.3	Sistema de ventilação	323
Figura 10.4	Acessos em áreas técnicas externas [cobertura]	324

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Oposição entre duas abordagens DURAND (2002, p 8) – inspiradas em LE MOIGNE.	55
Tabela 3.2	Estudiosos que interpretaram a lógica do desenvolvimento do projeto sob a perspectiva da teoria dos sistemas	59
Tabela 3.3	Aplicação da sistemografia	69
Tabela 3.4	Síntese dos elementos que compõem da Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização de LE MOIGNE	70
Tabela 3.5	Etapas de desenvolvimento do método de modelagem por BRESCIANE.	72
Tabela 3.6	Quadro de referência – teorias concorrentes.	73
Tabela 4.1	Exigências do usuário	86
Tabela 4.2	Cenários	88
Tabela 6.1	Planilha guia para construção de cenários	151
Tabela 6.2	Exemplos de falhas e consequências que impactam o projeto	162
Tabela 7.1	Reação ao fogo dos componentes da Eko house	192
Tabela 7.2	Fase 02 situação real – áreas técnicas	196
Tabela 7.3	Fase 03 Cenários	205
Tabela 7.4	Fase 04 e 05 – Identificação / qualificação/consequências e indicadores de riscos	208
Tabela 7.5	Possibilidades de intervenção no protótipo.	218

ANEXO I

Tabela 9.1	Condutibilidade dos materiais aplicados na composição dos coletores	252
------------	---	-----

ANEXO II

Tabela 10.1	Classificação dos materiais ABNT 9442.	301
Tabela 10.2	Classificação dos materiais ABNT 13823	306
Tabela 10.3	Reação ao fogo	307
Tabela 10.4	Cobertura – transmitância ABNT1220-3	308
Tabela 10.5	Valores mínimos de desempenho.	315
Tabela 10.6	Nível de pressão sonora de impacto padronizado.	316
Tabela 10.7	Nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, $L'_{nT w}$	317
Tabela 10.8	Para habitações: Nível de iluminamento natural. ABNT NBR 15575-1.	320
Tabela 10.9	Níveis de iluminamento geral para iluminação artificial. ABNT NBR 15575-1.	326

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, ar condicionado, ventilação e aquecimento.
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLD	Coeficiente de Luz Diurna
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente (Ministério Meio Ambiente)
CP	CP – Código Penal Brasileiro
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPDM	Borracha Etileno - Propileno-Dieno
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
FMEA	Failure Model and Effect Analysis
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
FMEA	Failure Model and Effect Analysis
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
HTTP	Hiper Text Transfer Protocol
ISO	International Organization for Standardization
INSS	Instituto Nacional de Seguro Social
MPMEs	Micro, Pequenas e Médias Empresas
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira Registrada
NR	Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho
OECE	Organização Europeia de Cooperação Econômica
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO
RAL	Sistema de definição de padrão decore desenvolvido na Alemanha
SANEAGO	Saneamento de Goiás
SDE	Solar Decathlon Europe
TRRF	Tempo requerido de resistência ao fogo
UV	Raio ultravioleta

RESUMO

BARRETTO, Rúbia da Eucaristia. Modelo conceitual de identificação e qualificação de risco dedicado à arquitetura residencial que utiliza tecnologias com aproveitamento da energia solar: uma abordagem baseada na sistemografia.

A tendência em ampliar o uso das tecnologias com aproveitamento da energia solar no setor residencial traz para os profissionais da área de projeto novos desafios que é o de reestruturar seus modelos de concepção e desenvolvimento de projetos a fim de garantir o comportamento em uso e a eficiência dos sistemas construtivos seguros. O Modelo conceitual de identificação e qualificação de risco proposto foi elaborado a partir da pesquisa de investigação e de desenvolvimento experimental. Foram considerados aspectos relativos às demandas de segurança em uso, construção do conhecimento a partir da sistemografia e a forma de integração desses saberes em um único sistema. O desenvolvimento experimental ocorreu durante o processo de projeto, produção, montagem, uso e operação de um protótipo denominado Ekó House. A metodologia aplicada envolveu quatro fases: Fase 1 - Exploratória – com pesquisas bibliográficas (as tecnologias, normas e práticas de projeto; Fase 2 - Definições – com a escolha da base teórica de apoio ao modelo; Fase 3 - Desenvolvimento – proposições e experimentos e Fase 4 - Teste e consolidação. Para validar o modelo aplicou-se a validação por generalização analítica, ou seja, expandir e generalizar a teoria. O modelo proposto, inovador no âmbito da sistemografia, apoiou-se na Teoria do Sistema Geral: teoria da modelização proposta por LE MOIGNE. Essa teoria trabalha com sistemas complexos e se apoia em processadores, são eles: de operação, informação e decisão que condicionam a integração sistêmica do projeto. Verificou-se durante a aplicação do modelo que ele estimula o aprofundamento das análises das soluções de projeto, quando: a) Identifica e formaliza conceitos que suportam o desenvolvimento das soluções nos diversos sistemas;

b)Facilita a compreensão e síntese das múltiplas informações que precisam ser compatibilizadas no projeto; c)Formaliza um único princípio “segurança do usuário” para a lógica de concepção e desenvolvimento de projeto; d)Organiza e permite que se priorizem as informações técnicas [fabricantes e normas];e)Facilita o entendimento por meio de informações as ações de organização e coordenação dos sistemas no espaço e de sua relação com as funcionalidades, uso e estética; e f)Fomenta a busca de soluções mais adequadas a segurança do usuário. Sendo assim, o teste do modelo validou a hipótese. Ele contribui como ferramenta guia de aprimoramento do processo de projeto.

Palavras-chave

1. Projeto de arquitetura residencial; 2.tecnologias de termoconversão; 3. Modelo de avaliação de risco; e 4. Processo de projeto.

ABSTRACT

BARRETTO, Rubia da Eucaristia. A conceptual model for the identification and qualification of risk within residential architecture that uses solar energy technologies: a systemography-based approach.

The increasing use of solar energy technologies in the residential sector brings new challenges to professionals who work in the field of design, such as the need to restructure their mindset regarding to the conception and to the development of design, in order to ensure the performance and the efficiency of safe building systems. In this context, this thesis main goal is to propose a conceptual model for the identification and qualification of risk within residential architecture that uses solar energy technologies based on systemography. It's an investigative and experimental research, considering aspects related to: meet the demands of safety in use, the knowledge construction and how those could be managed. The experimental development was carried out during the process of design, production, assembly, use and operation of a prototype named Ekó House. The applied method has encompassed four stages: 1) Exploratory – bibliographic research about technologies, codes, rules and design practices; 2) Definitions – the choice of the theoretical basis to ground the model; 3) Development – propositions and experiments and 4) Proofing and consolidation. In order to verify the model it was carried out a test wherewith is possible to perform a validation by analytical generalization, that is, expand and generalize the theory. The proposed model, which represents an innovation in sistemography field, was based on LE MOIGNES's Systemic Theory. This Theory enabled the implementation in complex systems, using information, decision and operating processors which condition the design systemic integration. The results obtained by the research show that the model: a) incorporates knowledge, thus, being helpful along the decision-making process; b) eases the understanding and the overview of the diverse information needed by the design; c) formalizes a logic of design conception and development; d)

organizes and prioritizes the design technical recommendations [rules and manufacturers]; e) is able to promote an interference in the system's organization and coordination in space and also in its relation to functionality and aesthetics; it also f) guides the use of more suitable configurations to the design development. The model presents itself as a tool that is capable of reducing misuse of standards, conflicts between building systems, technologies and architecture, as well as design failures that compromise safety in use.

Keywords:

1. Architecture design houses;
2. Solar thermal technologies;
3. Model for risk assessment;
- and 4. process design.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

1	Ambiente da pesquisa	01
1.1	Os desafios na produção de projeto – arquitetura e sistemas construtivos	03
1.1.1	Os valores do projeto	06
1.1.2	Os sistemas e o modelo	07
1.2	Objetivo	09
1.3	Hipótese	09
1.4	Justificativa	09
1.5	Estrutura dos capítulos	11

CAPÍTULO 2

2	Segurança	13
2.1	Conceitos aplicados na Engenharia de Segurança do Trabalho	13
2.1.1	Acidente	13
2.1.2	Incidente ou quase acidente	16
2.1.3	Risco	16
2.1.4	Perigo	18
2.2	Legislações aplicáveis no âmbito nacional	19
2.3	Necessidades humanas	21
2.4	O Erro Humano	25
2.5	O processamento das informações	28
2.6	A síntese do julgamento – decisão	31
2.7	O julgamento na incerteza – o risco	34
2.8	Métodos aplicados à identificação e qualificação de perigo e risco	35
2.8.1	Análise Preliminar de Perigo (APR)	35
2.8.2	What/If (O que aconteceria se?)	36
2.8.3	Técnica Árvore de falhas	37
2.8.4	Listas de Verificação (Check-List's)	38
2.9	Modelos aplicados à gestão do risco	39
2.9.1	Modelo sequencial	39
2.9.1.1	Controle das perdas	41
2.9.1.2	Controle total das perdas	42
2.9.2	Modelo fatorial	43
2.9.3	Modelo dinâmico	44
2.9.4	Modelo sistêmico	44
2.9.5	Modelo epidemiológico dos acidentes	46

CAPÍTULO 3

3	Sistemas	50
3.1	Conceitos aplicados a sistemas	50
3.2	Aplicação dos conceitos no desenvolvimento de projetos	57
3.3	O Programa de Necessidades	63
3.4	A Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização	68
3.4.1	Pré-requisitos para iniciar a construção do modelo	74
3.4.2	Elementos que compõem o modelo	75

3.4.3	Conhecendo o objeto	77
3.4.4	Tipos de representação	78
3.4.5	Níveis de organização	78
3.4.6	Níveis de representação do sistema geral	80
3.4.7	Funcionamento do sistema geral	82

CAPÍTULO 4

4.	Tecnologias	84
4.1	Exigências do usuário	85
4.2	Variáveis que orientam a implantação de controles de segurança em SAS	86
4.3	Sistema de termoconversão	87
4.4	Cenários de riscos	87

CAPÍTULO 5

5	MÉTODO	106
5.1	Fase 1 Exploratória	108
5.2	Fase 2 Definições	109
5.2.1	Definição da base teórica	110
5.2.2	Definição das tecnologias	111
5.2.3	Definição da tipologia de uso	113
5.3	Fase 3 Desenvolvimento	116
5.4	Fase 4 Consolidação	118

CAPÍTULO 6

6	O MODELO CONCEITUAL	119
6.1	Princípio	119
6.2	Objetivo	119
6.3	Ambientes de aplicação	119
6.4	O que se espera do modelo	119
6.4.1	Abrangências das ações	119
6.5	Estrutura do modelo	120
6.6	Tipo de organização	129
6.7	Modo de interação dos processadores	131
6.8	Detalhamento das partes constituintes do modelo	133
6.8.1	Fase 01 – Demanda do usuário - organização e compatibilização das informações	134
6.8.2	Fase 02 - Proposta inicial – condição real	148
6.8.3	Fase 03 - Cenário negativo	149
6.8.4	Fase 04 – Classificação	170
6.8.5	Fase 05 - Orientações	

CAPÍTULO 7 – TESTE DO MODELO CONCEITUAL

7	Aplicação do modelo conceitual	172
7.1	Apresentação do protótipo – situação real	172

7.2	Aplicação do modelo – teste da ferramenta	172
7.2.1	Fase 01 – levantamento de dados	173
7.2.1.1	Conceitos aplicados ao projeto	175
7.2.2	Sistemas construtivos	175
7.2.2.1	Fundações	175
7.2.2.2	Pilares da varanda	176
7.2.2.3	Vedações verticais e horizontais estrutural.	176
7.2.2.4	Revestimentos	176
7.2.2.5	Esquadrias	177
7.2.2.6	Cobertura	178
7.2.2.7	Quadro estrutural de apoio dos coletores [tubo vácuo e fotovoltaico]	178
7.2.2.8	Sistema de proteção aplicado a cobertura	179
7.2.2.9	Forro	179
7.2.2.10	Deck	180
7.2.2.11	Sistemas elétricos	181
7.2.2.12	Iluminação	183
7.2.2.13	Automação	185
7.2.2.14	Sistema fotovoltaico interligado a rede.	185
7.2.2.15	Sistemas hidráulicos	187
7.2.2.16	Sistemas de Termoconversão – água sanitária e calefação	187
7.2.2.17	Sistema de tratamento de águas cinza e pluviais	189
7.2.2.18	Sistemas de climatização por Split	190
7.2.3	Referências legais e normativas.	191
7.2.4	Compatibilização das informações.	193
7.2.5	Prioridades	193
7.2.6	Fase 02 – Situação real	196
7.2.7	Fase 03 - Cenário negativo	205
7.2.8	Fases 04 e 05	208
7.2.9	Mapa de risco área técnicas	212
7.2.10	Mapa de risco - cobertura	213
7.3	Considerações sobre os riscos identificados no Ekó House.	215
7.4	Considerações sobre a aplicação do modelo no protótipo.	217

CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES

8	Conclusão	219
---	-----------	-----

ANEXOS I

9	TENOLOGIA DE TERMOCONVERSÃO PARA USO EM HABITAÇÕES UNIFAMILIAR	
9.1	Sistema termoconversão	229
9.1.1	Marco regulatório	230
9.1.2	Classificação para o Sistema de aquecimento solar	231
9.1.3	Fatores que orientam a necessidade de implantação do SAS	232

9.1.4	Fatores que orientam a necessidade de implantação do sistema de calefação solar.	233
9.2	Sistema de termoconversão disponibilizados no mercado	234
9.3	Instalações de termoconversão	234
9.3.1	Forma de circulação do fluido no sistema	235
9.3.2	Sistema solar térmico de aquecimento de água para calefação	236
9.3.3	Sistema solar térmico de aquecimento de água sanitária com uso de circuito direto com circulação por termossifão	253
9.3.4	Sistema solar térmico de aquecimento de água sanitária com uso de circuito direto com acumulador junto ao tubo de captação	255
9.3.5	Sistema de aquecimento de água sanitária com uso de circuito primário com circulação forçada.	256
9.4	Componentes do sistema	260
9.4.1	Coletor	260
9.4.1.1	Coletor plano	261
9.4.1.2	Coletor tubo vácuo	267
9.4.1.3	Coletores abertos	269
9.4.1.4	Arranjo físico do coletor	272
9.4.1.4.1	Orientação e inclinação	272
9.4.1.4.2	Local e forma da cobertura e fachadas	272
9.4.1.4.3	Geometria dos coletores	272
9.4.1.4.4	Posicionamento da flauta	273
9.4.1.4.5	Inclinação para dreno	274
9.4.1.4.6	Forma de ligação os coletores	275
9.4.1.4.7	Ligação das baterias de coletores – equilíbrio hidráulico	275
9.4.2	Acumulador térmico solar	278
9.4.3	Quadro para suporte do coletor solar	280
9.4.4	Componentes de ligação	283
9.4.5	Componentes de segurança do circuito hidráulico	286

ANEXO II

10	Sistemas construtivos colaborativos	294
10.1	Cobertura	295
10.1.1	Tipos de cobertura	295
10.1.2	Coberturas planas e curvas	295
10.1.2	Componentes da cobertura	295
5.1.2	Paredes técnicas	296
5.1.3	Vedação horizontal - piso	298
5.1.4	Vedação horizontal - teto	300
5.1.5	Exigências do usuário	301
5.1.5.1	Cobertura: Desempenho segurança estrutural	302
5.1.5.2	Cobertura - Desempenho segurança contra o fogo	305
5.1.5.3	Cobertura - Desempenho Segurança no uso e na operação	310
5.1.5.4	Cobertura - Desempenho – Estanqueidade da cobertura	313
5.1.5.5	Cobertura – Desempenho acústico	316
5.1.5.6	Cobertura – Desempenho lumínico	319
5.1.5.7	Cobertura – Desempenho - Saúde, higiene e qualidade do ar	323
5.1.5.8	Cobertura – Desempenho - Funcionalidade e acessibilidade	324
5.1.5.9	Cobertura – Desempenho – Conforto tátil, visual e antropodinâmico.	325

5.1.5.10	Cobertura – Desempenho - durabilidade e manutenibilidade	326
5.1.4.11	Desempenho – Adequação ambiental	327

1 CAPÍTULO – AMBIENTE DA PESQUISA

Essa tese teve início no projeto de pesquisa de nº 2056 (FUSP/USP e ELETROBRAS) cujo objetivo, segundo escopo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, é iniciar o desenvolvimento à competência nacional em projeto e construção de residência energia zero – [REZ] adaptada ao Brasil. Nesse projeto estudaram-se tecnologias com aproveitamento solar tais como as células fotovoltaicas [geração de energia elétrica] e painéis de termoconversão solar [aquecimento de águas para uso sanitário e para calefação dos ambientes internos]. A fim de alcançar tal objetivo diversas ações foram realizadas entre elas a: capacitação e desenvolvimento de habilidades da equipe por meio de cursos especializados no uso e montagem de sistemas construtivos; métodos e práticas de processos relacionados à gestão do conhecimento; método de planejamento e produção de projetos; desenvolvimento de produtos fazendo uso de conceitos pré-definidos de integração sistêmica e práticas seguras de produção no canteiro de obras. Além da produção do protótipo Eko house que representou o Brasil no Concurso Internacional *Solar Decathlon Europe* – 2012.

Para o desenvolvimento da gestão da Segurança do Trabalho e do Desempenho seguro dos sistemas foi necessário construir diferentes estratégias e processos, entre eles: organização do banco de dados temáticos; qualificação dos materiais frente a seu desempenho e risco¹ [físico, químico, biológico, ergonômico]; identificação e qualificação de conflitos já consagrados entre sistemas, referências que evitassem os desvios no atendimento às normas e as falhas no projeto que conduzissem a acidentes [injúria aos usuários, danos aos componentes do sistema ou ao meio ambiente]; e por fim, sugestões que reduzissem ou controlassem os riscos inerentes ao sistema e ao seu uso e manutenção. Esse processo envolveu pesquisas teóricas nas áreas de organização de sistemas e processos, práticas de projeto e discussões que colaboraram na construção e desenvolvimento do *Modelo*

• ¹ Risco representa a probabilidade de ocorrência de injúria ao usuário devido às condições impostas pela tecnologia nas atividades de uso, operação e manutenção.

conceitual de identificação e qualificação de risco no projeto de arquitetura que utiliza tecnologias com aproveitamento da energia solar.

A abordagem proposta pela tese está inserida na área do conhecimento da Análise e Avaliação do Desempenho do Ambiente Construído; especificamente no domínio da segurança do usuário² durante as atividades de montagem, uso, operação e manutenção das tecnologias com aproveitamento solar quando inseridas na arquitetura residencial.

A identificação e a qualificação de riscos em projetos de habitações unifamiliares constituem assunto relativamente novo, principalmente quando se trata do uso de tecnologias solares que estão sendo postas em uso em escalas não convencionais e que exigem componentes de controles de riscos diversos.

“Risco é a percepção [...] das possibilidades da efetiva ocorrência de um evento indesejável e que conduza à concretização de um perigo, que por definição é algo potencial, ou seja, que ainda não ocorreu. O conceito de risco está baseado não somente nas consequências (gravidade), mas também nas possibilidades de ocorrência destas consequências” (GUIMARÃES, 2003).

Ao analisar os fatores geradores dos riscos associados às tecnologias de fotoconversão e termoconversão verificou-se que: a) há falha na cadeia de informação técnica; b) não se tem uma cultura de uso e manutenção fortemente estabelecida no Brasil; c) as alterações nos projetos na fase de produção ainda são práticas frequentes; d) a maioria dos projetistas não realiza as análises sistêmicas no momento das alterações; e) essas alterações trazem consequências locais e sistêmicas que só são vistas na fase de uso; e f) as análises realizadas sobre os materiais a serem aplicados na construção, quase sempre, não investigam a abrangência do comportamento em uso. Esse último comportamento colabora para que não sejam vistos os limites de tolerância às

-
- ² O usuário, de acordo com a NBR 15.575 (ABNT, 2013) é o proprietário, titular de direitos ou pessoa que ocupa a edificação. Neste trabalho o termo usuário é usado no sentido mais amplo, podendo indicar o morador da residência (independentemente de deter a posse ou titularidade da edificação) e também indicar os trabalhadores que realizam atividades de construção, operação e manutenção da edificação e de suas instalações.

condições do ambiente, integração sistêmica entre arquitetura e sistemas prediais instalados e a compatibilidade entre as partes para eventual expansão ou troca do sistema. Portanto, o cenário estabelecido aponta para a possibilidade de perigo, incerto, mas previsível, que pode vir a ocasionar injúria à pessoa e danos à propriedade.

Com a adoção em escala³ dessas tecnologias, as relações de trabalho e riscos passam a se estabelecer no ambiente residencial, relações essas ainda não reconhecidas pelos profissionais de projeto e usuários.

Destaca-se que a termoconversão solar entra na categoria de redução do gasto com energia elétrica ao substitui os chuveiros elétricos e os aquecedores dos ambientes. O seu uso tem se expandido e atingido regiões do país com menor incidência de radiação solar devido à eficiência dos coletores denominados tubo vácuo. Essa tipologia é mais eficiente; contudo, impõe níveis de controle de falhas, uso e manutenção com prestação de serviços especializados.

1.1 Os desafios na produção de projetos – arquitetura e sistemas construtivos

Por muito tempo os empresários e projetistas não foram cobrados pela realização das ações efetivas de segurança das atividades no uso, operação e manutenção; isto levou a um desvio sócio comportamental, ou seja, a sociedade não construiu e considerou como um **valor** o direito de desfrutar de ambientes seguros e salubres. A convivência em ambientes perigosos ou com graus diferenciados de risco de acidente cristalizou uma espécie de aceitação ou **normalidade**. Daí a dificuldade em promover as ações preventivas e da quebra do paradigma do **improviso ou de soluções que não atendem o**

-
- ³ Em 30 de setembro de 2010 foi publicada a Resolução nº166 de 15/09/2010 do Ministério das Cidades que altera a Resolução CCFDS nº141 de 10 de junho de 2009, consolidando a aplicação dos sistemas de aquecimento solar no Programa Minha casa minha vida. Este programa estabelece meta de construção de 860 mil unidades habitacional até dezembro de 2014 para famílias com renda até um mil e seiscentos reais [R\$1.600,00]. A Caixa Econômica Federal por meio do Termo de Referência estabelece as informações necessárias para o fornecimento de Sistemas de Aquecimento Solar e serviços.

mínimo exigido pelas normas. Como consequência desse comportamento coletivo os ambientes de trabalho, de lazer e principalmente os de habitação não são construídos de forma a oferecer o adequado conforto ambiental, higiene e de segurança para as atividades normais e emergenciais.

Com o aumento da fiscalização e implicações jurídicas [Civil, Criminal e Trabalhista] os profissionais da área de projeto e construção passaram a ser pressionados no cumprimento das legislações e normas, visto que todos que participam do processo terminam por compartilhar o erro. O uso dessas tecnologias sem uma regulamentação integrada tende a trazer prejuízos materiais e riscos para os usuários, além do aumento de processos judiciais.

A constante negligência em assumir as responsabilidades nas ações de gerenciamento de riscos nos projetos aliada a indiferença quanto às necessidades de uso seguro tem gerado conflitos entre sistemas e falhas de projetos inaceitáveis. É necessário entender as novas relações e condicionantes dos novos sistemas e integrá-los às habitações, bem como priorizar a segurança do usuário em suas novas atividades.

Não se deve aceitar que durante o desenvolvimento dos projetos ocorra falta ou falhas no levantamento e qualificação das informações técnicas e ausência do uso de ferramentas de avaliação que ateste a qualidade do projeto. Sendo fundamental evitar condições que afetem a saúde e a segurança do usuário, tais como: proliferação de fungos [na água e no ambiente], umidade excessiva, calor excessivo, reduzida troca de ar, contaminação do ar por hidrocarbonetos ou radônio, ofuscamento, choques elétricos, queimaduras, etc. O uso seguro requer controles que podem ser assegurados na especificação dos materiais, na organização do espaço, na forma de compartimentação das áreas técnicas, ou no uso de controles passivos e coletivos.

Por isso há inúmeros desafios para os profissionais da área de projeto, entre eles: fortalecer a cultura de integração das tecnologias por meio da difusão do conhecimento especializado; praticar o gerenciamento e o controle de riscos desde a concepção do projeto; planejar o espaço arquitetônico considerando

os requisitos e critérios de desempenho do sistema individualmente e integrado aos demais sistemas; controlar o impacto visual na estética da edificação e no entorno quando se gera excesso de brilho; formalizar a dinâmica de especificação dos materiais e componentes considerando a compatibilidade entre produtos, sistemas e a capacidade de ampliar ou modificar parte ou a totalidade dos sistemas; sistematizar e aplicar as referências legais e técnicas de forma a cumprir os requisitos dentro dos critérios específicos dos sistemas e da segurança dos usuários; e por fim, integrar e materializar conceitos relacionados à sustentabilidade sem impactar significativamente a viabilidade econômica do empreendimento e a satisfação do cliente.

A maioria das informações disponibilizadas pelos catálogos técnicos restringe-se ao domínio da configuração do sistema e dos cálculos para o dimensionamento do arranjo físico das instalações. Essa forma de abordagem não formaliza para o arquiteto às requisitos de projeto e os controles de riscos. Dessa forma a falta ou falha dessas informações inibe a realização da síntese do conhecimento amparado no raciocínio lógico analítico, ou seja, identificar e qualificar a origem do problema [causa (as)], as consequências [local e sistêmica] e as necessidades de controle [medidas passivas e coletivas] para a segurança em uso. Como resultante, os projetos apresentam baixa integração e compatibilidade entre sistemas e, em sua maioria, sem as medidas passivas de controle preventivo aos riscos.

É necessário um novo olhar em relação às habitações que vão utilizar essas tecnologias. Os projetistas precisam perceber o fenômeno da contradição entre o idêntico e o diferente: o idêntico é a imagem da estrutura tipológica já reconhecida e o diferente é a diversificação dos sistemas tecnológicos impondo novos condicionantes estéticos, funcionais e de segurança no uso, operação e manutenção. Essa nova memória precisa ser integrada para manter a coerência e coesão dos sistemas em relação à forma, função, desempenho e custo.

As reproduções do processo de projeto na arquitetura modificaram, ou melhor, evoluíram e apresentam com uma nova ordem quanto à estruturação e

materialização de conceitos e das ações de gerenciamento do risco nos projetos.

1.1.1 Os valores do projeto

Os caminhos estabelecidos no processo criação ocorrem quando as informações são condicionadas por conceitos que geram estratégias de projeto. Essas estratégias são confirmadas a cada decisão no processo de desenvolvimento do projeto que se constitui por: analisar as informações, estabelecer tecnologias, sistemas estruturais, e processos construtivos, criar soluções integradas, organizar espaços e formas por meio da especificação de materiais.

Os conceitos estabelecidos podem estar em conformidade com os valores vigentes ou não. No segundo caso, tendem a interferir ou modificar de forma positiva ou negativa o comportamento do usuário e de diferentes agentes da sociedade. As decisões tomadas durante o desenvolvimento do projeto e de sua produção se relacionam direta e indiretamente ao grau de desenvolvimento humano em aceitar, negligenciar, transferir, controlar e minimizar os riscos; à produção científica quando propõe modelos que tentam explicar ou conduzir a compreensão de algo que pode ser material ou imaterial; e a tecnologia quando propõe novas ferramentas, equipamentos e sistemas que suportam o desenvolvimento humano.

MACHADO, ANDRADE e ALBUQUERQUE (2003, p.8 e p.7) argumentam:

"A influência do desenvolvimento humano no desenvolvimento tecnológico, [...], ocorre através do alcance de níveis mais elevados de educação, os quais constituem importantes fatores para a criação e difusão de inovações" e ainda, [...] que existe um "circuito virtuoso", de retroalimentação recíproca entre o progresso tecnológico e o desenvolvimento humano, por intermédio do crescimento econômico".

"[...] a produção científica brasileira ainda não conseguiu acumular massa crítica suficiente para influenciar de forma perceptível a realidade social; por outro lado, podem existir desconexões entre as linhas de

concentração das atividades científicas e as necessidades sociais mais urgentes da população mais pobre do país ou, talvez, uma combinação entre esses elementos, falta de massa crítica e desconexão parcial". (MACHADO, A.F., ANDRADE, M.V. E ALBUQUERQUE, E. M, 2003, p.32).

As considerações de MACHADO, ANDRADE e ALBUQUERQUE (2003) demonstram que a interdependência e os avanços nas relações sócio-políticas, cultural, tecnológica e econômica fazem parte do estado natural e que o reconhecimento das necessidades não está atrelado às diversas realidades, mas sim, a condicionantes internos e externos que juntos se alternam e modificam lentamente a realidade.

Nesse contexto o arquiteto torna-se uma ponte, estando ele bem preparado ou não para atuar no mercado ou para modificar hábitos e costumes. A maneira como este profissional transforma a ideia em materialidade [projeto] pode contribuir de forma significativa na aceitação de uso dessas tecnologias e na transferência do conhecimento para o usuário que passará a desenvolver um novo comportamento. Comportamento este que evitará a redução da vida útil e os riscos advindos do uso, operação e manutenção dos sistemas instalados.

1.1.2 Os sistemas e o modelo

De acordo com FINUCANE (2000), PETERS (2003) e SLOVIC (2000) especialistas em Psicologia Cognitiva e da Neurociência, os seres humanos compreendem o risco através dos "sistemas analíticos" e "sistemas experienciais". Essas duas condições estabelecem a integração e a síntese para a tomada de decisão. Os modelos permitem certa síntese da realidade, pois é difícil e complexo trabalhar com múltiplos fatores dentro de hierarquias e condicionantes de risco sejam eles externos ou internos ao sistema.

Mesmo que os modelos representem a experiência coletiva, muitos que não vivenciaram certas experiências de exposição ao risco irão negligenciar ou negar o seu uso. Isso se deve aos valores e princípios que se diferem em cada indivíduo.

Consideraram-se diversas referências teóricas relacionadas a teorias de modelos sistêmicos e hierárquicos que pudessem suportar essa experiência de sistematizar e coordenar as informações. A Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização proposta por Le Moigne, base teórica e lógica aplicada ao desenvolvimento do modelo a ser apresentado, tornou-se a mais consistente depois da análise dos trabalhos de BRESCIANI FILHO (2000; 2001; 2003; 2004), KINTSCHNER (1998; 2001; 2003; 2004), FERREIRA (1999; 2001), RIBEIRO (2000; 2002), SILVA (2000), THIMMIG (2000; 2001; 2004), SALLES (2002), BIANCHI (2002), NETTO (2002; 2004), NEVES (2002), LIMA (2003; 2004). Todos na área de controles administrativos, produção e sistemas. Destaca-se que BRESCIANI propõe uma estrutura organizacional das informações que viabiliza a efetiva aplicação da teoria da modelização de Le Moigne. Sendo esta estrutura utilizada por seus orientandos.

A Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização, proposta em 1994, permite trabalhar sistemas complexos; se sujeita a uma estrutura lógica dentro de certa organização planejada que evolui sempre que uma ou mais intervenções coordenadas forem propostas e, por fim, privilegia um ou mais requisitos dentro de um sistema. Esse processo de desenhar a arquitetura do sistema foi denominado por LE MOIGNE de Sistemografia⁴. Ela se estrutura utilizando três processadores: informacional, operacional e de decisão que juntos permitem a construção do conhecimento e sua materialização. Para transpor as ideias de LE MOIGNE para o modelo a ser aplicada na arquitetura a autora determinou funcionalidades para cada processador. O processador de informação trabalha com referências e condicionantes; o processador de operação trabalha a organização e a coordenação dos elementos constituintes do sistema; e o processador de decisão, de forma pragmática, trabalha com os vínculos e consequências para o usuário.

• ⁴ Sistemografia é a escrita do sistema. Essa escrita se faz por meio do mapeamento e da racionalização dos processos como auxílio dos processadores: informacional, operacional, e de decisão.

Buscando estabelecer uma dinâmica relacional entre as partes envolvidas no processo de projeto, o modelo proposto busca por meio das informações [estruturadas e organizadas] abrir as possibilidades de compreensão de parte e do todo, fazendo com que o projetista: a) ganhe conhecimento especializado; b) formalize novas estruturas lógicas para o processo de criação e desenvolvimento de projeto; c) aumente a percepção sobre as consequências de suas ações no projeto diante das relações de interdependências entre os sistemas e a arquitetura; e por fim, d) projete de forma a controlar os riscos com a adoção de medidas de controles passivos e coletivos a edificação.

1.2 Objetivo

Desenvolver um Modelo conceitual, a partir da sistemografia, para identificação e qualificação de risco nas atividades de uso, operação e manutenção dos sistemas aplicável ao projeto de arquitetura que integra tecnologias que produzem energia utilizando fontes renováveis.

1.3 Hipótese

O uso de um modelo baseado na Sistemografia permite a construção da lógica da análise de risco como meio facilitador à compreensão das múltiplas variáveis envolvidas no processo de projeto.

1.4 Justificativa

No Brasil as tecnologias de termoconversão ainda não têm sua aplicação massificada, por isso não há dados relevantes sobre a ocorrência de acidentes durante o uso, operação e manutenção dessas tecnologias. Com a disseminação do uso das tecnologias em escala os acidentes se tornarão uma realidade caso a segurança do usuário não seja considerada como um requisito fundamental para a qualidade do projeto. Sendo, portanto, a identificação e a qualificação do risco uma prática que permite o melhor balizamento das decisões nos projetistas quanto à usabilidade dos produtos, dos espaços e das formas propostas.

HIRATSUKA (1996) apud JUNG, C. F. e CATEN, C. S. TEN (2007, p. 2) considera o conceito de usabilidade como um conjunto de características orientadas pelo usuário, sugerindo a necessária adequação dos produtos ao uso.

As tecnologias referenciadas têm histórico, no Brasil, de aplicação em ambientes industriais, de serviços e de comércio, onde os profissionais especializados são responsáveis pela garantia do seu funcionamento dentro das referências legais e normativas. Em uma habitação unifamiliar essa condição é inexistente, fazendo com que os proprietários assumam essas responsabilidades. A realização dessas atividades exige conhecimentos precisos sobre cada parte do sistema, de como ele opera, interage e pode ser utilizado. Qualquer erro potencializa a ocorrência de acidentes.

Ao formalizar no modelo o processo de busca da informação ocorre a sinergia entre os conhecimentos dos projetistas de arquitetura e especialistas, gerando oportunidades de melhoria dos projetos em relação à segurança do indivíduo e à eficiência dos sistemas implantados, bem como a transferência de parte desse conhecimento para o usuário. O que significa reconhecimento das responsabilidades e das ações de controle do sistema.

Para BAUTISTA VIDAL (1988, p.106 a 108) as tecnologias se apresentam de três formas; a tecnologia propriamente dita, a tecnologia implícita e a tecnologia explícita. Juntas promovem o avanço tecnológico, mudança de hábitos e de costumes e impulsionam o desenvolvimento da sociedade.

O modelo proposto atende ao prescrito por BAUTISTA, quando valoriza e prioriza o regramento das informações de forma a consolidar a cultura da análise do risco no uso da termoconversão em habitações unifamiliares; define um método de trabalho, modificando hábitos e costumes já estabelecidos pelos profissionais; torna-se uma ferramenta de auxílio aos projetistas quando aplicado nas fases de projeto, produção, operação e manutenção de edificações.

Acredita-se que a importância desse estudo se faz quando se considera a valorização do usuário por meio da manutenção de sua integridade física e psicológica respeitando suas capacidades e habilidades físicas. Isso significa o atendimento não só do prescritivo legal ou normativo, mas também da melhoria desse prescritivo de forma a evitar ou minimizar o risco ou perigo.

A antecipação na resolução de conflitos entre sistemas, desvios de normas e falhas de projeto reduz o custo com refazimentos e reformas; melhora a qualidade do planejamento das atividades de produção; permite a obtenção de especificações mais precisas para aquisição de materiais, componentes e equipamentos, e reduz os gastos com processos judiciais por acidente do trabalho caso o proprietário terceirize algumas das atividades. As indenizações são menores quando há comprovação de que o projeto promoveu as medidas de segurança cabíveis.

O caráter educacional do modelo se faz quando se aplica a abordagem sistêmica estruturada por meio de sistemógrafos. Cada projetista pode desenvolver seu próprio processo de integração lógica e obter o máximo de informações que lhe permite tomar decisões de maneira mais assertiva. Formar apenas especialistas não muda o comportamento social. A mudança só ocorre quando o conhecimento se torna coletivo. Ao aceitar como valor de necessidade a segurança do indivíduo, as medidas de controles deixam de ser consideradas como perda de tempo ou gasto desnecessário de dinheiro.

1.5 Estrutura dos capítulos

O Capítulo 01 - Ambiente da pesquisa - expõe o ambiente da pesquisa, sua origem e limites de ação. A ordem de apresentação adotada permite a apresentação do tema da tese, seus respectivos interesses e as relações envolvidas no ambiente da pesquisa.

O Capítulo 02 - Segurança – expõe a primeira parte dos fundamentos que estruturam o modelo de identificação e qualificação de risco. Neles encontram-se, respectivamente, os aspectos mais abrangentes sobre segurança do usuário.

O Capítulo 03 – Sistemas - expõe a segunda parte dos fundamentos que estruturam o modelo de identificação e qualificação de risco. Neles encontram-se, respectivamente, os aspectos mais abrangentes sobre os conceitos de sistemas e a teoria do sistema geral: teoria da modelização e a sistemografia.

O Capítulo 04 – Tecnologias de termoconversão para uso em habitação unifamiliar - caracteriza os riscos dos sistemas de termoconversão e dos sistemas construtivos colaborativos.

O Capítulo 05 - O método - trata do método aplicado à pesquisa e ao desenvolvimento do modelo.

O Capítulo 06 – O modelo - propõe o modelo conceitual, a partir da sistemografia, para identificação e qualificação de risco nas atividades de montagem, uso, operação e manutenção dos sistemas, aplicável ao projeto de arquitetura que integra tecnologias que produzem energia utilizando fontes renováveis. Nele encontram-se a sua caracterização, princípios, tipo de modelização, os riscos já identificados.

O Capítulo 07 – Aplicação do modelo - apresenta as etapas de aplicação do modelo no projeto de arquitetura edificado [protótipo Ekó House] e resultados que permitem concluir sobre a validade do modelo.

O Capítulo 08 – Conclusão - trata dos aspectos relacionados à validade do Modelo Conceitual como ferramenta de auxílio a prática projeto sistêmico, as limitações impostas pelo processo manual e a contribuição do estudo no âmbito do trabalho do profissional de arquitetura.

2 CAPÍTULO - SEGURANÇA

Este capítulo apresenta os princípios e conceitos mais abrangentes sobre segurança no trabalho que fundamentam o modelo. São tratados aspectos relacionados legislação, comportamento humano métodos de identificação de risco e modelos de gestão de risco em projeto.

2.1 Conceitos aplicados na Engenharia de Segurança do Trabalho

Os conceitos aplicados neste estudo são na maioria provenientes do campo disciplinar da Segurança do Trabalho. As referências existentes são escassas e não discutem de forma abrangente a importância e consequência das condições impostas pelo projeto com relação ao desempenho em uso. Sendo descartadas as análises sobre os diferentes aspectos relacionados às condições perigosas [hazard], perigos [danger] e riscos [risk] quando da estruturação e uso dos espaços, formas e tecnologias.

2.1.1 Acidente

Já é sabido pelos estudiosos da área (AREOSA, 2009; GRIMALDI, SIMONDS, 1984; KOLLURU, 1996; SANDERS, McCORMICK, 1993; SHINAR, GURION, FLASHER, 1991) que os acidentes são decorrentes de uma ou mais ações conjugadas. Essas ações podem ter sido praticadas pelos projetistas [imperícia ou negligência ao disponibilizar informações incompletas ou propor forma, função e uso inadequados para o ambiente]; construtores [ao realizar alterações à revelia ou emprego de práticas construtivas inadequadas]; gestores [ao organizar e dispor erroneamente os elementos móveis e procedimentos] e usuários [ao desconhecer ou negligenciar o atendimento de procedimentos necessários ao controle dos riscos oriundos das tecnologias e sistemas construtivos].

Para Areosa, J. [2009, p. 41] "o acidente é um acontecimento súbito, involuntário e não planejado, no qual a ação ou a reação de um objeto, substância, indivíduo ou radiação resulta num dano pessoal ou material". Esse

autor reafirma o entendimento de Green [1997] de que os acidentes são fenômenos construídos socialmente e variam com a interpretação social que lhe é dada.

Duas definições sobre acidente do trabalho merecem destaque.

"[...] é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho". Lei 8.213 de 24 de julho de 1991 – Artigo 19.

"[...] ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, de que resulte ou que possa resultar lesão pessoal". NBR 14280 (2001, item 2.1, p.2)

A primeira estabelece o tipo de vínculo trabalhista e os tipos de consequências para o trabalhador. A segunda considera imprevisibilidade dos eventos, e a incerteza quanto à segurança do ambiente de trabalho. Além disso, considera o quase acidente¹.

Autores como MEISTER (1987), BROWN (1976) definem respectivamente o acidente como um "evento não antecipado" ou "não planejado de um comportamento inapropriado". Eles corroboram como a definição de RASMUSSEN, P. e GOLDSTEIN (1994) que sintetiza o conceito ao definir a origem do problema "falta de controle". Portanto, o acidente do trabalho ocorre a partir de múltiplos fatores que podem ser associados ao comportamento humano (capacidade, habilidades e reconhecimento de procedimentos e protocolos), ao ambiente construído (arranjos físicos inadequados a sua funcionalidade, conflitos entre sistemas) e ao meio ambiente.

¹ "é um incidente que interrompe o processo normal de uma atividade, provocando perda de tempo ou de material, mas sem provocar lesão corporal ou perturbação funcional" GUIMARÃES e COTELLA(2004B, p.4).

De acordo com o INSS (1998), o acidente do trabalho é definido tecnicamente por três possibilidades e podem levar a à incapacidade temporária ou incapacidade permanente.

- Acidente típico: decorrente das atividades desenvolvidas pelo profissional.
 - Acidente de trajeto: ocorrido no trajeto entre a residência e o local do trabalho, desde que não modifique a rota pré-definida em documento.
 - Acidente devido à doença do trabalho: ocasionado por doença profissional depois de caracterizado a verificação do nexo causal.
- Tabela da Previdência Social (Anexo II do Decreto 611/92).

Essa abordagem busca caracterizar o ambiente e o tipo de acidente, para então, buscar a sua origem e consequência para o trabalhador que é a incapacidade temporária ou permanente de realizar as atividades laborais.

Os acidentes em um ambiente construído podem ocorrer por um ou mais fatores combinados. Eles podem estar associados às **ações humanas**, às **tecnologias**, ao **ambiente** e pela ação da **natureza**. Os relacionados às ações humanas estão associados à cultura comportamental; à falta de conhecimento técnico; habilidades e capacidades do indivíduo. Os relacionados às tecnologias estão associados às falhas de especificação [qualidade e compatibilidade entre sistemas, materiais e componentes]; arranjos físicos entre componentes; ausência de controles passivos; forma, tipos e controles dos resíduos no processo; manutenção e por ausência de informações [fichas técnicas e protocolos relacionados ao uso, operação e manutenção]. Os riscos relacionados ao ambiente estão associados às inadequações da organização espacial e da forma ao desenvolvimento seguro e salubre das funções e das atividades. Os relacionados às ações da natureza podem ser controlados até certo limite, daí a necessidade do atendimento aos critérios de segurança dos sistemas, como por exemplo, os para-raios e os aterramentos; a capacidade de suportar as cargas de ventos incidentes nas coberturas e fachadas; uso de sistemas compensadores nas fundações evitando que as ondas sísmicas afetem a integridade da estrutura e envoltória, etc.

2.1.2 Incidente ou quase acidente

Para Areosa, J. [2009, p. 41] incidente ou “quase acidente é qualquer acontecimento onde não ocorre qualquer dano para a saúde, ferimento, danos materiais ou qualquer outra perda”. A ocorrência em demasia dessa tipologia, normalmente, aponta para desvios comportamentais de ordem sistêmica. Isso significa a necessidade de rever a cultura da empresa. No caso do projeto são as repetições das proposições onde a condições perigosas se estabelece.

2.1.3 Risco

Embora já conceituado de forma mais abrangente no capítulo 1, a interpretação de risco pode variar conforme o campo de estudo.

Segundo Guimarães (2003, p.50) o termo risco tem um caráter bidimensional e está baseado nas consequências [sua gravidade] e na probabilidade da ocorrência do evento. Percebe-se que o caráter da não previsibilidade está associado a um conjunto de fatores [pessoal, profissional, cliente, ambiente do projeto, legislação, normas, etc.] que conjugam informações e decisões geralmente inadequadas.

"(...) risco é o resultado medido do efeito potencial do perigo", SHINAR, GURION, FLASCHER (1991, p. 1095 apud FISHER, 2005, p. 39).

Para Areosa, J. [2009, p. 40]

"a noção do risco acaba por estar associado a pelo menos uma das seguintes perspectivas: 1) Abordagem quantitativa – associada à probabilidade de ocorrência de um evento; 2) Abordagem qualitativa – associada à possibilidade incerta de ocorrência de um qualquer evento (não quantificável)".

Para efeito das Normas Regulamentadoras (NR) o conceito de risco está associado às condições ou situações impostas pelo ambiente de trabalho ao trabalhador.

Na NR 03 que trata de embargo de obra e de interdição de estabelecimento, setor de serviço ou máquinas/equipamentos traz os seguintes conceitos de risco:

"Considera-se grave e iminente risco toda condição ou situação de trabalho que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho com lesão grave à integridade física do trabalhador". Norma Regulamentadora 03 - EMBARGO OU INTERDIÇÃO (2011, p. 1).

Já a NR 09 indica:

"riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador". Norma Regulamentadora 09 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS (1994, p.1).

Na sequência tem-se a caracterização dos riscos citados na NR 09, são eles:

"Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom. Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão. Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros". Norma Regulamentadora de Nº9 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS (1994, p.1).

A Norma Regulamentadora nº17 - ERGONOMIA diferente das demais estabelece os parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar máximo conforto, segurança e desempenho eficiente. Nela incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, mobiliário, equipamentos, às condições ambientais do posto de

trabalho e a organização do trabalho. Subtende-se que o não atendimento dos prescritivos mínimos levará a uma condição inadequada que pode gerar ou não riscos que impactam a saúde do trabalhador.

A Norma Regulamentadora de nº 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE apresenta o conceito de forma pragmática após diversas discussões no grupo Técnico Tripartite - GTTE durante o processo de atualização dessa norma. O Prof. João José Barrico de Souza explica os condicionantes e erros envolvidos no processo de tradução dos termos "*damage, risk e hazard*" e de sua apropriação na literatura brasileira.

Risco: "capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas". Norma Regulamentadora de Nº 10 (2004, p. 9). Riscos Adicionais: "todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos, específicos de cada ambiente ou processos de Trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde no trabalho". Norma Regulamentadora de Nº 10(2004, p. 9).

2.1.4 Perigo

A condição perigosa [hazard] se difere do perigo [danger], mas ambos necessitam de medidas de controle, na primeira, geralmente são necessárias medidas sistêmicas e na segunda medidas no local.

As definições indicados a seguir mostram a junção dos dois conceitos. Isso se deve a dificuldade na tradução do termo em inglês.

"Perigo é a situação que contém uma fonte de energia ou fatores fisiológicos e de comportamento/conduita que, quando não controlados, conduzem a eventos/ocorrências prejudiciais /nocivas". GRIMALDI; SIMONDS (1984), apud (FISHER, 2005, p. 39).

Perigo: "situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou dano à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle". Norma Regulamentadora de Nº 10(2004, p. 8).

2.2 Regulamentação no âmbito nacional

A regulamentação estrutura e dinamiza as relações entre as partes envolvidas. Desse modo, as legislações [federal, estadual e municipal] atuam como reguladores das interfaces das relações públicas [concessionária, controles urbanos e segurança do trabalho]. Já as relações privadas são mediadas por Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, fichas técnicas dos produtos e os organismos certificadores operam com orientadores as boas práticas a serem aplicadas aos projetos, construção, uso, operação e manutenção dos sistemas e tecnologias. Todas atuam controlando e protegendo os envolvidos.

Pauli et al. (s/data, p. 9a) apontam as implicações do acidente de trabalho da seguinte forma:

"no contexto atual, relativamente ao meio ambiente do trabalho, deve primar pela rigorosa observância às normas atinentes à matéria, sob pena de sofrer reprimendas judiciais [responsabilidades (trabalhista, cível, previdenciária e criminal)] e administrativas, a ponto de inviabilizar suas atividades, bem como evitar que seus prepostos sofram ações judiciais no âmbito criminal por envolvimento na ação ou omissão dolosa ou culposa de ilícitos, ocasionados pela exposição da vida ou saúde de seus colaboradores a perigo direto ou iminente".

O acidente do trabalho consolida-se como um evento desvantajoso e prejudicial para os envolvidos no processo de projeto, produção e uso, seja do ponto de vista legal, econômico ou moral. Diversas são as ações judiciais, entre elas:

a) Ação penal pública, proposta pelo Ministério Público, contra a empresa e os sócios, gerentes e/ou responsáveis pelo acidente utilizando o artigo 132 do Código Penal que prevê o crime de perigo: "Expôr a vida ou saúde de outrem a perigo direto e iminente. Pena: três meses a um ano de detenção, se o fato não constituir crime mais grave". Ocorrendo morte ou lesão corporal, eles responderão por crime de homicídio (art. 121) ou lesões corporais (art. 129 CP), na forma dolosa ou culposa, conforme prescreve o Código Penal

Brasileiro.

b) Ação indenizatória movida pelo acidentado ou seus dependentes pela reparação do ato ilícito decorrentes de acidente do trabalho e é de competência da Justiça do Trabalho. Nesse caso o trabalhador deve comprovar que o acidente de trabalho foi ocasionado por dolo ou culpa da empresa.

c) Ação regressiva movida pelo Instituto Nacional da Seguridade Social contra gastos decorrentes do acidente do trabalho. Essa ação é direcionada aos responsáveis, nos casos de negligência quanto às normas de segurança e higiene do trabalho, afetas à proteção individual e coletiva. Isso significa que os profissionais de projeto e produção devem controlar os riscos inerentes ao ambiente de trabalho e das atividades laborativas. Para tal as proteções coletivas devem ser prioritárias, reduzindo assim o uso das proteções individuais.

d) A ação civil pública tratada pela lei nº 7.347/85 tem o intuito de proteger os interesses e direitos meta-individuais contra danos morais e patrimoniais ou ameaças. Ela pode ser movida pelo Ministério Público, União, Estado, Municípios, autarquia, empresas públicas, sociedade de economia mista, fundações e associações (Sindicatos) instituídas há pelo menos um ano e que tenham como finalidade a proteção do meio ambiente, incluído o do trabalho. Nesse tipo de ação o proponente pode requerer ao Juiz a interdição da empresa, ou parte dela; a paralisação de uma ou mais máquinas; ou mesmo a indenização a todos os lesados pela empresa em decorrência do não cumprimento de normas de segurança e higiene do trabalho.

O interesse em destacar as **Normas Regulamentadoras** – NR criadas pela Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978, advém da necessidade de alertar projetistas que essas normas consolidam as referências a serem aplicadas aos projetos mesmo que as habitações não pertençam aos ambientes industrial, comercial ou de serviços. A introdução de tecnologias e sistemas potencialmente perigosos em habitações pode vir a causar dano físico ao "trabalhador doméstico e ao técnico de manutenção". Essas duas categorias, por contratação direta ou autônoma, por lei, estão protegidos e têm seus direitos e deveres amplamente amparados pelo Estado. Competindo à

Delegacia Regional do Trabalho - DRT [item 1.41] nos limites de sua jurisdição impor as penalidades cabíveis pelo descumprimento dos preceitos legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho; isso inclui embargo [obra, locais de trabalho, máquinas e equipamentos]; notificações de prazos para correção do desvio, etc.

As Normas Regulamentadoras que mais se alinham à produção de um ambiente seguro quando da utilização das tecnologias [fotoconversão e termoconversão] em ambientes residenciais são:

- NR 01: Disposições Gerais;
- NR 06: Equipamentos de Proteção;
- NR 8: Edificações;
- NR 9: Programa de prevenção de riscos ambientais;
- NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR 11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 13: Caldeiras e Vasos de Pressão
- NR 17: Ergonomia;
- NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR 21: Trabalho a Céu Aberto;
- NR 23: Proteção Contra Incêndios;
- NR 24: Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho;
- NR 26: Sinalização de Segurança;
- NR 35: Trabalho em Altura.

O conjunto de normas traz referências que modificam a forma de estruturar o projeto de arquitetura e demais sistemas construtivos, pois determinam certas hierarquias e medidas de controles não usuais para a tipologia residencial.

2.3 Necessidades humanas

As questões vinculadas às necessidades humanas constituem a base das contradições e convergências das relações humanas. Muitos pesquisadores

como PORTER (1961), BLAI (1964), BEER (1966), SCHNEIDER (1968) e HUIZINGA (1970), desenvolveram instrumentos de medida das necessidades de satisfação a partir da teoria da motivação de Maslow mostrando que o desejo em galgar níveis diferenciados de satisfação leva ao crescimento individual e da coletividade.

Maslow (1943) propõe a "hierarquia dos motivos humanos", onde o ser humano vai galgando passo a passo a satisfação de suas necessidades. Dessa maneira ele primeiro satisfaz as necessidades fisiológicas, passando para segurança, necessidades sociais [afiliação], autoestima e auto-realização. Maslow explica:

“A ação, da forma como aparece introspectivamente na consciência, o comportamento motivado, e até os objetos meta, explicitamente aparente, ou efeitos procurados não são uma base sólida para uma classificação dinâmica da vida motivacional do ser humano. Se nos guiamos apenas pelo processo de exclusão lógica, ficamos finalmente com os objetivos fundamentais largamente inconscientes ou necessidades como a única base sólida para classificação na teoria da motivação”. Maslow (1954, p.72).

Segundo Hesketh e Costa

"[...] não se trata de uma teoria do trabalho, apesar de sua preocupação em relação à motivação do homem em organizações (Maslow, 1943, 1963, 1973). Esta preocupação está voltada para as condições das organizações, os tipos de gerência e recompensas que poderão conduzir o homem a um crescimento em direção a sua auto realização". HESKETH, J. I. e COSTA, M.T.P (1980, p. 59).

Esses autores indicam que Maslow não tentou definir "operacionalmente as categorias", mas sim trabalhou com a "observação dos desejos emitidos por seus pacientes". Eles destacam:

"Os estados de motivação, algumas vezes, são sentidos como causadores de desconforto para o organismo. O comportamento motivado, que corresponde à realização de objetivos e de respostas consumatórias, é uma maneira ou técnica para reduzir estes

desconfortos, isto é, diminuir a necessidade, a tensão e a ansiedade, mantendo o organismo em um estado de equilíbrio homeostático". Heskth, J. L. e Costa, M.T.P (1980, p. 60).

Ou seja, a motivação é parte importante do complexo movimento [interno e externo] que leva o ser humano a realização de algo que tende a lhe oferecer certa satisfação. Já Sampaio (2009, p.13 e 14) pondera e expõe uma "breve" síntese das ideias de Maslow e faz um alerta:

"Diferentemente do que se pensam, seus estudos sobre motivação humana tinham em vista o desenvolvimento de uma teoria que pudesse servir de base para a compreensão do homem inserido na sociedade, e não se aplica facilmente quando reduzida ao aspecto da vida laboral" SAMPAIO (2009, p.6).

As correlações elaboradas por Sampaio sobre a trajetória teórica de Maslow facilita o entendimento das ideias desse pesquisador sem deturpar a estrutura lógica de seu pensamento. Nela percebe-se a não rigidez dos processos internos ao ser humano e a capacidade de rever seus valores a partir dos condicionantes externos e internos; e ainda que nada seja permanente e estéril.

"A motivação é explicada a partir das necessidades básicas. Necessidades não são desejos (conscientes e ligados a um determinado objeto) nem impulsos (inconscientes passíveis de ligar-se a uma representação mental). Necessidades básicas são inconscientes, mas sua dinâmica pode ser revelada a partir dos desejos que as pessoas expressam. Necessidades básicas estão hierarquizadas, mas a hierarquia não é universal nem rígida. Um desejo consciente pode ser motivado por mais de uma necessidade básica. Gratificações parciais de um nível da hierarquia possibilitam a influência a necessidades de níveis superiores. A satisfação plena, se existir, é temporária. As pessoas estão sempre desejando novas coisas e estabelecendo novas metas. Há comportamentos que não sofrem influência de necessidade básica alguma. A motivação, sozinha, não explica totalmente o comportamento humano, que é influenciado pelo organismo e pelo ambiente cultural e situacional". Sampaio (2009, p.13).

E ainda, que a dinâmica motivacional é bem abrangente e ao mesmo tempo muito própria a um indivíduo.

"A motivação para o crescimento não é universal; depende dos talentos e das características de cada pessoa. Uma vez atendidas às necessidades básicas, as pessoas passam a ser motivadas por meta necessidades. As metas necessidades é uma demanda por valores como a verdade, a beleza, a justiça, a perfeição, a integração, a unificação e a tendência em direção à unidade. Pessoas auto-realizadas valorizam a criatividade e a autonomia no trabalho (meta pagamento). O trabalho auto realizador possibilita à pessoa sentir-se importante e identificada com causas e trabalhos importantes". E ainda "que a principal proposta de Maslow para o trabalho é a sinergia, entendida como um pacto cooperativo entre os membros da organização que recompensa e cria vantagem para todos os envolvidos". Sampaio (2009, P.14).

Sampaio ao extrair da obra de Maslow algumas frases significativas fornece pistas sobre as complexas e múltiplas relações envolvidas no âmbito da dignidade do ser humano e de como se estrutura o contexto motivacional. Por fim, ele faz simplifica as ideias de Maslow (1943) dizendo:

"A motivação é um fenômeno simultaneamente interno e externo, por isso a administração pode criar condições para a gratificação de necessidades no trabalho, embora não seja possível controlar o comportamento dos empregados". Sampaio (2009, p.14).

Alguns pontos de interesse, indicados por Sampaio na obra de Maslow, podem ser considerados importantes para a segurança do indivíduo:

"[...] deve-se identificar e evitar situações no trabalho que denigram a dignidade do trabalhador. A autonomia e a criatividade não asseguram motivação se as pessoas não estiverem gratificadas as suas necessidades básicas. A queixa é um indicador dos graus de gratificação e satisfação do empregado. Não há gestão capaz de eliminar as queixas, porque não se consegue satisfação plena das necessidades das pessoas". Maslow (1954, p.32).

As citações de Maslow (1943) indicam que o comportamento do indivíduo dentro do ambiente de trabalho, seja em qualquer função, local ou atividade termina por provocar insatisfações, e que por mais que se ajuste o ambiente, esse indivíduo estará buscando novas formas de autossatisfação. Daí a necessidade em se garantir ambientes [habitação, trabalho, lazer] o mais seguro possível, pois não se pode prever o comportamento e o grau de insatisfação de cada indivíduo.

A partir do entendimento das necessidades humanas pode-se tratar do erro humano como mecanismo de interferência que se integra à motivação.

2.4 O Erro Humano

Até a metade do século XX "o erro humano" era considerado o principal agente da ação em acidentes. Para Areosa [2009 p.45] "O termo erro humano apresenta uma carga simbólica negativa e culpabilizante para quem cometeu o denominado ato inseguro". Com o reconhecimento dos múltiplos fatores que condicionam o comportamento humano e atuam no ambiente construído e natural verificou-se que os conflitos, desvios e falhas estavam inter-relacionados formando uma complexa rede de ações materializadas e reações em cadeia que modificavam a forma de uso, a organização das funções a disposição espacial dos elementos constituintes, o comportamento e hábitos dos usuários. Ou seja, o erro humano é o resultado de decisões individuais e coletivas que tiveram como referência informações ou a falta delas, contexto ambiental, análises e julgamentos quase sempre inadequados.

Para Wickens (1984) Apud Fischer (2005, p.42) o erro humano pode ser de detecção ou percepção, de decisão e de ação. O primeiro está sob a influência das capacidades e habilidade do indivíduo trabalhando órgãos sensoriais e conhecimento. O segundo está relacionado aos processos cognitivos onde o indivíduo recebe, trabalha a informação, realiza a síntese e emite um julgamento. O terceiro envolve os dois primeiros mais o tempo de resposta, suas capacidades e habilidades em se por em movimento e agir sob pressão.

Gomes Filho; Vanzin; Forcellini (2009, p.220) caracterizam e indicam as possíveis inter-relações no processo de escolhas que pode levar ao erro humano.

"O erro humano se caracteriza pelo ato do julgamento. Não há condições de se qualificar um erro sem um conveniente processo de avaliação. A avaliação, por sua vez, pressupõe um fato a ser analisado e um conceito do que seja a verdade, que deve estar amparada por um paradigma estabelecido. Assim, o paradigma é um conhecimento previamente abstraído e aceito tanto em nível individual quanto social".

Os autores Gomes Filho; Vanzin; Forcellini (2009, p.220) enfatizam que "[...] a lógica muda de acordo com o paradigma² e com o meio sociocultural no qual ele foi adotado". Para os autores o conceito de erro humano está ancorado em três pilares, são eles: os conceitos de realidade, verdade e conhecimento. O conceito de realidade está amparado ao que se designa como realidade natural, social, política e cultural. Eles encontram a explicação a partir dos textos de Murcho (2006) sobre as afirmações de Kant na qual

"[...] a realidade como é conhecida filosófica e cientificamente não é uma realidade em si das coisas, mas a realidade tal como é estruturada pela razão, tal como é organizada, explicada e interpretada pelas estruturas a priori do sujeito do conhecimento". Mucho (2006) Apud Gomes Filho; Vanzin, T.; Forcellini, F.(2009, p.221).

Já o conceito de verdade está relacionado à "certeza da existência da realidade que é percebida pelo ser humano" e que "a verdade sempre possui um portador, que pode ser: pessoas ou coisas, sentenças assertivas, proposições ou crenças". Gomes Filho; Vanzin, T.; Forcellini, F.(2009, p.221).

Não se pode esquecer que diversas teorias³ surgiram para explicar o conceito de verdade como explica Chauí (2002, p.94 a 108).

2 Paradigmas constituem modelos abstratos vigentes em determinado tempo e espaço. GOMES FILHO; VANZIN, T.; FORCELLINI, F. (2009, p.220).

3 Teoria Correspondencial; Teoria da Redundância, Teoria Pragmática da Verdade e Teoria Coerencial.

"A verdade é, ao mesmo tempo, frágil e poderosa. Frágil porque os poderes estabelecidos podem destruí-la, assim como mudanças teóricas podem substituí-la por outra. Poderosa, porque a existência do verdadeiro é o que dá sentido à existência humana". Chauí (2002, p.108).

O conceito de conhecimento se relaciona segundo Chauí a "capacidade humana de conhecer, pelo entendimento ou sujeito do conhecimento". Ela acredita que a "teoria do conhecimento volta-se para a relação entre o pensamento e as coisas, a consciência (interior) e a realidade (exterior), o entendimento e a realidade; em suma, o sujeito é o objeto do conhecimento". Chauí (2002, p.114).

Gomes Filho; Vanzin, T.; Forcellini (2009) esclarecem que a dimensão do conhecimento só é expressa quando materializada em um meio, fora isso ela pertence a:

"geração de ideias [...] inclui a busca por estruturas existentes na memória, a formação de associações ou combinações entre estas estruturas, a síntese ou transformação de estruturas em novas formas ou a transferência de conhecimentos de um domínio para outro".

Elas passam de "realidades diferentes que compõem o habitat das situações em que operam os julgamentos e os paradigmas não possibilitam um trato absolutamente linear em todas as ocasiões". Gomes Filho; Vanzin, T.; Forcellini, F.(2009, p.228 e 229).

O ser humano independente de suas capacidades e habilidades não estão imunes a falhas de percepção e de decisão. Tudo depende de um conjunto de condicionantes internos ao homem [fatores psíquicos - consciente / inconsciente, cognitivo e físico]; qualidade e proximidade da realidade das informações produzidas; meio ambiente interno e externo tanto físico como sociocultural e econômico. O modo de falha é um recurso natural do ser humano seja ele consciente ou não; tudo depende da intensidade com que esse indivíduo se põe diante das pressões internas e externas.

Quando se busca a origem e as consequências para os erros humanos se faz necessário ir além dos limites formalmente pré-estabelecidos; a análise, a imparcialidade de julgamento e o conhecimento multidisciplinar contribuem no desvendar dos modelos mentais e físicos estabelecidos. O erro e as tentativas de acerto terminam por melhorar os controles estabelecidos para os sistemas.

2.5 O processamento das informações

Os modelos mentais apresentam uma complexa dinâmica de funcionamento onde o existir só acontece após várias intervenções [diretas e indiretas, externas e internas] utilizando parte de suas capacidades e habilidades. Eles constroem e qualificam vínculos de pertinência ou negação. A necessidade em configurar métodos ou modelos implica em racionalizar o pensamento de forma a adquirir, demonstrar ou verificar o conhecimento. De certa forma, os modelos físicos não passam de sínteses facilitadoras do processo mental. Ele permite que o indivíduo compreenda as múltiplas condições impostas para cada decisão e não perca as referências necessárias à integração do sistema.

Independente do modelo estabelecido [mental ou físico] o ser humano precisa processar as informações para então agir [tomar decisões]. Essa dinâmica envolve tempo de reação⁴, processamento de códigos de semelhança⁵, capacidade de perceber e reagir a estímulos sensoriais e a expectativa desse indivíduo.

Rio, R. P. e Pires, L. (2001, p.88) propõem um modelo "sistêmico ou holístico" no qual estão relacionados os fatores que podem causar impactos sobre o ser humano alterando assim, o estado de homeostase⁶. Ele entende que estes

4 Tempo de reação é o intervalo de tempo entre a recepção de um estímulo e a emissão da resposta pelo organismo. O tempo de reação é passível de sofrer influência a partir de fatores como quantidade de informações a serem trabalhadas, interações complexas entre informações e grau de incerteza contido nas próprias informações (conhecimento e experiência do operador, coerência de funcionamento do processo e adequação do processo ao ambiente).

5 Trata da capacidade do homem de processar a informação. Ele acessa as memórias (verbal e espacial), ambas operam com capacidade limitada e perda rápida. Daí a necessidade de treinamento (repetição) para fixar o conhecimento.

6 Homeostase é a estabilidade orgânica, ou a manutenção da estabilidade em todos os aspectos. HANS SELYE apud RIO, R. P e PIRES, L. (2001, p.79).

fatores podem "criar uma dinâmica complexa, multiforme e ininterrupta enquanto durar a vida". E ainda que o indivíduo

"além da grande variabilidade individual, parece ter um sistema psíquico dotado de grande plasticidade e capaz de grandes esforços adaptacionais, em função das necessidades detectadas, de fatores motivacionais, etc." RIO, R. P. e PIRES, I. (2001, p.137).

Eles ressaltam o quanto os estímulos interferem e modificam o estado de homeostase, levando o organismo a reações ou estado de atenção, ação imediata, paralisia, fuga e estresse.

O estresse⁷ leve e moderado é considerado saudável, mas crônico modifica a dinâmica comportamental e a execução dos modelos mentais e dos modelos criados. Quando atingido pelo estresse o ser humano tende a reagir de forma positiva [estresse leve e moderado] ou negativa [estresse crônico] dependendo da maneira como que esse indivíduo interpreta e operacionaliza as pressões.

Para Rio, R. P. e Pires, I. (2001, p.137 e 138) "Independentemente da vontade, ocorrem períodos curtos de interrupção na elaboração das informações autônomas". Isso se deve, segundo os autores, a um sistema interno de proteção que mantém o "nível da capacidade mental o máximo de tempo possível com o máximo de rendimento". Eles observam que o descompasso entre as funções psíquicas [recepção de informações, memória e vigilância] faz com que sejam reduzidas as capacidades de percepção dos canais sensoriais, de elaboração de síntese e de fixação das informações. Como consequência do descompasso das funções psíquicas o indivíduo pode vir a ter modificado a estrutura de seu pensamento.

Gazzaniga, Ivry, Mangun (2006) explica que a incapacidade de reter e organizar simultaneamente múltiplas informações leva o indivíduo a priorizar algumas delas, o que não significa hierarquizar por grau de importância. Ao

⁷ Estresse é um conjunto de respostas, específicas e /ou generalizadas do nosso organismo, diante de estímulos externos ou internos, concretos ou imaginários, que são percebidos como pressões- ameaças ou desafios RIO, R. P e PIRES, L. (2001, p.81).

anular ou desconsiderar algumas delas, sem ponderar a sua importância, tende a perder o senso de realidade em nome de uma objetividade distorcida.

"Os avanços são feitos trabalhando-se em diferentes níveis de organização, eis a estratégia fundamental em neurociência cognitiva.⁸ Sabendo-se qual comportamento é realmente produzido, não precisamos conhecer todas as possibilidades de interações que ocorrem entre os elementos relacionados. Dessa maneira, um problema se torna restrito e passível de solução". Gazzaniga, Ivry, Mangun (2006, p.29).

Kosslyn e Andersen (1992) e Chauí (2002) abordam a dinâmica do que não é palpável e facilmente controlável.

"Qualquer comportamento ou percepção particular é produzido por muitas áreas, localizadas em várias partes do encéfalo. Assim, a chave para resolver este debate é compreender que funções complexas, como percepção, memória, raciocínio lógico e movimento, são produtos de vários processos subjacentes, realizados em distintas regiões do encéfalo. Na realidade, as habilidades propriamente ditas podem ser alcançadas de diferentes maneiras, o que envolve diferentes combinações de processos [...]" Kosslyn e Andersen, (1992) apud Gazzaniga, Ivry, Mangun (2006, p.32).

"O pensamento vai além do trabalho da inteligência: abstrai os dados da condição imediata de nossa experiência e os elabora sob a forma de conceitos, ideias e juízos, estabelecendo articulações internas e necessárias entre eles pelo raciocínio (indução e dedução), pelas análises e pela síntese". Chauí (2002, p. 156).

"O pensamento lógico ou racional opera de acordo com princípios de identidade, contradição, terceiro excluído, razão suficiente e causalidade; distingue verdade de fato e verdades de razão; diferencia intuição, dedução, indução e abdução; distingue análise e síntese; diferencia reflexão e verificação, teorias e práticas, ciência e técnica". Chauí (2002, p. 164).

⁸ A neurociência permite revelar e compreender a complexidade e a especialização do córtex cerebral. (p.33)

"Longe de desvalorizar a teoria do conhecimento, a psicanálise exige do pensamento que não faça concessões às ideias estabelecidas, à moral vigente, aos preconceitos e às opiniões de nossa sociedade, mas que os enfrente em nome da própria razão e do pensamento. A consciência é frágil, mas é ela que decide e aceita correr o risco da angústia e o risco de desvendar e decifrar o inconsciente" Chauí (2002, p. 170).

A informação é a base à tomada de decisão, pois é por meio dela que se estabelecem as relações de necessidades.

2.6 A síntese do julgamento – decisão

O julgamento é o último passo do processo decisório, seja ele construído de forma sistêmica ou não. Ele tende a regular e ordenar certas finalidades a fim de atingir um objetivo. A síntese mal feita das informações tende a criar visões ou ilusões tendenciosas, negação de eventos aleatórios e ancoragem em bases inadequadas.

O julgamento quando balizado por informações realistas [verdades do contexto] não deveria construir restrições, mas sim criar oportunidades ampliando os espaços de busca e soluções criativas; construir e combinar associações entre estruturas lógicas formando novas estruturas e atributos para a memória de projetos; e por fim, aprimorar as funcionalidades do projeto permitindo avaliações a partir de diferentes pontos de vista.

Segundo Bazerman (2004, p.4 e 5) as seis etapas [implícitas e explícitas] que compõem o processo racional de tomada de decisão, são eles: 1) identificar e definir o problema; 2) identificar os critérios relevantes do processo; 3) ponderar e hierarquizar os critérios; 4) Gerar possibilidades de alternativas que sejam realistas e ao mesmo tempo não coíba a expansão; 5) classificar cada alternativa segundo cada critério sempre observando as consequências potenciais da escolha e 6) Identificar a solução ótima.

Bazerman comenta sobre o modelo racional proposto por HAMMAOND, KEENEY E RAIFFA (1999) no qual sugere que "os dois fornecem uma útil ordenação para imaginar o que poderia ser um processo ótimo de tomada de

decisão". As fases apontadas são: 1) desenvolver o problema certo; 2) especificar seus objetivos; 3) criar alternativas imaginativas; 4) entender as consequências; 5) lutar por todas as suas trocas; 6) esclarecer todas as suas incertezas; 7) pensar muito sobre sua tolerância ao risco; e 8) considerar decisões integradas.

A segunda se diferencia nas fases 2, 6, 7 e 8. Ou seja, ela observa o processo decisório de forma mais pragmática e consistente com a realidade.

Para Bazerman (2004, p.8) o tomador de decisão racional "é afetado pelas restrições da racionalidade, da força de vontade e do interesse próprio". Ou seja, cada indivíduo constrói a sua própria heurística⁹.

Dentro da heurística do julgamento encontram-se as heurísticas da disponibilidade¹⁰; da representatividade¹¹; e da ancoragem e ajuste¹². No primeiro caso, segundo Bazerman (2004, p.19 a 24) a heurística da disponibilidade envolve: "facilidade de lembrar (com base na vividez e na recência); recuperabilidade (baseada na estrutura de memória); associações pressupostas". Juntos podem levar a "erros sistemáticos no julgamento gerencial".

No segundo caso, segundo Bazerman (2004, p.24 a 35) a heurística da representatividade envolve:

"insensibilidade aos índices básicos e ao tamanho da amostra; interpretação errada das chances; regressão a média e a falácia das conjunções". Para ele esses vieses apontam para o excesso de informações que tendem a "irracionalidade sistemática que podem

9 Heurística são as ferramentas cognitivas que usamos para simplificar a tomada de decisão. BAZERMAN (2004, p.50).

10 Pode ser considerada como uma estratégia gerencial de tomada de decisão, pois trabalha utilizando referenciais como frequências de eventos, probabilidade ou causas prováveis. Está sujeito a falhas quando não considera fatores considerados irrelevantes por falta de informações apropriadas.

11 Opera por comparação a algo previamente definido. De certa forma ela atua fazendo uso da seleção discriminatória que não é nada ético nem racional.

12 Essa estratégia é a que pode causar mais distorção da realidade. Ajustes seguidos tendem a se afastar dos objetivos iniciais.

ocorre em nosso julgamento quando não estamos conscientes dessa tendência".

No terceiro caso, segundo Bazerman (2004, p.35 a 51) a heurística da ancoragem e do ajuste envolve: "ajuste insuficiente das âncoras; vieses de eventos conjuntivos e disjuntivos e o excesso de confiança". Ele entende que estimativas abaixo e acima do esperado leva o tomador de decisão a um ambiente irreal de demandas e tendências. Essa dissociação leva a um comportamento deslocado e excessivamente otimista. Ele alerta: "os indivíduos tendem a demonstrar excesso de confiabilidade quanto à infalibilidade de seus julgamentos ao responder perguntas moderadas ou extremamente difíceis". Bazerman (2004, 51)

Além das heurísticas, três comportamentos se estabelecem quando da tomada de decisão: o da armadilha da confirmação [busca de informações confirmatórias para validar a sua proposta], as previsões retrospectivas e a maldição do conhecimento. Estes dois últimos terminam por anular todo o processo de formação e organização do conhecimento ao trabalhar com pressuposições.

Bazerman (2004, p.63 e 64) apresenta a lógica da teoria perspectiva e identifica a maneira pelas quais suas conclusões se afastam dos dogmas normativos da teoria da utilidade esperada. Ele indica que "a teoria da utilidade esperada pondera uma opção arriscada segundo a sua probabilidade" e a teoria da perspectiva "tende a atribuir pesos excessivos à probabilidade de eventos de baixa probabilidade e peso insuficiente aos eventos de probabilidade alta ou moderada". Para ele "ambas incorporam em seus modelos de decisão desvios sistemáticos da racionalidade nas avaliações da probabilidade". Ele afirma que o processo decisório sofre impactos desde o momento em que se estruturam as escolhas, delimitam-se os papéis das âncoras, definem-se as prováveis certezas, delineiam-se a estrutura de incertezas, avaliam-se as transações e valor atribuídos ao tempo e, criam-se estruturas diferentes a partir de propriedades.

2.7 O julgamento na incerteza – o risco

A fase de identificação e qualificação dos riscos precede a decisão. É nessa fase que se busca reduzir as incertezas quando se determina, qualifica e hierarquiza as informações. Essa tarefa requer a prefixação de requisitos e critérios que atendidos minimizam as inconsistências de um projeto. O risco pode ser percebido ou não, e ainda, interpretado erroneamente permitindo assim, a ocorrência de falhas em qualquer parte do sistema em movimento ou no sistema como um todo.

O julgamento na incerteza traz à superfície um fenômeno contraditório. A busca da certeza dentro da incerteza. Isso ocorre quando se toma como referência pressupostos [demandas futuras, estatísticas passadas, estimativas de outrem a mais ou a menos, etc.]

Para Bazerman (2004, p.56) existem duas razões para considerar o risco como elemento básico para o sucesso de um negócio. "os indivíduos usualmente não são nem racionais, nem consistentes quando fazem julgamentos sobre as incertezas".

A incerteza é um fato inerente à vida e às atividades naturais ou produzidas. A probabilidade e frequência de sua ocorrência, na maioria das vezes, estão associadas à capacidade de perceber conflitos e falhas, de interpretar adequadamente as consequências das ações em movimento, de manter-se dentro do programado ou valor esperado e de agir atendendo a requisitos e critérios previamente estipulados. Quando se tem um ambiente de incertezas, a boa prática recomenda considerar aspectos sutis da informação que podem causar impactos significativos sobre a tomada de decisão. Os questionamentos básicos sobre os limites de aceitação do risco terminam sendo reduzidos aos aconselhamentos e posicionamento jurídico. Só depois são discutidas a forma de controle [diretas e indiretas] e o valor aceitável para a segurança e assim decide-se por implantar, negligenciar ou transferir o ônus para seguradoras.

2.8 Métodos aplicados à identificação e qualificação de perigo e risco

Os métodos são sequencias de ações que permitem o reconhecimento de um objeto de forma pontual ou sistêmica. Os métodos que se adequam à identificação e qualificação dos perigos e riscos no projeto de arquitetura são: Análise Preliminar de Risco (APR), O que aconteceria se? (What/If), Técnica Árvore de falhas e Listas de Verificação (Check-List's). Cada um apresenta peculiaridades que dependendo do objetivo facilitam a ação do analista.

2.8.1 Análise Preliminar de Risco (APR)

Objetivo:	Identifica perigos e riscos nas primeiras fases do projeto.
Quando aplicar:	Em projetos, ampliações, modificações e em unidades em operação.
Modo de aplicação:	Estabelecer as classes de riscos e a severidade e avaliar os itens conforme estes critérios [desprezível, marginal ou limítrofe, crítica, catastrófica].
	A planilha identifica [atividade, perigo, causa, efeito, categoria de risco severidade, medidas preventivas, medidas corretivas].
Apresentação dos resultados:	Lista de riscos e perigos identificados nas instalações. Observam-se as falhas e conflitos entre equipamentos, materiais e ambiente, bem como erros humanos. Prioriza a gravidade do dano por intermédio das classes de riscos.
Natureza dos Resultados:	Podendo ser qualitativo e ou quantitativo.
Informações necessárias:	Buscar analogias ou similaridades com outros sistemas, para determinação de riscos; verificar objetivos, exigências de desempenho, ambiente, principais funções e procedimentos; limites de atuação; Identificar os riscos potenciais que podem causar lesões diretas e imediatas, perda de função (valor), danos a equipamentos e perda de materiais; identificar riscos em série; identificar meios possíveis de eliminação e controle

de riscos; indicar os responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas.

Número de pessoas envolvidas: Em geral, uma equipe de dois ou três técnicos, mas pode ser realizado por apenas um técnico.

Tempo de realização: Horas ou semanas.

Custo: Baixo.

2.8.2 What/If (O que aconteceria se?)

Objetivo: Testar e avaliar as possíveis omissões em projetos, procedimentos, normas, comportamento e a capacitação pessoal.

Quando aplicar: Abordagem estratégica na implantação de empreendimentos, definição de anteprojetos, projetos e em instalação de sistemas.

Modo de aplicação: Exige o emprego de técnicas de dinâmica de grupo com montagem de planilha de questionamentos (utilizada como guia na condução das perguntas) e do estabelecimento de regras a serem cumpridas durante as reuniões. Na sequência, acontece a reunião de respostas às questões formuladas na primeira fase. Os participantes, individualmente, têm a responsabilidade de responder por escrito às questões formuladas.

Apresentação dos resultados: Documentar os riscos identificados na revisão, bem como registrar as ações recomendadas para eliminação ou controle dos mesmos.

Natureza dos Resultados: Qualitativo.

Informações necessárias: Documentação disponível: requisitos e critérios para instalações, processos, procedimentos operacionais, materiais e opinião de operários envolvidos no sistema.

Número de pessoas envolvidas: A composição da equipe interdisciplinar constitui-se de funcionários da operação da unidade, engenheiro de processo, engenheiro de segurança, um representante da manutenção (elétrica, mecânica, etc.), um funcionário da área de logística e um especialista em meio ambiente.

Tempo de realização: Semanas.

Custo: Relativamente baixo.

2.8.3 Técnica Árvore de falhas

Objetivo: Identificar falhas ou a causa de um evento. Também pode ser utilizada para identificar solução para problemas diversos, cálculo de confiabilidade e decisões administrativas.

Quando aplicar: Diversas fases de um projeto, em operações de processos industriais e em análise de ocorrência de acidentes industriais.

Modo de aplicação: Utiliza a técnica dedutiva para atingir seu objetivo. O evento inicial [designado de topo] dá início à análise do evento. Ele é analisado de cima para baixo, enumerando todas as causas ou combinações que levam ao evento indesejado. As representações gráficas [símbolos chamados de conectores] demonstram a existência das várias inter-relações e combinações, que resultaram em falhas de equipamentos e erros humanos.

Apresentação dos resultados: Relação de combinação de falhas/erros que deram origem ao evento.

Natureza dos Resultados: Pode apresentar resultados qualitativos e quantitativos.

Informações necessárias: Descrição do sistema e conhecimento de falhas e seus efeitos.

Número de: Em geral, uma equipe multidisciplinar com conhecimento

peçoas técnico.

envolvidas:

Tempo de De semanas a meses

realização:

Custo: Depende da dimensão e complexidade do sistema, especificidades e habilidades dos técnicos.

2.8.4 Listas de Verificação (*Check-List's*)

Objetivo: Identificar desvios em rotinas padrão.

Quando aplicar: Pode ser aplicada no desenvolvimento do projeto do produto e em processos de produção.

Modo de aplicação: Verificação da conformidade dos itens listados.

Apresentação dos Lista de não conformidades.

resultados:

Natureza dos Resultados: Quantitativos.

Informações necessárias: Nome dos Itens a serem averiguados no formato de uma lista.

Número de pessoas Uma pessoa

envolvidas:

Tempo de realização: Horas

Custo: Baixo

Para iniciar o processo de levantamento de dados que permita a identificação e a qualificação do risco no projeto de arquitetura com inserção das tecnologias é necessário fixar a abrangência do estudo; contexto do ambiente externo e interno; atividades dos usuários [uso, operação e manutenção]; descrição técnica dos sistemas, se possível [havendo dados históricos] a frequência de ocorrência de falhas; pontos de vulnerabilidade do sistema em relação ao seu funcionamento e interfaces; impactos ambientais e os eventos que podem iniciar um distúrbio local, regional ou sistêmico.

2.9 Modelos aplicados à gestão do risco

Os modelos aplicados à identificação e qualificação de risco e na análise de acidentes buscam resgatar o estado de “segurança” do sistema.

A identificação do risco é considerada uma medida proativa. Por isso tenta-se levantar informações sobre o contexto, o comportamento em uso [pessoas e equipamentos], os elementos em conflito [sistemas ou componentes], a disposição ou meios que favoreceram a ocorrência de um evento indesejável.

Na análise de acidentes busca-se desvendar os fatores que levaram à ocorrência do acidente; nesse caso tenta-se corrigir os meios utilizando-se medidas de controle que podem ser novos procedimentos e barreiras físicas para que o acidente não se repita.

Segundo Sanders e MComick (1993 p. 655 - 695) os modelos de causa de acidentes se subdividem em sequenciais, fatoriais e dinâmicos.

2.9.1 Modelo sequencial

Os modelos sequenciais operam em uma sequência previamente definida e estruturada dentro de um determinado padrão. A falha ou falta na definição de um ou mais requisito leva a alterações que não são gerenciáveis.

Areosa, J. [2009, p. 42] indica que

"o modelo sequencial dos acidentes preconiza que qualquer acidente pode ocorrer quando o sistema está, aparentemente, a trabalhar com normalidade. Porém, um evento repentino e inesperado pode dar origem a uma sequência de outros acontecimentos que podem terminar no acidente".

Esses modelos buscam identificar caminhos críticos e possíveis falhas no sistema considerado estável. São aplicados em projetos e nas inspeções de sistemas em funcionamento. Os modelos mais simplificados, denominados determinísticos, consideram a causa de um evento [acidente] como única, deixando de lado as consequências relacionadas às interações entre fatores.

Os modelos sequenciais mais complexos consideram múltiplos fatores incluindo as falhas na sequência da organização e coordenação do processo cognitivo.

O exemplo mais clássico desse tipo de modelo foi desenvolvido em 1930 a partir dos estudos realizados na década de 1920 por Heinrich e R.P. Blake. Eles verificaram os dados sobre os acidentes na companhia de seguros em que trabalhavam. Após análises observou-se que em 75.000 acidentes, 88% deles estavam relacionados a atos inseguros, 10% estavam relacionadas à condição insegura e 2% por causas não previsíveis. Como base nessas informações formularam uma relação de proporcionalidade [300: 29: 1]. Para cada grupo de 300, 29 apresentariam ferimentos leves e um apresentaria ferimentos com tal grau de gravidade que o levaria ao afastamento das atividades na empresa. Ao quantificar e qualificar a origem dos acidentes eles entenderam que para reduzir os acidentes era necessário à adoção de medidas administrativas localizadas que orientassem o trabalhador, evitando assim um novo acidente.

Para eles o acidente acontece quando uma ligação entre um ou mais fatores [causa e o efeito] é quebrada. Os cinco fatores considerados são: ambiente social, falhas, atos inseguros, acidente e lesão. Esses fatores são organizados de maneira a se obter uma sequência de eventos. Para Heinrich a prevenção de acidentes deve ser centrada na terceira peça do dominó [fator dos atos inseguros], ou seja, no ser humano, pois considerava os dois primeiros de difícil controle. Para Oliveira, F (2007, p.20) "Ato inseguro e condição insegura são os conceitos centrais da teoria dos dominós".

Conforme a sequência das fases (figura 2.1): os três primeiros dominós representam a fase do pré-contrato, o quarto dominó frequência e o quinto pós-contato – gravidade.

Figura 2.1 Exemplo de representação da teoria dos dominós.

2.9.1.1 Controle das perdas

A proposta de Frank Bird surgiu em 1966, a partir de dados estatísticos de uma seguradora. Após análise de 1.753.498 acidentes envolvendo 297 empresas, com 21 tipos de organização ele chegou à conclusão de que os acidentes estavam relacionados às falhas humana e nos equipamentos; que danos sérios não ocorriam com frequência e que o número de incidentes e acidentes com danos materiais eram grandes. Bird percebeu que as empresas deveriam investir em segurança dos trabalhadores e do patrimônio.

Figura 2.2 Pirâmide de Bird.

Frank Bird propõe o "Controle das perdas" como solução à redução de gastos com indenizações e perdas materiais. Tem início a aplicação do sistema de gestão de segurança.

2.9.1.2 Controle Total de Perdas

John A. Fletcher e Hugh M. Douglas, na década de 1970, baseado nos estudos de Bird aplicaram o controle de danos na análise de cada acidente distinguindo as várias causas [máquinas, materiais, instalações, etc.]. Após esse trabalho propuseram o Controle total das Perdas [*Total Loss Control*] onde consideraram como parte da gestão de segurança a prevenção e proteção do ambiente, do patrimônio, do produto e do processo. Gomes, R. O. E Mattioda, (2011, p.10) esclarecem "o objetivo do Controle Total de Perdas é o de reduzir ou eliminar todos os acidentes que possam interferir ou paralisar o sistema". Para a sua aplicação são necessárias três ações: estabelecimento do perfil dos programas de prevenção existentes; determinação das prioridades e elaboração dos planos de ação.

O modelo de sequência de acidentes proposto por Ramsey (1985) considera que a falha na sequência da coordenação do processo cognitiva leva a um acidente.

LIDA, I. (1991, p.64) explica que "o acidente e a lesão seriam causados pela ocorrência de diversos eventos encadeados no tempo: (1) personalidade com predisposição para acidentes; (2) atos inseguros; (3) condições inseguras; (4) acidente; e (5) lesão". Essa teoria é conhecida como Modelo Causal de Perdas.

Figura 2.3: Modelo de sequência de acidentes proposto por Ramsey (1985) adaptado por Sanders e McCormick (1993, p. 669).

2.9.2 Modelo fatorial

Os modelos fatoriais operam com variáveis latentes. Eles buscam entender alguma área de interesse na pesquisa para a qual não existe método operacional apropriado que permita fazer uma verificação direta. Eles são úteis para descobrir regularidades no comportamento de duas ou mais variáveis, testar maneiras alternativas de associação entre as variáveis e estabelecer a significância estatística associada à determinação da natureza de um evento ou comportamento de uma função ou grau de associação entre um conjunto de variáveis dependentes, ou de variáveis independentes. Esses modelos buscam identificar aspectos, como: o conteúdo da tarefa relacionando-o aos fatores de limitação humana e as exigências das atividades; atributos pessoais do trabalhador [habilidade motora, capacidade de tomar decisão, sensibilidade sensorial, experiência anterior, etc.] em face às ações necessárias ao desenvolvimento das atividades; e as ações individual do trabalhador observando os traços de sua personalidade [agressividade, passividade, imaturidade, dificuldades de se impor ou de se relacionar com o grupo, etc.]

diante do grupo e do meio ambiente de trabalho [espaço físico e processo de produção]. Como resultado obtém-se um conjunto de números em uma série de medidas onde se calcula a média, o desvio padrão e a variância total [variância verdadeira, sistemática e de erro aleatório].

Os Modelos dos Fatores Causais em Danos Ocupacionais de Slappendel et al., 1993 e os Fatores Contributivos ao Acidente, de Wickens et al., 1998 são considerados modelos fatorais. Eles preconizam que diferentes interações entre os componentes do sistema, estrutura organizacional e os fatores humanos contribuem para a ocorrência dos acidentes.

2.9.3 Modelo dinâmico

Os modelos dinâmicos são modelos formados por um conjunto de equações que combinam informações prefixadas com observações em tempo real. Permitem a realização de uma ou mais combinações de variáveis no tempo [presente e futuro]. Seus parâmetros podem mudar com o passar do tempo, fazendo com que as novas variáveis gerem informações e ações que evitam ou controlam os impactos negativos no sistema. Ele funciona utilizando validações e quase sempre adiciona funcionalidades até o momento em que o projeto é considerado pronto para a produção. São utilizados na identificação do comportamento das variáveis e na análise do estado do projeto. São ferramentas proativas de controle de falhas e conflitos.

2.9.4 Modelo sistêmico

Os modelos sistêmicos são ditos mais complexos por apresentarem interdependência entre os diversos fatores em um arranjo físico determinado que sofra simultaneamente interferência interna e externa.

Kasper, (2000) Apud Jung, C. F.; Aranda, M. H. E Caten, C. S (2009, p. 6) identificam o modelo sistêmico a partir das premissas:

- “1) circularidade e recorrência – indicando um caminho circular entre as etapas e a recorrência dos processos que realizam; 2) hierarquia –

requer a existência de restrições entre as quais as diversas etapas e atividades se encontram subordinadas, como parte de um padrão organizado que auxiliam a dar forma; 3) abertura e isolamento – que denota a necessidade de um conjunto fechado de interações, mas com abertura para trocas com o meio ambiente, e 4) adaptabilidade – que busca a compreensão das interações que geram a capacidade de continuidade de entidades e fenômenos complexos, frente aos impactos e variações do meio ambiente".

Esses modelos buscam a confiabilidade de funcionamento do sistema identificando as principais relações de causa e efeito existentes nos processos e os problemas comuns e críticos que afetam o seu desempenho. Ele sempre opera de forma integrada buscando o equilíbrio necessário à manutenção da segurança do sistema. As referências pré-fixadas servem de guia para o funcionamento do sistema são elas: requisitos globais para a gestão do sistema; padrão para trocas de informações entre as partes; medidas de desempenho para componente; unidades de medidas comuns que definem a qualidade e o desempenho do produto do ponto de vista do usuário.

Os modelos sistêmicos podem sofrer impacto em sua confiabilidade em um curto espaço de tempo quando se nega as interações simultânea ou sequencial das ações humanas e as internas ao sistema. Essa negação dificulta a formalização dos cenários, o que impede o antecipar ou prevenir as possibilidades de interdependência, algumas delas sem ligação evidente. Esses modelos buscam a ocorrência de acidentes ditos "normais", pois estes causam danos à integridade física do ser humano e prejuízos de grande monta; a frequência da sua ocorrência serve como um dado histórico relevante.

Os resultados produzidos com a aplicação de qualquer modelo de identificação e ou avaliação de risco ou acidentes podem ser expressos na forma qualitativa ou quantitativa. Na forma qualitativa os resultados são limitados a critérios predeterminados tornando difícil a percepção da abrangência das dependências entre as falhas, as quais podem modificar as conclusões da avaliação na área da segurança. Na forma quantitativa coteja-se a confiabilidade por dados estatísticos. A confiabilidade depende da forma [contexto], qualidade e

veracidade das informações. A incerteza dos resultados no formato quantitativo reside no caráter aleatório das falhas e no conhecimento impreciso das condições ambientais de operação do sistema ou de algum componente, além da fiabilidade dos dados históricos. Por isso os modelos devem ser antes de tudo uma representação fiel da realidade [presente e futuro].

2.9.5 Modelo epidemiológico dos acidentes

A aplicação do modelo epidemiológico permite descrever e explicar os fenômenos e os problemas de saúde de grupos humanos. Os dados obtidos permitem a busca de soluções para melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores entendida como condições sanitárias, formas de alimentação, comportamento e condições de realização das atividades no ambiente de trabalho.

Areosa, J. [2009, p. 45] destaca que

"o modelo epidemiológico dos acidentes, enquanto abordagem científica revelou inúmeras características dos acidentes (regularidades, catalogação dos riscos mais comuns, ruptura com a ideia do acidente como infortúnio, etc.) que possibilitaram melhorar a sua observação e compreensão, bem como redefinir a sua conceptualização". Para esse autor a possibilidade de se "verificar certas regularidades ao longo do tempo pode ajudar a melhorar a análise dos acidentes, a sua compreensão, bem como a sua prevenção (suportada por políticas adequadas)". Além disso, ele explica que essa abordagem permitiu "ênfatar a complexidade dos acidentes, nomeadamente a interligação em rede de diversos fatores que possibilitam a sua ocorrência, superando a ideia simplista de sequência causal em série".

Isso significa que a análise dos acidentes começa a buscar a articulação entre os agentes patogénicos nocivos, as condições latentes, e as possíveis interações entre os diferentes fatores. Para apoiar as suas conclusões Areosa, J. [2009, p. 44] descreve trechos do trabalho de Gordon [1949] "os acidentes são um problema de saúde das populações, tal como algumas doenças, e por isso devem ter um tratamento epidemiológico similar, onde devem ser

recolhidos dados (estatísticos) e analisados os comportamentos da população em observação" Gordon [1949]. Para Gordon a abordagem epidemiológica é fundamentada por três fatores causadores de acidentes, são eles: "o hospedeiro (alvo do sinistro), o agente ou objeto (fator "agressivo") e meio ou ambiente (local cujas características possibilitam a ocorrência do acidente)".

Para Gordon [1949]. "na prevenção de acidentes é necessário identificar a necessidade de isolar as tarefas ou situações perigosas". Gordon [1949] Gordon [1949] apud Areosa, J. [2009, p. 44].

A perspectiva epidemiológica de certo forneceu bases para o entendimento de que a análise de acidentes ou a avaliação de um ambiente exige um trabalho multidisciplinar, no entanto a época de seu surgimento as regras básicas da análise epidemiológica, sobretudo a fixação dos indicadores típicos de área, como incidência e prevalência pela delimitação do conceito de risco não estavam formalizados. Essa estrutura, dedicada a pesquisa epidemiológica em populações aparece pela primeira vez no livro publicado por Macmahon et al., 1960 [*Principles and Methods in Epidemiology de MacMahon, Pugh and Ipsen*].

Czeresnia, D. e Albuquerque, M. F. M. [1998 p.63 - 74] esclarecem que o modelo epidemiológico opera com: "conceituação e a operacionalização metodológica da causalidade" o que impõe "a necessidade de se pensar como, internamente à lógica da inferência causal, é construída a medida de efeito (risco)". Elas explicam: "[...] a lógica causal poderia ser vista como ambiguidade, pois a epidemiologia se define como o estudo de doenças em populações" e ainda "[...] o problema fundamental residiria na impossibilidade de observar, simultaneamente, o efeito da exposição e da não exposição no mesmo indivíduo".

Simon (1981) apud Castellanos [1998 p. 133], P. L, esclarece de forma sintética a relação existente entre o comportamento humano e a resolução de problemas "o homem, visto como um sistema de comportamento é, em grande parte, reflexo da complexidade do meio em que vive". Ou seja, a decomposição

dos sistemas em partes não passa da representação limitada de sua capacidade de lidar com múltiplos fatores, principalmente quando as combinações extrapolam a capacidade do controle mental. Um meio dito "complexo" reflete o desconhecimento de seu observador sobre as partes e a forma como o sistema se comporta.

Por outro lado Marques, M. B [1998 p.170] ressalta as inter-relações diretas e indiretas que atuam em um sistema, tornando a manutenção de controles uma ação sujeita a variáveis nem sempre considerada: "Complexidade não significa apenas não-linearidade, mas também um número imenso de elementos simples com muitos graus de liberdade. Em sistemas complexos, o comportamento dos elementos simples não pode ser previsto sequer para o momento seguinte — tampouco traçado para trás. Portanto, a evolução de distribuições probabilísticas deve substituir a descrição determinística".

Os estudos epidemiológicos atuais integram processos específicos que se dão observando a realidade objetiva da sociedade. Estes estudos, geralmente, aplica a Teoria da Determinação Social do Processo Saúde-Doença. Breilh (1991) apud Fonseca, R. M. G. S. e Egry, E. Y. [2010 p.27], por exemplo, aplica a abordagem multicausal para desvendar a alta ocorrência de abortamentos e os diversos fatores que o produzem. Ele estrutura os processos que constituem os objetos de estudo da epidemiologia social da seguinte maneira: Processos estruturais [considerados conteúdos objetivos] como força constituída por: força de trabalho, meio de produção, relações sociais de produção, propriedade e controle de produção e consumo; As classes sociais como forma diferenciada de vida [perfis de produção e consumo]; e as diferentes probabilidades de riscos, doenças e morte. Ele destaca que no risco existe a potencialidade de se obter a saúde e a vida. Nos processos superestruturais [considerados conteúdos subjetivos] tem-se: formas políticas e jurídicas, instituições e leis ordenadas segundo as instituições e as práticas de saúde. No mesmo bloco as formas de ideologia, cultura, ciência e educação subsidiando a forma de transmitir o conhecimento sobre a doença a fim de se obter respeito à saúde.

Para Breilh (1995) apud Fonseca, R. M. G. S. e Egry, E. Y. [2010 p.23 -24]

“[...] o pecado original das concepções do empirismo e de suas variantes que tanto influenciam a Saúde Pública, radica essencialmente na ideia de um mundo que teria as seguintes características: a de ser fragmentado [processos físicos, biológicos e sociais constituem realidades à parte e só se tocam exteriormente – exemplo: o conceito de cadeia de transmissão das infecções]; a de ser regular ou periódico [processos se reduzem a sistemas dinâmicos tendentes ao equilíbrio e harmonia – exemplo: tríade ecológica e história natural]; a de ser regido por um determinismo mecanicista [por estar determinado pelas relações externas e reduzido a conexões causais – exemplo: a noção de fatores causais] e por fim a de constituir um mundo hierárquico [onde as coisas se resolvem pelo reducionismo de que tudo obedece às mesmas leis ‘fundamentais’ da natureza – exemplo: o submetimento de toda análise epidemiológica às leis probabilísticas dos sistemas regulares]” (Breilh, 1995).

Os estudos de Wille Hammer se detêm e aprofundam o uso da análise de risco no ambiente de trabalho. Ele observa as questões relacionadas aos processos a fim de desvendar a origem do "erro humano". Seu viés de análise é mais técnica buscando entender as relações de falha e responsabilidade de forma pragmática.

Gomes, R. O. e Mattioda, (2011, p.10) explicam a importância dos estudos de Wille Hammer.

"Seus estudos ajudaram a compreender melhor os chamados erros humanos, muitas vezes provocados por projetos deficientes e que, por isso, deveriam ser debitados à organização e não ao executante. O enfoque sistêmico apresentado por Hammer estabelece a responsabilidade, quando da elaboração de um produto, para prevenir riscos inerentes aos bens e serviços [...]"

Wille Hammer propõe a análise de risco antecipada estabelecendo o conceito da segurança de sistemas.

3 CAPÍTULO - SISTEMAS

Este capítulo expõe os princípios e conceitos relacionados às teorias dos sistemas que fundamentam o modelo. Parte-se de uma visão abrangente a partir da perspectiva de diversos autores a Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização que trabalha sistemas complexos de forma a estabelecer os vínculos que foram aplicados no modelo proposto nessa tese.

3.1 Conceitos aplicados a sistemas

A conceituação de sistema pode modificar dependendo da área de estudo; mas sua essência é sempre a mesma, ou seja, conjunto organizado que tem uma estrutura, função e objetivo.

A descrição de um sistema é denominada de sistemografia. Ela utiliza referências combinadas de informações que auxiliam no entendimento das interações lógicas entre os meios e os processos. Dessa forma obtém-se organização, coordenação e níveis de dependências entre as partes. Ao tratar "o todo" como sistema obtém-se conhecimento e este permite que o observador ou usuário realize se assim o desejar, conclusões e tome decisões o mais próximo da realidade.

"Portanto, há uma relação em círculos entre os três aspectos do sistema: as estruturas mudam no instante em que o sistema entra em funcionamento, mas quando as mudanças se tornam grandes e irreversíveis, desencadeiam um processo histórico fazendo com que surja uma nova estrutura". (Miller, 1971, p. 39 – tradução nossa).

« Il existe donc une relation circulaire entre les trois aspects de base des systèmes: les structures changent un instant lorsqu'elles fonctionnent, mais lorsque ce changement est si grand qu'il est nécessairement irréversible, un processus historique se développe, donnant naissance à une nouvelle structure. (J. A. MILLER, 1971, p. 39.)

A teoria moderna dos sistemas desenvolveu-se quase exclusivamente, a partir do que se convencionou chamar “abordagem pelo estado de espaços¹” (WINDEKNECH, 1971, p. 149 apud Le Moigne, 1990, p. 185).

Em seu trabalho VON BERTALANFFY (1973) destaca uma série de conceitos de sistemas considerados em termos matemáticos, entre eles estão:

No sistema complexo de “elementos” são identificados três diferentes aspectos funcionais de acordo com: seu número de elementos (podendo ser de característica somativa, se mostrando idênticos fora e dentro do sistema); espécie (podendo ser de características constitutivas, dependentes das relações específicas no interior do complexo); e relações entre elementos (sendo necessário o conhecimento das características de cada elemento).

O crescimento do sistema guarda uma relação de proporcionalidade entre crescimento e número de elementos presentes. É na competição entre as partes do sistema que se estabelece o princípio da organização.

As diversas propriedades existentes nos sistemas são estruturadas a partir da totalidade, soma, mecanização e centralização de suas variáveis. Essas variáveis podem ser identificadas a partir da quantidade e das dependências entre elementos; dos elementos ditos insignificantes que causam modificações consideráveis no sistema; da evolução, dependente do tempo de uma parte dirigente; das interações entre os elementos que alteram no tempo; na superposição de sistemas configurando uma ordem hierárquica, etc.

As finalidades envolvem os comportamentos que ocorrem dentro do sistema. Elas podem ser vistas por diferentes aspectos ou espécies de soluções que buscam o equilíbrio do sistema, sendo: a) atingir assintoticamente um estado estacionário estável com o passar do tempo; b) nunca chegar a este

• ¹ É um modelo matemático de um sistema físico composto de um conjunto de variáveis de entrada, de saída e de estado relacionado entre si por meio de equações diferenciais de primeira ordem.

estado; c) apresentar oscilações periódicas quando existe dependência em relação ao futuro, seja ele nas condições reais ou pelo estado final ou por teleologia estática ou por adequação; e d) operar por teleologia dinâmica (direção do processo). Essa última permite o desenvolvimento de diversas dinâmicas, tais como: direção dos acontecimentos (vínculo de dependência entre o estado atual a sua resultante); caráter direcional baseado na estrutura (processo fechado e linear); forma de regulação onde mecanismos predeterminados executam suas funções para finalizar o processo; e por fim, pelo comportamento real onde a futura meta já está presente no pensamento e dirige a ação finalizante.

Para esse autor o isomorfismo na ciência visa exprimir a teoria de modo lógico (matemática) validando qualquer tipo de sistema. Para garantir essas premissas, ele argumenta “A teoria geral dos sistemas precaveu-se contra as analogias superficiais, inúteis nas ciências e nocivas em suas consequências práticas”(Von Bertalanffy, 1973, p.116).

“o isomorfismo das leis repousam em nosso conhecimento, e de outro lado na realidade”. Estas leis e esquemas seriam de pouco valor se o mundo (isto é, a totalidade dos acontecimentos observáveis) não fosse tal que tais leis e esquemas pudessem ser aplicados a ele “Compreendemos, porém que todas as leis científicas representam meramente abstrações e idealizações que exprimem certos aspectos da realidade”. (Von Bertalanffy, 1973, p. 118).

“Independente destas questões, a existência das ciências prova que é possível exprimir certos traços da ordem da realidade por meio de construções conceituais.” [...] “partimos de uma definição geral do “sistema” definindo com certo número de elementos em interação e expresso pelo sistema da equação. Não fizemos hipóteses especiais ou enunciados sobre a natureza do sistema, de seus elementos ou das relações entre estes. Contudo, a partir destas definições puramente formais de “sistema”, derivam muitas propriedades que em parte são expressas em leis bem conhecidas em vários campos da ciência e em parte referem-se a conceitos anteriores considerados antropomórficos, vitalistas ou metafísicos”. (Von Bertalanffy, 1973, p. 119,).

Von Bertalanffy (1973, p.120) percebe as limitações do isomorfismo e indica três níveis de descrição do fenômeno, são eles: a) analogias (“similitudes superficiais de fenômenos, que não correspondem nem a seus fatores causais nem a suas leis significativas”); b) as homotogias (“verificam-se quando os fatores eficientes são diversos, mas as leis respectivas são formalmente idênticas”); e c) a explicação (“o enunciado de condições e leis específicas, válidas para o objeto individual ou para uma classe de objeto”). O autor finaliza suas reflexões da seguinte forma: “A Teoria Geral dos Sistemas pode servir de dispositivo regulador para distinguir entre analogias e homologias, entre semelhanças destituídas de sentido e transferência de modelo dotado de sentido”. (Von Bertalanffy, 1973, p. 122).

“A unidade da ciência [“Falando em linguagem “material” significando que o mundo representa a totalidade dos fenômenos observáveis”] revela uma uniformidade estrutural, que se manifestam por traços isomórficos de ordem em seus vários níveis ou domínios”. “A atitude que considera os fenômenos físicos como o único padrão da realidade conduz à mecanização da humanidade e à desvalorização dos valores superiores”. (Von Bertalanffy, 1973, p. 124, 125).

De um modo geral o autor (Von Bertalanffy, 1973, p. 137) indica dois métodos que são aplicados na pesquisa geral dos sistemas, são eles:

- a) Empírico que observa o mundo tal como ele de modo a identificar os enunciados e vários sistemas considerados válidos;
- b) O da teoria dedutiva desenvolvido por Ashby, W. R. onde a transformação não pode ser atribuída a qualquer causa no conjunto S mas deve provir de um agente exterior, uma “entrada”. Essa referência se associa ao processamento das máquinas que é diferente dos seres vivos. Para explicar esses fenômenos ele cita como exemplo a diferenciação no embrião que evoluem atendendo as leis internas do organismo.

Para tentar compreender a complexidade de um sistema, tipificá-lo e caracterizá-lo muitos pesquisadores como Von Bertalanffy, Norbert Wiener,

Shannon, Mcculloch, J. W. Forrester, observaram que independentemente da área de estudo, todos os sistemas são dotados de uma fronteira (limite entre o meio interno e externo); que seus elementos podem ser identificados, nomeados e classificados; que existe uma relação em rede onde acontecem os transportes e a comunicação entre as partes; e que todos só permanecem ativos e funcionando adequadamente se tiverem um reservatório no qual possam estocar energia, produtos, matérias, informações.

Essa constatação, um tanto quanto reducionista, decompõe as partes do problema, mas não indica os caminhos lógicos de resposta ótima ao funcionamento do sistema.

Para Durand (2002, p. 13) diversos problemas devem ser conciliados nesse processo de transformação. O primeiro deles é o gerenciamento das relações com os meios interno e externo; seguido por sua estrutura organizacional que deve se manter eficiente em nível e por módulo; depois a necessidade em manter a sua identidade; e por fim, a instabilidades e o seu processo evolutivo.

Durand (2002, p. 8) identifica quatro comportamentos fundamentais que qualificam um sistema, são eles:

- a) Interação: estabelece ações entre as partes. Normalmente refletem aspectos identificados como de causa e efeito permitindo assim graus diferenciados de interação. Essas interações podem ser: visuais, linguagem, comunicação de ideias, imitação e sugestão.
- b) Globalidade: envolve a integração de suas partes. Destacam-se as qualidades emergentes que as partes não possuíam e as hierarquias complexas;
- c) Organização: envolve dois aspectos: os indivíduos e os componentes do sistema que se inter-relacionam. O primeiro cumprindo tarefas e o segundo impondo arranjos físicos que permitem que o processo seja estabelecido em níveis. Assim, a matéria, a energia e a informação são trabalhadas e postas em

movimento. Esse conceito traz a formalização dos aspectos da estrutura e de funcionalidade;

d) Complexidade: associa-se à riqueza do sistema por não serem lineares, possuírem grande variedade de componentes que se diferenciam por funções específicas e especializadas, e não a complicações provocadas por falta de clareza ou coerência. Para Le Moigne a complexidade está associada às possíveis imprevisibilidades de seus resultados.

"O enfoque sistêmico procura disciplinar o bom-senso e a intuição através de um processo lógico e de uma análise formal do problema, procurando estudá-lo como um todo, preocupando-se com as interfaces entre suas diversas partes, enfatizando a necessidade de interação e avaliação permanentes." (INPE, 1972 p 18 apud KINTSCHNER; BRESCIANI, 2005).

A Tabela 3.1 proposta por Durand permite distinguir as diferenças fundamentais entre as duas abordagens: racionalista e sistêmica.

Tabela 3.1: Oposição entre duas abordagens Durand (2002, p. 8) – inspiradas em Le Moigne (*La théorie du système général*). Tradução livre.

Abordagem racionalista clássica	Abordagem sistêmica
Preceitos	Preceitos
Clareza	Relevância em relação ao pesquisador
Reducionista – prioridade da análise	A globalização – em comparação com o ambiente do sistema
Causal – raciocínio linear	Teleológico - pesquisa o comportamento do sistema
Perfeição	Agregar – uma representação simplificada

A Sociedade de Pesquisa Geral dos Sistemas foi organizada em 1954 para incentivar o desenvolvimento dos sistemas teóricos aplicáveis às diversas áreas do conhecimento. Essa sociedade, segundo Von Bertalanffy (1973, p.33) tinha as seguintes funções: 1) investigar a isomorfia de conceito, leis e modelos em vários campos e promover a transferência útil de um campo para outro; 2) encorajar a criação de modelos teóricos adequados a campos onde atualmente não existem; 3) reduzir ao mínimo a duplicação do esforço teórico em

diferentes campos; 4) promover a unidade das ciências mediante a melhoria da comunicação entre os especialistas.

Após dez anos de pesquisas e reflexões (1930 a 1940) Von Bertalanffy, em 1968, publica a Teoria Geral dos Sistemas². Essa publicação pretendia fornecer a base para a reorientação das ciências ao propor princípios universais que se “aplicam a sistemas generalizados ou suas subclasses, qualquer que seja seu tipo particular, a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou “forças” que atuam entre eles”. (Bertalanffy, 1973, p.54). Enfatizando a sua pretensão em relação à Teoria Geral dos Sistemas ele escreve:

“A teoria Geral do Sistema, portanto, não é um catálogo de equações diferenciais conhecidas e suas soluções, mas desperta novos e bem definidos problemas, que em parte não aparecem em física, mas têm importância fundamental em campos não físicos”. (Bertalanffy, 1973, p.115).

“A teoria geral dos sistemas deveria ser metodologicamente um importante meio para controlar e investigar a transferência de princípios de um campo para o outro, a fim de que não seja mais necessário duplicar ou triplicar a descoberta dos mesmos princípios em diferentes campos isolados uns dos outros”. (Bertalanffy, 1973, p. 115).

“Em um desenvolvimento rigoroso a Teoria Geral dos Sistemas seria de natureza axiomática, isto é, as proposições que exprimem propriedades e princípios dos sistemas deveriam ser deduzidas da noção de “sistema” e de um adequado conjunto de axiomas”. (Bertalanffy, 1973, p. 84)

² Le Moigne destaca em sua obra Teoria do Sistema Geral – Teoria da modelização páginas 341 e 342 o erro ocorrido “A escola do Sistema Geral permaneceu muito tempo ignorada na França, talvez devido ao título utilizado pelo tradutor francês de *General System Theory*: a teoria geral dos sistemas. Tomava assim,... sem informar escrupulosamente o leitor. Mas ao fazê-lo, cometia outro esquecimento: L. Von Bertalanffy fala do System e não dos sistemas (mais tarde, explicar-se-ia, tolerando o plural, in G. Klir, 1972, p.29) e precisando que, para ele, o sistema é um modelo de natureza geral (p.31)...., pareceu-me mais leal e mais simples... chamar gato a um gato e batizar de Sistema Geral este objeto (no singular) que cada um pode reconhecer. ...acompanhado sempre que possível do título teoria da modelização.

Bertalanffy compreende a complexidade dos sistemas que estão sendo trabalhados e as implicações quando não se tem um direcionamento teórico e lógico-matemático. Para afirmar o seu desejo de conciliação com os diversos campos do conhecimento ele expõe os principais propósitos da Teoria Geral dos Sistemas, que são:

"1) Há uma tendência geral no sentido da integração nas várias ciências, naturais e sociais; 2) Essa integração parece centralizar-se em uma Teoria Geral dos Sistemas; 3) Esta teoria pode ser um importante meio para alcançar uma teoria exata nos campos não físicos da ciência; 4) Desenvolvendo princípios unificadores que atravessam "verticalmente" o universo das ciências individuais, esta teoria aproxima-nos da meta da unidade da ciência; 5) Isto pode conduzir à integração muito necessária na educação científica". (Bertalanffy, 1973, p. 62).

Para Harrington (1993, p. 10), o processo lógico dos sistemas é definido como qualquer atividade que receba uma entrada (*input*) agregando-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo e os processos fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos.

3.2 Aplicação dos conceitos no desenvolvimento de projetos

Estudiosos da área de projeto de arquitetura que acompanham o movimento do desenhar sistemas vêm a algum tempo propondo as suas interpretações sobre os processos e a lógica de desenvolvimento do projeto. Geralmente estão associados a representações de esquemas aplicados no processo de criação do objeto como os diagramas de ordenação de afinidades de uso, estudos volumétricos e pré-dimensionamento dos ambientes.

O processo de materialização da ideia é único e se diferencia a cada projeto, pois o conhecimento, valores, habilidades e reinterpretação do desejo de terceiros são inerentes a cada ser humano. A forma reducionista aplicada à fase de criação não permite identificar os riscos e perigos contidos nas funcionalidades, atividades dos usuários, interdependências entre os sistemas construtivos, principalmente quando se utilizam as tecnologias solares.

O projeto de uma edificação é um trabalho coletivo e por isso, termina por imprimir a cultura desse grupo. Dai o papel transformador do profissional da arquitetura quando ordena, hierarquiza e define prioridades. Ao definir antecipadamente o desejável e as situações indesejáveis [riscos ou perigos] o projetista passa a conhecer as múltiplas variáveis envolvidas, reduzindo assim, a dificuldade de integrar e materializar as soluções de projeto. O programa de necessidades pautado na análise de risco torna-se a principal ferramenta proativa. Ao negar a estrutura de avaliação por requisitos de desempenho durante o processo de criação e desenvolvimento tende-se a fragmentação da integração entre sistemas colaborativos e a arquitetura. Isso significa a perda da linguagem arquitetônica, restando apenas sobreposições que impõem riscos diversos ao usuário e ao meio.

Os estudiosos que mais se destacaram na sistematização do processo de projeto são: Durand (1805) Alexander (1971,1979); Boudon (2004); Lawson (1997b, 2000); Jonas (1993, 2002), Cross (1984), Simon (1969,1991).

Tabela 3.2: Estudiosos que interpretaram a lógica do desenvolvimento do projeto sob a perspectiva da teoria dos sistemas.

Autor	Fundamentação	Legitimação	Justificativa
Jean-Nicolas-Louis DURAND	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estabelece preceitos científicos à atividade de projeto de modo a estabeleça uma ordem pragmática, em termos de “função” e “utilidade”. ➤ Traz para as atividades de projeto a dinâmica da análise por meio da combinação entre as parte de forma linear e sistêmica. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Demonstra a relação objetiva e racional entre um sujeito conhecedor e um objeto a ser conhecido. ➤ Faz “a progressão do simples em direção ao complexo, do conhecido ao desconhecido, o caminho para o passo seguinte e se lembre de seu antecessor”³. ➤ Representação espacial através do uso de malhas ordenadoras. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Considera com a única forma o conhecimento. ➤ Afasta procedimentos baseados na intuição, no sobrenatural ou em qualquer forma de dogmatismo. ➤ Trabalha a coordenação dos espaços por meio dos aspectos construtivos da edificação levando em conta economia na organização do espaço e no uso de materiais.
Christopher ALEXANDER Fase 01	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Automação como estratégia de projeto. ➤ Estrutura formulada a partir da matemática e da lógica. ➤ Representações de estruturas [1) tenham igual alcance, 2) sejam tão independentes entre si como possível, e 3) que sejam de alcance tão pequeno e, portanto, sejam tão específicos e talhados e numerosos quanto possível]⁴. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pesquisa da forma dentro de uma cultura. ➤ Demonstrar as listas de requisitos, tabelas de interconexão entre eles ou diagramas no formato de árvores [mais simplificados] e em semitramas [mais complexo]. ➤ ➤ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Busca um método unificado para a consecução da forma. ➤ Fazer projeto é resolver problemas.

• ³ DURAND²⁷, citado por VILLARI, 1990, p. 36).

• ⁴ (ALEXANDER, 1969, p. 113).

Autor	Fundamentação	Legitimação	Justificativa
Christopher ALEXANDER Fase 02	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fundamenta-se na metafísica. ➤ Estruturando padrões que são palavras e as redes que são frases. Todos organizados em infinitas combinações. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “[...] extrai ordem somente de nós mesmos; não pode alcançar-se: ocorrerá espontaneamente, se o permitimos”⁵. ➤ O acesso à qualidade se chegaria pelo afeto. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ O método apresenta-se como modo intemporal de construir, devendo empreender dedicação para compreendê-lo e executá-lo. ➤ As qualidades nos espaços se ajustam bem aos padrões da cultura onde está inserido. ➤ Trabalha com a noção cartesiana da divisão de um problema em partes menores, possibilitando a emergência da solução por meio de agrupamento das soluções.
Christopher ALEXANDER Fase 03	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fase 03 ➤ Ordem auto regenerativa que e auto regula e evolui. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Busca pela harmonia do espaço físico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Simplicidade na forma e na organização como meio para a obtenção de um ambiente harmonizado. ➤ Nega a necessidade de processos complexos para a elaboração do projeto.
Herbert SIMON [economista]	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Analisou a arquitetura. ➤ A arquitetura trabalha com o contingente, ou seja, como a forma e o espaço deveriam ser. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poder predizer [simular] o comportamento do objeto. ➤ Vê o projeto como solução de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permite a construção de possibilidades teóricas no estudo da concepção.

• 5 (ALEXANDER, 1979, p. 11)

Autor	Fundamentação	Legitimação	Justificativa
Nigel CROSS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A proposição surge a partir do conhecimento, do pensamento e da ação. ➤ Identifica a diferenciação fundamental no trato das questões relativas ao processo criativo arquitetônico. ➤ Nega a diferenciação entre forma e conteúdo. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Valorizar o processo de criação do projeto e o uso de diversas técnicas incluindo o uso de axiomas. ➤ Traz para a análise do projeto elementos ou situações de incerteza, instabilidade, exclusividade e conflito de valores. ➤ Trata-se da subordinação a procedimentos criativos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Busca os fundamentos das questões relacionadas ao processo criativo arquitetônico.
Bryan LAWSON	<ul style="list-style-type: none"> ➤ O processo de projeto é uma sequência de atividades guiadas por construção de ideias. ➤ Envolve tanto o raciocínio caótico quanto o sistemático. ➤ O processo de projeto pode ser compreendido como uma atividade investigativa. ➤ “constrói sua estrutura na imaginação antes de erguê-la na realidade”⁶. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Processos de criação como “processo mental sofisticado capaz de manipular muitos tipos de informação, misturando-os em um conjunto coerente de ideias e, finalmente, gerando alguma concretização dessas ideias”⁷. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Não indicar procedimentos para sua execução. Contudo indica que a atividade de projeto envolve um ciclo iterativo de análise, síntese e avaliação que permite compreender problemas e propor soluções em graus diferentes de hierarquia.

-
- ⁶ MARX, O capital, citado por LAWSON, 1997b, p. 14.
 - ⁷ LAWSON, (2000, p. 10).

Autor	Fundamentação	Legitimação	Justificativa
Philippe BOUDON	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “a concepção não é uma atividade de resolução de problema, mas de produção de algo que possa ser apresentado como solução do problema”⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trata-se de uma atividade comunicável e se constitui de um conjunto de operações identificáveis. ➤ Identifica as transformações às quais uma imagem está sujeita, sendo necessário considerar as operações inscritas nesse processo que se faz por meio de conjunções ou sínteses. ➤ Sistematiza o conhecimento da concepção arquitetônica, para que essa seja passível de ensino e transmissão. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trabalha com a sequência de operações na concepção do projeto. A sistematização das operações permite o conhecimento da concepção arquitetônica para que seja passível de transmissão. Em projeto, os problemas são múltiplos, mutáveis e vinculados uns aos outros.
Wolfgang JONAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ O projeto é o próprio, “fundante”, ou seja, ele é o fundamento, pois tem uma causa, origem, justificação e supostas verdades. ➤ Inventar hipóteses a fim de descobrir o potencial ou a necessidade de dissolução e ou recombinação da proposta. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trabalha com hipóteses que vai tomando forma e se estruturando paulatina e reciprocamente. ➤ Opera as interfaces entre o contexto e artefato [arquitetura ou sistema construtivo]. ➤ Nada é evidente, por isso pode ser pensado a partir do instante em que se apercebe do problema ou da condição. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Os fundamentos e procedimentos científicos estão subordinados aos procedimentos criativos. ➤ Permite o uso de métodos para solucionar as questões.

Fonte: Tabela elaborada a partir de Brandão O. C. S.(2008). Sobre fazer projeto e aprender a fazer projeto. Tese /USP.

- 8 (BOUDON, 2004, p. 72).

A importância desses autores se deve a formalização de discussões objetivas sobre o processo criativo em arquitetura. Eles abrem a “caixa preta” e se defrontam com as limitações da retenção e hierarquização das múltiplas variáveis. E ainda, de que é necessário, de alguma forma, planificar o processo.

Essas proposições continuam a ter importância para as equipes de projeto. Quanto mais se compreendem as relações do processo cognitivo, mais fácil fica a construção da lógica do projeto. Infelizmente para muitos arquitetos a discussão se encerra na "caixa preta" preferido fazer uso de modelos reducionistas deixando para a engenharia a resolução do detalhamento da arquitetura. Dessa forma tentam fugir a responsabilidade das consequências de seu processo criativo sobre o objeto a ser usado e integrado ao meio e a sociedade.

3.3 O Programa de Necessidades - PN

O Programa de Necessidades [PN] tem uma estrutura que permite agregar conceitos, princípios de projeto, requisitos e critérios de desempenho.

Os conceitos se associam ao desejo do usuário em sua mais ampla complexidade sócio cultural e econômica. Os princípios de projeto se associam as relações do entorno, tecnologias e da forma representada pela arquitetura. Já os requisitos de desempenho estão associados aos diversos condicionantes que suporta a construção da edificação segura e salubre para o usuário. Por fim os critérios que averiguam as condições e o comportamento em uso dessa edificação.

O Programa de Necessidades consolida as informações que serão materializadas durante o processo de projeto, incluído o partido arquitetônico. Quando incompleto exige um trabalho de verificação, requalificação e complementação das partes.

Sua importância reside no fato de que é nessa fase que se estabelece as prioridades de atendimento que nortearão todas as ações de projeto. Trata-se da construção do conhecimento, ou seja, a síntese teórica da futura edificação.

As falhas ou falta de informação nessa fase tem como consequência futura conflitos entre sistemas construtivos, falhas de projeto e desvios de norma. Além disso, à medida que se avança no processo de desenvolvimento do projeto os custos relacionados à decisão vão se tornando mais altos. Isso se deve a reformulação das propostas já consolidadas.

Para Corrêa (s/d, p.7)

"[...] a contextualização sistematizada do programa de necessidades pode se tornar um importante instrumento para se desvendar a "caixa preta" que marca a atividade de projeto".

"[...] frente à quantidade de ideias possíveis que colocam em uma situação à qual não se sabe como reagir, por não saber por onde começar ou por não saber estabelecer parâmetros próprios que possam embasar suas decisões projetais".

Para Moreira (2007 p. 83) o "Programa de necessidade é uma síntese onde os dados sobre o contexto são organizados para atender ao processo de projeto." suas considerações são firmadas por ideias, tais como:

"permite compreender as relações funcionais entre o contexto e o espaço físico", "o usuário do edifício é o elemento ativo do contexto [...] identificar as características físicas, psicológicas e culturais [...] suas atividades desempenhadas no espaço a ser projetado, e seus valores."

"Ao trabalhar o contexto, o arquiteto se vê diante de uma situação complexa, pois o número de variáveis é grande e de difícil organização. Ao projetar o edifício, o arquiteto analisa e verifica várias organizações do contexto, e confere graus de prioridade para certas variáveis ou elementos." (Moreira, 2007, p.72).

Moreira (2007) acredita que a representação formal da abstração do contexto permite que o arquiteto compreenda situações complexas, recombine as

informações para representar o contexto real e verifique a viabilidade das alternativas do projeto.

Hershberger, (1999, p.74) propõe o Programa de necessidades a partir do que ele considera "valores mais importantes", são eles: **Humano**: adequação funcional, social, físico, fisiológico e psicológico; **Ambiental**: local, clima, contexto fontes e gastos; **Tecnológico**: materiais, sistemas e processo; **Econômico**: financeiro, construção, operação, manutenção e energia; **Segurança**: estrutural, fogo, químico, pessoal e vandalismo; **Temporal**: crescimento, mudanças e permanências; **Estético**: forma, espaço, cor e significado; e **Cultural**: histórico, institucional, político e legal. Sua forma de representação sugere certa hierarquia ao mesmo tempo em que parece indicar algumas inter-relações entre as partes.

Por exemplo, o fator **humano** que trata do usuário, aparece como valor absoluto no topo da lista e mantém relação direta com o quarto nível [econômico], o quinto [segurança] e o oitavo [cultural]. A ordem de apresentação não implica, necessariamente, a ordem de importância definida por Hershberger (1999). No entanto, essas associações firmadas pelo autor [conscientes ou não] demonstram os valores a serem configurados no processo de projeto.

Kumlin (1995, p.121) alerta para o problema do uso de estruturas conceituais na construção do programa de necessidade:

"[...] elas procuram ser universais e elegantes. [...] os dados, muito deles divididos ou distorcidos [...] para adequar à estrutura". Para ele "[...] apenas duas áreas nas quais a informação disposta em estrutura conceitual é de alguma ajuda: 1) considerações e noções abrangentes e universais sobre a qualidade – objetivos, aspirações, conceitos e necessidades, e 2) o processo de compreender, recuperar, sintetizar e expressar as informações".

Essa preocupação se deve a tendência em fechar o sistema de informações em retículas, perdendo as interações com a realidade.

Moreira (2007, p.89) conclui "uma estrutura conceitual para o programa arquitetônico é um procedimento para orientar o raciocínio e estabelecer uma conduta de trabalho no levantamento das informações sobre o contexto".

Os autores Peña; Parsahl, (2001) enfatizam que a programação é um processo que conduz a uma declaração explícita de um problema arquitetônico que para ser compreendido deverá realizar a síntese das funções, forma, economia e tempo. Eles entendem que:

"O formato de uma declaração do problema pode variar de acordo com os designers individuais, mas é uma boa prática para reconhecer o significado e condições específicas e estabelecer uma direção geral para o projeto. Embora cada condição deva ser precisamente dita, a direção (o que deve ser feito) deve ser ambígua o suficiente para evitar a sensação de estar preso a uma solução. Esta direção deve ser feita em termos de desempenho, de modo a não fechar a porta para soluções alternativas nem diferentes expressões na forma arquitetônica". (Peña; Parshall, 2001, p. 93).

Peña e Parshall (2001, p.12 e 25) entendem que o PN só pode ser construído a partir da identificação de problemas (*Problem Seeking*); para tal, cinco condições ou cinco passos devem ser atendidos, são eles:

- Estabelecer metas e objetivos. O que o cliente usuário deseja alcançar e por quê?
- Coletar e analisar os dados e fatos. O que sabemos? O que é dado?
- Descobrir e testar conceitos. Como é que o cliente quer atingir as metas?
- Determinar necessidades. Quanto dinheiro e espaço? Qual o nível e qualidade?
- Estados do Problema. Quais são as condições significativas que afetam o desenho do edifício? Quais são as instruções gerais que o projeto deve levar?

O resultado final tenta chegar a um acordo sobre a forma de como os edifícios propostos devem responder àquelas necessidades e desejos Peña e Parshall, (2001, p.59). Eles explicam que a chave para a compreensão dos conceitos programáticos [relacionados a problemas de desempenho] e conceitos de

projeto [relacionadas a problemas arquitetônicos] está associada à capacidade de interpretação das correlações.

Para facilitar a interpretação das correlações os autores propõem as seguintes palavras-chave:

- Prioridade [ranking de valores do cliente]
- Hierarquia [simboliza níveis de autoridade]
- Caráter [imagem em termos de valores do cliente]
- **Densidade [Nível de interação entre as partes]**
- Agrupamento de serviço [centralizado ou descentralizado - avaliar ganhos e riscos dentro do objetivo]
- **Agrupamento de atividade [integradas ou atividades compartimentada – avaliar privacidade e segurança]**
- Agrupamento de pessoas [organização funcional - derivado das características físicas, sociais e emocionais]
- Configuração básica dentro do ambiente [espaço de uso individual, compartilhado, temporário, alternativo compartilhado]
- **Relacionamentos [afinidades funcionais – entre atividades]**
- Comunicações [rede ou padrões de informações]
- Vizinhos [integração, dissociação, símbolo]
- **Acessibilidade [facilidades – identificação, mobilidade]**
- **Fluxo separado [segregação intencional – circulação, ambiente, setores]**
- Fluxo misto [oportunidade em promover a integração – pessoas, circulação, ambientes]
- Fluxo sequencial [relacionado a dependências objetiva entre atividades, circulação, ambiente, setores]
- Orientação [relacionado a um ponto de convergência, de identidade local]
- Flexibilidade [expansibilidade, conversibilidade, e versatilidade]
- Tolerância [capacidade em atender a outros usos]
- Segurança [intrusão, vandalismo, incêndio, emergências, produção / normal – uso, operação, manutenção]
- Controles de Segurança [medidas passivas utilizadas para manter a integridade das pessoas e sistemas]
- Controles ambientais [soluções de arquitetura que mantenham a eficiência dos sistemas em relação à luz, insolação, ventos, humidade, temperatura]
- Conservação de Energia [medidas passivas instaladas – controle de materiais de revestimento e estanqueidade do ambiente]

- Faseamento [capacidade ser construído em partes ou módulos sem prejudicar as funcionalidades]
- Controle de custos [manter-se dentro das previsões]

Esses autores apresentam um modelo que auxilia o projetista a pensar sobre o que ele denomina de "problemas do projeto". Essa estrutura orienta um projeto que colabora de modo favorável à segurança do usuário. Os conceitos e valores explicitados nos itens em **negrito** comprovam essa preocupação e mesmo não havendo uma hierarquia de importância eles permeiam todas as interações.

Independentemente do modelo ou método adotado pelo projetista para desvendar os condicionantes impostos pelo contexto, a participação multidisciplinar pode facilitar o processo de busca de informações e ganho de conhecimento. Não se pode esquecer que a elaboração de um programa de necessidades acompanhado por projetistas [arquitetura, sistemas prediais, engenheiros de segurança do trabalho e de produção] tende a oferecer resultados favoráveis às ações de construção desse documento que materializa e organiza as necessidades do cliente.

3.4 A Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização

“A Teoria do Sistema Geral: teoria da modelização [...] deve ser um teoria da instrumentação da modelização. [...] o emprego da sistemografia, instrumento de concepção-construção de modelos de fenômenos ou de projetos percebidos como complexos”. (LE MOIGNE, 1990, p.33).

Ao caracterizar dessa forma Le Moigne assume que o seu objetivo é fornecer o máximo de informações [conceitos, estruturas, exemplo e analogia], de modo a tornar a exposição mais clara. Para ele, a teorização do método restaura a liberdade de criação.

Le Moigne (1985, p. 14 e 15,) indica que a sistemografia é uma forma de modelização sistêmica que pode ser sintetizada a partir da conjunção de dois conceitos, o cibernético [a finalidade] e o estruturalismo [transformação]. Para Le Moigne, a Figura 3.1 representa a forma canônica do Sistema Geral.

Figura 3.1: *La forme Canonique du Système Général (SG)*. (LE MOIGNE, 1985) [A forma canônica do Sistema Geral].

A sistemografia pode ser aplicada em diferentes projetos, sejam eles de concepção, análise sistêmica e simulação a (tabela 3.3).

Tabela 3.3: Aplicação da sistemografia.

APLICAÇÃO E PASSOS A SEREM REALIZADOS		
CONCEPÇÃO	ANÁLISE SISTÊMICA	SIMULAÇÃO
Identificação da finalidade.	Função.	Propõe-se uma estrutura previamente concebida por análise.
Tipo de projeto e ambiente.	Evolução.	Põe o sistema em funcionamento.
Estrutura.	Reconhecimento do ambiente.	Verificam-se as possibilidades de evolução.
Forma de funcionamento.	Identificação das relações existentes em face às finalidades.	Verifica-se a evolução no ambiente proposto.
Possibilidades de evolução	Modelagem da estrutura	Comparação dos resultados obtidos com as finalidades previsíveis.

Para sistemografar é necessário compreender que o conceito de desempenho de um objeto está associado à eficiência de seus processos e uso.

A síntese dos elementos que compõem a Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização ora apresentada foi realizada pela autora a fim de facilitar o entendimento dessa teoria conforme (tabela 3.4).

Tabela 3.4: Síntese dos elementos que compõem da Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização de Le Moigne.

SÍNTESE DA TEORIA DO SISTEMA GERAL: TEORIA DA MODELIZAÇÃO		
Princípios	" conjunto de forças de valores finitos, coordenadas entre si por um sistema de regulação, de modo que, entregue a si próprio, no seu substrato natural, apresenta qualidade observável de estabilidade" C. P. Bruter, 1973, pág. 33 apud Le Moigne (1990, p. 228).	
A caracterização do modelo envolve:	A memória para o sistema geral é indissociável dos processos de organização. A sua permanência, sejam quais forem às transformações que exerce e que sofre o objeto.	
	Especificar o objetivo	➤ Para que serve?
	Especificar o tipo de modelização	➤ Por funcionalidade e/ ou ➤ Por transformação
	Identificar o ambiente	➤ Onde se aplica?
	Definir o que se espera	➤ Ganho de conhecimento sobre o que?
A estrutura do modelo	São ações que se processam de forma continuada; sendo necessário estabelecer os processadores.	➤ Processador operacional - Espaço [E] ➤ Processador Informacional – Tempo [T] ➤ Processador decisional – Forma [F]
	➤ É vital que se observe o seu comportamento se é estável ou não. Esse comportamento pode evoluir por coordenação ou diferenciação.	
A organização condiciona as relações internas do sistema e as operações; permitindo assim o seu funcionamento. Ele inicia com:	Inserção de dados qualitativos e quantitativos	➤ Filtro
	Definição do tipo de organização ao determinar os níveis de resolução do Sistema Geral.	➤ Organizado ➤ Organizante ➤ Memorizante
	Estabelecimento do tipo de fluxos. Os fluxos e campo são	➤ 9Extensividade; Intensividade;

- ⁹ Extensvidade [capacidade de armazenamento, transporte, de produção]; Potência em intensidade [nível]; Eficácia [relação numérica entre entradas e saídas em um dado momento]; Efetividade [uma relação qualitativa do seu comportamento].

criados a partir dos Processadores (E, T, F).	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eficácia; ➤ Efetividade, etc.
E com o estabelecimento dos parâmetros de equilíbrio para cada fase de andamento do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fase 1 [regulação - projeto em desenvolvimento]; ➤ Fase 2 [adaptação intervenção – reforma]; ➤ Fase 3 [adaptação estrutural reforma com ampliação]; ➤ Fase 4 [evolução estrutural – troca de parte do sistema em operação].
Identificar e conhecer os níveis de funcionamento do sistema que são configurados em 9 tipos de representação.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Passivo; ➤ Ativo; ➤ Regulado; ➤ Informado; ➤ Com decisão; ➤ Memória; ➤ Pilotagem; ➤ Inovação; e ➤ Auto finalizante.
Saída do sistema = resultados	

Bresciani Filho (2000) apud Thimmig (2000 p.18) a partir da teoria de Le Moigne propôs e ordenou as etapas de desenvolvimento do método de modelagem baseado na sitemografia. Como se pode observar (tabela 3.5) a estrutura proposta reflete plenamente as orientações de Le Moigne. Os trabalhos desenvolvidos por este pesquisador e por seus orientandos (Bresciani Filho, 1997; Kintschner, 1998; Ferreira, 1999 E Thiming 2000, 2008) utilizaram-se dessa estrutura para desenvolver seus trabalhos. Todos eles pertencentes às áreas de engenharia de produção e de administração de empresas.

Tabela 3.5: Etapas de desenvolvimento do método de modelagem proposta por Bresciani. (BRESCIANI FILHO (2000) *apud* THIMMIG, 2000 pág 18 e 19.).

- 1. Definir a fronteira do sistema a ser modelado, caracterizando os processadores de fronteira responsáveis pelas entradas e saídas do sistema.
- 2. Construir o sistemógrafo operacional do sistema de produção, dispondo em um diagrama de blocos as diferentes etapas do processo de produção, representando cada uma com um processador operacional.
- 3. Construir o sistemógrafo informacional do sistema de produção, dispondo em um diagrama de blocos as diferentes etapas da geração, transformação e comunicação da informação, representando cada uma com um processador informacional.
- 4. Construir o sistemógrafo do sistema decisional do sistema de produção dispondo em um diagrama de blocos as diferentes etapas do processo de decisão representando cada uma com processadores decisoriais.
- 5. Classificar todos os processadores dos sistemógrafos em categorias, tipos e níveis; construindo uma tabela comparativa de processadores.
- 6. Identificar as possíveis influências de campos de forças, tais como cultura e clima organizacionais.
- 7. Relacionar os problemas em ordem de prioridade, aplicar técnicas de análise de problemas e identificar e encontrar soluções para cada um deles.
- 8. Utilizar métodos matemáticos para a modelagem, tanto dos processadores quanto do sistema como um todo.
- 9. Propor a solução dos problemas na forma de recomendações e procedimentos a serem adotados.

Essa Teoria do Sistema Geral permite trabalhar sistemas complexos; se sujeita a uma estrutura lógica dentro de certa organização planejada que evolui sempre que uma ou mais intervenções coordenadas são propostas e, por fim, privilegia um ou mais requisito dentro do sistema.

Esse processo de desenhar a arquitetura do sistema foi denominado por LE MOIGNE de Sistemografia. Ela se estrutura utilizando três processadores: o de informação, operação e decisão; juntos permitem a construção do conhecimento e sua materialização.

Vale salientar que os diversos textos escritos pelo autor foram elaborados a partir da análise de estudos sobre o comportamento dos sistemas, em diversas áreas do conhecimento [biologia, cibernética, culturas, matemática e filosofia].

Esse pesquisador não nega nem descarta os arranjos propostos, pois ele entende as peculiaridades, forma e o contexto aonde o tema “sistemas” vem sendo aplicado para o desenvolvimento das diversas teorias. Ele destaca que o seu estudo trata de um método de modelização - a “sistemografia que é método geral de concepção e construção de modelos sistêmicos de fenômenos percebidos como complexos.” Le Moigne (1985, p. 13.). O método constrói o modelo que busca caracterizar e sintetizar o conhecimento. Para ele o modelo e teoria num dado momento se fundem.

Justificando seu pensamento ele tipifica as diversas formas de apropriação e transformação do conhecimento que podem produzir e validar uma teoria (Tabela 3.6).

Tabela 3.6: Quadro de referência 10 (Le Moigne, 1994, p. 7).

➤ THEORIES DE LA CONNAISSANCE [Teoria do conhecimento]	➤ PARADIGME CONNAISSANCE OBJET [Paradigma do conhecimento do objeto]	➤ PARADIGME CONNAISSANCE PROJET [Paradigma do conhecimento do projeto]
➤ METHODES DE MODELISATION [Método da modelagem]		
➤ PAR ANALYSE hypotétic - decuctif- experimental [Por análise-hipotético, dedutivo e experimental]	➤ MODÈLE EXPLICATION [Modelo explicação]	➤ MODÈLE INTERPRETATION [Modelo interpretação]
➤ PAR CONCEPTION axiomatique, indutif, pragmatique [Por concepção – aximático, indutivo e pragmático]	➤ MODÈLE COMPREHENSION [Modelo compreensão]	➤ MODÈLE REPRESENTATION OPERATOIRE [Modelo representação operatória]

- ¹⁰ *Interprétations épistémologiques de la notion de modèle, dans un double référentiel épistémologique (Théorie de la connaissance :Objet et Projet) et méthodologique (Analyse par raisonnement hypothético-déductif expérimental, et Conception par raisonnement axiomático-inductif pragmatique), au risque sans doute de figer prématurément des définitions qui s'avèrent n'être fécondes que reconnues dans leur ambiguïté.* *tableau de interprétations épistémologiques de la notion de modèle, dans un double référentiel épistémologique (Théorie de la connaissance :Objet et Projet) et méthodologique (Analyse par raisonnement hypothético-déductif expérimental, et Conception par raisonnement axiomático-inductif pragmatique), au risque sans doute de figer prématurément des définitions qui s'avèrent n'être fécondes que reconnues dans leur ambiguïté.* (Tabela de interpretações epistemológicas da noção de modelo em uma dupla referência epistemológica (teoria do conhecimento: Finalidade e Project) e metodologia (Análise pelo projeto experimental de raciocínio dedutivo e raciocínio indutivo axiomático-pragmática), o risco-livre provavelmente prematuro fixar as definições que são reconhecidos como sendo produtivo em sua ambigüidade). Le Moigne, pág 7, 1985 tradução nossa.

Le Moigne justifica a Teoria do Sistema Geral utilizando de forma dispersa em seu texto.

“é compatível com todas as definições usuais do conceito de sistema”; “[...] fornece um apoio explícito a um modo normativo de concepção de modelos de fenômenos percebidos por um observador”; “[...] reconhece-se diretamente herdeira de uma prática científica”; “[...] modo de representação geral e, contudo, específico (imagem de entrelaçamentos e de combinações múltiplas)”; e, por fim, ele indica que o modelizador deve proceder de forma que o objeto modelizado apresente três visões, são elas: “a funcional, a orgânica e a histórica”. Le moigne(1990).

3.4.1 Pré-requisitos para iniciar a construção do modelo

Le Moigne entende que o modelizador deve saber a distinção entre um sistema complexo e um sistema complicado.

“Um sistema é complexo quando a diversidade dessas atividades funcionais não implica necessariamente uma diversidade correlativa de processadores que o constituem: se conta com menos processadores diferentes em função, é porque a rede que liga estes processadores está fortemente integrada e apresenta numerosos anéis de retromissão” (LE MOIGNE, 1990, p. 304).

“Um sistema geral é complicado quando uma grande diversidade dos processadores que nele intervêm não implica uma diversidade correlativa das funções que exerce: mesmo fortemente diferenciada, a sua rede é pouco integrada e apresenta-se no essencial sob uma forma arborescente”. (LE MOIGNE, 1990, p. 304).

O propósito de um modelo é facilitar e não complicar por isso antes de iniciar a construção do modelo o modelizador deve responder as seguintes questões: 1) Qual o objetivo? ; 2) Quais as finalidades?; 3) Qual o ambiente?; 4) Qual sua identidade?; 5) Quais os níveis de resolução possíveis que são associados às finalidades e aos ambientes a serem descritos?; 6) Quais os processos no qual o objeto sofre e causa transformação, afetando a sua posição no tempo, no espaço e na sua forma.

3.4.2 Elementos que compõem o modelo

Para conceber o modelo, é necessário conhecer o objeto por meio do seu comportamento e estrutura considerando as condições mais variadas dele e da teoria do objeto considerado enquanto sistema.

Le Moigne reconhece que o sistema é um produto artificial do espírito dos homens. Para representá-lo é preciso estabelecer uma correspondência entre o objeto e o Sistema Geral e o homomorfo¹¹ do objeto, pois ele é dotado de todas as suas propriedades (Figura 3.2).

Figura 3.2: O paradigma sistêmico (Le Moigne 1990, p. 73).

Steinbruder, J. D. (1974, p. 11) apud Le Moigne (1990, p. 60) sintetiza

“Há diferenças sutis, mas importantes entre as palavras paradigma, teoria e modelo. Paradigma refere-se a um conjunto de hipóteses fundamentais e críticas nas quais as teorias e os modelos podem desenvolver-se. Teorias e modelos são mais específicos [..].”

Para Le Moigne, a todo instante, sobre a sua trajetória, a estrutura interna do objeto está integrado em, pelo menos, dois processadores: um processador operacional [E] e um decisório [F], sempre que necessário conecta-se ao processador informacional [T].

• ¹¹Os sistemas são homomorfos quando são semelhantes em forma.

É necessário descrever o estado dos instantes por meio do conjunto de relações firmadas entre entrada e saídas. Quando estas não se modificam ao longo do tempo são consideradas independentes de “T” e, portanto, invariantes.

“A representação destas cônicas de comportamento sucessivos do sistema percebido em “caixa negra” incita naturalmente a inferir alguns mecanismos internos regulares e estáveis [...]. Mas esta correspondência entre um comportamento e uma configuração é, e deve ser hipotética: ela sugere ao modelizador uma guia de orientação, o da simulação de um vetor de controle, U, que parametrizaria diversas modificações a priori desconhecidas, mas regulares e finalizáveis, da rede interna e das inter-relações entre os processadores representando o sistema; sem que estes últimos sejam identificados e enumerados, postula-se o modelo do interior, sem abrir a caixa negra e sem procurar abri-la a priori, a fim de chegar a proposições do tipo: tudo se passa como se”. Le Moigne (1990, p. 194).

O processo de representação das informações é facilitado a partir das tipologias operacionais dos fluxos e dos campos que indicam comandos de ação, trocas dentro e fora do sistema, ou mesmo de outros acontecimentos. Para tanto deve haver memória. A passagem da estrutura relacional à estrutura total está ligada à forma como se define a estrutura e a organização. Se o comportamento de um sistema pode mudar, deve-se admitir que a organização, também o possa. Então, desse ponto de vista, a parte constante seria a estrutura e a parte variável os programas [organização]. A estrutura estaria formalizada por uma rede de inter-relações entre processadores elementares. Enquanto a organização estaria centrada em uma estrutura de um processador de memorização, o qual conserva os registros dos programas. De forma esquemática, a dualidade fluxo – campo pode ser representada dessa forma (Figura 3.3).

Figura 3.3: A dualidade fluxo – campo, base da sistemografia do ambiente do Sistema Geral. LE MOIGNE (1990, p. 120).

3.4.3 Conhecendo o objeto

Ao abordar a Teoria do Sistema Geral se faz necessário representar o objeto, que opera em seus ambientes temporais, por meio de seus processos, conexões, fluxos processados e campo processador da modelização baseando-se em hipóteses.

“É necessário um novo olhar. O objeto cuja identidade havia sido conhecida no momento pelas suas atividades finalizadas deve agora ser reconhecido como identificável, e, portanto único na duração”, Le Moigne, (1990, p.180).

"Um objeto é um conjunto de forças de valores finitos, coordenadas entre si por um sistema de regulação, de modo que, entregue a si próprio, no seu substrato natural, apresenta qualidade observáveis de estabilidade." Bruter, C. P. (1973, p. 33) apud Le Moigne (1990, p. 228).

Le Moigne reconhece o objeto artificial da seguinte forma:

- Alguma coisa (não importa o que, presumivelmente identificável)
- Que em alguma coisa (ambiente)
- Para alguma coisa (finalidade ou projeto)
- Faz alguma coisa (atividade = funcionamento)
- Por alguma coisa (estrutura = forma estável)
- Que se transforma no tempo (evolução)

3.4.4 Tipos de representação

A sistemografia permite diferentes tipos de representação. Pode ser utilizada a modelização pelas finalidades do sistema geral empregando os sistemas de direção que são os modelos hierarquizados, tal como a função de controle global [uma hierarquia que conduz a uma decomposição vertical em subsistemas de controle]; e a modelização pela atividade que trabalha subdividindo os processos em sub-processos mais simples, controlando segundo critérios locais coordenados pelos níveis superiores hierárquicos.

Neste contexto Le Moigne (1990, p. 224) esclarece a correspondência entre a informação e a organização. Ele explica: a informação informa a Organização; a organização organiza a informação que a forma e que ela forma correspondência; ou seja, a organização é estabilizada em correspondência com o sistema operante; a organização organizante com o sistema de decisão; e a organização memorizante em correspondência com o sistema de informação.

3.4.5 Níveis de organização

Os modelos podem apresentar três níveis da organização [organizado, o organizante e o memorizante]. Todos trazem o reconhecimento da capacidade

organizadora de um sistema que se produz a si própria [auto-poiese¹²], ou que se define ela mesma.

No organizado tem-se o sistema organizado em estrutura ou rede constituída do sistema. Nesse modelo as representações têm às descrições sincrônicas ou cinemáticas, suas atividades caminham por uma estrutura supostamente estática.

No organizante, a organização privilegia as representações diacrônicas ou morfogenéticas do sistema, ou seja, ele dá conta dos processos pelos quais o sistema se autotransforma; portanto, aparece a direção das suas transformações internas, das suas mudanças de estado ou de comportamento. Essa função procura modificar a organização estabilizada.

No memorizante, têm-se os acoplamentos entre o organizado ativo e o organizante transformando-o em organizado. Ele processa apenas a informação.

A organização é uma propriedade fundamental de um sistema geral, pois essa organização é ao mesmo tempo organizada e organizante. O conhecimento de sua estrutura e de suas funções só é entendido em relação às intensões que lhes atribuímos, portanto, se faz necessário diagnosticar o peso e a ordem destes condicionantes.

A memória para o sistema geral é indissociável dos processos de organização. A sua permanência, sejam quais forem às transformações que exerce e que sofre o objeto, para continuar a ser esse mesmo objeto, é necessário que o sistema garanta a invariância funcional do processador de memória. Portanto, para sistemografar o objeto organizado, é preciso dotar o modelo de uma memória explícita.

• ¹² H. MATURANA conta na introdução de "*Auto-poiesis and cognition*" (1980) o significado da expressão poiesis que traduz produção e criação e a sua relação de movimento que é a organização circular, onde se percebe o complexo conceito de organização.

Le Moigne entende que existe uma dualidade nos procedimentos que envolve a dinâmica do Sistema Geral. Ele cita Thom, R. (1972, pág.19) apud Le Moigne (1990, pág. 255) para explicar esse dilema: “todo modelo comporta a priori duas partes: uma cinemática cujo objeto é parametrizar as formas ou os estados do processos considerados; uma dinâmica, cujo objeto é descrever a evolução temporal entre estas formas”. Esse mesmo autor indica que as questões relacionadas a previsão por extensão implica em:

“diferenciar o equilíbrio instantâneo do sistema em torno das estabilidades estruturais disponíveis no momento t , de sua evolução, no decurso da qual, por importação ou exportação da entropia negativa (ou de variedades), a organização do sistema se enriquece ou estabiliza”. Thom, R. (1972, pág.19) apud Le Moigne (1990, pág. 255)

3.4.6 Níveis de representação do sistema geral

Le Moigne entende que os sistemas podem ser representados em nove níveis e estes são agrupados em três classes, pois todo modelo sistêmico se organiza pondo em correspondência um sistema operacional [SO], e um sistema de decisão [SD], por intermédio de um sistema de informação [SI] ou de memorização.

- A primeira Classe [sistema – máquina] é composta por quatro níveis.

No **primeiro nível** o objeto é passivo e seu grau de envolvimento se restringe ao suporte (base de sustentação); este nível é o da estrutura ou da organização estabilizada ou do sistema estabilizado presumido invariante.

No **segundo nível**, o objeto ativo que intervém se beneficia e mantém um comportamento de troca.

No **terceiro nível** o objeto é ativo e regrado, havendo uma relação de retroalimentação, ou seja, no exterior do objeto existe um ou mais processos decisórios que intervém sobre o seu comportamento; o sistema de regulação avalia as forças de composição do objeto e pode manter o equilíbrio entre si por um jogo de forças compensatórias.

No **quarto nível** o objeto necessita de informações para se colocar ativo. Esse nível se relaciona com a robótica.

- A segunda Classe é composta por três níveis.

Le Moigne entende que essa classe se destina às relações nos domínios da biologia, ou seja, da vida.

No **quinto nível** surge a decisão que tem caráter autônomo, sem, contudo haver clara diferenciação entre os processos de informação e decisão.

No **sexto nível** surge a memória, onde o processo decisional se articula entre informação e memória estabelecendo uma hierarquia.

No **sétimo nível** tem-se informação, memória e o controle da coordenação que opera as variáveis do sistema a partir de um centro de decisões onde não se sabe quais processos são articulados e privilegiados (Figura 3.4).

PROCESSADORES				
PROCESSADORES	OPERANTE		INFORMACIONAL	
	DECISÓRIO			
	Tipo T	➤ Armazém	➤ Memória	➤ Memória
	Tipo E	➤ Transporte	➤ Comunicação	➤ Controla
	Tipo F	➤ Fabricação	➤ Cálculo	➤ Reflexão

Figura 3.4: 2ª Classe - Nível 7 - Informação, memória e o controle.

Fonte: A grelha – trata-se do processamento – produtos (TEF-OID) (Le Moigne - Teoria do sistema geral, 1994, pág. 165).

- A terceira Classe é composta por dois níveis que pertencem ao domínio humano e social, portanto, extremamente complexos.

No **oitavo nível** surge a imaginação ou a capacidade de gerar informações simbólicas. Trata-se de sistema capaz de se auto-organizar e aprender a partir das intervenções realizadas e sofridas.

O **nono nível** é o da autossatisfação, do objetivo, da finalização. A consciência emerge dando ao homem liberdade e aspirações para decidir seu destino.

3.4.7 Funcionamento do sistema geral

Para LE MOIGNE, a todo instante, sobre a sua trajetória, a estrutura interna do objeto está integrado em, pelo menos, dois processadores: um processador operacional e um decisório, sempre que necessário conecta-se ao processador informacional.

Este autor entende que o funcionamento do sistema se relaciona ao estado do sistema no instante t , que se estabelece pelo conhecimento de seu estado no instante anterior t_0 , $S(t_0)$ e pelo calendário t_0, t dos vetores de comando (ou vetores dos parâmetros de mudança de estado), $u(t_0, t)$: $s(t) = E(s(t_0), u(t_0, t))$. Os processadores elementares tem um comportamento e atuam segundo a mudança no tempo (T), no espaço (E) e na forma (F) e cria a hipótese de que todo processo deve poder ser representado por uma combinação desses três tipos de processadores elementares que são: T, E, F (Figura 3.5).

Tipos de processadores	Processadores - tipo [subsistemas críticos]	
	De matéria-energia	De informação
➤ Processadores E	➤ Injetor ➤ Injetor ➤ Distribuidor ➤ Extrator ➤ Extrator	➤ Leitor ➤ Receptor ➤ Canal ➤ Emissor
➤ Processador T	➤ Armazenador ➤ Acumulador	➤ Memória ➤ Duplicador
➤ Processador F	➤ Destruidor ➤ Produtor ➤ Filtrador ➤ Catalisador	➤ Decodificador ➤ Codificador ➤ Calculador ➤ Regulador

Figura 3.5: Exemplos de processadores tipo (em biologia e em informática) baseado em J. Miller apud Le Moigne (1990, p. 128).

Esses processadores obedecem a uma hierarquia de representação. Portanto, um processador processando matéria, deve receber energia; um processador de energia deve receber informação de controle; um processador processando

informação de controle deve receber informação de representação. Isso significa que um processador elementar contém uma memória e pode representar diversos fluxos diferentes que guardam característica bem definidas. Podem ser em extensividade [capacidade de armazenamento, transporte, de produção], potência em intensidade [nível], em eficácia [relação numérica entre entradas e saídas em um dado momento] ou em efetividade [uma relação qualitativa do seu comportamento].

Um elemento ativo E é um objeto material cujo estado depende, de certa maneira, de outros objetos materiais que atuam sobre outros objetos materiais. O conjunto dos outros objetos materiais chama-se ambiente do elemento dado [cada tipo de estado, assumido individualmente, será chamado de intrants do elemento E]. Pode haver diversos intrants e extrantes. Para facilitar a compreensão Le Moigne apresenta as inter-relações de autoria de Klir, G. e Valach, M. (1965 – 1967, p. 490) – (Figura 3.6).

Figura 3.6: Inter-relações entre elementos (processadores elementares) – sobre o mesmo fluxo. G. Klir e M. Valach (1965 – 1967, p. 490) apud Le Moigne (1990, p. 131).

As inter-relações neutras não processam nada, por exemplo, um transporte, então se classifica como processador tipo E. As inter-relações podem ser

desenvolvidas em relações arborescentes, circulares, em paralelo atendendo a uma hierarquia.

O uso do método aplicado à sistemografia auxiliará ao desenvolvedor de projetos a racionalizar seus processos lógicos, estruturar as possíveis flexibilidades que se adequam à tecnologia sem comprometer a operabilidade e manutenibilidade do sistema. Trata-se da melhoria da confiabilidade do processo de criação e do desenvolvimento do projeto. A informação orientada as partes que integram o projeto e as possíveis atividades em momentos distintos passam a ser conhecidas e de certa forma direcionadas na melhor boa prática pelo projetista.

4 CAPÍTULO - TECNOLOGIAS

Esse capítulo apresenta os riscos associados aos sistemas de termoconversão e construtivos colaborativos.

O comportamento em uso das tecnologias de termoconversão depende dos sistemas colaborativos, tais como: vedações horizontal [cobertura e piso] e vertical [paredes]. O sistema estrutural condiciona o comportamento dos demais sistemas, mesmo sendo estático.

Os riscos aqui considerados representam a probabilidade de ocorrência de injúria ao usuário devido às condições impostas pela tecnologia nas atividades de uso, operação e manutenção. O perigo representa as condições intrínsecas do ambiente, componente e ou equipamento.

As principais características dos componentes e o processo de funcionamento da termoconversão são detalhados no anexo I.

4.1 Exigências do usuário

Trata-as de conjunto de requisitos indicados pelo [s] usuário [s] que devem ser satisfeitos. Essas exigências são materializadas a partir das estratégias de projeto que identificam e hierarquizam os riscos para então, iniciar o processo de compatibilização sistêmica e integrada entre os sistemas construtivos, forma plástica, modo de organização e coordenação dos espaços de uso. As exigências¹ do usuário² aqui consideradas são as seguintes:

Eles são divididos em três grandes classes segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2013): riscos relacionados à segurança, riscos relacionados à habitabilidade e riscos relacionados à sustentabilidade.

¹ Exigências do usuário conjunto de necessidades do usuário do edifício habitacional a serem satisfeitas por este (e seus sistemas), de modo a cumprir com suas funções. P.5

² Usuário pessoa que ocupa o edifício habitacional. P.7

Tabela 4.1 – Exigências do usuário

Segurança	Habitabilidade	Sustentabilidade
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Segurança estrutural; ➤ Segurança contra o fogo; ➤ Segurança no uso, operação e manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estanqueidade; ➤ Conforto térmico; ➤ Conforto acústico; ➤ Conforto lumínico; ➤ Saúde, higiene e qualidade do ar; ➤ Funcionalidade e acessibilidade; ➤ Conforto tátil e antropodinâmico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Durabilidade; ➤ Manutenibilidade; ➤ Impacto ambiental.

Fonte: ABNT NBR 15575-1 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos Desempenho Parte 1: Requisito geral, p. 8.

4.2 Variáveis que orientam a implantação de controles de segurança em Sistemas de Aquecimento Solar (SAS)

As medidas de proteção são formatizadas a partir das necessidades humanas, ambiente, tecnologias e sistemas construtivos.

- Usuário – falta de hábito e conhecimento no uso da tecnologia.
- Ambiente externo – Condições adversas que se tornam inadequadas ao funcionamento seguro do sistema [clima, conjunto vegetal, proximidade de equipamento energizados, etc.].
- Ambiente interno – interações incompatíveis que pode ser por proximidade entre ambientes ou sistemas.
- Tecnologia – falta no arranjo físico ou nos dispositivos de controle que possibilitem o uso, operação e manutenção seguros. Falha de especificação de componentes que atenda as demandas do momento e as futuras.
- Sistemas construtivos colaborativos – interações incompatíveis que podem ser estrutural, qualificação de materiais e componentes ou mesmo por proximidade entre sistemas.

4.3 Sistema de termoconversão

Trata-se de um conjunto de componentes e equipamentos com funções específicas que se integram em um projeto com a finalidade de aquecer, armazenar e distribuir a água quente no sistema utilizando a energia do sol como fonte primária de energia. A água quente pode ser utilizada nas atividades de higienização, calefação de ambientes e no aquecimento da temperatura da água de piscinas. Conforme mostra a (Figura4.1).

Figura 4.1: Imagem: Oliclima - Instruções de montagem estruturas de suporte em alumínio anodizado para coletores solares térmicos V.01.2011 Portugal.

4.4 Cenários de riscos

Foram considerando, na montagem dos cenários, os requisitos do usuário para a identificação e qualificação dos riscos.

Tabela 4.2: Cenários

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Demanda de uso da tecnologia	Perfil e característica da população - família.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acesso livre de crianças e pessoas sem conhecimento especializado as áreas técnicas. ➤ Inexperiência no uso, operação e manutenção do sistema. ➤ Falta de habito do uso de medidas de proteção Individual [EPI]. Riscos: choque elétrico, queimadura e queda em altura.	➤ Prover sistemas de fechamento com chaveamento, proteção dupla das portas de equipamentos energizados, ligação à terra das partes metálicas ou com corrente elétrica; barreiras para isolamento do contato direto com superfícies quente e ambientes com desnível.
	Local de consumo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Superaquecimento da água no ponto de consumo. Risco: queimadura.	➤ Prover misturador termostático na saída do acumulador.
	Sistema de energia apoio para garantir o funcionamento do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de isoladores elétricos e aterramento no acumulador com resistência elétrica e nas partes metálicas em contato direto. Risco: Choque elétrico.	➤ Prover ligação à terra do acumulador, equipamentos, tubulação em cobre e metais sanitários.
	Uso da domótica para controle, operação e monitoração de diversas funções do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Local inadequado [proximidade do piso, falta de travas, sem tampa para segunda proteção, etc.] para instalação dos armários técnicos. Risco: Choque elétrico.	➤ Estabelecer hierarquização no arranjo físico do sistema dentro dos armários técnicos de modo a atender aos aspectos de ventilação e isolamento de acesso a usuário não capacitado.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Demanda de operação e manutenção	Orientação e inclinação do coletor.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suportes e sistemas de fixação inadequados ao local [cobertura e / ou fachada], peso próprio do coletor. ➤ Falta de acesso para as atividades de limpeza e troca de peças. <p>Risco: impacto de objeto contra pessoas por quebra de componente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover suportes que atendam as cargas próprias e as de vento. ➤ Prover articulação que permita acesso a área sob os coletores. ➤ Adequar a cobertura para o norte e utilizar a inclinação o mais próximo a latitude do local.

Figura 4.2 Orientação.

Figura 4.3: Alturas diferentes nas estações do ano.

Figura 4.4: Ângulo de inclinação do coletor.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Tecnologia	Forma de funcionamento do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Por termossifão – falha no sistema de sinfonamento. ➤ Por bombeamento – falha das bombas. <p>Risco: por contaminação da água do sistema, perda da temperatura e ruptura de componentes por excesso de temperatura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover dimensões adequadas ao termossifão. ➤ Prover bomba auxiliar autônoma.
	Arranjo físico da Tecnologia na arquitetura.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausência de integração funcional causando dificuldade de acesso. <p>Risco: impacto contra o corpo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adotar a integração sistêmica para projetar a forma, organização e coordenação dos espaços que acomodam os sistemas. ➤ Prover áreas técnicas com medidas de isolamento do risco por níveis de gravidade.
	Condição de conforto.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausência de ventilação. ➤ Temperatura de trabalho e conexões acima das especificações. ➤ Nível de iluminamento inferior a necessidade de visualização dos marcadores. <p>Riscos: acidentes diversos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover ventilação natural ou artificial no ambiente. ➤ Prover iluminação próxima a 100 lux.
	Caracterização dos materiais e componentes do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uso de materiais e componentes com características de resistência [mecânica, ao fogo, umidade, elétrica, etc.] incompatível com as condições de funcionamento seguro. <p>Riscos: acidentes diversos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consultar as fichas técnicas da tecnologia e do componente antes da especificação.
Coletor	Dimensionamento.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ O rápido aquecimento da temperatura dentro do sistema devido ao excesso de placas coletoras. ➤ Inadequação da tecnologia as condições climáticas. <p>Risco: quebra dos coletores, queimadura no ponto de consumo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar a demanda, as condições ambientais e as válvulas de alívio. ➤ Verificar a temperatura máxima de funcionamento.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Funcionamento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quebra de componente [tubo vácuo] por choque térmico [entrada de água fria quando o nível de radiação solar está elevado]. ➤ Rompimento da flauta por congelamento. <p>Risco: quebra dos coletores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Implantar controle de entrada de água fria direta no sistema. ➤ Instalar válvula anticongelamento.
	➤ Superfícies de contato.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acesso direto a superfícies quentes, cortante, energizada. <p>Risco: queimadura, corte e choque elétrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Criar corredor de acesso ou afastamento do risco. ➤ Prover acabamento liso nas superfícies. ➤ Prover equipotencialização e aterramento.
	Temp. estagnação máxima ³ dentro do acumulador coletor.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falha na bomba de recirculação permitindo que a temperatura se eleve. ➤ Falha na válvula de alívio e o não uso da água quente retida no acumulador. ➤ Ausência de sonda de temperatura dificultando o controle. <p>Risco: queimadura no ponto de consumo e danos ao sistema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalar sistema de alívio de temperatura e pressão nos coletores. ➤ Revestir os tubos com isolante térmico.

³Temperatura de estagnação: Os coletores planos com isolamento: temperatura 160°C – 200°C. Coletores de tubo de vácuo - temperatura 200°C – 300°C, com refletores acima de 350°C. Coletores parabólicos compostos temperatura 200°C – 300°C.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Caracterização do fluido anticongelante.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inadequação do líquido anticongelante por apresentar: Sais solúveis excedendo os 500 mg/l. Condutividade ultrapassando os 600 S/cm. Quantidade máxima de dióxido de carbono livre na água superior a 50 mg/l. O pH do fluido de trabalho, para uma temperatura de 20°C, não atende a um mínimo de 5 e um máximo de 9. <p>Risco: danos ao sistema por degradação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atender as especificações do fabricante.
Acumulador térmico	Dimensionamento – Elevação da temperatura de operação.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falha na válvula de alívio. ➤ Não uso da água quente retida no acumulador. ➤ Falha na bomba. <p>Risco: Deterioração de componente do sistema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalar sistema de alívio de temperatura e pressão no acumulador. ➤ Implantar tubos de aço inox ou cobre nas entradas e saídas de água.
	Temperatura fora da faixa crítica de crescimento de bactérias.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Não garantir a temperatura mínima de 50°C onde ocorre o risco da proliferação da Legionella pneumophila - que causa pneumonia. [EKOS BRASI; VITAE CIVILIS, 2010, p. 61]. ➤ Afastamento entre componentes [coletor e acumulador] e [acumulador e ponto de uso] causando zonas com diferentes temperaturas. <p>Risco: Contaminação biológica da água.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantir que o acumulador de água guarde temperatura superior a 50°C com ou sem aquecimento solar. Desinfecção do sistema. Conforme indica o manual.
	Material de revestimento do acumulador térmico.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corrosão do aço inox pela presença cloro na água. ➤ Deterioração do aço esmaltado pelo término do magnésio ou do ânodo externo de proteção. ➤ Rompimento do acumulador térmico de aço revestido em plástico com temperatura > 80°C. <p>Risco: danos no componente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inoxidável – Instalar filtro na entrada de água no sistema. ➤ Aço esmaltado – equipar com magnésio ou com um ânodo externo. ➤ corrosão ou fissuras no esmalte. ➤ Revestidos em plástico – verificar a temperatura limite.

Variável	Contexto	Condição de risco	Medida preventiva
	Ligações entre coletores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falha no esquema de ligação entre coletores ao não assegurar o equilíbrio hidráulico devido a quantidade máxima de coletores por bateria; ➤ Estagnação do sistema por presença de ar dentro dos coletores; ➤ Redução da eficiência por sombreamento entre baterias de coletores, árvores, edificações e planos de telhado. <p>Risco: estagnação do sistema com possibilidade de quebra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consultar especificações técnicas. ➤ Colocar purgadores de ar sempre que haja uma descida na rede de tubulação [à saída de uma bateria de coletores] antes da ligação à rede principal; ➤ Discreta inclinação de 2 mm na fileira de coletores para facilitar a saída de bolas de ar do sistema; ➤ Especificar coletor com sondas e sistema de controle. ➤ Adquirir suporte compatível a bateria de coletores em funcionamento [carga total]. ➤ Verificar o percurso do sol principalmente no inverno onde se tem maior necessidade.
	Fixação dos quadros dos coletores na cobertura e fachadas.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fixação em base inadequada podendo provocar queda do sistema. ➤ Deformação do quadro por excesso de cargas causando quebra das presilhas. ➤ Deformação no coletor devido ao uso de suportes inadequados que não resiste à ação dos ventos. <p>Risco: danos a componentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adquirir componentes para as diversas finalidades, em caso de inexistência no mercado propor soluções, supervisionar sua execução e testar as peças antes de inseri-la na obra.
	Componentes de passagem e ventilação	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de peças adequadas a passagem dos componentes [tubulações e fiação]. <p>Risco: deterioração dos componentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adquirir componentes para as diversas finalidades.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Controles passivos instalados no sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausência de componente de segurança nos diversos equipamentos que compõem o sistema. ➤ Inadequação dos sistemas construtivos colaborativos de modo a compromete a proteção passiva. <p>Risco: danos a componentes e acidentes diversos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilizar processos de avaliação dos riscos para o usuário advindos da tecnologia e de sua inserção nos sistemas colaborativos. ➤ Prover acessos seguros [dimensionamento e forma] para as atividades de uso, operação e manutenção. ➤ Prover junto às áreas técnicas ganchos, suportes para os equipamentos móveis de acesso; sinalização de alerta; extintores; luz de emergência e informação de emergência.
	Garantia do sistema	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falha de manutenção – das avarias causadas por agentes externos, tais como: animais [roedores, aves]; fenômenos climáticos [geadas, granizos, ventanias]; geológicos e elétricos. ➤ Falha ou falta dos componentes de segurança dos sistemas, tais como válvulas e sistema autônomo de energia para o sistema anticongelante. ➤ Montagem fora dos padrões indicados pelo fabricante. ➤ Atos de vandalismo. <p>Risco: danos a componentes e acidentes diversos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Indicar os riscos ao futuro usuário. ➤ Elaborar manual de uso, operação e manutenção.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Arquitetura	Geometria da área Técnica externa.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contraste por diferença de luz ou brilho intenso causado por ofuscamento. ➤ Falta ou acesso reduzido para o deslocamento do usuário durante as atividades de uso, operação e manutenção. ➤ Ausência de suportes e de local adequado para sua fixação. <p>Riscos: queda em altura, impacto sobre o corpo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Afastamento dos acessos da linha de sombreamento. ➤ Acesso livre de 1.20m no entorno de componentes [coletores]; Acesso livre de 0.60m entre os coletores. ➤ Implantação de suportes para fixação de escadas e ganchos para linha de vida.
	Geometria da área técnica interna	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensões [comprimento, largura e altura] insuficientes para a implantação dos componentes. <p>Risco: impacto sobre o corpo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permitir afastamento que facilite o acesso livre para as atividades de manutenção. Cada equipamento ou componente exige condições de ventilação, acesso e visualização.
	Inclinação da cobertura superior a 30°.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Escorregamento e ou queda do usuário na superfície de acesso ao sistema. ➤ Acúmulo de granizo sobre o coletor e cobertura [colapso da cobertura]. <p>Risco: acidentes com injúria para o usuário como queda em altura e impacto contra o corpo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adotar as proteções passivas [escada técnica, passarelas móvel ou fixa]. O suporte deve ser locado na cobertura e fachadas. ➤ Adotar ângulos ao escoamento da carga. ➤ A estrutura de suporte dos coletores não deve permitir o acúmulo de folhas, geadas, etc.
	Inclinação da cobertura inferior a 10°.		
	Superfícies ao longo dos acessos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contato direto com superfícies quentes, cortante, energizada. <p>Risco: queimadura, corte e choque elétrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover acesso distanciado do risco. ➤ Prover acabamento ou dispositivo para piso com rugosidade suficiente que evite quedas. ➤ Prover superfícies não abrasiva ou cortante para as vedações verticais e horizontais. ➤ Prover equipotencialização e aterramento.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Localização das áreas técnicas internas. Divisa com dormitórios. Implantação junto a cozinha. Paredes, tetos e corredores técnicos embaixo de áreas molháveis.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ruído devido ao funcionamento das bombas. ➤ Falta de compartimentação ou afastamento entre componentes que operam com temperaturas acima de 40°C. ➤ Umidade retida nas paredes, teto e pisos por penetração de água [chuva ou vazamento de parte do sistema]. ➤ Área técnica com acesso para o interior. <p>Riscos: Condição incômoda para o usuário, incêndio, formação de mofo e choque elétrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isolamento acústico ➤ Isolamento ao fogo entre áreas de risco - compartimentação vertical e horizontal. ➤ Ventilação cruzada de baixo para cima da área técnica. ➤ Uso de mantas isolantes elétrica nas áreas com possibilidade de presença indevida de água [piso e parede]. ➤ Transferência da área técnica do local não sujeito a umidade. ➤ Implantação da área técnica com acesso externo e deslocado de área de risco [cozinha] facilita o acesso do Corpo de Bombeiros e minimiza o risco de propagação do incêndio.
	Barreiras fixas ou moveis em frente às saídas das áreas técnicas.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Passagens com largura inferior a 0.60 e com altura menor 2.00m. ➤ Alçapão com dimensões livre [largura e comprimento] inferior a 1.00m e sem suporte de fixação de escadas. ➤ Falta de abertura para o exterior nas áreas técnicas. ➤ Corredor técnico de passagem com altura livre inferior a 2.50m. ➤ Pilares posicionados defronte as passagens. ➤ Paredes com áspero. <p>Riscos: impacto contra o corpo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Largura mínima para passagem de pessoas 1.20m em corredor. Altura 2.10m ➤ Alçapões com no mínimo 1.20m de largura livres. ➤ Prover aberturas de serviço 1.50m de largura [duas folhas de porta]. A abertura deve permitir a saída de componentes e equipamentos ➤ Prover altura superior a indicada por norma 2.50m. Instalação de calhas para sistemas elétricos, domóticos necessitam espaços para acesso a manutenção [no mínimo de 0.30m]. ➤ Especificar parede com revestimento uniforme e liso.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Compartimentação vertical e horizontal.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falha na organização espacial. ➤ Falha na especificação dos materiais quanto a características de resistência [mecânica, ao fogo, umidade, elétrica, etc.] incompatível as necessidades da tecnologia. <p>Risco: incêndio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uso de materiais resistentes ao fogo conforme o risco de incêndio. ➤ Consultar as fichas técnicas da tecnologia e do componente antes da especificação.
	Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deterioração precoce dos sistemas devido a falha de projeto [conflito entre sistemas] e especificação de materiais. <p>Riscos: perdas materiais e injúrias em caso de colapso estrutural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Detalhamentos dos sistemas construtivos [impermeabilização, calhas, etc.]; verificar as características dos materiais antes de especificá-los, por exemplo: ionização galvânica, gotejamento, etc.
Segurança do usuário.	Atividades de uso, operação e manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta das proteções passivas e ativas. ➤ Condições inseguras de acesso e de manutenção preventiva. ➤ Condições penosas de trabalho por falhas nos sistemas de conforto ambiental, higiene e de adequação ergonômica. ➤ Uso de materiais de revestimento contaminantes do ar e da água. <p>Riscos: injúrias diversas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover as medidas passivas e as ativas que incluem os equipamentos de proteção individual certificados. ➤ Verificar ficha técnica dos materiais e os riscos.

4.5 Sistemas construtivos colaborativos

Os sistemas construtivos são formalizados a partir de um conjunto de boas práticas previamente estabelecidas que ordena a associação entre materiais e componentes que cumprem uma determinada função mantendo padrões de qualidade e segurança de uso, operação e manutenção. Dentre os sistemas é possível destacar quatro deles: cobertura, vedações e instalações. Todos estruturados a partir das condições limites do sistema estrutural.

A cobertura tem sido o sistema construtivo mais utilizado como apoio na sobreposição ou integração da tecnologia de termoconversão. O uso da termoconversão em fachadas é pequeno devido às diversas restrições [latitude, afastamento entre habitações, etc.]. No entanto as paredes e tetos tem sido amplamente utilizados como área técnica de passagem para fixação de componentes [tubulações e equipamentos].

Figura: sistema cobertura é composto por: estrutura, isolantes [higrotérmico e acústico], camada de ar e telhas.

Os métodos construtivos aplicados a estrutura da cobertura se diferem dependendo das necessidades funcionais e estéticas. Podendo ser: em madeira, aço, concreto armado, nervura e lajota cerâmica; concreto protendido; concreto pré-moldado, bambu, etc. O cobrimento externo, mesmo estando condicionado a estrutura, pode ser alterado e ajustado desde que não comprometa a estabilidade estrutural e funcional. Em habitações é comum utilizar as telhas com material cerâmico [com ou sem esmalte],

cimentício, compostos com fibras [vegetais, cinéticas e metálicas], vidro, PVC, laminas metálicas com e sem isolantes térmico e acústico.

Os isolantes podem ser de diferentes tipos de materiais, como: os incombustíveis (lã de rocha e lã de vidro), os auto extingüíveis e os combustíveis.

São apresentados os riscos associados aos componentes do sistema construtivo colaborativo quando associados à termoconversão.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Telha	Segurança no uso e operação - Comprimento, largura altura.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Variação dimensional da estrutura de apoio; ➤ Quebra devido a falta do apoio ou sobrecarga [cálculo da estrutura não considera as cargas localizadas e distribuídas]; ➤ Falha de execução e de posicionamento de recortes nas telhas. ➤ Entrada de água no interior devido falha na sobreposição. ➤ Dificuldade de transporte e manuseio. <p>Riscos: Perda material [rompimento ou trica de peças; apodrecimento dos componentes, colapso]; Queda em nível e em desnível.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover material adequado a função.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Segurança estrutural-Resistência carga	à <ul style="list-style-type: none"> ➤ Carga pontal sem apoio estrutural; ➤ Movimentação de pessoas sobre a superfície. ➤ Deformação por falha no cálculo ou especificação dos materiais. ➤ Transporte e manuseio. Riscos: colapso do sistema, queda em mesmo nível e em altura.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover apoio estrutural. ➤ Prover uso
	Geometria	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Posicionamento da tecnologia em área nos limites do beiral. ➤ Modulação em desnível. ➤ Ausência de dispositivo de proteção a queda em altura. Risco: queda no mesmo nível e em altura.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Afastamento da tecnologia dos beirais. ➤ Implantação de dispositivo para EPC.
	Estanqueidade	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aumento de carga da cobertura pela absorção de água. ➤ Aumento da humidade interna no ambiente. ➤ Falta de passagem de ar para ventilação; Riscos: Perda material [rompimento ou trica de peças; apodrecimento dos componentes]; desenvolvimento de fungos e bactérias.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover material com baixa absorção.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Caixa de ar	Qualidade do ar.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falha na ventilação gerando acúmulo de umidade [proliferação de fungos e bactérias]. Riscos: contaminação do ar.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prover isolante higrotérmico. ➤ Instalar componente de ventilação. ➤ Não criar barreiras que impeça a circulação de ar nesse sistema.
	Segurança ao fogo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Superaquecimento por falta de isolantes e de refrigeração nas áreas técnicas [sistemas embutidos]. Riscos: incêndio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalar componente de ventilação. ➤ Consultar ficha técnica para identificar a reação ao fogo e tempo de resistência. ➤ Se necessário propor revestimento resistentes ao fogo.
	Organização dos sistemas elétrico e hidráulico da tecnologia.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de proteção dos componentes. ➤ Distribuição não ordenada. Risco: choque elétrico.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Distribuir os sistemas de forma ortogonal e em calhas.
Revestimentos Isolantes	Estabilidade dimensional.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rompimento das camadas isolantes por variação de temperatura e espessura do revestimento. Risco: incêndio e penetração no interior de calor e umidade.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Especificar camadas resistentes ao fogo.
Térmico, barreiras de água e vapor.	Forma e textura do material.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desprendimento de partículas perfurantes [fibra de vidro]. ➤ Acúmulo de poeira nas passagens das tubulações. Risco: corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Especificar mantas com camada de proteção nas faces.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Resistência à tração paralela às faces.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rompimento das camadas isolantes. ➤ Risco: contaminação do ar por bactérias. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Detalhar os transpasses.
	Condutibilidade Térmica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interfere na temperatura do ambiente seja interno ou externo. Risco: perda da qualidade de conforto.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Especificar segundo a demanda.
	Reação ao fogo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incompatibilidade entre componentes. Risco: incêndio.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Especificar segundo a demanda.
	Absorção de Água	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sobrecarga na estrutura. ➤ Proliferação de fungos e bactérias. Riscos: deformação da estrutura e contaminação do ar.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Especificar segundo a demanda.
	Coeficiente de Absorção Acústica: α_s	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Passagem do som relativo a operação dos equipamentos. Risco: incômodo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensionar a partir do maior ruído.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Estrutura	Estabilidade dimensional.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Irregularidade das peças. ➤ Diferentes tipos de liga em estrutura em aço. Risco: perda da funcionalidade de outros componentes.	Especificar materiais com desempenho certificados.
	Deterioração	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Metálicos – corrosão galvânica e química. ➤ Madeira – pragas e umidade. ➤ Concreto – agentes químicos em suspensão, fissuras no revestimento. Risco: colapso.	Projetar utilizando as fichas técnicas e as boas práticas.
	Condutibilidade térmica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ponte térmica. Risco: perda da qualidade de conforto interno.	Prover componente isolante.
	Condutibilidade elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contato direto com superfície energizada. Risco: choque elétrico.	Prover aterramento.
	Reação ao fogo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de revestimento resistente ao fogo. Risco: colapso parcial ou total.	Prover revestimento isolante ante chamas.
	Absorção de água.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modificar as características e iniciar o processo de deterioração. 	Prover revestimento selante [umidade, corrosão].
	Resistência a cargas verticais [distribuída, concentrada e móvel].	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Excessiva flexão da estrutura. ➤ Carga acima do limite estabelecido. Risco: deformação permanente, colapso.	Executar cálculo estrutural e detalhamento as ligações entre componentes.

As vedações verticais são constituídas por um conjunto de componentes, podendo ter função estrutural ou não. As vedações em alvenaria podem ser com: tijolos [cerâmicos, sílica e concreto], pedra e vidro. Elas também podem ser formadas por painéis em madeira, argamassa armada, concreto [armado, alveolar, nervurada], gesso acartonado, laminas metálicas, etc.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
Vedações verticais.	Estabilidade dimensional.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Irregularidade das peças. ➤ Falta de aderência entre peças. ➤ Espessura das camadas de revestimento. Risco: perda da funcionalidade de outros componentes.	Especificar materiais com desempenho certificados.
	Deterioração	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Metálicos – corrosão galvânica e química. ➤ Madeira – pragas e umidade. ➤ Concreto – poluentes, fissuras e trincas. Risco: colapso.	Projetar utilizando as fichas técnicas, as boas práticas e os condicionantes ambientais.
	Condutibilidade térmica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ponte térmica pelas aberturas quando das passagens das tubulações. Risco: perda da qualidade de conforto interno.	Prover componente vedante.
	Condutibilidade elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contato direto com superfície energizada. Risco: choque elétrico.	Prover aterramento.
	Reação ao fogo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vedação e o revestimento sem resistência ao fogo ou a temperatura de operação dos equipamentos. Risco: colapso parcial ou total.	Prover revestimento isolante ante chamas.

Variável	Contexto	Condições de risco	Medida preventiva
	Absorção de água.	➤ Excesso de porosidade ou fissuras. Risco: proliferação de fungos e deterioração precoce.	Prover revestimento selante [umidade, corrosão].
	Resistência a cargas verticais [concentrada].	➤ Carga acima do limite estabelecido. Risco: deformação permanente, colapso.	Executar cálculo estrutural e detalhamento as ligações entre componentes.

5 CAPÍTULO - MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa de Investigação e Desenvolvimento Experimental visto que, apresenta simultaneamente um caráter objetivo e inovador. Sendo a investigação um momento de busca, identificação e entendimento das variáveis envolvidas em sistemas relacionando-os a seus contextos técnicos e do comportamento humano. O desenvolvimento experimental trabalha múltiplos arranjos fixando conceitos em forma de síntese passíveis de serem testadas.

Os modelos reproduzem a construção do conhecimento, sua forma de organização e apropriação.

A Organização Europeia de Cooperação Económica (OECE) - Manual Frescati (2007) que trata das práticas para inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento Experimental apresenta conceitos que se ajustam à pesquisa proposta.

"A investigação e o desenvolvimento experimental (ID) incluem o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para aumentar o campo dos conhecimentos, incluindo o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, e a utilização desses conhecimentos para criar novas aplicações" (OECE, 2007, p. 43).

"[...] a ID aparece quando a resolução de um problema não é evidente para alguém que tenha o conjunto básico de conhecimentos da área e conheça as técnicas habitualmente utilizadas nesse setor" (OECE, 2007, p. 48)

"Se o objetivo principal é o de introduzir melhorias técnicas no produto ou no processo, a atividade pode ser definida como sendo ID" (OECE, 2007, p. 59).

O termo ID compreende três atividades: investigação básica, investigação aplicada e desenvolvimento experimental.

"A investigação aplicada consiste também em trabalhos originais realizados para adquirir novos conhecimentos; no entanto, está dirigido fundamentalmente para um objetivo prático específico". "O

desenvolvimento experimental consiste em trabalhos sistemáticos baseados nos conhecimentos existentes obtidos pela investigação e/ou pela experiência prática, e dirige-se à produção de novos materiais, produtos ou dispositivos, à instalação de novos processos, sistemas e serviços, ou à melhoria substancial dos já existentes". (OECE, 2007, p. 43).

Yin, (2001, p.20 a 25) apresenta e discute as diversas relações que permitem a construção da estrutura de uma pesquisa com estudos de caso. No caso em pauta optou-se pelo uso do estudo de caso como elemento central para desvendar os conflitos, desvios e falhas no projeto. Só assim, as proposições vinculadas à estrutura e organização do modelo poderiam ser testadas.

Para o estudo em pauta as questões que mais se adequaram segundo a abordagem de Yin (2001) foram: "o que" e o "como". Porém, durante as diversas fases da pesquisa surgiram: "quem" e o "onde". Para Yin, (2001, p.25) as questões do tipo "o que" são fundamentos lógicos justificáveis para se conduzir um estudo exploratório, pois desenvolve hipóteses e proposições pertinentes a inquirições adicionais.

A fim de garantir a qualidade da pesquisa que é assentada em proposição e pressupostos buscou-se garantir a **validade do constructo** por meio do estabelecimento de medidas operacionais [organização] e conceitos pré-fixados por consenso. A **validade interna** foi realizada ao estabelecer a relação causal na qual são apresentadas certas condições que levam a cenários que justificam o estudo e sua condição de aplicabilidade. A **validade externa** foi firmada ao estabelecer domínio de sua reprodução [modelo] e utilização por generalização [aplicável a outras tecnologias]. E por último a **confiabilidade** do modelo; nesse último cabe uma ressalva. Sua estrutura, processos e orientações se sujeitam a alteração quando houver mudanças legais e normativas; são estáveis, porém o processo decisório é individual e dependem de valores, cultura e interesses que independem do modelo.

Como se supõe, uma proposta de modelização deve representar um conjunto lógico de proposições que busca atingir certo grau de estabilidade para sua

aplicação. O Modelo qualitativo proposto descreve e representa fenômenos e é passível de interferência positiva ou negativa de valores do próprio aplicador. Seu caráter dinâmico viabiliza o estudo longitudinal do comportamento de um sistema ao mesmo tempo em que apresenta funções diagramáticas, pois inclui o processo de análise de riscos e perigos. O objeto [Eko house] viabilizou o teste do modelo; sendo, estudo de caso único.

"estudos de caso, da mesma forma que os experimentos, são generalizáveis a proposições teóricas, e não a populações ou universos. Nesse sentido, o estudo de caso, como o experimento, não representa uma "amostragem", e o objetivo do pesquisador é expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística)". YIN (2001, p.29).

O protótipo EKO HOUSE foi escolhido por: (a) utilizar as tecnologias de termoconversão como parte integrante de seus sistemas; (b) ter sido desenvolvido a partir dos conceitos e referências de desempenho já testados e consolidados; (c) utilizar no projeto o conceito *Zero Energy Building* (edifício energia zero); (d) apresentar facilidade de acesso ao material gráfico e descritivo; e (e) receber acompanhamento multidisciplinar.

A pesquisa foi desenvolvida em quatro fases [exploratória, definições, proposição /desenvolvimento, consolidação], nas quais diversas tarefas foram desenvolvidas.

5.1 Fase 1 - Exploratória

A fase exploratória teve por objetivo buscar referências bibliográficas que contextualizassem e estabelecessem vínculos com as principais áreas envolvidas na pesquisa [teorias relacionadas à modelagem de sistemas, segurança ocupacional e diagramas lógicos aplicados a projeto de arquitetura]. Esse processo de pesquisa permitiu identificar a base teórica a ser adotado na modelização, entender as implicações relativas à Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização e sua forma de aplicação. Foi também estudada a estrutura do método criado por Bresciani e D'Ottaviano (2000). Como resultado obteve-se a síntese do Método de Modelização de Le Moigne e a sua

qualificação como base teórica para o modelo a ser criado. Ficando o desenvolvimento da fase exploratória da seguinte forma:

Figura 5.1- Fase 01 -Exploratória.

5.2 Fase 2 - Definições

A segunda fase envolveu diversas definições, sendo elas: (a) definição da base teórica; (b) definição das tecnologias e (c) definição de tipologia de uso.

5.2.1 Definição da base teórica

Figura 5.2- Fase 02 - Definição da base teórica.

Após verificar as diversas teorias optou-se pelo uso da Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização de Le Moigne. Tratava-se de uma estrutura que se apoia nos processos de informação, operação e decisão. Ou seja, no processo de resolução de problemas. Essa teoria se ajustava ao objetivo do modelo por permitir representar o objeto, que funciona nos ambientes temporais [contexto], atendendo a funções por meio de processos, conexões, fluxos e relações de afinidades, baseando-se em hipóteses, ou seja, cenários. Esses cenários poderiam proporcionar um viés investigativo tornando-se a ponte para a identificação dos riscos associados ao uso das tecnologias.

Foi discutida durante o processo de construção do modelo a possibilidade do uso de linguagem de programação para o desenvolvimento de um software. Essa opção logo foi descartada; pois exigiria outras competências e isso seria objeto para outro estudo. Além disso, muitos dos processos seriam escondidos do projetista e isso em nada contribuiria para o aprendizado e a formalização

da estrutura lógica de concepção e desenvolvimento do projeto. Ao agilizar o processo de síntese das informações faria com que se perdesse o “como”; ou seja, o real funcionamento dos possíveis caminhos a serem adotados no processo de identificação e qualificação do risco, bem como nas relações de associações adequadas ou não.

5.2.2 Definição das tecnologias

Figura 5.3 - Fase 02 - Escolha e definição das tecnologias.

A fotoconversão e termoconversão têm sido apresentadas como tecnologias necessárias a complementação de produção de energia e redução de seu consumo. A termoconversão tem seu uso incentivado pelo governo brasileiro em habitações populares. Desse modo a entrada no mercado brasileiro de versões eficiente com riscos desconhecidos já causa preocupação por seu uso em escala. Esses produtos não dispõem de fichas técnicas detalhadas que facilite a execução dos projetos complementares e o de arquitetura. O número reduzido de projetistas e de serviço especializados dificulta a troca de informações, mesmo porque não há habito no uso, operação e manutenção.

O atendimento as normas e aos prescritivos dos fabricantes não garantem o controle dos riscos, pois cada projeto arquitetônico apresenta forma, organização e especificações diferentes. A fotoconversão [produção de eletricidade] e a termoconversão [aquecimento de água] exigem condições de implantação controladas para atender as necessidades de funcionamento seguras para a tecnologia e para o usuário. A integração dessas tecnologias potencializam condições de risco desconhecidas pelos projetistas. Por isso é importante que se identifique os principais fatores de desempenho técnico, o comportamento em uso, os sistemas construtivos associados e de suporte, os conflitos entre sistemas e falhas de projeto. A prevenção só ocorre quando reconhece a condição perigosa e antecipa as medidas de controle que podem ser por reordenação da forma e da organização do espaço e/ ou definição das tecnologias e materiais a serem utilizados.

Os riscos [choque elétrico, queda em desnível, superaquecimento de componentes e equipamentos] que são intrínsecos à tecnologia de fotoconversão já são reconhecidos. O uso de sistema automático de monitoração, operação e controle associados aos equipamentos e componentes permite certa segurança para o usuário nas atividades de uso e operação. As atividades de manutenção só podem ser realizadas por técnicos habilitados.

Os modelos de coletores de termoconversão mais eficientes apresentam características [forma, funcionamento e comportamento em uso dos componentes] diferentes dos modelos tradicionais [coletores planos]. Os riscos intrínsecos as tecnologias e os associados aos sistemas construtivos colaborativos podem comprometer a segurança do usuário nas diversas atividades caso não sejam consideradas as interações entre as partes. No âmbito da pesquisa optou-se pelo o sistema com coletor térmico sem concentração aplicável em coberturas; sendo utilizados para o aquecimento de água sanitária e aquecimento do ambiente interno a residência.

Tal complexidade das relações de interdependência sistêmica entre tecnologia e arquitetura não deve prejudicar o desempenho da edificação.

5.2.3 Definição da tipologia de uso

A tipologia residencial, em especial a unifamiliar, é a que menos tem apoio multidisciplinar quando da fase de projeto e execução. Em sua maioria, os projetos são realizados por profissionais autônomos ou pequenos escritórios arquitetura ou engenharia. Partindo dessa condição, a inserção de tecnologias com níveis de interação sistêmica tende a causar certo desconforto a esses profissionais, não só pela complexidade de alguns sistemas, mas pelo desconhecimento de seu comportamento em uso. Dessa forma foi necessário levantar algumas informações que demonstrasse essa necessidade, ao mesmo tempo em que não limitassem as possibilidades de utilização do modelo.

Figura 5.4 - Fase 02 - Definição da tipologia de uso.

Entender o conceito *Zero Energy Building*¹ e suas implicações é o primeiro passo para a primeira aproximação do significado de integração sistêmica seja

¹ Segundo Marcelo Sousa apud Pinherio, (2012, p.1) consultor da Geração Renovável Sustentabilidade e Energia, o termo completo dado a este tipo de edificação é *Net Zero Energy Buildings*. (Ele entende que esse conceito pode ser desenvolvido a partir dos seguintes enfoques: a) balanço energético, onde a edificação apresenta a menor demanda de energia em

qual for a tipologia de uso. Verifica-se que a utilização desse conceito implica reduzir e controlar as trocas e pontes térmicas; utilizar a domótica para reduzir e controlar o consumo de energia; usar a termoconversão solar para aquecimento de águas sanitárias e de calefação do ambiente; e gerar energia elétrica a partir da fotoconversão solar. Essas decisões são firmadas no início da proposta. Caso contrário, fica difícil coordenar e dar formas aos espaços.

Verificou-se que há poucas referências normativas relativas à segurança nas atividades de uso, operação e manutenção; o processo de especificação realizado pelos profissionais, normalmente, está dissociado das demandas funcionais e de segurança; e a sua aplicação em escala em ambientes residências formaliza um cenário com probabilidade de acidentes graves devido à falta de conhecimento e hábito de uso.

No Brasil não se tem experiência na construção de casas com múltiplos requisitos e critérios de desempenho envolvendo as tecnologias citadas. Os especialistas em instalações prediais consultados durante a pesquisa apresentavam modelos já consolidados à estrutura vigente, indicando soluções não integradas e inseguras para o usuário. O comportamento em uso e as necessidades de funcionamento dos equipamentos, na maioria, desconhecidos pelos projetistas dificultavam a troca de informações; e por fim as práticas de organização, coordenação, compatibilização dos projetos não agregava a dinâmica da análise dos riscos como método de qualificação do projeto. Desse modo o desempenho dos sistemas no projeto rumava ao acúmulo de conflitos entre sistemas, desvios de normas e falhas graves de projeto que resultariam em perigos para o usuário.

função da eficiência de seus sistemas construtivos e tecnológicos, ficando a demanda remanescente suprida por fontes renováveis de energia instaladas no local; b) balanço zero de emissões de CO₂ equivalentes, procedentes do consumo de energia da edificação, e c) balanço zero com custos de energia.

PINHEIRO, A.P.B. Edifícios Zero Energia - Autossuficiência energética pode ser viável, acesso dia 25/11/2012. <http://www.engenhariaearquitectura.com.br/noticias/573/Edificios-Zero-Energia.aspx>

O Manual de orientação para os participantes do Solar Decathlon Espanha deixava clara a importância e obrigatoriedade da produção de projetos seguros para os usuários. Essa condição se estendia a todas as fases, ou seja, atividades de montagem, uso, operação, manutenção, transporte e desmonte do protótipo. A obrigatoriedade do atendimento as normas e legislações espanholas estavam vinculadas a permissão de acesso ao canteiro de obras. Essa condição exigiu que a equipes construísse protocolos de segurança para os diversos sistemas. Sendo a identificação e a qualificação dos riscos [físicos, químicos, biológicos] parte importante do processo de projeto.

Para que esse reconhecimento acontecesse seria necessário conhecer em detalhes o funcionamento e uso dos sistemas individualmente e integrado, ou seja, reconhecer o grau de compatibilidade, de proximidade e de transferência de interferência. Tratava-se de um exercício contínuo do "e se", "o que aconteceria", "é aceitável tecnicamente", "está em acordo com as normas".

Surgiu outra estrutura lógica de concepção, coordenação, organização das informações e produção do projeto. E com ela a necessidade de requalificação da equipe e do tratamento dado às informações. Era necessário compreender as múltiplas variáveis, os condicionantes que se estruturam em diferentes níveis com graus distintos de importância e evitar processos decisórios balizados por julgamentos na incerteza.

Verificou-se que para estabelecer a confiabilidade e a segurança nas condições reais de uso, operação e manutenção eram fundamentais estabelecer os limites de integração entre as partes envolvidas e a arquitetura. A falta de conhecimento, valores pessoais a falta de comunicação tende a gerar incapacidade de interpretação dos condicionantes de projeto levando a falhas com níveis diferenciados de gravidade.

O sucesso do empreendimento passou a depender da capacidade da equipe em identificar e qualificar o risco ainda na fase de projeto. As intervenções feitas na fase de produção ocasionariam aumento dos custos [refazimento de

projeto, perda de material e de tempo] e condições de risco para o usuário entre sistemas.

5.3 Fase 3- Desenvolvimento

A terceira fase envolve três momentos distintos. a) a caracterização e o detalhamento das partes que compõem o sistema; b) o estabelecimento da matriz; c) As análises de ajuste e melhoria no modelo.

Figura 5.5 - Fase 03 - Processo de construção do modelo e teste.

O detalhamento das partes que compõem o sistema exigiu o entendimento da Teoria da Modelização como as múltiplas relações lógicas envolvidas nos

sistemas complexos e a construção de relações lógicas utilizadas no processo de projeto.

Percebeu-se que seria possível iniciar o processo de identificação e qualificação do risco desde o Programa de Necessidades e propor condições de alerta para essas condições.

A diagramação vertical e horizontal define as variáveis ao mesmo tempo em que norteia a estrutura de questionamentos. Utilizar a informação de modo a inseri-la na referência conceitual predefinida possibilita o ajuste e aproxima paulatinamente as definições construtivas e os controles de risco. As classes formalizadas ajudam a estabelecer um ordenamento das informações de modo que cada sistema passa ser verificado por meio do reconhecimento das interferências e dos riscos; bem como da indicação das possíveis consequências. Os indicadores de controle e recomendações são formulados a partir de ajustes local ou sistêmico.

O processo de decisão sobre as escolhas das soluções de projeto, sempre será condicionado por fatores interno e externo de aceitação do risco. O importante é ter consciência sobre as responsabilidades assumidas ao aceitar riscos que estão à margem da legalidade e das normas.

5.4 Fase 4 - Consolidação

Figura 5.6 - O processo de consolidação da pesquisa.

O processo de consolidação do modelo envolveu diversas discussões e ajustes. Buscava-se identificar os conflitos no processo lógico e as falhas nas relações de coordenação das ações no processo.

Para aperfeiçoar o processo de teste do modelo utilizou-se do protótipo Eko house destacando o sistema de termoconversão [painéis de termo aquecimento sem concentração] para aquecimento de água para uso sanitário e para aquecimento de ambientes internos da residência. Ao realizar esse procedimento o modelo sai do universo das ideias e passa a fase de materialidade. Esse teste demonstra que a estrutura proposta permite consolidar conceitos desenvolvendo-os até a sua materialidade.

6 CAPÍTULO - O MODELO CONCEITUAL

Este capítulo trata da apresentação, caracterização e funcionalidades do modelo conceitual.

6.1 Princípio

Segurança do usuário.

6.2 Objetivo

Identificar e qualificar os riscos relativos às atividades de uso, operação e manutenção oriundos das tecnologias com aproveitamento da energia solar quando inseridos na edificação.

6.3 Ambientes de aplicação

Projetos de arquitetura em qualquer fase e em edificações em uso.

6.4 O que se espera do modelo

Ser um instrumento proativo de busca, sistematização e integração de informações que facilitem a prática do projeto de arquitetura residencial unifamiliar.

6.4.1 Abrangência das ações a serem praticadas pelo projetista quando operar o modelo

O processo decisório é construído a partir de informações e análise que nem sempre são complementares e nem sistêmicas. Como resultado tem-se a falta e/ou perda de informações relevantes que identificam e qualificam conceitos, processos e padrões.

Propõem-se de forma objetiva as ações desejáveis quando do uso do modelo.

Ações extensivas	➤ Aplicação das legislações e documentos contratuais;
Ações sequenciais
[padrão]	➤ Tratamento das informações conforme roteiro pré-definido.

Ações de coordenação e hierarquização das informações	➤ Determinação e manutenção da coerência entre conceitos formulados. ➤ Hierarquização dos conceitos conforme prioridades de ação. ➤ Considerar as medidas como solução ótima para os sistemas.
Ações pautadas no desempenho	➤ Atendimento a requisitos e critérios conforme as normas nacional e internacional, mesmo que não seja referência contratual. ➤ Assegurar a qualidade do projeto.
Ação pautada na efetividade	➤ Assegurar a confiabilidade de funcionamento e uso dos sistemas construtivos colaborativos e da tecnologia; minimizar e controlar os riscos e facilitar as atividades de manutenção do conjunto. ➤ Prover condições que não reduzam a vida útil dos sistemas.

6.5 Estrutura e organização do modelo

A sistemografia permite diferentes tipos de representação. É possível utilizar a modelagem por funcionalidade, por atividade ou a integração dos dois tipos. Na **modelagem por funcionalidade** se empregam **controles de direcionamento** que conduzem a uma hierarquia e uma decomposição em níveis de atendimento [sistemas]. Na modelagem por atividades os **controles são coordenados segundo critério local**, mas sem perder a referência dos conceitos previamente estabelecidos.

O modelo apresenta um comportamento sistêmico e hierárquico, pois opera as variáveis de forma a integrá-las dentro de uma estrutura atendendo a ordem de prioridades. Para tal, ele se desenvolve em dois eixos; um vertical indicando as proposições, condicionantes, interferências, e operações, e controles. Na horizontal as informações de referência que estabelece os níveis de atendimento [memória - PN].

Sua estrutura permite o inter-relacionamento entre as referências que estão no nível mais alto, que são os conceitos, e o mais baixo que é a materialização da ideia, ou seja, os sistemas construtivos sendo modelado pela arquitetura.

Ao integrar em uma matriz as partes do sistema o projetista passa a ter a visão macro e micro das relações dentro do sistema. Isso facilita a condução de suas ações [construção de soluções] a todo instante e tempo.

Para manter a consistência das informações apresentadas utilizou-se na 1ª fase a matriz de identificação de requisitos e os níveis de atendimento. Na 2ª fase a estrutura de avaliação de desempenho. Na 3ª fase a mesma estrutura do desempenho só que identificando modos de falha dos sistemas. Na 4ª fase as referencia legais sobre os riscos [químico, físico e biológico] e suas consequências. Na 5ª fase os indicadores de controle.

Figura 6.1 Sistemografia do Modelo conceitual de identificação e qualificação de risco para habitações unifamiliares que utilizam tecnologias com aproveitamento da energia solar.

O modelo apresenta um conjunto de informações que serão detalhados no item 6.8.

Figura 6.2: Síntese das informações / ações dentro do sistema em cada fase.

Na sequência é apresentado, sucintamente, o modo de articulação de cada fase. O detalhamento será exposto no item 6.8.

Essa dinâmica é construída a partir da organização de suas partes e da forma como as relações ocorrem:

FASE 01 - Demanda do usuário

Se estabelecesse a partir das principais referências informadas pelo cliente [demanda do usuário], sua organização e compatibilidade técnica. Os níveis de atendimento do Programa de Necessidades [PN] permitem a manutenção do foco das ações do projetista em relação às demandas. Eles são estruturados em cinco níveis de atendimento, sendo eles:

- Nível 01 Conceitos: desejo do usuário – premissas do projeto para cada elemento do sistema.
- Nível 02 Viabilidade de aplicação [limites]: reconhecimento de variáveis que se relacionam ao comportamento humano, ambiente e a capacidade em uso.
 - Social: tipo de população e facilidades no uso; operação e manutenção.
 - Ambiental: adequação da tecnologia ao local de implantação; controle dos resíduos; controles dos riscos [químicos, físicos e biológicos]; adequação do tempo de vida útil dos componentes.
 - Tecnológico: adequação do sistema as necessidades, compatibilidade entre materiais de modo que facilite e garanta o reaproveitamento e ou ampliação desses componentes de modo seguro, controle da velocidade de degradação dos componentes em relação aos sistemas vinculados levando a desmontagem e reposição prematuras; disponibilidade de peças e mão-de-obra no local.

- Econômico: capacidade de desembolso para aquisição, montagem, operação manutenção do sistema.
- Nível 03 Definições técnicas: Indica as soluções para os sistemas construtivas [Engenharia]. Atendendo a:
 - Exigências legais, normativas e de contrato;
 - Modo construtivo;
 - Adequação técnica [balanço energético e a eficiência energética];
 - Autonomia;
 - Compatibilidade entre sistemas.
- Nível 04 Soluções da arquitetura:
 - Dimensional: orientação; inclinação; largura; altura [Adequação antropométrica];
 - Organização do espaço: fluxos dos acessos – [adequação antropodinâmica];
 - Sobreposição entre sistemas - zona de risco e compartimentação;
 - Aspecto plástico do equilíbrio da forma: geometria; superfícies e vazados.
- Nível 05 Integração do sistema [desempenho].

A cada nível a ideia vai sendo materializada a partir dos prescritivos legais, normativos e práticas de projeto.

FASE 02 – Situação real - Elementos do sistema

Estabelece a situação real ou pretendida a partir da determinação das partes envolvidas [Energia, Contexto, Engenharia e Arquitetura]. Esse arranjo apresenta uma ordem crescente no processo da construção de interfaces.

Figura 6.3: Elementos do sistema - Processamento das informações dentro do sistema.

- Energia: escola da tecnologia termoconversão e / ou fotoconversão.
- Contexto: condição de contorno.
- Engenharia: escolha dos sistemas construtivos colaborativos, funcionalidades e processo construtivo.
- Arquitetura: determinação das soluções de projeto em relação à organização e forma [comprimento, altura e largura] dos espaços, função e uso.

A eleição do eixo de prioridade entre os níveis de atendimento permite que seja estabelecida a hierarquia das ações dos projetistas. Esse nível deve ser definido pelo projetista com aval do usuário. A cada alteração [Sequência de níveis - 01 a 05] tem-se novas relações. Por ser de caráter eletivo cada decisão conjuga valores e cultura do projetista, do usuário e necessidades técnicas e ambientais.

Ao indicar as condições limites para as partes que constitui o sistema fixa as inter-relações em malha [linhas horizontal e vertical] que permite a integração do sistema. Na horizontal se estabelece o saber [conhecimento] e na vertical a verificação da conformidade. Nos cruzamentos têm-se os pontos de interferência [riscos].

Essa característica do modelo evidencia o livre arbítrio no processo decisório. Isso significa que o objeto [arquitetura] sofrerá ações e provocará reações em toda a sua extensão - forma, função, tecnologia e uso no tempo [capacidade de inovar, substituir, ampliar e integrar].

Na elaboração do Programa de Necessidades as informações são separadas por blocos de atendimento. Porém, essas informações ainda não são soluções de projeto. A partir da intervenção do arquiteto essa passagem se formaliza.

FASE 03 - Caracterização do cenário negativo [interferências]

Trata-se de uma simulação negativa das relações propostas pelo projeto ou condição de perigo já existente na edificação. A ideia é estabelecer os vínculos e as consequências observando o comportamento em uso. Essa caracterização permite entender a abrangência das ações nas soluções de projeto. Se o risco é intrínseco, pontual, local ou sistêmico.

FASE 04 - Classificação

Essa é fase se caracteriza a mais importante para o processo decisório. Ao identificar os riscos com base em sua abrangência fica em evidência as interferências entre Arquitetura, sistemas construtivos, tecnologia e os possíveis impactos futuros a edificação. Têm-se, neste momento, todos os elementos que estruturam e amparam o processo decisório.

Os riscos são aqueles que causam injúria ao usuário e perdas materiais.

O impacto futuro trabalha com variáveis definidas em relação ao tempo/ espaço/forma e a sua capacidade de se renovar e ser mantida.

FASE 05 - Orientações

Essa fase se estrutura a partir dos indicadores de controle de risco [aceitável, tolerável e inaceitável] e das recomendações. Trata-se da síntese do processo.

O outro elemento que aparece no sistema é o percentual de atendimento ao Programa de Necessidades. Trata-se de um regulador. Ele indica o quanto às soluções de projeto está atendendo a proposta seminal, ou seja, desejo do usuário.

A organização aplicada ao modelo tem por objetivo levar o sistema ao equilíbrio.

O comportamento em uso [requisitos do usuário] formalizado pelo desempenho se conecta a todas as funções propostas pela arquitetura e cria vínculos de dependência entre todos os sistemas construtivos e tecnologia. Para equilibrar o sistema é necessário estabelecer organização e processos fixos.

A figura (6.2) apresentada a Integração entre as funcionalidades e as atividades dentro do sistema. Os dois blocos buscam o equilíbrio para funcionar de modo seguro. No bloco 01 tem-se a relação tecnologia/sistema construtivo/ arquitetura. No bloco 02 o usuário em contato com esses sistemas.

Figura 6.4: Integração das modelagens por funcionalidades e por atividades no sistema.

6.6 Tipo de organização

A organização do modelo permite independente das variáveis envolvidas manter a coerência das informações conforme a condição do projeto.

O modelo se utiliza de três tipos de organização da informação, são elas: a informação memorizante, a informação organizada e a informação organizante.

No processamento das informações do tipo memorizante [PI] tem-se a definição das referências legais e técnicas que estabelecem limites de ação envolvendo o espaço, a forma e a função.

No processamento das informações do tipo organizado [PO] tem-se uma estrutura pré-definida. São os fluxos das informações. Elas podem ser sequenciais no formato linear, paralelo e em arborescência.

Figura 6.5: Tipos de fluxo

O Processamento das informações do tipo organizante [PD] busca a direção das suas transformações internas, com mudança de estado ou de comportamento. São as ações de intervenção entre as partes do sistema [funcionalidades e atividades]. O reconhecimento de cada informação permite o avanço para o passo seguinte.

Figura 6.6: Fluxo de interdependência sistêmica

Todos os fluxos de informação servem para organizar e facilitar a compreensão das relações dentro do sistema. Por isso, condições diferenciadas em relação ao tipo de projeto pode alterar o encadeamento das fases do modelo. Por exemplo, deixar de realizar a fase 03 [cenário negativo]; fluxo de informação só se altera se houver restrições que estão fora dos limites de atuação do modelo.

6.7 Modo de interação dos processadores

Os processadores são as bases para o funcionamento do sistema. Eles indicam o momento da ação de intervenção no processo de projeto.

A cada solução de projeto o sistema sofre modificações. Essas modificações se avaliadas sistemicamente tende a oferecer melhorias. O uso dos processadores ajuda a coordenação e a hierarquização de valores que poderiam se perder ao longo do processo de projeto.

O modelo opera com três processadores, são eles: o **processador de informação** - PI, **processador de operação** – PO e o **processador de decisão** - PD. Sua aplicação significa que o sistema busca novas soluções para o ótimo funcionamento das partes envolvidas. Eles tendem a trabalhar aos pares (PO e PD), (PO e PI), (PD e PI), mas isso não implica que os três não possam atuar conjuntamente.

- O processador de informação trabalha com as referências legais e técnicas [normas, manuais dos fabricantes e instaladores] e condicionantes.
- O processador de operação trabalha essas informações e as organiza de forma a priorizar os condicionantes.
- O processador de decisão trabalha os vínculos e consequências que afetam o desempenho do sistema. Desse modo, o projetista percebe a necessidade da busca de novas soluções ou controles.

É um processo dinâmico onde o processador de operação sofre interferência do processador de informação, que por sua vez influencia o processador de decisão. As referências e condicionantes oferecidos pelo PI estabelecem requisitos [sua forma ideal] que são trabalhados e organizados de forma a garantir os valores, produzir vínculos e reduzir consequências negativas para os usuários.

Figura 6.7: Entrada dos processadores no sistema.

Como se pode observar na (figura 6.6) o processador de informação inicia o processo. Para se configurar o atendimento as demandas são necessárias que o processador de operação entre em ação, oferecendo organização e hierarquia. Só então entra o processador de decisão analisando e verificando os riscos e consequências.

6.8 Detalhamento das partes constituintes do modelo

Figura 6.8: FASE 01 – Demanda do usuário – síntese das informações e fluxo das informações.

6.8.1 Fase 01 – Demanda do usuário

Essa fase define os principais conceitos e decisões para o projeto relativo a Segurança em uso, operação e manutenção. Ela foi dividida em quatro tarefas, são elas:

- Conceitos e decisões prévias;
- Levantamento de dados;
- Compatibilização das informações e
- Prioridades.

6.8.1.1 Tarefa 01 - Conceitos e decisões prévias

Essa tarefa é formalizada a partir da conceituação das medidas preventivas que serão adotadas no comportamento em uso, arquitetura e sistemas colaborativos.

Esse enfoque de antecipação dos riscos permite que o usuário compreenda as diversas variáveis as quais ele terá que conviver. O profissional de projeto precisa evidenciar, para o usuário, que o uso dessas tecnologias impactam seus hábitos e a oferecem riscos a sua família. E que a suas escolhas devem considerar a possibilidade de ampliação e/ ou troca dos sistemas, bem como a integração de múltiplas tecnologias. Por isso a discussão sobre valores deve se objetiva.

Nesse contexto o profissional deve agregar às discussões os limites, necessidades, possibilidades, legalidades e as práticas de projeto.

A inserção de tecnologias [termoconversão e fotoconversão] exigem espaços técnicos, formas apropriadas para montagem, e condições de especificação de materiais controlados. Desse modo, preservam-se as condições de saúde e segurança do usuário e da vida útil dos componentes e sistemas na edificação.

Ao final das discussões formalizam-se as principais demandas do usuário e arquiteto.

Os quadros das (figuras 6.9 e 6.10) relacionam os principais pontos para o início das discussões e pesquisas sobre a integração das variáveis trazidas pelo uso de tecnologias.

Figura 6.9: Quadro 1 – Desejo do usuário. Figura 6.10: Quadro 2 – Arquitetura.

Figura 6.11: Quadro 3 – Pontos de interesse – sistema construtivo.

Figura 6.12: Quadro 4 – Sistemas hidráulico e elétrico.

Figura 6.13: Quadro 5 – Modelos de tecnologia de termoconversão comercializados.

6.8.1.2 Tarefa 02 – Levantamento de dados

Essa tarefa se presta a recolha de informações contidas em legislações, normas e referências técnicas que permitam formalizar o direcionamento do projeto em relação às conformidades. Essas conformidades ocorrem no âmbito da segurança do usuário, arquitetura, tecnologias e sistemas construtivos.

LEVANTAMENTO DE DADOS **USUÁRIO**

SISTEMA TERMOAQUECIMENTO
INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO USUÁRIO

NÚMERO DE INTEGRANTES

PONTOS DE ÁGUA QUENTE

Nº DE ELETRODOMÉTIOS C/ÁGUA QUENTE

TEMPERATURA DE CONFORTO PARA USO

TEMPERATURA DA ÁGUA DA REDE

TEMPO DE AUTONOMIA DO SISTEMA

FORMA DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA -TEMPO

DESCONTINUIDADE DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

OPERAÇÃO DO SISTEMA POR DOMÓTICA

CONTROLE DO SISTEMA POR DOMÓTICA

INDICAÇÕES:

TIPO DE ACESSO AS ÁREAS TÉCNICAS

FORMA DE PROTEÇÃO PASSIVA

FORMA DE PROTEÇÃO COLETIVA

ISOLAMENTOS DA ÁREA TÉCNICA

DEFINIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE FUTURO

INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS
RESPONSABILIDADE: ARQUITETO

LEVANTAMENTO DE DADOS **AMBIENTE EXTERNO**

TECNOLOGIAS
INFORMAÇÕES ORIENTADAS

FRAÇÃO SOLAR

CLIMA: ESTAÇÕES COM MAIOR DEMANDA

EFEITO DO SOMBREAMENTO

ORIENTAÇÃO TERRENO EM RELAÇÃO AO SOL

ORIENTAÇÃO DA COBERTURA - SOL

INCLINAÇÃO DA COBERTURA

GEOMETRIA DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS A TECNOLOGIA:

SOMBREAMENTO:

EDIFICAÇÕES PRÓXIMAS

OBJETOS DIVERSOS

POLUENTES - PARTICULADOS

AFASTAMENTO DE EDIFICAÇÕES CIRCUNVIZINHA

ADEQUAÇÃO - IMPLANTAÇÃO DE ÁREA TÉCNICA

INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS
RESPONSABILIDADE: ARQUITETO

Figura 6.14: Levantamento de dados – Usuário. Figura 6.15: Levantamento de dados – Ambiente externo.

LEVANTAMENTO DE DADOS **BRASIL**
LEIS E DECRETOS

REFERÊNCIAS LEGAIS

■ **FEDERAL**
MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - NORMAS REGULAMENTADORAS
NR 6 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI
NR 8 - EDIFICAÇÕES
NR 9 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS
NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
NR 11 - TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS
NR 17 - ERGONOMIA
NR 21 – TRABALHO A CÉU ABERTO
NR 23 - PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS
NR 24 - CONDIÇÕES SANITÁRIAS E DE CONFORTO NOS LOCAIS DE TRABALHO
NR-35 TRABALHO EM ALTURA

■ **ESTADO**
DECRETO DO CORPO DE BOMBEIROS E REGULAMENTO QUE INSTITUI A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO.
CÓDIGO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

■ **MUNICÍPIO**
CÓDIGO DE EDIFICAÇÕES
CÓDIGO AMBIENTAL

INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS
RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS

Figura 6.16: Levantamento de dados legislação – Brasil – ESTADO

<p>LEVANTAMENTO DE DADOS</p> <p>REFERÊNCIAS - NORMAS</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>ABNT NBR 5649, RESERVATÓRIO DE FIBROCIMENTO PARA ÁGUA POTÁVEL- REQUISITOS.</p> <p>ABNT NBR 8491, TIJOLO MACIÇO DE SOLO-CIMENTO - ESPECIFICAÇÃO.</p> <p>ABNT NBR 8681, AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS- PROCEDIMENTO.</p> <p>ABNT NBR 8800, PROJETO DE ESTRUTURAS DE AÇO E DE ESTRUTURAS MISTAS DE AÇO E CONCRETO DE EDIFÍCIOS.</p> <p>ABNT NBR 9050, ACESSIBILIDADE A EDIFICAÇÕES, MOBILIÁRIO, ESPAÇOS E EQUIPAMENTOS URBANOS.</p> <p>ABNT NBR 9062, PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO.</p> <p>ABNT NBR 9077, SAÍDAS DE EMERGÊNCIA EM EDIFÍCIOS.</p> <p>ABNT NBR 9575, IMPERMEABILIZAÇÃO - SELEÇÃO E PROJETO</p> <p>ABNT NBR 10151, ACÚSTICA - AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM ÁREAS HABITADAS, VISANDO O CONFORTO DA COMUNIDADE - PROCEDIMENTO.</p> <p>ABNT NBR 10152, NÍVEIS DE RUÍDO PARA CONFORTO ACÚSTICO - PROCEDIMENTO.</p> <p>ABNT NBR 10834, BLOCO VAZADO DE SOLO-CIMENTO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL- ESPECIFICAÇÃO</p> <p>ABNT NBR 10898, SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA .</p> <p>ABNT NBR 11173, PROJETO E EXECUÇÃO DE ARGAMASSA ARMADA – PROCEDIMENTO .</p> <p>ABNT NBR 12693, SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES DE INCÊNDIO.</p> </div> <p style="margin-top: 20px;">INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> BRASIL ABNT SISTEMAS CONSTRUTIVOS </div>
--	---

<p>LEVANTAMENTO DE DADOS</p> <p>REFERÊNCIAS - NORMAS</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>ABNT NBR 12722, DISCRIMINAÇÃO DE SERVIÇOS PARA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS – PROCEDIMENTO.</p> <p>ABNT NBR 13281, ARGAMASSA PARA ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO DE PAREDES E TETOS – REQUISITOS.</p> <p>ABNT NBR 13434-1, SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO- PARTE 1: PRINCÍPIOS DE PROJETO.</p> <p>ABNT NBR 13434-2, SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO- PARTE 2: SÍMBOLOS E SUAS FORMAS, DIMENSÕES E CORES.</p> <p>ABNT NBR 13438, BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO – ESPECIFICAÇÃO.</p> <p>ABNT NBR 13714, SISTEMAS DE HIDRANTES E DE MANGOTINHOS PARA COMBATE A INCÊNDIO.</p> <p>ABNT NBR 13858-2, TELHAS DE CONCRETO- PARTE 2: REQUISITOS E MÉTODOS DE ENSAIO.</p> <p>ABNT NBR 14037, DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE MANUAIS DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES - REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS.</p> <p>ABNT NBR 14323, DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE AÇO DE EDIFÍCIOS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO PROCEDIMENTO.</p> <p>ABNT NBR 14432, EXIGÊNCIAS DE RESISTÊNCIA AO FOGO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE EDIFICAÇÕES - PROCEDIMENTO.</p> <p>ABNT NBR 14718, GUARDA-CORPOS PARA EDIFICAÇÃO.</p> <p>ABNT NBR 14762, DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE AÇO CONSTITUÍDAS POR PERFIS FORMADOS A FRIO.</p> </div> <p style="margin-top: 20px;">INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> BRASIL ABNT SISTEMAS CONSTRUTIVOS </div>
--	---

Figura 6.17: Levantamento de dados sistemas construtivos – Brasil ABNT.

LEVANTAMENTO DE DADOS	BRASIL ABNT SISTEMAS CONSTRUTIVOS
REFERÊNCIAS - NORMAS	
<p>ABNT NBR 15200, PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO.</p> <p>ABNT NBR 15210-1, TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO SEM AMIANTO E SEUS ACESSÓRIOS - PARTE 1: CLASSIFICAÇÃO E REQUISITOS.</p> <p>ABNT NBR 15215-31 ILUMINAÇÃO NATURAL- PARTE 3: PROCEDIMENTO DE CÁLCULO PARA A DETERMINAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM AMBIENTES INTERNOS</p> <p>ABNT NBR 15220-2, DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES - PARTE 2: MÉTODOS DE CÁLCULO DA TRANSMITÂNCIA TÉRMICA, DA CAPACIDADE TÉRMICA, DO ATRASO TÉRMICO E DO FATOR SOLAR DE ELEMENTOS E COMPONENTES DE EDIFICAÇÕES</p> <p>ABNT NBR 15220-31 DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES- PARTE 3: ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO E DIRETRIZES CONSTRUTIVAS PARA HABITAÇÕES UNIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL.</p> <p>ABNT NBR 15220-4, DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES- PARTE 4: MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA E DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA PELO PRINCÍPIO DA PLACA QUENTE PROTEGIDA.</p> <p>ABNT NBR 15319, TUBOS DE CONCRETO, DE SEÇÃO CIRCULAR, PARA CRAVAÇÃO - REQUISITOS E MÉTODOS DE ENSAIO.</p> <p>ABNT NBR 15526, REDES DE DISTRIBUIÇÃO INTERNA PARA GASES COMBUSTÍVEIS EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS - PROJETO E EXECUÇÃO.</p> <p>ABNT NBR 15575-2, EDIFÍCIOS HABITACIONAIS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS- DESEMPENHO PARTE2: REQUISITOS PARA OS SISTEMAS ESTRUTURAIS.</p> <p>ABNT NBR 15575-3 EDIFÍCIOS HABITACIONAIS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS- DESEMPENHO PARTE 3: REQUISITOS PARA OS SISTEMAS DE PISOS INTERNOS.</p>	
<p>INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS</p> <p>RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS</p>	

LEVANTAMENTO DE DADOS	BRASIL ABNT SISTEMAS CONSTRUTIVOS
REFERÊNCIAS - NORMAS	
<p>ABNT NBR 15575-4, EDIFÍCIOS HABITACIONAIS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS - DESEMPENHO PARTE 4: SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS EXTERNAS E INTERNAS.</p> <p>ABNR NBR 15575-5 - EDIFÍCIOS HABITACIONAIS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS - DESEMPENHO PARTE 5: REQUISITOS PARA SISTEMAS DE COBERTURAS.</p> <p>ABNT NBR 15575-6 - EDIFÍCIOS HABITACIONAIS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS- DESEMPENHO PARTE 6: REQUISITOS PARA OS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS</p> <p>ABNT NBR 15961-1, ALVENARIA ESTRUTURAL - BLOCOS DE CONCRETO - PARTE 1 – PROJETO.</p> <p>ABNT NBR 15961-2, ALVENARIA ESTRUTURAL- BLOCOS DE CONCRETO - PARTE 2 - EXECUÇÃO E CONTROLE DE OBRAS.</p> <p>ABNT NBR 172401 SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO - PROJETO, INSTALAÇÃO, COMISSIONAMENTO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO – REQUISITOS.</p>	
<p>INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS</p> <p>RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS</p>	

Figura 6.18: Levantamento de dados sistemas construtivos – Brasil ABNT.

LEVANTAMENTO DE DADOS	BRASIL TERMOCONVERSÃO
REFERÊNCIAS	
<p>■ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS</p> <p>ABNT NBR 5.626:1998 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA.</p> <p>ABNT NBR 7.198:1993 PROJETO E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE</p> <p>ABNT NBR 15.569:2008 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA EM CIRCUITO DIRETO - PROJETO E INSTALAÇÃO.</p> <p>ABNT NBR 15747 -1:2009 SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS E SEUS COMPONENTES - COLETORES SOLARES - PARTE 1: REQUISITOS GERAIS</p> <p>ABNT NBR 15.747 -2:2009 SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS E SEUS COMPONENTES - COLETORES SOLARES - PARTE 2: MÉTODO DE ENSAIO.</p> <p>ABNT NBR 10.185:1988 RESERVATÓRIOS TÉRMICOS PARA LÍQUIDOS DESTINADOS A SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR - DETERMINAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO.</p> <p>ABNT NBR 11.720 CONEXÕES PARA UNIÃO DE TUBOS DE COBRE POR SOLDAGEM OU BRASAGEM CAPILAR - REQUISITOS.</p> <p>ABNT NBR 15.345:2013 INSTALAÇÃO PREDIAL DE TUBOS E CONEXÕES DE COBRE E LIGAS DE COBRE - PROCEDIMENTOS.</p> <p>SOLAR RAC - REQUISITOS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE PARA SISTEMAS E EQUIPAMENTOS PARA AQUECIMENTO SOLAR DE DO PBE/INMTRO VIGENTE.</p> <p>ABRVA RN 04 - 2003 DASOL RECOMENDAÇÃO NORMATIVA.</p>	
INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS	

Figura 6.19: Levantamento de dados sistemas construtivos – Brasil ABNT.

LEVANTAMENTO DE DADOS	BRASIL TERMOCONVERSÃO
REFERÊNCIAS	
<p>CATÁLOGOS TÉCNICOS: MONTAGEM, USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.</p> <p>FICHAS DE SAÚDE E SEGURANÇA DOS PRODUTOS E COMPONENTES - INDICA RISCOS, CONDIÇÕES DE INADEQUAÇÃO NAS OPERAÇÕES E ATIVIDADES, CONSEQUÊNCIAS E MEDIDAS DE CONTROLE.</p>	
INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS	

Figura 6.20: Levantamento de dados – Catálogos técnicos.

Figura 6.21: Levantamento de dados – Normas internacionais complementares.

LEVANTAMENTO DE DADOS	INTERNACIONAIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS
REFERÊNCIAS - NORMAS	
<p>EUROCODE 2, <i>DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES.</i></p> <p>EUROCODE 3, <i>DESIGN OF STEEL STRUCTURES.</i></p> <p>EUROCODE 4, <i>DESIGN OF COMPOSITE STEEL AND CONCRETE STRUCTURES</i></p> <p>EUROCODE 5, <i>DESIGN OF TIMBER STRUCTURES .</i></p> <p>EUROCODE 6, <i>DESIGN OF MANSORY STRUCTURES.</i></p> <p>EUROCODE 9, <i>DESIGN OF ALUMINIUM STRUCTURES.</i></p> <p>ASTM C1371, <i>STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF EMITTANCE OF MATERIAIS NEAR ROOM TEMPERATURE USING PORTABLE EMISSOMETERS.</i></p> <p>ASTM C177, <i>STANDARD TEST METHOD FOR STEADY-STATE HEAT FLUX MEASUREMENTS AND THERMAL TRANSMISSION PROPERTIES BY MEANS OF THE GUARDED-HOT-PLATE APPARATUS.</i></p> <p>ASTM C351-92B, <i>STANDARD TEST METHOD FOR MEAN SPECIFIC HEAT OF THERMAL INSULATION.</i></p> <p>ASTM C518, <i>STANDARD TEST METHOD FOR STEADY-STATE THERMAL TRANSMISSION PROPERTIES BY MEANS OF THE HEAT FLOW METER APPARATUS.</i></p> <p>UNE - EN 410 - 1998, VIDRIO PARA LA EDIFICACIÓN - DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS LUMINOSAS Y SOLARES DE LOS ACRISTALAMIENTOS.</p> <p>UNE - EN 12898, VIDRIO PARA LA EDIFICACIÓN - DETERMINACIÓN DE LA EMISIVIDAD.</p> <p>BS 7453, <i>GUIDE TO DURABILITY OF BUILDINGS AND BUILDING ELEMENTS, PRODUCTS AND COMPONENTS.</i></p> <p>ANSI/ASHRAE 74, <i>METHOD OF MEASURING SO/AR-OPTICAL PROPERTIES OF MATERIAIS</i>ASHRAE STANDARD 140, AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS.</p> <p>ASHRAE STANDARD AIDS IN EVALUATING ENERGY ANALYSIS PROGRAMS: STANDARD 140-2007</p>	
INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS RESPONSABILIDADE: ARQUITETO E ESPECIALISTAS	

Figura 6.22: Levantamento de dados – Normas internacionais complementares.

6.8.1.3 Tarefa 03 – Compatibilização das informações

Essa tarefa envolve a identificação dos requisitos que serão utilizadas no projeto.

Para selecionar as variáveis sem incorrer em falha adotam-se uma estrutura temática e a matriz de correlação. Essa estrutura busca identificar os prescritivos que orientam espaço e forma; bem como os condicionantes relacionados aos sistemas construtivos colaborativos e a tecnologia que podem afetar a saúde e a segurança do usuário.

Figura 6.23: Exemplo de matriz de relacionamento identificação de requisitos.

As normas trazem orientações por meio de requisitos e critérios. O primeiro indica as necessidades e o segundo, a forma de verificação da condição estabelecida diante de uma referência.

Figura 6.24: Usuário - Informações de referência no processo de compatibilização.

Figura 6.25: Arquitetura - Informações desejáveis durante o processo de compatibilização.

Figura 6.26: Coletor - Informações desejáveis durante o processo de compatibilização.

Figura 6.27: Acumulador - Informações desejáveis durante o processo de compatibilização.

Figura 6.28: Componentes de segurança do sistema - Informações desejáveis durante o processo de compatibilização.

6.8.1.4 Tarefa 04 – Prioridades

A tarefa de definição das prioridades exige o ajuste fino entre os conceitos, prescritivos legais, referências técnicas e as soluções de projeto. Sua eleição deve considerar:

Referências legais de caráter obrigatório.

- Legislações e Decretos no âmbito Federal, Estadual, Municipal e Concessionária.
- Normas nacionais e internacionais quando são referenciadas nas leis e contratos.
- Cláusulas contratuais que estão dentro da legalidade.

Referências de caráter eletivo.

- Normas da ABNT são relevantes e por segurança legal devem ser atendidas.
- Orientações dos fabricantes são relevantes, pois definem as garantias dos componentes e do sistema.

- Transferência do ônus [seguros provados] para terceiros só envolve as indenizações financeiras. As responsabilidades legais [jurídicas e trabalhistas] permanecem.

6.8.2 Fase 02 – Situação real ou proposta inicial

A fase dois trata do projeto ou edificação pronta.

Esse objeto independente de seu estado [desenvolvimento ou concluído] deve ser verificado utilizando as orientações da fase 01, pois ela indica as conformidades, ou seja, atendimento a legislação e as boas práticas. Ao reconhecer as conformidades limita-se o raio de intervenção.

Para garantir a qualidade do projeto é necessário reconhecer os pontos de interferência [não conformidade e partes afetadas] utilizando a ordenação temática sugerida pela norma de desempenho (ver tabela 6.2 - Exemplos de falhas e consequência que impactam o projeto). Desse modo, o projetista tende a uma avaliação mais detalhada de cada elemento do sistema [Energia, Contexto, Engenharia e Arquitetura].

Figura 7.29: Figura 6.29: Condição real de projeto ou edificação.

6.8.3 Fase 03 - Cenário negativo

Figura 6.30: Figura 6.28: Cenário negativo.

Os cenários aqui considerados são tendenciais e qualitativos, pois seu objetivo é identificar e qualificar as condições de risco no projeto. A dinâmica no formato de malha facilita a visualização das interferências. Ao reconhecer as causas e as consequências o projetista tem melhores chances de entender a abrangência de suas ações e assim propor, soluções integradas.

Beser de Deus, L. A. (2013, p.60)¹ expõe o conceito de cenário elaborado por VAN DER HEIJDEN (1996) "cenários constituem um conjunto de futuros razoavelmente plausíveis, mas estruturalmente diferentes e concebidos por meio de um processo de reflexão mais causal que probabilístico, usado como meio para a reflexão e a formulação de estratégias, tendo em vista atuar nos modelos de futuros".

Uma das características do cenário é reduzir a simplicidade, algo considerado complexo por falta de conhecimento. Por vezes, o fator primário que deu origem ao evento é uma condição já conhecida pelos projetistas, mas desprezada por falta de compreensão das possíveis inter-relações com outras variáveis e suas consequências.

¹ Beser de Deus, Leandro Andrei. Espaço e Tempo como Subsídios à Construção de Cenários de Uso e Cobertura da Terra para o Planejamento Ambiental na Amazônia: O Caso da Bacia do Rio Acre/ Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2013. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

A técnica What/ If (O que aconteceria se?) utilizada em diversas áreas e fases de empreendimentos pode ser bastante proveitosa na construção de cenários negativos. Seu objetivo é identificar, testar e avaliar as possíveis omissões em projetos, procedimentos, normas e, ainda aferir comportamento e capacitação pessoal. Sua utilização é simples e objetiva. Inclui emprego de técnicas de dinâmica de grupo, de planilhas guias envolvendo questionamentos sistematizados e o estabelecimento de regras a serem cumpridas durante as reuniões. Esses cenários são elaborados a partir de seu contexto.

A busca das causas [origens] e dos efeitos [consequências] que levam a acidentes com diferentes níveis em relação à sua gravidade [morte, lesão e perda material] permite iniciar o processo de reflexão sobre a forma de como lidar com as relações que causam impactos negativos. As respostas encontradas podem oferecer possibilidades de soluções de projeto melhor qualificadas para aquele contexto.

Propõe-se o uso de uma planilha guia como apoio na construção do cenário negativo. Esse modelo permite o detalhamento das relações de risco e consequente identificação e qualificação dos riscos.

Tabela 6.1: **Planilha guia para construção de cenários negativos.**

Fator de desempenho: Comportamento em uso dos sistemas da edificação.

Riscos: físico, químico e biológico.

Cenário - [O que aconteceria se? busca de eventos indesejáveis].		Tratamento do risco	Consequências para o usuário	Recomendações ao profissional.	Fases do projeto
Local	Componentes: Evento por falha de um padrão dentro de uma estrutura .	Estabelece a orientação para o tomador de decisão.	Injúria à saúde Danos materiais		Representa o momento da ação de profissional.
Ambiente onde ocorre o evento.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caracterização do risco [físico, químico e biológico] por mudança de estado ou por ação direta na saúde do usuário. ➤ Indicar origem do risco. ➤ O contexto em que ele ocorre ➤ Caracterizar os componentes envolvidos; ➤ Caracterizar as alterações; ➤ Identificar os fatores condicionantes [restrição das atividades e ou funcionamento do sistema]; ➤ Indicar pontos de instabilidades ou fragilidade do meio [conflitos entre sistemas]; ➤ Abrangência da consequência; ➤ Indicar causa [raiz e subjacente]. ➤ Indica a ausência de medidas de segurança. 	Inaceitável; Aceitável com controle; Tolerado com Transferência do ônus [seguradora ou usuário].		Responsabilidades Forma: Dimensões: Especificação materiais: Medidas de segurança:	Programa de necessidades [PN]; Estudo preliminar [EP]; Anteprojeto [AP]; Projeto final [PF].

Em seguida apresentam-se diversos questionamentos que podem ser utilizado para desvendar as interferências.

Figura 6.31: Cenário negativo – arquitetura.

Figura 6.32: Cenário negativo – Sistema construtivo.

Figura 6.33: Cenário negativo – Sistema construtivo – tecnologia

6.8.4 Fase 04 – Classificação

Identificação dos riscos

Figura 6.34: Identificação e qualificação de riscos para o usuário.

O risco nessa abordagem representa a probabilidade de ocorrência de injúria ao usuário devido às condições impostas pela tecnologia ou sistemas construtivos colaborativos nas atividades de uso, operação e manutenção. O perigo representa as condições intrínsecas do ambiente e dos componentes /equipamentos.

Não basta saber da existência do risco é necessário tomar decisões que os controlem de alguma forma. Os controles podem acontecer utilizando medidas passivas [incorporada à construção], medidas coletivas [agregando elemento móvel ou fixo à construção] para a instalação de equipamentos coletivos e individuais. Um bom projeto não caberia à utilização de medidas externas de proteção, exceto na sua fase de construção.

Os riscos considerados são: físico, químico e biológico. Essa classificação dos riscos atende aos indicados pelas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Esses documentos foram produzidos para manter as condições mínimas de higiene, saúde e segurança do trabalhador.

Para facilitar o processo de compreensão dos diversos riscos utilizou-se a estrutura de ordenação proposta pela *American Conference of Industrial Hygienists* [ACGIH]². Ela ordena na categoria de riscos físicos [acústica, ergonomia, radiações ionizante/lasers e campos e radiações não ionizantes e estresse térmico]; Riscos biológicos [vírus, fungos e bactérias] e químicos.

O levantamento de riscos proposta atende as exigências de uma habitação.

² *American Conference of Industrial Hygienists* – Limites de exposição para substâncias químicas e agentes físicos com os índices biológicos de exposição (BEIs). 2012, Edição em português. Tradução Associação brasileira de Higiene Ocupacional.

Agente - Físico

Classificação:
Frequências de
onda sonoras

Onda sonora – acústica

- Sons de baixa frequência;
- Ruído [som audível] - 16 e 20.000 Hz ;
- Ultrassom - frequência acima de 20.000Hz.;

Forma do ruído:

Contínuo ou Intermitente³

Pontos de
interesse

- Meios de transmissão do ruído [meios sólidos, líquidos ou gasosos e sua velocidade de propagação nos materiais aplicados a construção].
- O dormitório é o local para ser preservado do ruído.

O que verificar:

Níveis de pressão sonora no ambiente.

Resultados
dentro do
ambiente da
habitação:

- Dormitório – ABNT NBR 15575-1: 2013 - Tabela E.7-
- Valores máximos do nível de pressão sonora contínuo equivalente, LAeq,nT•
- LAeq, nt dB(A): 30 [S], 34 [I] , 37[M].
- Valores máximos do nível de pressão sonora máximo, LAsmáx.,nT.medido: 36 [S], 39 [I] , 42[M].

Medida de
controle de
projeto:

Responsabilidades:

Arquitetura:

- Isolar fisicamente as áreas técnicas ou os equipamentos;
- Manter afastamento das áreas de descanso da fonte emissora;
- Prover meios para instalação do conforto acústico.

Especialista:

- Especificar equipamentos que estejam dentro do nível de pressão sonora admissível;
- Programar o funcionamento em horários que não impacte os momentos de descanso;
- Utilizar atenuadores [contra vibrações] e absorventes sonoros;
- Manter a rotina de manutenção preventiva.

Agente – Físico

Classificação:

Ergonômico:

- Relações antropodinâmicas e antropométricas do indivíduo em relação ao espaço/equipamentos durante o desenvolvimento de

³ MT- NR 15 Anexo 1 e 2 da NR 15, redação dada pela Portaria no 3.214, de 08/06/78.

atividades.

Pontos de interesse:	de	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Organização do trabalho; ➤ Exigência física das partes do corpo por esforço; ➤ Exigências físicas por contato direto; ➤ Arranjo físico do espaço.
O que verificar:		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Organização do trabalho: regras de uso, operação e manutenção, modo de operatório; exigência de tempo; ritmo de trabalho; e o conteúdo das tarefas. ➤ Exigência física das partes do corpo por esforço: deslocamento de cargas, atividades repetitivas, posições estáticas e dinâmicas forçadas. ➤ Exigências físicas por contato direto: textura da superfície, barreiras que dificultam ou impeçam os acessos. ➤ Arranjo físico do espaço: organização e hierarquização dos espaços por zona de risco [relação micro e macro] e acessos seguros.
Medida de controle de projeto:	de de	<p>Responsabilidades:</p> <p>Arquitetura:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensionar as áreas de forma a atender as necessidades do usuário dentro das diversas fases e capacidades ao longo de sua vida; ➤ Dimensionar os espaços para os sistemas colaborativos facilitando as atividades de uso, operação e manutenção. ➤ Organizar os ambientes, definindo o isolamento físico por zonas de risco; ➤ Dimensionar as áreas técnicas de modo que permitam deslocamento seguro e com as medidas de controle passivas. ➤ Prover acessibilidade segura para o usuário nas instalações dos sistemas construtivos colaborativos; ➤ Especificar revestimentos em áreas técnicas que não sejam abrasivos ou cortantes. <p>Especialista:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fornecer as medidas seguras de afastamentos para o acesso aos equipamentos e componentes nas atividades de uso, operação e manutenção. ➤ Informar as necessidades de isolamento acústico e térmico; ➤ Informar os riscos de incêndio por aumento da temperatura dos equipamentos ou componentes.

Agente – Físico

Classificação:	➤ Temperatura, umidade e velocidade do ar.
Pontos de interesse:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatura de funcionamento dos equipamentos; ➤ Temperatura de permanência segura para o indivíduo no ambiente técnico; ➤ Umidade relativa admissível para funcionamento do sistema e de permanência do indivíduo; ➤ Velocidade do ar admissível para ventilação do ambiente.
O que verificar:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A adequabilidade do conforto térmico durante as atividades de uso, operação e manutenção; ➤ Adequabilidade às condições de funcionamento do componente ou equipamento.
Medida de controle de projeto:	<p>Responsabilidades:</p> <p>Arquitetura:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Indicar e calcular os pontos de ventilação no ambiente compatível à necessidade de dissipação do calor gerado pelos equipamentos [ventilação natural ou artificial]; ➤ Especificar componentes que não permitam a entrada da umidade ascendente. ➤ Garantir que a inserção da área técnica não comprometa o isolamento térmico da habitação. <p>Especialista:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Indicar a temperatura dos equipamentos; ➤ Indicar a velocidade de ar necessária para dissipar o calor; ➤ Indicar a necessidade do controle da umidade ambiente; ➤ Informar ao arquiteto a necessidade da área de ventilação para exaustão de gases e redução das temperaturas dos equipamentos em funcionamento.

Agente – Físico

Classificação:	➤ Iluminação
Pontos de interesse:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Iluminação natural; ➤ Iluminação artificial.
O que verificar:	➤ A adequabilidade da quantidade de lux nos ambientes técnicos.

Medida
controle
projeto:

de Responsabilidades:
de Arquitetura:

- Indicar os pontos de distribuição de forma que a iluminação seja uniforme.
- Indicar a necessidade de luz de emergência nas áreas técnicas.
- Se possível, prever iluminação natural.

Especialista:

- Distribuir iluminação artificial de forma ortogonal [shafts horizontais e verticais] nas áreas técnicas ou deixar o sistema sobreposto à parede com as proteções necessárias [dutos ou canaletas];
- Oferecer as medidas seguras para os acessos aos equipamentos e componentes nas atividades de uso, operação e manutenção.
- Informar ao arquiteto a forma e a estrutura de isolamento elétrico.

Agente – Físico

Classificação:
Pontos de
interesse:

Corrente elétrica

- Áreas técnicas [internas e externas];
- Áreas técnicas de passagem.

O que verificar:

- Fatores que influenciam a gravidade do choque elétrico;
- Tipo da corrente elétrica (alternada ou contínua);
- Frequência da corrente elétrica;
- Locais com possibilidade de contato com o choque elétrico;
- Distância segura entre quadros elétricos [acesso];
- Área do corpo que pode fazer contato com choque elétrico [espraiamento da corrente elétrica].

Medida de
controle de
projeto:

Responsabilidade:

Arquitetura:

- Organizar e coordenar os ambientes, definindo as zonas de risco;
- Dimensionar as áreas técnicas de modo que permitam arranjos físicos seguros, garantindo o afastamento [vertical e horizontal] entre componentes energizados;
- Propor distribuição do sistema elétrico de forma ortogonal [shafts horizontais e verticais] nas áreas técnicas [internas e externas] ou deixar o sistema sobreposto à parede /teto com as proteções necessárias [dutos ou canaletas];
- Prover meios para instalação e funcionamento dos sistemas

colaborativos;

- Indicar os pontos de tomadas [110 v e 220 v] na parede opostos à parede técnica e junto às áreas técnicas de passagem.
- Guardar distância segura para as tomadas das áreas úmidas.
- Especificar revestimentos de piso isolante elétrico.

Especialista:

- Indicar para o arquiteto as dimensões necessárias à montagem dos sistemas elétricos [afastamento vertical e horizontal entre componentes, acesso seguro durante as atividades de uso, operação e manutenção];
- Distribuir o sistema elétrico de forma ortogonal [shafts horizontais e verticais] nas áreas técnicas [internas e externas] ou deixar o sistema sobreposto à parede /teto com as proteções necessárias [dutos ou canaletas];
- Informar as necessidades de isolamento elétrico;
- Informar a necessidade de área de ventilação para exaustão de gases e redução das temperaturas dos equipamentos em funcionamento.

Agente – Biológico

Classificação:

- ▪ Classe de risco 1.⁴
- ▪ Classe de risco 2⁵[*] As classes 3, 4 e especial não se aplicam.

MS – PORTARIA Nº 1.608 DE 5 DE JULHO DE 2007 – Anexo CLASSIFICAÇÃO DE RISCO.

Pontos de interesse: de Locais e componentes que oferecem condições para o desenvolvimento de bactérias, fungos e vírus.

O que verificar:

- Ficha técnica dos componentes – segurança e saúde durante uso, operação e manutenção;
- Características de funcionamento dos equipamentos e componentes;
- Interação entre sistemas colaborativos sem que se percam as funcionalidades;
- Detalhes construtivos.

• ⁴ MS – PORTARIA Nº 1.608 DE 5 DE JULHO DE 2007 – Anexo CLASSIFICAÇÃO DE RISCO. Classe 1 (baixo risco individual e para a coletividade): inclui os agentes biológicos conhecidos por não causarem doenças em pessoas ou animais adultos saudáveis.

• ⁵ MS – PORTARIA Nº 1.608 DE 5 DE JULHO DE 2007 – Anexo CLASSIFICAÇÃO DE RISCO. Classe de risco 2 (moderado risco individual e limitado risco para a comunidade): inclui os agentes biológicos que provocam infecções no homem ou nos animais, cujo potencial de propagação na comunidade e de disseminação no meio ambiente é limitado, e para os quais existem medidas terapêuticas e profiláticas eficazes.

Medida
controle
projeto:

de Responsabilidades:
de

Arquitetura:

- Especificação de materiais vedantes e revestimentos [verticais e horizontais] adequados às funções;
- Controle dimensional dos sistemas colaborativos;
- Compatibilidade entre vida útil dos componentes;
- Isolamento de umidade ascendente e lateral por meio do uso de soluções arquitetônicas [deslocamento do piso, beirais, etc.] e especificação de materiais de revestimento;
- Ventilação do sistema cobertura.

Especialista:

- Especificar acumulador com controle de temperatura dentro de parâmetros que não permita o desenvolvimento da *Legionella pneumophila*, *Legionella spp* [classe 2].
- Reduzir o percurso para evitar perdas térmicas.
- Calcular e detalhar os componentes de captação de água pluviais.
- Respeitar as informações técnicas.
- Detalhar os isolamentos térmicos;
- Propor as medidas de segurança do sistema.
- Informar os riscos de operação, uso e manutenção dos equipamentos e do sistema.

Agente – químico

Classificação:

- Estado físico: sólido, líquido ou gasoso.
- Forma: Poeiras, Fumos, Névoas, Neblina, Gases, e Vapores.
- Ação sobre o organismo [irritantes, asfixiantes - simples e químicos, narcóticos, tóxicos sistêmicos].

Pontos
interesse:

de Substâncias que ofereçam risco a saúde do indivíduo, ao patrimônio [incêndio] e ao ambiente [contaminação].

O que verificar:

Características dos produtos:

- Condição de nocividade;
- Condições de concentração [Limite de tolerância];
- Condição de ingresso [inalação, contato com a pele, ingestão];
- Condição de reação ao fogo [inflamável, libera gases tóxicos, entra em combustão por fricção ou por elevação de temperatura, etc.];
- Interações perigosas ou condições perigosas: [reação pela ação do calor, reação com ou sem contato com o ar; contato com substâncias combustíveis, formação de misturas vapor-ar, etc.];
- Falhas de funcionamento no sistema;

- Medidas de segurança;
- Tempo de vida útil.

Medida
controle
projeto:

de Responsabilidades:
de

Arquitetura:

- Compatibilidade entre produtos, materiais e componentes.
- Soluções arquitetônicas que isolem ou controlem as não afinidades ou que eliminem o risco, exemplo: ventilação natural ou forçada, afastamento, compartimento do risco, etc..
- Implantar sistema de controle e aleta [gases e temperatura];

Especialista:

- Indicar a necessidade de implantação do controle e aleta de vazamento de substâncias e aumento de temperatura [gases e temperatura];
- Especificar produtos indicado pelo fabricante.
- Propor medidas de captação e contenção de substância considerada nociva.

Consequências do risco

As consequências para o usuário podem ocorrer de duas formas. A primeira e mais importante são as injúrias aos usuários e a segunda, danos ao patrimônio.

São apresentados alguns exemplos de falhas e consequência que impactam o projeto.

Tabela 6.3: Exemplos de falhas e consequência que impactam o projeto.

Falha no desempenho segurança estrutural	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Caracterização	➤ Hematomas;	➤ Perda de equilíbrio global ou parcial, admitindo-se a estrutura como um corpo rígido.
	➤ Cortes;	
Agentes físicos: perda das características de resistência mecânicas.	➤ Escoriações;	➤ Ruptura, fissurações ou deformação plástica excessiva dos materiais.
	➤ Morte em caso extremo.	➤ Instabilidade por deformação.
Tecnologia		➤ Ação devido à neve [sobrecargas distribuída nas coberturas].
		➤ Ações devido à implantação das tecnologias [sobrecargas pontuais, acesso e da forma de utilização]
Sistemas construtivos colaborativos		➤ Instabilidade dinâmica.
[cobertura, fachada e estrutura de suporte].		➤ Ações devido ao vento [características aerodinâmicas das estruturas e a superfícies da construção dada pelas pressões estáticas].

Falha no desempenho segurança contra o fogo	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente químico: incêndio <ul style="list-style-type: none"> ➤ Materiais ➤ Componentes ➤ Equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Intoxicação por fumaça; ➤ Queimaduras. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Perda localizada ou setorizada devido ao princípio do incêndio por descargas atmosféricas e curto-circuito nas instalações elétricas. ➤ Perda total por inflamação generalizada devido à propagação superficial de chamas nos materiais de revestimento. ➤ Contaminação do ar e do ambiente devido a gases tóxicos e água de rescaldo. ➤ Perda local ou setorizada devido à propagação do incêndio por falta de isolamento de risco [separação entre ambientes; uso de componente [corta fogo]; compartimentação horizontal; compartimentação vertical e estanqueidade de passagem de ar e calor]. ➤ Perda localizada por falta do sistema de extinção – extintor tipo C a ser colocado nas áreas técnicas com equipamentos elétricos.

Falha no desempenho segurança ao uso e operação	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente físico – intermitente.	➤ Irritabilidade.	Nenhum.
Transmissão dos sons produzidos por componentes e equipamentos.		
Falha no desempenho segurança ao uso e operação	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente físico: Iluminação [natural ou artificial].	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Doenças degenerativas; ➤ Doenças oportunistas; ➤ Situações penosas para o corpo 	Nenhum.
Desempenho segurança uso, operação e manutenção.	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente físico – ergonômicos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Situações penosas para o corpo: ➤ Levantamento de carga manual 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quebra de componente. ➤ Dimensionamento insuficiente ou inadequado para
Organização e dimensionamento do ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> [assimétrica, acima do peso indicado por norma, cortante, etc.]; ➤ Postura corporal forçada [para baixo, 	<ul style="list-style-type: none"> instalação dos componentes – parede, piso e teto. ➤ Dimensionamento insuficiente ou inadequado para instalação dos componentes - cobertura

-
com giro de tronco, agachamento]; ➤ Movimento repetitivo [punho, cotovelo, ombro e pernas];➤ Extensão e rotação excessiva dos membros superiores no acesso frontal, lateral e superior;➤ Queda em altura;➤ Queda no mesmo nível;➤ Impacto de objeto em queda livre;➤ Impacto contra objeto fixo;➤ Impacto contra objeto cortante;➤ Impacto contra objeto perfurante;➤ Impacto de partículas projetadas;➤ Impacto de objeto acima do nível;➤ Impacto contra objeto no mesmo nível.	➤ Dimensionamento insuficiente ou inadequado para aberturas de ventilação cruzada - face inferior e superior – com mesmo dimensionamento.➤ Arranjo físico dos componentes da tecnologia inadequado ao funcionamento seguro do sistema [áreas técnicas internas e externas];➤ Arranjo físico dos componentes da tecnologia inadequado ao segurança do usuário.➤ Dificultar o acesso de pessoas;➤ Dificultar as interfaces entre sistema construtivo e tecnologia passagem dos componentes;➤ Dificultar a interface homem-máquina [visualização dos mostradores];➤ Dificultar a implantação das medidas de controle e proteção dos usuários [proteção passivas e coletivas];➤ Dificultar a distribuição e organização dos equipamentos no espaço.
-
-

Falha no desempenho manutenibilidade	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente físico – climático	➤ Insolação.	➤ Deterioração precoce e quebra de componente.
Exposição à radiação UV;		
Aumentar da temperatura.		
Exposição à chuva; granizo e neve. Aumento da umidade.	➤ Doenças oportunistas; ➤ Alergias.	➤ Deterioração precoce e quebra de componentes.
Vento	➤ Doenças oportunistas; ➤ Alergias.	➤ Quebra e deslocamentos de componentes.
Troca de ar no local.		
Falha no desempenho segurança uso, operação e manutenção.	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente físico – Eletricidade.	➤ Choque elétrico;	➤ Perda de componentes por curto-circuito;
Exposição a:	➤ Desmaio;	➤ Incêndio.
Descargas atmosféricas;	➤ Morte por parada cardíaca.	
Contato direto a fonte por: falta de proteção por seccionamento automático da alimentação; não empregar equipamentos da classe II; não fazer a separação entre os componentes elétricos; está na faixa de alcance de crianças; falta de barreira de isolamento elétrico; sobrecarga no sistema; curto-circuito em parte do sistema; falha ou		

defeito no isolamento; contato indireto com a eletricidade estática; choque de baixa tensão.

Falha no desempenho manutenibilidade	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente químico – Composição dos materiais.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alergênicos; ➤ Irritantes; ➤ Asfixiantes; ➤ Tóxicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incêndio [ser inflamável com o aumento da temperatura].

Falha no desempenho segurança no uso e operação	Injúria ao usuário	Danos ao patrimônio
Agente – biológico dentro/acima e abaixo. Materiais Componentes Funcionamento do sistema	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alergênicos; 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprometimento da qualidade do ar por dispersar no ar fragmentos de resíduos de dejetos de animais. ➤ Deterioração precoce dos materiais aplicados às vedações por Desenvolvimento de fungos.

Indicador de impacto futuro no projeto

Trata das condições de riscos futuro no projeto, ou seja, os limites da arquitetura para aceitação das atividades de uso, operação e manutenção futuras.

Essas condições podem ocorrer por restrição, ampliação, troca e associações de tecnologias. Elas podem envolver interações pontual, local ou sistêmica, ou ainda, ficar

Figura 6.35: Indicador de impacto de riscos futuro no projeto
restrita à tecnologia.

- Os riscos intrínsecos são aqueles que pertencem a um dos elementos da funcionalidade ou da atividade.
- O risco pontual já envolve uma relação entre um elemento da funcionalidade e o outro da atividade.
- No risco local tem-se o envolvimento do espaço ou forma com funcionalidade e atividade.
- O risco sistêmico envolve as múltiplas relações espaço, forma, funcionalidades e atividades.

Figura 6. 36: Relação de interferência no cenário futuro

6.8.5 Fase 05 – Orientações

Os indicadores de controle de risco

Figura 6.37: Indicador de controle de riscos para o usuário

Os indicadores de controle de risco consolidam o entendimento do projetista diante das consequências. Esse entendimento é dado por níveis de aceitação.

1. Aceitável;
2. Tolerável [com controle ou com transferência de ônus];
3. Inaceitável.

O primeiro nível é o recomendável e amparado pela legislação e boas práticas.

O segundo, para ser amparado pela legislação, exige medidas de controle que devem ser adotadas para proteger o usuário em suas atividades. O tolerável, com a transferência de ônus, é a condição limite onde o arquiteto não consegue atuar adequadamente devido às interferências que estão fora de sua competência e responsabilidade. Em caso da transferência do ônus para o usuário por desejo do usuário é importante que o profissional documente e registre no conselho de classe essa condição.

O terceiro indica a condição de rever a proposta de projeto buscando novas soluções.

Recomendações para o projetista

Figura 6.38: Recomendações para Projeto.

Essa fase do processo trata das recomendações para o profissional. Nela encontram-se informações como:

- Identificação dos riscos químicos, físicos, biológico, ergonômico e de acidente;
- Informações sobre a abrangência das intervenções [intrínseca, local e sistêmica];
- Identificação das condições de risco aceitas;
- Identificação das medidas de controle necessárias;
- Requisitos e critérios indicados para direcionar os projetos;
- Identificação das responsabilidades;

Essas informações estabelecem uma dinâmica de revisão de projeto e formalizada a cultura de prevenção de riscos para o usuário.

Não se pode esquecer que as escolhas do projetista sempre estarão pautadas por sua cultura e interesses do usuário.

7 CAPÍTULO - APLICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL

Este capítulo apresenta o teste do modelo conceitual no objeto - protótipo Ekó House. O sistema em evidência para análise é o de termoconversão.

Protótipo Eko house

Figura 7.1: Ekó House vista aérea.
Foto equipe – Fonte relatório Eletrobras 2012.

7.1 Apresentação do protótipo

O protótipo Ekó House foi concebido e estruturado para atender as provas do Concurso Solar Decathlon Europe – Madrid, Espanha - 2012.

O conjunto de provas compreende cinco blocos, são eles: a) **Arquitetura** [arquitetura, engenharia e construção]; b) **Energia** [eficiência e balanço energético]; c) **Conforto** [Condições de conforto e funcionamento da casa]; d) **Social e econômico** [Comunicação e sensibilização Social e industrial e viabilidade de mercado]; e por fim, o e) **Estratégico** [inovação e sustentabilidade].

Ao longo do desenvolvimento projeto as intervenções na área de segurança foram elaboradas segundo as referências legais da Espanha, por exigências do SDE.

7.2 Aplicação do modelo Conceitual – teste da ferramenta

Esse teste foi aplicado logo após a montagem do protótipo em fevereiro 2013.

7.2.1 Fase 01 – levantamento de dados

Esse projeto originalmente não foi pensado segundo os níveis de atendimento proposto pelo modelo conceitual. As necessidades de segurança do usuário não foram observadas no momento da concepção do projeto. Sendo observadas condições de transporte, rapidez de montagem e excelência em produção de energia. Com a intervenção multidisciplinar essa variável passou a ser considerada e aos poucos foi se integrando o projeto, ficando:

7.2.1.1 **Conceitos** aplicados ao projeto

Arquitetura

Geométrica retangular.

Flexibilidade no arranjo físico.

Acessibilidade de pessoas com deficiência física.

Composição da forma:

Sólido geométrico retangular [bloco principal] com adição de volume interseccional. A forma e o arranjo físico dos componentes dos sistemas impuseram condição de manutenção penosa e insegurança para o usuário nas áreas técnicas da cobertura. As medidas de controle para evitar queda em altura são móveis.

Figura 7.2: Linguagem da arquitetura – forma.

Orientação e inclinação da cobertura: Madrid.

Orientação norte e sul para inserção das tecnologias de fotoconversão e termoconversão.

Figura 7.3: implantação das esquadrias.

A falta de mobilidade da estrutura do quadro dos módulos fotovoltaicos e coletores dificultou o acesso para a manutenção.

Figura 7.4: implantação do termoaquecimento e do fotovoltaico na cobertura.

Orientação das aberturas para iluminação.

Localizadas nas fachadas norte e leste para captar maior quantidade de luz e permitem contato visual e integração com o exterior. Esquadria da fachada sul não tem proteção à queda em desnível.

Engenharia e construção.

Controle da qualidade do produto; inovação em processo e construção; e facilidade no processo de montagem.

Eficiência energética.

Os sistemas de construtivos [sapatas, painéis estruturais, revestimentos, esquadrias e telhas] apresentam condição de montagem e manutenção seguros desde que a montagem seja feita por especialista.

Módulos fotovoltaicos com células monocristalinas.

Termoconversão: aquecimento de água sanitária e calefação. Tecnologia de tubo vácuo com bombeamento da água sanitária.

Balanco energético.

Isolamento térmico – lã de vidro, silicagel e o controle de ponte térmica. A lã de vidro apresenta risco [perfuro cortante] na montagem.

Excedente na geração de energia em relação ao consumo.

Condição de

Separação dos sistemas em blocos [controle por zona de risco – prevenção de acidentes].

funcionalidade.

Comunicação	Possibilidade de autossuficiência ficando adequada a lugares com proteção ambiental.
Industrialização e viabilidade de mercado.	Inovação em pré-fabricação: fundações – sapatas; vedos estruturais [vertical e horizontal] e capacidade de sobreposição do conjunto em até três vezes - núcleo.
Inovação.	Fundação - desenvolvimento de sapatas metálicas articuladas.
	Estrutura/vedos - insertes metálicos para ligação da estrutura de madeira dos painéis.
	Dispositivo metálico que permite a troca rápida dos painéis de revestimento.
Sustentabilidade.	Adaptação a diversas regiões por:
	Baixo impacto ambiental – edificação deslocada do solo e com sistemas autônomos de tratamento de águas cinza;
	Adaptação ao terreno devido a rótula das sapatas que permite o ajuste da inclinação até 5°;
	Uso de materiais sustentáveis [produtos industrializadas a partir do reaproveitamento - OSB, aço, alumínio]; Troca das capas dos painéis de vedação sem impactar o sistema e durabilidade da estrutura principal -madeira certificada - cumarú.

7.2.2 Sistemas construtivos

7.2.2.1 Fundações

As sapatas da fundação são confeccionadas em aço e se estruturam em duas partes. A base - placa metálica, 0.70 m x 0.70 m que sustenta e equilibra o sistema, um eixo vertical finalizado por uma rótula que permite a compensação do desnível no terreno. Os componentes de fundação são distribuídos em quatro linhas paralelas, cada uma com cinco peças.

7.2.2.2 Pilares da varanda

Os pilares da varanda são confeccionados em tubo retangular de alumínio estrutural fixado nos bordos das plataformas do deck que se une ao corpo da habitação por meio de um tubo na horizontal. Os pilares permitem regulação para facilitar o processo de montagem rápida. Esse sistema serve de apoio a cobertura de bambú.

7.2.2.3 Vedação estrutural [vertical e horizontal].

Montada a partir do princípio da pré-fabricação e industrialização. Essa estrutura apresenta modulação funcional com objetivo de facilitar o transporte e a montagem em um curto espaço de tempo. O sistema se estrutura por meio de ligações metálicas e um conjunto de camadas [placas de OSB e isolantes térmicos e acústicos presos a uma estrutura de madeira cumarú -C60 que dispensa tratamentos químicos. As camadas são:

Os painéis OSB (Oriented Strand Board) fazem o fechamento das faces externas e estabilizam a peça.

As ligações [insertes] em aço fixam as vigas de madeira conformado simultaneamente três posições [laterais e na parte superior]. As ligações receberam proteção a corrosão por meio de galvanização eletrolítica.

Preenchimento interno - isolante térmico - lã de vidro (ISOVER/SAINT GOBAIN) no interior dos painéis (parede, piso e cobertura). Isolante externo ao OSB à base de sílica amorfa sintética, fibra de vidro de filamento contínuo e hidróxido de magnésio (AEROGEL/ASPEN).

Utilizou-se adesivo de poliuretano para evitar troca de ar [ponte térmica].

Figura 7.5: Composição dos materiais dos painéis - horizontal e vertical.
Fonte: Fernanda Antônio 2012.

7.2.2.4 Revestimentos

O revestimento [externo e interno] é composto por um conjunto de componentes metálico que suporta a placa cimentícia.

Esse conjunto metálico é composto por: (a) perfis cartola (chapa de aço dobrada em forma de ômega) fixadas diretamente nas faces interna e externa dos painéis estruturais verticais e (b) painel de revestimento composto de um quadro universal de aço que se acopla às cartolas e que pode receber diversos materiais de acabamento (chapa cimentícia, chapa de vidro plano, chapa de gesso acartonado, chapa de madeira, entre outros). O aço recebeu tratamento - galvanização por processo eletrolítico.

A barreira de vapor aplicada à placa OSB apenas na face voltada para o interior da habitação.

Os revestimentos de piso: nas áreas secas madeira ipê e nas áreas úmidas manta vinílica.

Figura 7.6: Revestimento de piso e da parede - painel face externa.

Fonte: Fernanda Antônio 2012.

7.2.2.5 Esquadrias

As esquadrias se estruturam em um quadro de PVC com vidro duplo laminado. No espaço entre vidros há o gás argônio para melhorar o isolamento térmico.

Composição dos vidros:

- Vidro externo: sggPlanilux (float) 4 milímetros + Film PVB (polivinil butiral) + sggCool Lite SKN 154 (baixa emissividade vidro) 4 milímetros
- Vidro sggPlanilux Interna (float) 3 milímetros + PVB Film (polivinil butiral) sggPlanilux + (float) 3 milímetros.
- Dimensões: 1.026 milímetros x 2.446 milímetros
- Espessura total: 26 milímetros

7.2.2.6 Cobertura

Constituída por telha de alumínio no formato trapezoidal. Esse tipo de telha pode ser zipada em toda a sua extensão. Esse processo evita entrada de água. Esse tipo de telha é produzida sob medida.

Figura 7.7: telha metálica.

Caracterização técnica da telha:

- Ponto de fusão 640°C a 660°C;
- Condutividade térmica 0,48 cal/cm x seg x °C,
- Propriedades mecânicas
- Tensão de ruptura (L.R.T.) 16 kgf/mm²
- Tensão de escoamento (L.E.) 16,84 kgf/mm² mínimo.

7.2.2.7 Quadro de apoio dos coletores [tubo vácuo e fotovoltaicos]

Produzido em tubo de alumínio estrutural no formato de triângulo com inclinação fixa.

ESTRUTURA - SUPORTE DOS MÓDULO E COLETORES

Figura 7.8: montagem da estrutura de apoio dos coletores e módulos.

7.2.2.8 Sistema de proteção aplicado à edificação

Área técnica externa - Guarda-corpo móvel e engate para linha de vida.

Haste vertical produzido em tubo de aço galvanizado com fixadores para cabo de aço. O guarda-corpo móvel envolve todo o perímetro da cobertura. Ele é fixado nas ligações das vigas de bordo dos painéis. Essas ligações desempenham tripla função: engate para fixação das cordas de içamento, e da linha de vida e para fixar as hastes do guarda-corpo.

Área técnica interna - Equipamento de alerta [sirene] localizado no corredor [externo] próximo ao gabinete técnico. Sensores de fumaça dentro do gabinete técnico [próximo do sistema de termoconversão e do sistema elétrico].

Figura 7.9: Proteção contra queda em altura - Guarda-corpo.

7.2.2.9 Forro

O forro metálico perfurado e pintado na cor branca. Ele tem dupla função: cobrimentos dos cabos dos sistemas elétrico e domótico e absorção de ruído para melhorar o conforto acústico. Sua distribuição se faz em três blocos no sentido longitudinal. A forma de fixação desse sistema na face posterior dos painéis estruturais de teto é feita por insertes com imãs de alto desempenho.

Figura 7.10: Sistema de forro modular e armário técnico interno com quadros elétrico e domótico.

Figura 7.11 Parede técnica

7.2.2.10 Deck externo

Composto por módulos de 1.00 m x 2.00 m justapostos alumínio com regulagem de altura. Tampo em madeira ipê.

Figura 7.12: deck modular.

7.2.2.11 Sistemas elétricos

O sistema elétrico tem o arranjo físico das instalações atendendo ao princípio da flexibilidade quando permite a movimentação e a ampliação do sistema. O cabeamento montado de forma ortogonal facilita a localização em caso de manutenção. A confiabilidade é assegurada pelas conexões estáveis do tipo “*plug and play*” entre os componentes do sistema. As tomadas de parede são em ABS (Acrylonitre-butadieno-estireno).

Figura 7.13: Visão da instalação elétrica no interior da Eko House. À direita a visão dos quadros elétricos e de domótica no armário técnico. Foto: Antonio, F.

A entrada de energia geral da casa utiliza cabo de 16 mm² tripolar, com isolamento de alta tensão (0,6/1kV). A distribuição elétrica foi realizada fazendo uso de cabos de cobre (bipolar ou tripolar), feito com dupla camada de borracha termofixa e cobertura em PVC flexível termoplástico - resistentes ao fogo; isolados individualmente através de eletrodos de PVC (70°C, não inflamáveis), com cores distintas para Fase, Neutras e o Terra.

Figura 7.14: (a)Caixas de conexão Remaster.(b) Conectores de cabos Remaster.

Ampliação da caixa de conexão Remaster™ e o conector específico para o circuito.

Fonte:Remaster(remaster.org).2012.

Os cabos tripolares é de 0,6/1kV e os cabos unipolares é de 0,45/0,75kV foram colocados no interior de conduites metálicos (capacidade de até 4 circuitos e 1 terra). A caixa de distribuição responsável pela divisão dos circuitos e conexão dos cabos tem conectores com capacidade de corrente de 16A por ligação.

O quadro elétrico externo é o responsável pelo gerenciamento e pela proteção dos circuitos elétricos externos, incluindo as junção e proteção dos strings dos painéis fotovoltaicos e a alimentação da energia da casa.

Os cálculos elétricos gerais para a definição dos circuitos estão de acordo com a norma brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão – NBR5410:2005.

Figura 7.15: Projeto do circuito elétrico – área interna.

Figura 7.16: Projeto de instalações elétricas – área externa.

7.2.2.12 Iluminação

O sistema foi desenvolvido no formato “*plug and play*”. A iluminação artificial utiliza LED (light-emitting diode ou diodo emissor de luz) que proporcionam economia de energia, menor manutenção, maior durabilidade, eficiência e flexibilidade para as atividades realizadas na casa, quando comparadas às lâmpadas fluorescentes compactas.

Figura 7.17: Projeto de circuitos de iluminação.

Fonte 7.18 Projeto de iluminação – área externa.

7.2.2.13 Automação - Controle e integração domótico

O sistema domótico (SCHNEIDER ELETRIC) integram diversas tecnologias para auxiliar o usuário a reduzir o consumo de energia da casa. Esse sistema exigiu área técnica interna significativa em relação a área de utilização. Sua indicação impôs associação e integração a outros sistemas, tais como: elétrico, fotovoltaico, persianas [controle de abertura], eletrodomésticas [monitoração de consumo], climatização, entre outros.

7.2.2.14 Sistema fotovoltaico interligado a rede.

Constituído por 24 módulos SUNPOWER SPR 230 WHT. Dividido em três strings sendo, oito módulos para cada string com uma potência de pico máxima

5520 Wp. Possui um sistema de aquisição de dados que pode ser conectado com o inversor através de rede RS485 ou Bluetooth.

Os cabos utilizados são de 6 mm², com isolamento de tensão de 1kV.

Figura 7.19: Módulo fotovoltaico monocristalino melhor eficiência de geração por unidade de área. Módulo marca SunPower™. SPR 230 WHT.

Para os módulos fotovoltaicos foram utilizados cabos no padrão FLEX-SOL-XL (área da seção transversal de 10AWG), especialmente utilizado em instalações fotovoltaicas com duplo isolamento e um fio fino de cobre. Ele suporta temperaturas extremas que variam de -40°C a +120°C, além de possuir resistência às influências ambientais, como ozônio, UV e hidrólise.

Caracterização do módulo: moldura de vidro/vidro laminado, painéis com PV Cells em células monocristalinas pretas. A parte da frente do painel tem 3,2mm de vidro temperado e todos os quadros de módulos são constituídos de alumínio anodizado, liga do tipo 6063. A caixa de junção é composta de três diodos de desvio, para garantir a proteção contra danos hot spot quando o painel fotovoltaico é parcialmente sombreado por folhas ou outros obstáculos.

Inversor – adequada a potência máxima instalada no sistema fotovoltaico que é de 11,04kWp. Foram escolhidos dois inversores da marca SMATM modelo SUNNY MINI CENTRAL 5000^a. A capacidade máxima do inversor é cerca de 5% maior do que o sistema fotovoltaico instalado. O inversor admite cabos específicos de corrente contínua (DC), provindos do sistema de módulos fotovoltaicos, e disponibiliza a energia em corrente alternada (AC).

Funções dos inversores utilizados nos sistemas fotovoltaicos conectados à rede são:

- Rastreamento do Ponto Máximo de Potência (MPPT – Maximum Power Point Tracking): através do controle da corrente e tensão. Esse sistema é capaz de fazer ajustes para manter os módulos fotovoltaicos operando perto do seu ponto de maior potência, que varia de acordo com a radiação solar incidente. Os MPPTs são seguidores do ponto de potência máxima; permitem maximizar a potência de um sistema para um determinado conjunto de condições.
- Converter a corrente CC gerada pelo painel fotovoltaico em CA.
- Desconexão e isolamento: o inversor deve desconectar o arranjo fotovoltaico da rede caso os níveis de corrente, tensão e frequência não estejam dentro da faixa aceitável dos padrões da rede elétrica ou também do lado CC.

7.2.2.15 Sistemas hidráulicos

O sistema implantado teve por objetivo a redução do consumo de energia e água. Os sistemas de água sanitária e de calefação foram projetados de forma integrada. As ligações de água [quente e fria] utilizam tubulação do tipo “PEX” que permite fácil manutenção.

Planta hidráulica no anexo A – HI-003 [água fria e quente].

7.2.2.16 Sistemas de Termoconversão – aquecimento de água sanitária e calefação

Planta esquemática no anexo A – HI 101.

O sistema implantado é por circulação forçada com uso de acumulador térmico com trocador de calor [serpentina com circuito fechado]. Esse acumulador tem a resistência elétrica como fonte alternativa de geração de calor.

Caracterização técnica:

Chapa em aço ST 37,2 soldada em processo automática em câmara de gás. Possui anodo de proteção. Pressão máxima 15 bar. Temperatura máxima de trabalho 95°. Capacidade de Pressão máxima da serpentina 25 bar. Serpentina única. Isolamento por espuma de poliuretano de alta densidade livre de CFC. Revestimento em PVC e Pekalit.

Figura 7.20: Acumulador térmico Cablemat¹ solar.

O coletor utilizado é o tipo tubo vácuo. A bateria de coletores é interligada em série, ficando dois para o aquecimento sanitário e dois para a calefação.

O sistema sanitário e de calefação são interligados, ficando dois acumuladores; o maior para a água sanitária aquecida e o menor para a calefação. Este sistema foi montado com os dispositivos de segurança para o usuário, evitando assim, o aumento brusco da temperatura no ponto de uso.

A Eko House possui seis pontos de saída para consumo de água quente; sendo dois no banheiro, dois na cozinha [pia e lava louças] e dois na área gourmet [varanda – pia e maquina de lavar roupas].

Os tubos de polietileno reticulado utilizados para o transporte de água quente é o PEX-AL-PEX da Astra e as conexões *press-fitting*. Os tubos PEX-AL-PEX têm as camada de alumínio soldada de topo o que faz com que o tubo tenha uma maior resistência à pressão e às tensões geradas quando os tubos são curvados

Propriedades físicas e mecânicas do *PEX-AL-PEX* da Astra.

¹ Ficha técnica Cablemat solar.

- Coeficiente de dilatação linear $2,3 \times 10^{-5} (K^{-1})$
- Resistividade térmica $R = 0,004 \text{ m}^2 K/W$
- Temperatura máxima de serviço permanente $95 \text{ }^\circ C$
- Temperatura máxima de pontual $110 \text{ }^\circ C$
- Pressão máxima de serviço $10,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ a } 95 \text{ }^\circ C$
- Rugosidade $E = 0,004 \text{ mm}$
- Densidade $1,47 \text{ gr/cm}^3$

Os pontos de radiadores estão localizados no quarto e na copa-cozinha.

Esse sistema ocupa três áreas técnica na habitação. A área dos coletores sobre a cobertura, a área de armazenamento do acumulador, controladores e bombas no armário técnico externo e as áreas de passagem defronte o armário técnico embaixo do deck e o painel de vertical [divisória entre banheiro e cozinha].

Figura 7.21: O gabinete técnico - hidráulica – água quente e ar condicionado. [área técnica externa] e parede técnica [banheiro].

7.2.2.17 Sistema de tratamento de águas cinza e pluviais

Planta no anexo A – HI - 001 [tratamento de águas residuais].

As águas residuais (chuveiro, pia e máquinas de lavar roupa e louça) são tratadas por sistema natural, com filtros híbridos, e tanques com plantas macrófitas que permitem que, no final do processo, a água esteja limpa [não potável] e possa ser reutilizada.

Tratamento do esgoto sanitário - sistema separador de fezes e [compostagem biológica] urina. Não exige água [vaso seco].

Figura 7.22: vaso seco e tanque para armazenamento de água potável, reciclável e cinzas.

Captação de águas pluviais sobre o telhado – passa por filtração e pelo desacelerador para não suspender os resíduos depositados no fundo do tanque

7.2.2.18 Sistemas de climatização - Split

Trata-se de um sistema convencional de resfriamento do ambiente. O sistema faz a captação do ar no espaço vazio entre o piso e o chão. Essa ação permite a captação de ar mais frio e com menor quantidade de partículas.

Figura 8.23: sistema de ar condicionado.

7.2.3 Referências legais e normativas.

O projeto do termo aquecimento sanitário e de calefação foi executado atendendo as exigências da Legislação Espanhola e Normas da União Europeia. As referências legais e técnicas, incluindo dos fabricantes constam no caderno técnico² formalizado ao longo das fases do concurso.

Todos os componentes do sistema relativos a termoconversão foram adquiridos na Espanha, devido às exigências de segurança do sistema, exceto os coletores de tubo vácuo.

Por ser um evento aberto a visitação pública foi necessário caracteriza a reação ao fogo dos componentes empregados na edificação. Eles teriam que atender as mínimas exigências de segurança e controle de incêndio.

² Disponibilizado no site do SDE - <http://www.sdeurope.org>.

Tabela 7.1: Reação ao fogo dos componentes da Ekó House.

Reação ao fogo dos elementos construtivos			
Localização	Materiais	Classes - Normas	
		EN	Correspondência entre normas
Forros Sala de jantar, estar, cozinha, banheiro e quarto.	Hunter Douglas - Plank Snap-In Ceiling - Aluzinc	Não avaliado	Class A - ASTM E84
Vedações Vertical	Painel estrutural	Não avaliado	Não avaliado
	Glass Wool	Class A1 -BS EN 13501-1	Class A / NBR 9442
	Brasiplac Brasilit – placa cimentícia	Não determinado	Classe A / NBR 9442
	Placo FHP Ceiling - Drywall Board -Gypsum	A2-s1,d0 / non flammable - EN 13501-1	A2-s1,d0 / non flammable - EN 13501-1
	Hunter Douglas - Screen Panel - Aluzinc		Class A - ASTM E84
			A2-s1,d0 / non flammable - EN 13501-1
Revestimentos e fechamento Armário técnico interno	Hunter Douglas - Screen Panel - Aluzinc	Não avaliado	Class A - ASTM E84
	Drywall Board - Gypsum	A2-s1,d0 / non flammable - EN 13501-1	A2-s1,d0 / non flammable - EN 13501-1
	Glass Wool	Class A1 -BS EN 13501-1	Class A1 -BS EN 13501-1
	OSB	Class D-s1,d0 - EN 13501-1	Class D-s1,d0 - EN 13501-1
	Vidro laminado*	Não determinado	Não determinado
Revestimento de parede banheiro	Vidro laminado espelhado*	Não determinado	Não determinado
	Faixa em aço inox Austeníticos	Não determinado	Não determinado
Revestimento piso Banheiro sala	Bona Traffic - Polyurethane	B _{fl} s1 - EN 13501-1	Não avaliado

7.2.4 Compatibilização das informações.

A ABNT não dispõe de referência específica sobre projeto com a tecnologia de tubo vácuo.

7.2.5 Fase 01 – Prioridades -PN

Ekó House – Estratégia do projeto: inovação e eficiência energética.

As exigências básicas para o projeto de termoconversão foi construída a partir do princípio de redução do consumo de energia elétrica quando do aquecimento de água sanitária e na calefação. Como resultado os requisitos de projeto ficaram da seguinte forma:

Segurança estrutural	➤ Compartilhamento da estrutura e do quadro de apoio para os módulos fotovoltaicos e coletores tubo vácuo; ➤ Estrutura e quadro em alumínio estrutural;

Interface cobertura:

Segurança ao fogo	➤ Suporte de apoio fixado a telha metálica.
	➤ Separação do coletor da superfície da cobertura; ➤ Isolamento térmico das tubulações; ➤ Separação dos riscos por zona [nenhuma ligação elétrica embaixo da tubulação de água fria e quente]; ➤ Uso de materiais não propagador de chamas nas áreas técnicas; ➤ Controle de propagação de fogo por afastamento do corpo da casa; ➤ Instalações de proteção contra incêndios (alarme, sensor de fumaça, extintores); ➤ Acesso fácil em caso de intervenção do corpo de bombeiros– armário técnico externo.

Interface nas áreas de passagem

- Passagem da tubulação sobre a telha;
- Descida da tubulação com percurso curto e o

	mais ortogonal possível;
	➤ Definição de paredes e tetos para concertar a passagem dos sistemas.
Segurança ao uso	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilidade de acesso à área técnica; ➤ Segurança na instalação com por meio dos dispositivos de controle de pressão de temperatura; ➤ Controle da temperatura da água de uso utilizando misturador termostático; ➤ Conforto ambiental: Temperatura nos espaço interno entre 20°C e 25°C; <p>Interface na área técnica de passagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Separação entre componentes – água fria, quente e esgoto; ➤ Sistema de aterramento e equipotencialização os equipamentos com carcaça metálica.
Habitabilidade	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Controle da qualidade da água por meio de sistema de apoio de energia que mantém a temperatura dentro dos níveis seguros biológicos; ➤ Condições de sinalização para orientação do usuário; ➤ Todos os pontos de orientação de fuga, proibição de acesso, riscos importantes. ➤ Ângulo de visão entre 27° e 30° dependendo de seu posicionamento de pé ou sentado. ➤ Sinais sonoros de alerta superior em 15 dB o ruído de fundo. ➤ Informações devem ser disponibilizadas na modalidade sensorial visual, acústica e tátil.
Manutenção	<p>Mecanismos de controle dimensional no ambiente Técnico</p> <p>Alturas de posicionamento dos equipamentos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entre 70 cm e 120 cm, recomenda-se 100 cm. ➤ Os equipamentos devem ter cor diferenciada da superfície de colocação. ➤ Os interruptores do tipo pressão. No caso de equipamento temporizado prever tempo necessário a pessoa portadora de necessidades

físicas.

- Os pontos de conexão elétrica devem ficar a 50 cm do piso.
- Mecanismo de controle - Alcance vertical: maior que 50 cm e menor que 120 cm; Altura recomendada: 100 cm; Afastamento horizontal entre componentes 20 cm; exceção indicadas pelo fabricante.
- Isolamento elétrico para os pisos das áreas técnicas.

Gradis móveis, ganchos, fixadores para equipamentos de acesso e proteção do usuário.

7.2.6 Fase 02 – situação real: Local: destaque para as áreas técnicas [externa – cobertura e gabinete técnico e interna de passagem].

Tabela 8.2: Fase 02									Local: Área técnica cobertura		
Planilha: Levantamento da situação real – protótipo Ekó House – Sistema de termoconversão											
Nº 01	Engenharia – sistemas colaborativos								Arquitetura		
1. Conceitos	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Estratégia do projeto: ➤ Inovação; ➤ Eficiência energética	➤ Sistema de circulação com forçada. ➤ Tecnologia do tipo tubo vácuo para captação de radiação solar; ➤ Utilização de aquecimento em águas sanitárias e calefação do ambiente.	➤ Alumínio estrutural; ➤ Sem articulação para movimentação.	➤ Telha em alumínio no formato calha trapezoidal; ➤ Com sistema de zipagem; ➤ Capacidade de prender o suporte nos vincos; ➤ Cor branca para reduzir a absorção de calor.	➤ Não há. ➤ Sistema deslocado da superfície da cobertura.	➤ Pannel estrutural modular para fechamento do teto formado por varias capas. ➤ Autoportante; ➤ Integra o conjunto cobertura; ➤ Apoia as telhas.	➤ Tubos e conexões do tipo PEX. ➤ Facilidade de montagem.	➤ Apoio ao funcionamento dos componentes de controle [monitoração].	➤ Controle por sensores. ➤ Monitoração de temperatura e pressão.	➤ Destaque visual dos sistemas de termoconversão e fotoconversão. ➤ Integração de formas.	➤ Não permite flexibilidade no arranjo físico. ➤ Reduz o consumo de energia elétrica no aquecimento de água sanitária e calefação.	➤ Sob controle e com adoção de medidas coletivas de proteção.
2.Viabilidade de aplicação	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Social: ➤ Facilidade de uso; ➤ Operação; ➤ Manutenção.	➤ Mudança de hábito para monitorar, operar e controlar o sistema.	➤ Dificulta o acesso lateral e na face posterior dos coletores.	➤ Reduz manutenção.	Não há.	➤ Sistema estrutural modular em capas; ➤ Possibilidade de adaptação a outros materiais. ➤ Capacidade de troca das capas [externas e internas].	➤ Facilidade de manuseio e manutenção.	➤ Comprometimento da segurança por falta de equipamento auxiliar de energia quando da pane do sistema convencional elétrico. ➤ Cabos com terminais	➤ Atua no controle da qualidade da água temperatura e a pressão dentro dos limites estabelecidos. ➤ Mantém o sistema estabilizado em seu funcionamento.	➤ Impõe situações de desconforto por exigências físicas na atividade de manutenção.	➤ Dependência do modo, da demanda de uso no tempo.	➤ Arriscado para pessoas não treinadas na verificação dos condicionantes limites de operação, uso e manutenção do sistema.
Ambiental ➤ Reaproveitamento; ➤ Degradação; ➤ Contaminação ➤ Riscos químicos, físicos e biológicos.	➤ Condições de operação controlada por uso de líquidos de arrefecimento [etileno glicol em circuito fechado].	➤ Material reciclável.	➤ Material reciclável. ➤ Dificulta a formação de filme biológico.	O ar é um dissipador de calor natural.	➤ Material reciclável; ➤ Madeira certificada; ➤ Isolamento térmico incombustível.	➤ Falta de componente de armazenamento de etileno glicol na manutenção.	➤ Cabos com proteção anti chamas e a agentes ambientais.		➤ Adaptação a diversas regiões.	➤ Reduzir o consumo de energia.	➤ Controle do descarte do etileno glicol. ➤ Risco de queda em altura.
Tecnológico. ➤ Vida útil; ➤ Disponibilidade de peças e mão-de-obra.	➤ Escassa disponibilidade de componentes integrados para reposição; ➤ Escassa disponibilidade de mão-de obra.	➤ Material resistente as cargas solicitadas; ➤ Durável; ➤ Exigem especialidade para manutenção.	➤ Material durável; ➤ Sistema especializado de fabricação e montagem.		➤ Quadro estrutural resistente a organismos [cupins e brocas]; ➤ Material sob controle ambiental; ➤ Mão-de-obra especializadas.	➤ Vida útil dependente de variações de temperatura acima do aceitável; ➤ Facilidade de manutenção.	➤ Material resistente ao fogo e a radiação UV; ➤ Disponibilidade no mercado sob encomenda.	➤ Pouca disponibilidade de componentes integrados para reposição; ➤ Pouca disponibilidade de mão-de obra.	➤ A forma limita a ampliação do sistema.	➤ Comprometido a em caso de sobreposição de módulos [núcleo].	➤ Aumenta o grau de dificuldade de acesso em caso de sobreposição de módulos [núcleo].
Econômico ➤ Capacidade de desembolso e ➤ Relação custo benefício.	➤ Alto desempenho para pequena demanda de uso. ➤ Os componentes não foram produzidos no Brasil.	➤ Custo superior ao aço galvanizado.	➤ Custo superior a telhas cerâmica e concreto.		➤ Madeira de lei C60 e revestimento de alto desempenho – custo acima do que é comumente utilizado no mercado.	➤ Produto já disponibilizado no mercado; ➤ Tem custo acima do convencional.	➤ Produto já disponibilizado no mercado; ➤ Tem custo acima do convencional.	➤ Produtos adaptados para reposição.	➤ Facilita a montagem de sistemas.	➤ O custo por m² supera os da construção convencional.	➤ Limitado pelo número de coletores em trabalho.

3.Definições técnicas - Engenharia	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Atendimento legal e normativo. DIRETIVA – ESPANHA.	➤ ABNT NBR;; 15747; 15747-2; RAC; ABRAVA RN- 04. EN12975.	EUROCODE 9			➤ ABNT NBR: 14432;	➤ ABNT NBR: 5626;7198; 11720; 15345	➤ ABNT NBR:5410	➤ ABNT NBR:5410.	➤ ABNT NBR: 9050.		
Modo construtivo	➤ Bateria em série. ➤ Divisão funcional dos coletores [2 para água sanitária e 2 para calefação	Fixação sobre suporte Inclinação fixa dando limite posicional de implantação;	➤ Montagem sequencial; ➤ Produção de rufos, calhas e suportes dedicados.	.	➤ Controle sobre a forma de sobreposição os componentes e do isolamento hidrotérmico.	➤ Engate rápido; ➤ Sobreposição de sistemas na descida para o armário técnico.	➤ Sistema protegido por capas e conectores de encaixe com trava.	➤ Sistema dedicado e localizado.	➤ Plano retangular com pequena inclinação 2%. Facilidade de montagem.	➤ Reduzir o risco de queda em altura fazendo uso de guarda corpo e equipamento mecânicos.	➤ Dispositivos de proteção de fácil montagem.
Adequação técnica	➤ Sujeita a pane por falta de uso, parada de bombas ou inexistência do radiador. ➤ Adequado a melhor captação; ➤ Adequada a posição de Madrid.	➤ Não permite ajuste de latitude. ➤ Resistente ao fogo no tempo requerido [30 min.] ➤ Limitador de acesso.	➤ Peças exclusivas; ➤ Resistente ao fogo.		Falha no sistema de isolamento higrotérmico.	➤ Tubos PEX com limite superior de temperatura.		➤ Necessidade de levar as informações para próximo do usuário.	➤ Suprime os acessos laterais por falta de uma estrutura de plataforma móvel para o acesso.	➤ Limitada para ampliação do sistema caso não readéque os pilares da varanda a carga exigida..	➤ Compartimentação por separação do ambiente técnico do corpo da habitação.
Compatibilidade entre sistemas	➤ Prejudicada por dividir o espaço com o fotovoltaico.	➤ Caixa e quadro compatíveis. ➤ Os pontos de conexão elétrica junto ao quadro.	➤ Base de apoio – painel de vedação estrutural.		➤ Prejudicada pela ausência de manta de vapor na face externa. ➤ Degradação por umidade.		➤ Não tem sistema auxiliar de energia. Autônomo para mover a água.		➤ Conflito por falta de acesso a área dos coletores para reposição ou manutenção		➤ Necessidade de uso de plataforma de apoio para deslocamento sobre os módulos fotovoltaicos.
4. Soluções de arquitetura	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Dimensional: ➤ Orientação; ➤ Inclinação; ➤ Largura; ➤ Comprimento; ➤ Altura. [Adequação antropométrica].	➤ Dimensões [1.00 x 1.80m].	➤ Compatível a distancia de apoio e sustentação do coletor.	➤ Inferior a necessidade de escoamento de granizo; ➤ Comprimento menor que a necessidade de recobrimento [proteção das vedações vertical e horizontal]		➤ Solução modular.	➤ Dimensionamento adequado a vazão; ➤ Extensão das ligações – distancias curtas.	➤ Dimensionamento adequado a demanda.	➤ Dimensionamento adequado.	➤ Não permite a acesso em todo ao perímetro de implantação dos coletores.	➤ Atende a demanda.	Risco de acidente por queda em altura devido a dificuldade de acesso.
Organização do espaço ➤ Fluxos dos acessos [adequação antropodinâmica]; ➤ Sobreposição entre sistemas ➤ Separação por zona de risco.	➤ Distribuição linear	➤ Equilibrada e uniforme em termos de distribuição espacial.	➤ Distribuição em linha paralela.		➤ Módulos justapostos e intertravados.	➤ Decidas separada da elétrica. ➤ Sob o quadro.	➤ Decidas separada do domótico. ➤ Sob o quadro.		➤ Separação dos componentes não afins.	➤ Dificuldade a ampla visualização do sistema.	➤ Facilidade de troca de alguns componentes [dependência de sistema de segurança para uso, operação e manutenção tubos].
Aspecto plástico do equilíbrio da forma. ➤ Geometria; ➤ Superfícies; ➤ Vazados.	➤ Conjunto de tubos justapostos; ➤ Superfície frágil e quente.	➤ Retângulos vazados com arestas cortantes.	➤ Superfície escorregadia; e reflexão de luz que traz incômodo as atividades de manutenção.	.	➤ Bloco unitário com superfície plana.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Composição geométrica com justaposição dois elementos.	➤ Equilíbrio dado pela disposição simétrica dos componentes	➤ Conflito na especificação dos materiais da varanda [não permitem carga móvel].

5. Integração do sistema-comportamento em uso:	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Segurança estrutural ➤ Estabilidade; ➤ Deformação; ➤ Capacidade de carregamento.	➤ Os tubos contém boro silicato que confere maior resistência a impacto.	➤ Atende ao cálculo das cargas fixa e móveis.	➤ Atende ao calculo das cargas fixa e móveis. ➤ Sobre deformação quando submetida a cargas móveis sem proteção.		➤ Atende ao cálculo das cargas fixa e móveis.	➤ Atende ao cálculo de vazão e pressão. ➤ Limite de superior de temperatura.	➤ Atende ao cálculo das cargas elétricas e proteções ao contra fogo, elevação de temperatura e a UV.		➤ Atende a estabilidade depois de montado.	➤ Atende a demanda.	Situação instável na zona do beiral [deformação].
Segurança ao fogo	➤ Não há na situação proposta.	➤ Atende a resistência ao fogo, a separação dos espaços para evitar a propagação e ao limite de 30min [tempo de evacuação].	➤ Atende ao limite de 30min [tempo de evacuação]. ➤ Estrutura resistir aos efeitos do incêndio. ➤		➤ Não foi testado, mas os isolamentos térmicos internos e externos evitam que ele entre em reação ao fogo.	➤ Atende ao propósito [capa externa em alumínio].	➤ Com revestimento anti chama.	➤ Detecção e alarme de incêndio.	➤ A forma interseccional [varanda externa e núcleo faz a proteção por separação – controla a proximidade de outra edificação].		➤ Atende a demanda de acesso facilitado para o Corpo de bombeiros.
Segurança ao uso, operação e manutenção: Conforto: ➤ Tátil, ➤ Visual, ➤ Térmico, ➤ Acústico Antropodinâmico.	➤ Explosão dos tubos vácuos por excesso de temperatura e pressão por falha na operação ou por paralização das bombas do sistema fechado. ➤ Queimadura por contato direto.	➤ Superfície cortante nos topos. ➤ Pouca altura na inclinação da estrutura inibe o acesso seguro e impõe penúria ou usuário durante a atividade. ➤ Ligação a terra.	➤ Superfície cortante nos topos. ➤ Escorregadia se molhada. ➤ Excesso de brilho devido a cor. ➤ Ligação a terra.		➤ Não há.	➤ Ligação a terra.	➤ Ligação a terra.	➤ Mostrador recuado dificultando a visualização. ➤ Sinais sonoros superior ao15 dB o ruído de fundo	➤ Fragilidade de montagem das varandas não permitindo o acesso sobre ela.		➤ Situação inadequada a manutenção - posição implica diversos riscos [queda em altura, corte por quebra do o vidro, e queimadura por contato direto].
Habitabilidade: ➤ Qualidade do ar ➤ Temperatura ➤ Ventilação ➤ iluminação		➤	➤ As calhas e rufos estão inadequados a função. Penetração de águas de chuva.	➤	➤ A falta de manta de vapor o lado externo facilita a deterioração das capas e o comprometimento da qualidade de ar.						

Nº 02	Planilha: Levantamento da situação real – protótipo Ekó House – Sistema de termoconversão								Local: Área técnica - gabinete técnico externo		
	Engenharia – sistemas colaborativos								Arquitetura		
1. Conceitos	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Estratégia do projeto: ➤ Inovação; ➤ Eficiência energética	Equipamento com uso de serpentina para sistema fechado e com resistência elétrica de apoio ao aquecimento da água quente. ➤ Água sanitária – capacidade 400l e vertical; ➤ Calefação – capacidade 150l na posição horizontal. ➤ Isolante térmico de alta eficiência; ➤ Capa de proteção externa.	Componente Modular e dedicado ao conjunto hidráulico. ➤ Estrutura em alumínio estrutural; ➤ Fechamentos fundo e lateral em chapa de alumínio [2mm de espessura].	Isolamento do risco de choque elétrico – piso não condutor. ➤ Régua de madeira justaposta.	Isolamento do risco por acesso direto. ➤ Sistema em aço galvanizado de fechamento com traspassamento de folhas. ➤ Folha em fibrocimento [fibra são fibras de celulose, cimento silicato, quartzo, areia, água e alguns aditivos].	➤ Ar condicionado do tipo Split. Não é um sistema integrado a termoconversão, mais ocupa espaço no gabinete técnico.	Facilidade de montagem. ➤ Tubo em cobre com isolamento térmico e Tubos e conexões do tipo PEX. ➤ Conjunto de bombas; ➤ Conjunto de válvulas de segurança do sistema; ➤ Conjunto de válvulas de segurança para o usuário.	➤ Apoio ao funcionamento dos componentes acessórios.	➤ Controle por sensores. ➤ Monitoração de temperatura e pressão.	➤ Módulo compacto; ➤ Separação do risco. ➤ Destaque visual dos sistemas de termoconversão e fotoconversão. ➤ Integração de formas.	➤ Manter espaço acessível e com controle visual dos componentes.	➤ Facilidade de acesso.
2.Viabilidade de aplicação	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Social: ➤ Facilidade de uso; ➤ Operação; ➤ Manutenção.	➤ Mudança de hábito para monitorar, operar e controlar o sistema. ➤ Uso de sistema de controle de temperatura de uso [misturador termostático na saída do acumulador]	➤ Dificulta o acesso frontal dos componentes. ➤ Tem aberturas para ventilação do ambiente.	➤ Reduz manutenção.	Não tem fechadura nem sistema de travas de acesso.	Interfere no acesso direto dos componentes.	➤ Ortogonalidade de na distribuição dos componentes; ➤ Altura adequada dos mostradores de temperatura e pressão;	➤ Comprometimento da segurança e da saúde do usuário por falha na manutenção da temperatura. ➤ Cabos com terminais de engate rápido.	➤ Atua no controle da qualidade da água temperatura e a pressão dentro dos limites estabelecidos. ➤ Mantém o sistema estabilizado em seu funcionamento.	➤ Impõe situações de desconforto por exigências físicas na atividade de manutenção. ➤ Necessidade de retirada de componente para manutenção.	➤ Não permite flexibilidade no arranjo físico.	➤ Arriscado para pessoas não treinadas na verificação dos condicionantes limites de operação, uso e manutenção do sistema.
Ambiental ➤ Reaproveitamento; ➤ Degradação; ➤ Contaminação ➤ Riscos químicos, físicos e biológicos.	➤ Condições de operação controlada de temperatura e pressão.	➤ Material reciclável.	➤ Material reciclável.	➤ Material reciclável.		➤ Pontos na tubulação com diferentes temperaturas.	➤ Cabos com proteção anti chamas e a agentes ambientais.	Temperaturas entre 40° e 50°são favoráveis a proliferação da bactéria Legionella.	➤ Controle das distâncias de percursos.	Não permitir o risco de acidente.	➤ A falha do sistema de segurança implica em explosão do vaso de expansão e rompimento de tubos.
Tecnológico. ➤ Vida útil; ➤ Disponibilidade de peças e mão-de-obra.	➤ Disponibilidade de componentes integrados para reposição; ➤ Disponibilidade de mão-de obra.	➤ Material resistente as cargas solicitadas; ➤ Durável; ➤ Exigem especialidade para manutenção.	➤ Material durável; ➤ Fácil manutenção.	➤ Material de fácil reposição.		➤ Conjunto hidráulico importado; ➤ Dificuldade de aquisição dos componentes de segurança do sistema. ➤ disponibilidade e de mão-de obra.	➤ Disponibilidade no mercado sob encomenda.	➤ Disponibilidade de no mercado sob encomenda. ➤ Pouca disponibilidade de mão-de obra.	➤ A forma limita a ampliação do sistema.	➤ Não compromete por sobreposição entre componentes.	➤ Aumenta o grau de dificuldade de acesso pela sobreposição dos componentes.
Econômico ➤ Capacidade de desembolso e	➤ Desempenho inadequado a demanda de uso normal.	➤ Custo superior aos existentes no mercado.	➤ Facilidade de aquisição. □ Madeira de lei C60 ipê.	➤ Sob encomenda.		➤ Tem custo acima do convencional.	➤ Produto já disponibilizado no mercado; ➤ Tem custo	➤ Produtos adaptados para reposição.	➤ Por ser modular facilita o transporte, mas o tamanho não é	➤ O custo por m² supera os da construção convencional.	➤ Limitado pelo volume de água aquecido.

➤ Relação custo benefício.	➤ Os componentes importados.						acima do convencional.		compatível a necessidade.		
3.Definições técnicas - Engenharia	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Atendimento legal e normativo. DIRETIVA – ESPANHA.	➤ ABNT NBR: 10185; RAC; ABRVA RN- 04.	EUROCODE 9		NBR7581 e NBR 12800.	➤ ABNT NBR:16401.	➤ ABNT NBR: 5626;7198; 11720; 15345	➤ ABNT NBR: 5410	➤ ABNT NBR: 5410.	➤ ABNT NBR: 9050.	➤	
Modo construtivo	➤ Posicionamento vertical para água sanitária [melhor desempenho na estratificação da água]; ➤ Posicionamento horizontal – calefação; ➤ Divisão funcional [1 para água sanitária e 1 para calefação. ➤ Fixação sobre suporte em aço.	➤ Modulo estruturado em alumínio estrutural. ➤ Componente sobre pés, deslocado do solo. ➤ Necessidade de fixação a estrutura da casa para manter a estabilidade.	➤ Montagem sequencial; ➤ Produto sob encomenda. ➤ Permite troca.	Painel cimentício.		➤ Engate rápido nos tubos de distribuição e cobre soldado na tubulação do circuito fechado. ➤ Rosca nas entradas e saídas da central de controle.	➤ Quadro de comando com tampa e visor frontal.	➤ Quadro de sensores com dispositivo de alerta.	➤ Arranjo físico impactado por falta de espaço na largura e altura.	➤ Permite o funcionamento .	➤ Dispositivos de proteção de fácil montagem.
Adequação técnica	➤ Sujeita a pane por falta de uso, parada de bombas ou inexistência do radiador.	➤ Resistente ao fogo no tempo requerido [30 min.] ➤ Limitador de acesso.	➤ Peças exclusivas; ➤ Resistente ao fogo no tempo requerido [30 min.].	➤ Inadequado a situação.	➤ Sistema com sobreposição da tubulação.	➤ Sistema em conformidade.	➤ Sistema em conformidade.	➤ Necessidade de levar as informações para próximo do usuário.	➤ Separação dos sistemas fotovoltaico e termoc conversão. ➤ Inibe a ampliação do sistema. Limitada pela área disponível.	➤ Adequado ao sistema hidráulico.	➤ Compartime ntação por separação do ambiente técnico do corpo da habitação.
Compatibilidade entre sistemas	➤ Prejudicada por dividir o espaço com o ar condicionado	➤ Caixa e quadro compatíveis a função mais com tamanho insuficiente para o sistema. ➤ Pés inadequados a implantação em solo sem revestimento rígido. ➤	➤ Adequada a segurança do usuário.	➤ Incompatível a segurança contra o acesso indevido.	➤ Acomodação inadequada da tubulação por falta de espaço.	➤ Adequada a segurança do usuário.	➤ Sistema auxiliar de energia dependente da rede.	➤ Necessidade de integração com o sistema de monitoramento e controle dos sistemas.	➤ Conflito por falta de espaço.		
4. Soluções de arquitetura	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Dimensional: ➤ Orientação; ➤ Inclinação; ➤ Largura; ➤ Comprimento; ➤ Altura. [Adequação antropométrica].	➤ Diâmetro 0.70m x 1.80m ➤ Diâmetro – 0.50m x 1.20m ➤ Incompatível ao volume necessário para autonomia de dois dias.	➤ Retângulo [largura 2.00mx 2.50 altura x 1.00 profundidade].	➤	➤ Transpasse entre folhas inadequadas a implantação de fechadura com trava de segurança.	➤ Unidade condensadora [68x43x26 cm] ➤ Unidade evaporadora [70x70x23].	➤ Distância curta entre acumulador e coletor - [favorável ao funcionamento do sistema].	➤ Dimensioname nto adequado a demanda.	Modulo [25x30x 12cm].	➤ Não permite a acesso em todo o perímetro ➤ Incompatível ao espaço de implantação.	➤ Atende a demanda.	Dificuldade durante atividade de monitoração e manutenção.
Organização do	➤ Distribuição dos componentes no espaço ajustada a	➤ Módulos justapostos [hidráulico e			➤ Tubulação de saída de ar concentrada na	➤ Separação entre sistema elétrico e	➤ Separação do sistema de ar condicionado.	Conflito posicional entre hidráulico e domótico	➤ Separação dos componentes	➤ Dificuldade a ampla visualização	

espaço ➤ Fluxos dos acessos [adequação antropodinâmica]; ➤ Sobreposição entre sistemas ➤ Separação por zona de risco.	dimensão, não podendo respeitadas as distâncias seguras para manutenção e troca de componentes. ➤ Conjunto de tubos justapostos.	fotovoltaico].			lateral e superior e no fundo.	hidráulico.		[sobreposição].	não afins.	do sistema.	
Aspecto plástico do equilíbrio da forma. ➤ Geometria; ➤ Superfícies; ➤ Vazados.	➤ Cilindro.	➤ Retângulo.	➤ Retângulo com espessura de 2cm. Superfície lisa com pequenos rebaixos nos encaixes.	Superfície lisa.		➤ Distribuição ortogonal.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Composição geométrica com justaposição dos gabinetes técnicos	➤ Equilíbrio dado pela disposição simétrica dos componentes	
5. Integração do sistema-comportamento em uso:	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Segurança estrutural ➤ Estabilidade; ➤ Deformação; ➤ Capacidade de carregamento.	➤ Cilindro em aço inox com revestimento em termoplástico.	➤ Em alumínio estrutural e fechamento em chapa de alumínio.	➤ Componente certificado.	➤ Paineis sem moldura [possibilidade de quebra] e deformação.	➤ Componente certificado.	➤ Componente certificado.	➤ Fiação certificada.		➤ Atende a estabilidade depois de montado.	➤ Atende a demanda.	Situação estável quando fixado à estrutura da casa.
Segurança ao fogo ³	➤ Sistema certificado.	➤ Atende a resistência ao fogo[mínimo de 30min.].	➤ Atende ao limite de 30min [tempo de evacuação].	➤ Combustibilidade adequada ➤ Incombustível I Classe A	➤ Não foi testado, mas os isolamentos térmicos internos e externos evitam que ele entre em reação ao fogo.	➤ Sistema certificado.	➤ Com revestimento anti-chama.		➤ Proteção por separação – controla a proximidade de outra edificação.		➤ Atende a demanda de acesso facilitado para o Corpo de bombeiros.
Segurança ao uso, operação e manutenção: Conforto: ➤ Tátil, ➤ Visual, ➤ Térmico, ➤ Acústico Antropodinâmico.	➤ Queimadura por contato direto com água quente se houver intervenção de manutenção sem esvaziamento do sistema. ➤ Ligação à terra.	➤ Ligação à terra.	➤ Superfície com baixa condutibilidade elétrica.	➤ Necessidade de colocação de puxador e trava de segurança.	➤ Limpeza de filtros.	➤ Ligação à terra.	➤ Ligação à terra.	➤ Mostrador recuado dificultando a visualização. ➤ Sinais sonoros superior a 15 dB o ruído de fundo	➤ Fragilidade de montagem das varandas não permitindo o acesso sobre ela.		➤ Situação inadequada à manutenção - posição implica diversos riscos [queda em altura, corte por quebra do vidro, e queimadura por contato direto].
Habitabilidade: ➤ Qualidade do ar ➤ Temperatura ➤ Ventilação ➤ Iluminação		➤ Necessidade de luz de emergência no interior do gabinete.			➤ A falta de manta de vapor o lado externo facilita a deterioração das capas e o comprometimento da qualidade de ar.				➤ ventilação cruzada para reduzir a temperatura dentro do gabinete técnico		

³ Resistência ao fogo; Prevenção do início do incêndio; Prevenção do rápido crescimento do incêndio; Detecção e alarme de incêndio; Adequação dos meios de escape dos ocupantes; Estrutura para resistir aos efeitos do incêndio; Divisão dos espaços internos para prevenir a propagação do incêndio; Separação das edificações para prevenir a propagação do incêndio.

Nº 03	Planilha: Levantamento da situação real – protótipo Ekó House – Sistema de termoconversão								Local: Área técnica - passagem		
	Engenharia – sistemas colaborativos								Arquitetura		
1. Conceitos	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	➤ Revestimento chapa dobrada perfurada.	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição.	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso
Estratégia do projeto: ➤ Inovação; ➤ Eficiência energética	➤ Pannel estrutural modular para fechamento do teto formado por varias capas. ➤ Autoportante; ➤ Integra o conjunto cobertura;	➤ Facilidade e rapidez em retirar. ➤ Sistema fixado por imãs. ➤ Componente Modular de chapa dobrada;	➤ Facilidade em limpeza. ➤ Placa em vidro 4mm laminado colada sobre compensado.	➤ Facilidade e rapidez em retirar. ➤ Sistema em aço galvanizado de fechamento com traspassamento de folhas. ➤ Folha em fibrocimento [fibra são fibras de celulose, cimento silicato, quartzo, areia, água e alguns aditivos].	➤ Menor percurso; ➤ Sistema fixado por presilhas; ➤ Tubulação do ar condicionado do tipo Split. ➤ Dutos constituídos de papelão acartonado revestido com manta isolante de folha de alumínio.	➤ Ortogonalidade na montagem para facilitar a manutenção; ➤ Tubulação presa ao painel estrutural; ➤ Facilidade de montagem. ➤ Tubos e conexões do tipo PEX.	➤ Ortogonalidade na montagem para facilitar a manutenção; ➤ Acondicionado em conduite flexível; ➤ Cabos com terminais de engate rápido.	➤ Ortogonalida de na montagem para facilitar a manutenção; ➤ Sistema montado sobre calha metálica ➤ Controle por sensores. ➤ Monitoração de temperatura e pressão.	➤ Superfície lisa e com capacidade para aparafusar suportes das calhas e conduites; ➤ Separação do risco por meio da compartimentação e separação dos sistemas. ➤	➤ Manter integridade dos componentes.	➤ Facilidade de acesso.
2.Viabilidade de aplicação	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	➤ Revestimento chapa dobrada perfurada.	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso
Social: ➤ Facilidade de uso; ➤ Operação; ➤ Manutenção.	➤ Sistema estrutural modular em capas; ➤ Possibilidade de adaptação a outros materiais. ➤ Capacidade de troca das capas [externas e internas].	➤ Facilidade de retirada; ➤ Facilita a dissipação do calor gerado pelos componentes. ➤ Reduz o ruído do ambiente. ➤ Não exige mão de obra especializada para limpeza e manutenção.	➤ Fácil manutenção. ➤ Inadequadas a segurança do usuário.	➤ Facilidade de montagem e substituição por outro material.	➤ Material frágil e com maior demanda de área.	➤ Engate rápido e flexibilidade na manobra.	➤ Fácil engate e substituição.	➤ Exige condições especiais de controle de umidade e temperatura.	➤ Impõe situações de desconforto por exigências físicas na atividade de manutenção. ➤ Necessidade de retirada de componente para manutenção. ➤ Controle das distâncias de percursos.	➤ Não permite flexibilidade no arranjo físico.	➤ Arriscado para pessoas não treinadas na verificação dos condicionante s limites de operação, uso e manutenção do sistema.
Ambiental ➤ Reaproveitamento; ➤ Degradação; ➤ Contaminação ➤ Riscos químicos, físicos e biológicos.	➤ Material reciclável; ➤ Madeira certificada; ➤ Isolamento térmico incombustível.	➤ Material reciclável.	➤ Material reciclável.	➤ Material reciclável.		➤ Pontos na tubulação com diferentes temperaturas risco para a qualidade da água por proliferação de bactérias.	➤ Cabos com proteção anti chamas e a agentes ambientais.	➤ Material reciclável.		➤ Ambiente úmido [sistemas passando no banheiro].	➤ A falha do sistema de segurança implica em explosão do vaso de expansão e rompimento de tubos.
Tecnológico. ➤ Vida útil; ➤ Disponibilidade de peças e mão-de-obra.	➤ Quadro estrutural resistente a organismos [cupins e brocas]; ➤ Material sob controle. ambiental; ➤ Mão-de-obra especializadas.	➤ Material resistente as cargas solicitadas; ➤ Durável; ➤	➤ Fragilidade a impacto.	➤ Material de fácil reposição.		➤ de mão-de obra especializada..	➤ Disponibilidade no mercado sob encomenda.	➤ Disponibilida de no mercado sob encomenda. ➤ mão-de obra especializada.	➤ A forma limita a ampliação do sistema.	➤ Pode comprometer o sistema por ser colocado em área úmida.	➤ Aumenta o grau de dificuldade de acesso pela sobreposição dos componentes.

Econômico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacidade de desembolso e ➤ Relação custo benefício. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Madeira de lei C60 e revestimento de alto desempenho – custo acima do que é comumente utilizado no mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Custo superior aos forros de gesso. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilidade de aquisição. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sob encomenda. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tem custo acima do convencional. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Produto já disponibilizado no mercado; ➤ Tem custo acima do convencional. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Produtos adaptados para reposição. 			
3.Definições técnicas - Engenharia	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revestimento chapa dobrada perfurada. 	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição.	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso	
Atendimento legal e normativo. DIRETIVA – ESPANHA.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ABNT NBR: 14432; 	EUROCODE 9		NBR7581 e NBR 12800.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ABNT NBR:16401. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ABNT NBR: 5626;7198; 11720; 15345 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ABNT NBR: 5410 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ABNT NBR: 5410. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ABNT NBR: 9050. 			
Modo construtivo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Controle sobre a forma de sobreposição os componentes e do isolamento hidrotérmico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema de fixação por imãs; ➤ Placas retangulares justapostas em fileira. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Montagem sequencial ➤ Montado sobre a parede técnica ➤ Produto sob encomenda. ➤ Permite troca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pannel cimentício. 	Peças fixadas fazendo uso de presilhas e parafusos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Engate rápido nos tubos de distribuição. ➤ Metais sanitários nas terminações. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Separado em ramais conectados ao quadro de distribuição. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quadro de sensores com dispositivo de alerta ligado a um sistema de monitoramento por computador. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arranjo físico impactado por falta de espaço na largura e altura. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permite o funcionamento dos sistemas. 	Dificuldade de acesso dos componentes devido ao empilhamento	
Adequação técnica	Falha no sistema de isolamento higratérmico.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistente ao fogo no tempo requerido [30 min.] ➤ Limitador de acesso. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peças exclusivas; ➤ Incombustível. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Em áreas úmidas necessidade de impermeabilizante. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tubulação colocada lado a lado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema em conformidade. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema em conformidade. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Separação dos sistemas; ➤ Inibe a ampliação do sistema. ➤ Limitação da área disponível. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aquecimento dos componentes por sobreposição. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ separação dos componentes em calhas. 	
Compatibilidade entre sistemas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prejudicada pela ausência de manta de vapor na face externa. ➤ Degradação por umidade. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compatível a função e com os demais componentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pannel madeira absorve umidade e dilata; ➤ Vidro material rígido. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Local úmido inapropriado para passagem de sistemas elétricos, domótico e ar condicionado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adequada a segurança do usuário. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Local úmido inapropriado para passagem de sistemas elétricos, domótico e ar condicionado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Necessidade de área técnica próxima ao local de controle [acionamento mecânico]. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conflito por falta de espaço. E por perfuração da manta de vapor. 			
4. Soluções de arquitetura	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revestimento chapa dobrada perfurada. 	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição.	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso	
Dimensional:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solução modular. ➤ Dimensões variadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retângulo [largura 0.50mx 1.00 altura x 0.01 espessura]. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Variando conforme a colocação. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Placas moduladas, exceto próxima as mudanças de plano. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Unidade condensadora [68x43x26 cm] ➤ Unidade evaporadora [70x70x23]. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Distância curta entre acumulador e coletor - [favorável ao funcionamento do sistema]. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensionamento adequado a demanda. 	Modulo [25x30x 12cm]. Conduites flexível.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Não permite a acesso em todo o perímetro ➤ Incompatível ao espaço de implantação. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atende a demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificuldade durante atividade de manutenção. 	
Organização do espaço	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Módulos justapostos e inter travados. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Módulos justapostos formando duas linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parede técnica com acabamento em três faixas, sendo vidro aço inox e vidro colado sobre o compensado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposta em justaposição. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tubulação de saída de ar concentrada na lateral e superior e no fundo. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Separação entre sistema elétrico e hidráulico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Separação do sistema de ar condicionado. 	Conflito posicional entre hidráulico e domótico [sobreposição].	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Separação dos componentes não afins. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificuldade a ampla visualização do sistema. 	

entre sistemas ➤ Separação por zona de risco.											
Aspecto plástico do equilíbrio da forma. ➤ Geometria; ➤ Superfícies; ➤ Vazados.	➤ Bloco com superfície plana.	➤ Duas faixas retangulares com a iluminação por led central.	➤ Superfície lisa.	➤ Superfície lisa.	➤ Sistema ortogonal de distribuição.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Distribuição ortogonal.	➤ Composição geométrica com justaposição dois gabinetes técnicos	➤ Equilíbrio dado pela disposição simétrica dos componentes	
5. Integração do sistema-comportamento em uso:	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	➤ Revestimento chapa dobrada perfurada.	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição.	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso
Segurança estrutural ➤ Estabilidade; ➤ Deformação; ➤ Capacidade de carregamento.	➤ Atende ao cálculo das cargas fixa e móveis.	➤ Em alumínio estrutural e fechamento em chapa de alumínio.	➤ Componente certificado.	➤ Painel sem moldura [possibilidade de quebra] e deformação.	➤ Componente certificado.	➤ Componente certificado.	➤ Fiação certificada.		➤ Atende a estabilidade depois de montado.	➤ Situação estável quando fixado a estrutura da casa.	➤ Facilidade de acesso por facilidade de retirada do forro.
Segurança ao fogo	➤ Não foi testado, mas os isolamentos térmicos internos e externos inibem uma degradação completa.	➤ Não propaga o fogo; ➤ Atende a resistência ao fogo[mínimo de 30min.].	➤ Incombustível.	➤ Incombustível I Classe A	➤ Não foi testado, mas os isolamentos térmicos internos e externos evitam que ele entre em reação ao fogo.	➤ Sistema certificado.	➤ Com revestimento anti chama.	➤ Não testado.		➤ Atende a demanda.	
Segurança ao uso, operação e manutenção: Conforto: ➤ Tátil, ➤ Visual, ➤ Térmico, ➤ Acústico Antropodinâmico.	➤ Superfície com baixa condutibilidade elétrica.	➤ Ligação a terra.	➤ Superfície com fragilidade a impacto.	➤ Contribui com o isolamento térmico.	➤ Limpeza do filtro.	➤ Ligação a terra as partes metálicas.	➤ Ligação a terra.	➤ Mostrador recuado dificultando a visualização. ➤ Sinais sonoros superior ao15 dB o ruído de fundo	➤ Fragilidade de montagem das varandas não permitindo o acesso sobre ela.		➤ Situação inadequada nas áreas úmidas.
Habitabilidade: ➤ Qualidade do ar ➤ Temperatura ➤ Ventilação ➤ iluminação	➤ A falta de manta de vapor o lado externo facilita a deterioração das capas e o comprometimento da qualidade de ar por proliferação de fungos.	➤ Acumulação de poeira.			➤ A falta de manta de vapor o lado externo facilita a deterioração das capas e o comprometiment o da qualidade de ar.				➤ Permite a ventilação dissipando a temperatura..		
Nº 04	Planilha: Levantamento da situação real – protótipo Ekó House – Sistema de termoconversão								Local: Área técnica – passagem SOB A CASA		
	Engenharia – sistemas colaborativos										
1.Conceito	Tubulação – água fria	Tubulação água quente	Tanque de água potável	Tubulação e conexões de esgoto	Tanques de aguas cinza	Tanque de tratamento de água	Tanque de reuso	Tubulação do ar condicionado	Elétrico Fiação, pontos de alimentação das bombas	Solo	Forma Função Uso
Redução do impacto ambiental. Controle de contaminação da água e do solo.	Engate rápido Flexibilidade	➤ Engate rápido ➤ Flexibilidade	➤ Material polietileno.	➤ PVC	➤ Material polietileno	➤ Material polietileno	➤ Material polietileno	➤ Tubo corrugado com isolamento termico.	➤ Acondicionado em onduite flexível; ➤ Cabos com terminais de engate rápido.	➤ Revestido com asfalto.	➤ Dimensões reduzidas para o acesso na operação e na manutenção.

Área técnica 04 de passagem técnica sob a habitação.											
Nº 04	Engenharia – sistemas colaborativos										
CENÁRIO NEGATIVO	Tubulação – água fria	Tubulação água quente	Tanque de água potável	Tubulação e conexões de esgoto	Tanques de águas cinza	Tanque de tratamento de água	Tanque de reuso	Tubulação do ar condicionado	Elétrico Fiação, pontos de alimentação das bombas.	Solo	Forma Função Uso
Redução do impacto ambiental. Controle de contaminação da água e do solo.	➤ Falha no engate rápido ➤ Conflito entre esgoto e atua fria.	➤ Falha no engate rápido ➤ Quebra do tubo de cobre.	➤ Rompimento do tanque.	➤ Quebra do tubo de PVC.	➤ Rompimento do tanque.	➤ Rompimento do tanque.	➤ Rompimento do tanque.	➤ Rompimento do tubo corrugado com isolamento térmico.	➤ Fiação imersa em água.	➤ Solo natural	➤ Dimensões reduzidas para o acesso na operação e na manutenção.
COMPROMETIMENTO DOS SISTEMAS EM RELAÇÃO A SEGURANÇA DO USUÁRIO.											
<div>➤ Nível 04 - arquitetura</div> <div>➤ Nível 03 - engenharia</div> <div>➤ Nível 05 - usuário</div> <div>➤ Nível 01 – estratégico</div> <div>➤ Nível 02 - aplicação</div>											

7.2.8 Fases 04 e 05 - Identificação e qualificação de riscos e consequência e indicador de controle, impacto futuro e recomendações.

Tabela 8.4: Fase 04 05 - Planilha: Identificação /qualificação e consequências do risco e indicador de controle, impacto futuro e recomendações									Local: Área técnica cobertura		
Nº 01	Engenharia – sistemas colaborativos								Arquitetura		
IDENTIFICAÇÃO QUALIFICAÇÃO CONSEQUÊNCIAS	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento Calhas e rufos	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Físico [f]	➤ Queimadura por contato direto; ➤ Corte por quebra do coletor devido a aumento da temperatura e pressão e choque térmico.	➤ Corte por contato direto em partes cortantes; ➤ Hematoma por impacto contra componente fixo.	➤ Escoriações por contato com partes cortantes; ➤ Queda por escorregamento devido a superfície lisa. ➤ Queda no mesmo nível por tropeço; ➤ Queda em desnível por desequilíbrio. ➤ Ofuscamento devido ao brilho e reflexão de luz.	Corte por contato com partes cortantes.	➤ Injuria por esforço físico devido troca das capas do painel estrutural.	➤ Queimadura por rompimento dos tubos com água quente. ➤ Queimadura por água quente devido a falha no misturador termostático.	➤ Choque elétrico por falha na equipotencialização, aterramento ou quebra do dispositivo de proteção DR.	➤ Explosão por falha no sistema devido a falta de controle automático de monitoração, controle e operação.	➤ Impõe condições de risco de queda em altura pela forma de implantação dos coletores no quadro. ➤ As varandas não tem capacidade de suportar carga móvel.	➤ Fragilidade da segurança do sistema por falta de componente de segurança de temperatura [alívio de pressão].	➤ constrangi mentos físicos e psicológicos [tensão pela proximidade das bordas da cobertura] por não se ter acesso na envoltória dos coletores; posicionament o de parte da bateria de coletor no beiral.
Biológico [b]				➤ Contaminaçã o da qualidade do ar por bactérias e fungos devido a falha de estanqueidade.	➤ Contaminaçã o por fungo devido ao apodrecimento da madeira.	➤ Contaminação da água devido a temperatura dentro da faixa de proliferação de fungos e bactérias.				➤ Comprometi mento da saúde do usuário por fragilidade do sistema domótico.	
Químico [q]	➤ Contaminação ambiental se lançado sobre o solo [etileno glicol].						➤ Liberação de fumaça tóxica em caso de incêndio.				

INDICADOR DE CONTROLE	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento Calhas e rufos	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
	Tolerável com controle	Aceitável	Tolerável com controle	Inaceitável	Tolerável com controle	Inaceitável	Inaceitável	Tolerável com controle	Tolerável com controle	Intolerável	➤ Tolerável com controle
INDICADOR DE IMPACTO FUTURO	Coletor	Suporte do coletor	Telha	Revestimento Calhas e rufos	Vedação	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
	Intrínseco	Local	Local	Sistêmico	Intrínseco	Sistêmico	Sistêmico	Local	Local	Sistêmico	
MEDIDAS DE CONTROLE											
	➤ Isolamento térmico da tubulação quente; ➤ Inserção de passarela técnica móvel para melhorar o acesso.	➤ Utilizar sistema de articulação entre o quadro e viga inferior.	➤ Utilizar tamanho adequado ao recobrimento do painel de vedação de teto.	➤ Utilizar calhas e rufos adequados; ➤ Calcular a vazão de água nas calhas.	➤ Inserir manta de vapor ou impermeabilizant e na face externa.	➤ Usar válvulas de segurança do sistema e p/usuário. ➤ Percurso curto entre o acumulador e o ponto de distribuição; ➤ Menor número de curvas;	➤ Utilizar dispositivo DR; manter os cabos elétricos presos junto ao quadro.	➤ Implantar sistema de fácil acesso de visualização do usuário [interface homem-maquina no interior da habitação].	➤ Implantação de reforço do quadro da varanda e implantação da plataforma móvel sobre essa área.	➤ Colocação do sistema de alívio de pressão e temperatura sobre a cobertura.	➤ Uso, operação e manutenção por usuário treinado para tais atividades.

Nº 02	Planilha: Identificação /qualificação e consequências do risco e indicador de controle, impacto futuro e recomendações								Local: Área técnica - gabinete técnico externo		
	Engenharia – sistemas colaborativos								Arquitetura		
IDENTIFICAÇÃO QUALIFICAÇÃO CONSEQUÊNCIAS	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
Físico [f]	➤ Queimadura por contato direto com água quente por falha no regulador termostático.	➤ Tombamento se desconectado a estrutura do protótipo.	➤ Quebra por apodrecimento devido ao ambiente úmido.	➤ Impacto sobre o corpo por quebra ou tombamento do painel da porta.		➤ Queimadura por rompimento dos tubos com água quente. Queimadura por água quente devido a falha no misturador termostático.	➤ Choque elétrico por falha na equipotencialização, aterramento ou quebra do dispositivo de proteção DR.	➤ Explosão por falha no sistema devido a falta de controle automático de monitoração, controle e operação.	➤ Impõe condições de risco por falta de espaço necessário a implantação e funcionamento dos componentes.	➤ Fragilidade da segurança do sistema por falta de componente de segurança de temperatura [alívio de pressão].	➤ constrangim entos fisicos e psicológicos por não se ter acesso e visualização fáceis dos componentes.
Biológico [b]	➤ Contaminação da água devido a temperatura dentro da faixa de proliferação de fungos e bactérias.	➤ Contaminaçã o da qualidade do ar devido ao acúmulo de poeira.	➤ Contaminaçã o da qualidade do ar por desenvolvimento de colônia de fungo sobre e sob o piso.			➤ Contaminação da água devido a temperatura dentro da faixa de proliferação de fungos e bactérias.					
Químico [q]	➤ Contaminação da água sanitária por rompimento da serpentina do circuito fechado dentro do acumulador.						➤ Liberação de fumaça tóxica em caso de incêndio				

INDICADOR DE CONTROLE	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável	➤ Tolerável	➤ Tolerável com controle
INDICADOR DE IMPACTO FUTURO	Acumulador	Gabinete técnico ➤ Estrutura e fechamento	Revestimento do Piso	Fechamento - porta	Ar condicionado	Hidráulico	Elétrico	Domótico	Forma	Função	Uso
	➤ Pontual	➤ Local	➤ Intrínseco	➤ Intrínseco		➤ Local	➤ Local	➤ Sistemico	➤ Local	➤ Sistemico	
MEDIDAS DE CONTROLE											
	➤ Implantação de energia auxiliar para manter a temperatura dentro da faixa segura.	➤ Necessidade de ampliação do gabinete técnico.	➤ Uso de impermeabilizant e nas duas faces.	➤ Substituição da porta e colocação da trava de segurança.		➤ Uso de tubos de cobre nas tubulações de saída do coletor [1.00m].	➤ Utilizar dispositivo DR; manter os cabos elétricos presos junto ao quadro.	➤ Implantar interface que ofereça maior visualização.	➤ Ampliação da área técnica prevendo o uma arranjo físico mais seguro [distancias entre componentes]	➤ Implantaçã o de luz de emergência para melhorar a visualização dos componentes.	➤ Uso, operação e manutenção por usuário treinado para tais atividades.

Nº 03	Planilha: Identificação /qualificação e consequências do risco e indicador de controle, impacto futuro e recomendações								Local: Área técnica – passagem e armário térmico interno		
	Engenharia – sistemas colaborativos								Arquitetura		
IDENTIFICAÇÃO QUALIFICAÇÃO CONSEQUÊNCIAS	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	➤ Revestimento chapa dobrada perfurada [teto].	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição.	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso
Físico [f]	➤ Injuria por esforço físico devido troca das capas do painel estrutural.	➤ Impacto sobre o corpo por tombamento se desconectado ao suporte.	➤ Corte por contato direto se a peça estiver quebrada.	➤ Impacto sobre o corpo por quebra ou tombamento do painel da porta.	➤ Sujidade nos filtro trazidos do exterior.	➤ Queimadura devido a falha no misturador termostático de água quente.	➤ Choque elétrico por falha na equipotencializaçã o, aterramento ou quebra do dispositivo de proteção DR. Choque elétrico por acesso indevido aos quadros energizados.	➤ Choque elétrico por acesso indevido aos quadros energizados.	➤ Impõe condições de risco por falta de espaço necessário a implantação e funcionamento dos componentes.	➤ Inadequaçã o da área de passagem por ser em ambiente úmido.	➤ Constrangi mentos fiscos por não se ter acesso e visualização fáceis dos componentes que estão nas canaletas.
Biológico [b]	➤ Contaminação por fungo devido ao apodrecimento da madeira.	➤ Contaminação da qualidade do ar devido ao acúmulo de poeira.	➤ Contaminaçã o da qualidade do ar por proliferação de fungos nas juntas entre peças.		➤ Doenças respiratórias por contaminação da qualidade do ar por material trazido pelo ar externo.	➤ Comprometime nto da saúde por contaminação biológica em caso de contato dos líquidos potável e cinzas					
Químico [q]	➤ Doenças respiratórias por contaminação da qualidade do ar por liberação de componentes fenólicos [cola do OSB].						➤ Comprometime nto da saúde por liberação de fumaça tóxica em caso de incêndio				

INDICADOR DE CONTROLE	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	➤ Revestimento chapa dobrada perfurada [teto].	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição.	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso
	Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Inaceitável	➤ Aceitável	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Inaceitável	➤ Inaceitável	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle
INDICADOR DE IMPACTO FUTURO	Painel com função de suporte para passagem de sistemas	➤ Revestimento chapa dobrada perfurada [teto].	Revestimento - Vidro	Revestimento - fibrocimento.	Ar condicionado tubulação e unidade evaporadora	Hidráulico Tubulação	Elétrico Fiação, pontos de iluminação e quadro de distribuição.	Domótico Fiação e caixa de comando	Forma	Função	Uso
	➤ Sistêmico	➤ Local	➤ Intrínseco	➤ Intrínseco	➤ Sistêmico	➤ Sistêmico	➤	➤ Local	➤ Local	➤ Sistêmica	➤ Sistêmico
MEDIDAS DE CONTROLE		➤									
	➤ Substituição paulatina por material que não libere agentes fenólicos e sejam imunes ao desenvolvimento de fungos.	➤ Manutenção da trava contra quedas.	➤ Substituição por material resistente a impacto e não cortante.		➤ Manutenção dos filtros limpos.	➤ Mudança do arranjo para controlar o risco.	➤ Separação da fiação em camadas.	➤ Instalação do quadro de monitoramento e controle no interior da habitação.	➤ Seria necessário modificar a posição de entrada dos sistemas na habitação.	➤ Pode comprometer a vida útil dos componentes pela umidade local.	➤ Manutenção por especialista.

Nº 04	Planilha: Identificação /qualificação e consequências do risco e indicador de controle, impacto futuro e recomendações								Local: Área técnica – passagem SOB A CASA		
	Engenharia – sistemas colaborativos										
IDENTIFICAÇÃO QUALIFICAÇÃO CONSEQUÊNCIAS	Tubulação – água fria	Tubulação água quente	Tanque de água potável	Tubulação e tanque conexões de esgoto	Tanques de aguas cinza	Tanque aberto de tratamento de água	Tanque de reuso	Tubulação do ar condicionado	Elétrico Fiação, pontos de alimentação das bombas.	Solo	Forma Função Uso
➤ Físico [f]		➤ Queimadura por liquido de arrefecimento em caso de rompimento da tubulação.							➤ Choque elétrico por contato direto, falta de aterramento ou imersão da fiação em água.		➤ Constrangimento físico por falta de espaço para manutenção.
➤ Biológico [b]	➤ Comprometimento da saúde por contaminação biológica em caso de contato dos líquidos potável e cinzas	➤ Comprometimento da saúde por contaminação da água por bactéria em pontos com temperatura no limite da faixa de proliferação.	➤ Comprometimento da saúde por contaminação do tanque por falta de higienização.	➤ Contaminação do solo por coliforme fecal por quebra ou desconexão da tubulação.	➤ Contaminação do solo por coliforme fecal por quebra ou desconexão da tubulação.	➤ Proliferação de insetos.		➤ Contaminação da qualidade do ar por ar exterior inadequado.		➤ Contaminação do lençol freático por resíduos fecal.	
IND. CONTROLE											
	➤ Inaceitável	➤ Tolerável por controle	➤ Inaceitável	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Tolerável com controle	➤ Inaceitável	➤ Inaceitável	
IND. IMPACTO FUTURO											
	➤ Sistêmico	➤ Sistêmico	➤ Sistêmico	➤ Local	➤ Local	➤ Local	➤ Local	➤ Sistêmico	➤ Local	➤ Sistêmico	
MEDIDAS DE CONTROLE											
	➤ Controle na manutenção	➤ Controle na manutenção	➤ Controle na manutenção	➤ Instalar conexões com vedação.	➤ Controle na manutenção	➤ Controle na manutenção	➤ Controle na manutenção	➤ Manter a renovação do ar e a limpeza dos filtros.	➤ Fixar à calha de fiação elétrica a estrutura do painel de piso.	➤	➤ Aumentar a altura de desnível.

7.2.9 Mapa de risco – Áreas técnicas

Figura 8.24 : Planta baixa e elevações – Ekó house.

7.2.10 Mapa de risco – Área técnica - Cobertura

Figura 8.25: Plantas baixas - sistema fotoconversão e termoconversão na cobertura.

Perspectiva isométrica – Ekó house – proteção elétrica.

Figura 8.26: Isométrica com o sistema de proteção elétrico.

7.3 Considerações sobre os riscos identificados no protótipo Ekó House.

Verificou-se que o protótipo Eko House precisa da requalificação de alguns sistemas bem como a recuperação de outros.

Sua viabilidade de mercado – [em termos conceituais] precisa se realinhada com as condições brasileiras. Não sendo necessário o uso de sistemas com alta eficiência em energia.

As inovações propostas, em específico o painel de vedação estrutural apresenta o maior comprometimento da qualidade do ar do ambiente interno. Esse problema só ocorreu por falha no detalhamento de calhas e rufos e pelo não uso da barreira de vapor na face externa – envoltória.

O requisito sustentabilidade foi materializado de diversas maneiras, mas não teve uma aproximação com a situação econômica da população brasileira. Dentro dessa categoria entra a energia. Esse requisito foi privilegiado, mas não atingiu a integração sistêmica. O segundo maior problema reside na capacidade de uso, operação e manutenção das instalações por um leigo.

O requisito de manutenção enfrenta problemas com a arquitetura. A forma e o dimensionamento dos espaços para as áreas técnicas comprometem a integridade física do usuário durante as atividades normais, de manutenção e emergenciais.

A tecnologia escolhidas [termoconversão e Fotoconversão] pela equipe propiciou impactos na forma, no funcionamento dos sistemas colaborativos e nas atividades do usuário. As interfaces entre sistemas nas áreas internas e externas exigem dimensões compatíveis a manutenção da seguras.

Os riscos que mais se repetiram durante o processo de teste do modelo foram: contaminação da qualidade do ar [local e sistêmico], contaminação da qualidade da água e injúria causada por posturas inadequadas nas operações de uso e manutenção.

Possíveis soluções de projeto.

Figura 8.27: Detalhes – Sistemas de rufos e calhas [recomendação].

REFORÇO DA ESTRUTURA DA VARANDA PARA SUPORTAR UMA PASSARELA TÉCNICA

Figura 7.28: Passarela técnica [recomendação]. Dificuldade de acesso na cobertura para as atividades de operação e manutenção.

7.4 Considerações sobre a aplicação do modelo no protótipo Ekó House.

A forma de apresentação do encaminhamento das informações permite ao analista identificar prontamente os desvios do projeto e as principais relações estabelecidas dentro dos sistemas - arquitetura, engenharia e meio ambiente

em relação ao conceito inicial, a viabilidade de aplicação, as definições técnicas, arquitetura e integração sistêmica.

O modelo se mostrou um auxílio ao processo decisório quando tipifica as principais variáveis envolvidas e as hierarquiza, se assim, for o desejo do analista ou usuário; dessa forma, ele facilita e permite compreensão e síntese das múltiplas informações que precisam ser compatibilizadas no projeto.

Ao planificar em uma tabela às variáveis e os sistemas envolvidos é possível entender o nível de interferência, formalizar uma lógica de concepção e desenvolvimento de projeto. Além disso, ele organiza e prioriza as recomendações técnicas [fabricantes e normas] para o projeto de forma a estabelecer a cultura de prevenção de acidentes na prática de projeto.

Por fim, o uso do modelo permite que o projetista identifique os limites de sua atuação no projeto. A escolha de um ou de outro parâmetro depende do tempo e da forma de como se introduzem as tecnologias na edificação. Para que conceitos, requisitos e critérios de desempenho sejam atendidos sem impactar na segurança em uso é necessário seu estabelecimento antes de iniciar o projeto.

Após verificação do modelo se identificou possibilidades de melhoria do protótipo, são elas:

Tabela 7.5: Possibilidade de intervenção no protótipo Eko House.

Arquitetura pontuação pelo SDE	Interferências	Decisões tomadas	Condição de futuro
Arquitetura Requerido -120 pontos Atingido – 27,10	Forma Função Uso	Geométrica retangular. Flexibilidade no arranjo físico. Acessibilidade de pessoas com deficiência física.	Possibilidade de sobreposição dos módulos. Remanejamento da área técnica central; Ampliação da área sanitária.
Engenharia – 80 Atingido – 54.	Engenharia Ambiente de aplicação Sistemas construtivos Tecnologia	Inovação em pré-fabricação nas fundações, vedações vertical e horizontal; Processo de fácil montagem e desmontagem.	Estudo para adaptação a exigências de cismos. Modulação das peças verticais e horizontais. Reduzir o peso.
Condição de conforto – Requerido -120 pontos Atingido – 99,32	Isolamento térmico Acústico A água e umidade	Excelência na qualidade dos produtos empregados.	Adaptação a materiais local – necessidade de ensaios a isolamento e resistência ao fogo.
Condição de funcionalidade Requerido -120. Atingido – 85, 86	de Atividades do usuário. Uso Operação Manutenção	Facilidade de acesso; Facilidade de troca de componentes; Menor esforço físico.	Projetar a estrutura da cobertura facilitando o acesso. Ampliar as áreas técnicas internas e externas. Prover sistema de controle de risco nas áreas externas de cobertura [agrupamento de componentes].
Viabilidade de mercado		Sistema fora da realidade brasileira.	Adequar a realidade brasileira.
Nível estratégico	Interferências	Decisões tomadas	Condição de futuro
Inovação Requerido -80 pontos Atingido – 27,10	Sensibilização social Viabilidade de mercado. Capacidade de inserção da tecnologia. Sistemas construtivos. Sustentabilidade	Custo elevado Restrito Tecnologia mais eficiente do mercado. Inovação em pré-fabricação. Uso de material certificado.	Reduzir custo. Buscar alternativas de barateamento. Reduzir o sistema sem comprometer a segurança dele e do usuário. Modular vedação vertical. Aprimoramento das interações entre sistemas [componentes de ligação]. Permanecer utilizando materiais ecológicos.
Sustentabilidade Requerido - 100 pontos Atingido – 91,80	Sensibilização social Viabilidade de mercado. Capacidade de inserção da tecnologia. Sistemas construtivos. Sustentabilidade	Uso em locais exclusivos. Padronização de sistema. Design. Excesso de produção de energia [melhor situação para a rede].	Adaptação construtiva aos materiais do local. Possibilidade de utilização de madeira [para reflorestamento C 40]. Adequação a demanda de energia. Qualificar outros materiais para uso.

8 CONCLUSÕES

É preciso tempo para reconhecer as intrincadas relações pelas quais uma “simples” intervenção pode acarretar, em parte de um projeto ou no conjunto de projetos envolvidos. Há momento em que a falta de conhecimento do projetista sobre os resultados das consequências de suas ações resultam em perigos para aqueles que utilizarão a edificação. Projetar um ambiente a ser construído vai além da organização de informações relativas às demandas do cliente, relações de vizinhança, condicionantes de conforto, prescritivos legais e normativos. Significa antecipar de forma segura, integrada e sistêmica a viabilidade de produção, desmonte, futuras ampliações, mudança de uso e o comportamento em uso de seus futuros usuários [montagem, uso, operação e manutenção da edificação].

Em síntese um projeto quando construído deve apresentar-se com a estética [forma], função e uso em acordo aos interesses e bem estar do contratante; menor impacto ao meio ambiente; condições de conforto ambiental dentro dos limites de aceitação da manutenção da saúde e segurança dos usuários; funcionamento das tecnologias dentro do desempenho esperado; e por fim, atendimento as legislações e normas.

A modelização representava a organização e a síntese do conhecimento. Tentava-se de compreender as múltiplas relações de coordenação das informações, operações internas e externas ao sistema e dos processos decisórios. Esse dois últimos considerados, ainda hoje, a “caixa preta” por muitos sistemas.

Na arquitetura essa "caixa preta" representa o processo cognitivo de cada projetista que é único e, portanto, difícil de modelar. Os mesmos condicionantes físicos, ambientais e tecnológicos são trabalhados de forma diferente por cada projetista mesmo que as informações tenham seus limites e controles preestabelecidos.

Os modelos se valem de dados estatísticos e observações in loco para identificar e qualificar as interações indesejáveis, falhas do projeto e riscos. As

medidas de corretivas ou de controles são executadas sem o devido mapeamento da origem dos problemas e das múltiplas consequências que podem comprometer o sistema ou parte dele. Essa forma de grafar os modelos valorizava a manutenção de dados históricos e equipe multidisciplinar. No caso da arquitetura essas ações se tornavam incoerentes com a prática do projeto. Cada projeto é único mesmo que seja da mesma tipologia de uso. A reprodução de um mesmo projeto ainda implica em diferenciações, pois a forma e o local de implantação modificam a qualidade do conforto do ambiente e a relação que a edificação tem com o entorno. Dessa maneira, o comportamento do usuário, também, muda.

Encontraram-se múltiplas dificuldades para entender o processo de projeto e os sistemas aplicáveis, entre elas: a) que período e quais sistemas poderiam contribuir na aquisição do conhecimento; b) como determinar a base de referência teórica [arquitetura, informática, administração, sistemas vivos]; c) de que modo estabelecer os vínculos entre as teorias concorrentes; e) de que forma estabelecer os vínculos e a convergência das variáveis ao objetivo da pesquisa [identificação e qualificação de risco ocupacional em projeto de arquitetura]; por fim, como representar o modelo.

As escolhas exigem o reconhecimento de situações do passado [não cometer os mesmos erros]; do presente [garantir valores já consagrados, condicionar novos hábitos, melhorar as condições de uso, operação e manutenção, e estabelecer condições favoráveis o entorno]; e do futuro [compatibilidade entre sistemas construtivos e flexibilidade da arquitetura de modo a permitir expansão, substituição e associação entre tecnologias].

Geralmente os modelos tendem a formalizar estruturas rígidas ou com reduzida possibilidade de ajuste nas inter-relações entre as partes ou nos sistemas estabelecidos. Dessa maneira, o desafio maior estar na manutenção da liberdade de ação do projetista. Entende-se que o modelo proposto deve servir de guia que abre caminhos para as soluções integradas, sistêmicas e seguras.

O tratamento aplicado na modelagem tornou-se um grande desafio. O Método de Le Moigne sugere novas formas de apropriação lógica para fluxos e matriz. A ideia de utilizar processadores (informação, operação e decisão) como

estrutura liberta o modelo das amarras da forma, ao mesmo tempo em que o faz flexível à organização e intervenções internas e externas. A função e a qualidade da informação a ser utilizada passa a determinar as operações e o processo decisório. Por isso a importância em fixar, conceitos, requisito e critérios de desempenho.

Ao aplicar sistemografia evidencia-se a necessidade de organizar, qualificar e hierarquizar as informações; bem como o de estabelecer os caminhos lógicos para os do processo de concepção e desenvolvimento do projeto fazendo uso da sequência de análise baseada em desempenho, ou seja, o comportamento em uso.

Mesmo que os sistemas na arquitetura estejam “integrados” às relações funcionais e de atividades se diferem em objetivos. O primeiro busca a estabilidade e o segundo as possibilidades. Nesse contexto seria necessário entender os pontos de interface [tecnologia x (tecnologia, arquitetura, sistemas construtivos e comportamento do usuário)] e as consequências trazidas para os sistemas.

Para manter a coerência e confiabilidade das informações o modelo utiliza-se na 1ª fase da matriz de identificação de requisitos e os níveis de atendimento. Na 2ª fase a estrutura de avaliação de desempenho. Na 3ª fase a mesma estrutura do desempenho só que identificando modos de falha dos sistemas. Na 4ª fase as referencia legais sobre os riscos [químico, físico e biológico] e suas consequências e na 5ª fase os indicadores de controle.

A imprevisibilidade do comportamento é um desafio complexo por apresentar condicionantes de difícil percepção, mensuração e intervenção em tempo real. Mas, se essa variável for levada em consideração muitos dos acidentes poderiam ser evitados. Por isso, a importância do princípio norteado “segurança do usuário” estabelecido pelo o modelo. O projetista é forçado a utilizar medidas passivas, pois independem do comportamento humano. Reconhecer como valor um princípio modifica o modo de operação das variáveis. O projetista passa a privilegia as ações sistêmicas e de integração dos requisitos dentro de um processo.

A estrutura do modelo foi fundamentada na integração entre os três processadores que suportam a construção do conhecimento e sua materialização, ou seja: 1) Processador de informação trabalhando as referências e condicionantes; 2) Processador de operação trabalhando a organização e a coordenação dos elementos constituintes do sistema; e o 3) Processador de decisão que de forma pragmática trabalha com os vínculos de consequências.

Essa dinâmica permite ganho de conhecimento, experiência e melhora as soluções de projeto. Todos dependentes do tempo de dedicação ao projeto.

O arquiteto raramente projeta sistemas passivos excetuando as proteções coletivas conhecidas¹ [parede corta fogo, dimensionamento de espaço necessário à implantação e manutenção segura de equipamentos e sistemas, separação e hierarquização de área técnicas por grau de risco, etc.]. Como consequência os projetistas especialistas, quase sempre, têm seus projetos prejudicados [desempenho abaixo do esperado] por falta as condições estabelecidas no espaço físico [forma, função e uso] ou falha de especificação de materiais adequados e ou compatíveis. Como resultado final tem-se edificações que não atende o mínimo requerido por legislações e normas, nem tampouco a segurança do usuário em suas atividades.

Ao observar a segurança em uso nos projetos modulares, em especial o pré-fabricado² [Eko House] verificou-se que as interações de compatibilidade estão associadas a transporte, montagem e manutenção. Isso se deve a dificuldade ou impossibilidade de modificações em obra. Constatou-se que a manutenção da qualidade do produto estava vinculada a não aceitação de arranjos no momento da produção. Isso significa que os projetos pré-fabricados se utilizavam de análises frequentes de reconhecimento do risco para melhorar o entendimento de situações presentes e futuras. Ao estabelecer os vínculos de dependências e consequências relacionando aos impactos negativos nos sistemas instalados tentava-se reduzi-lo ou controla-lo.

¹Proteções passivas coletivas [guarda corpo, corrimão, porta corta-fogo e escada de emergência].

² Pré-fabricados de concreto, aço e madeira.

Observou-se, também, que algumas definições deveriam ser formalizadas na fase inicial do projeto. Entre elas a escolhas de tecnologias como termo conversão, fotoconversão e sistemas domótico de monitoração, controle e operação. Os três exigem espaços técnicos [externos, internos e de passagem]. Isso significa aumento de área, pé- direito, interface com controle de risco e associações entre forma, função e uso distantes do modelo conhecido, pelo menos no setor habitacional.

As questões relacionadas ao comportamento em uso quando da inserção das tecnologias em edificações habitacionais se defronta com valores culturais que faz com que profissionais e população não fiquem atentos aos riscos intrínsecos da tecnologia e do nível de interferência nos sistemas construtivos colaborativos. A transferência do ônus para seguradora não modifica hábitos, mas sim, estende a continuidade de soluções de projeto pouco integradas e nada seguras para o usuário.

Ao testar o modelo foi possível identificar diversas incongruências no projeto. Algumas passíveis de modificação. Outras negligenciadas e muitas alteradas para solução intermediária entre o limite do custo e do risco. Essa discussão rica por aclarar os valores sobre a importância da segurança em uso fez com que a consciência sobre a responsabilidade das soluções de projeto viesse à tona. Esse novo olhar pautado pela respeito à vida humana deu início a uma nova cultura de projeto.

A tecnologia escolhida não apresenta riscos que levassem a óbito. Digo tese por verificar que o protótipo Eko House atende as medidas de segurança para as atividades de montagem dos sistemas construtivos. As relativas a uso e operação são garantidas pelo sistema domótico, as de manutenção deixa muito a desejar. As condições de risco que se evidenciaram estão relacionadas à concepção do espaço das áreas técnicas.

Destaca-se que os sistemas que estão sendo importado, ainda não dispõem de normas nacionais, nem regulamentos específicos. Isso significa uso de normas internacionais. O projeto em pauta foi baseado nas Diretivas Espanhola e Europeia indicadas pela equipe do Concurso SDE Europe 2012. Sendo, portanto, munido das proteções de segurança essenciais para áreas técnicas.

Sempre existe mais de uma solução para um problema, mas em geral, elas são pouco discutidas. É nesse viés que o Modelo conceitual tem sua importância. Ele traz a tona um conjunto de informações que são trabalhadas e articuladas de forma sistêmica, de modo a fazer múltiplos reconhecimentos. A decisão deixa de ser desvinculada das consequências.

O projeto com essas tecnologias quando edificado passa a provocar reações que atuam como modificadores do comportamento e dos hábitos dos indivíduos. Por isso, toda e qualquer alteração do que já é reconhecido, testado e aceito pela sociedade, envolve um maior aprofundamento das relações de consequência.

O uso de um modelo que orienta a condução da prática de projeto não implica, necessariamente, um resultado final de excelência. O resultado sempre estará associado às demandas do usuário; o entendimento dos prescritivos legais e normativos; cultura, ética, valores pessoais, profissionais, habilidades e capacidades do projetista em promover soluções integradas e harmônicas entre as partes envolvidas. Informações previamente sistematizadas e integradas evitam a perda ou falha na identificação de relações de convergência ou dependência entre as partes constituintes dos sistemas.

A (Tabela 1.1) identifica grupos profissionais com interesse na identificação e qualificação dos riscos envolvidos nas atividades praticadas pelo usuário em ambiente que integra as tecnologias de termoconversão. São possíveis usuários do modelo.

Tabela 1.1: Identificação dos possíveis usuários do modelo

USUÁRIO	APLICAÇÃO DO MODELO AJUDA A:
Arquiteto	Entender as relações de comportamento em uso existentes entre tecnologia e sistemas construtivos;
	Prover, no projeto de arquitetura, em sua fase inicial as medidas de controles e proteções passivas e coletivas;
	Entender a dinâmica da proposição de um ambiente seguro por meio da escolha dos meios [ambiente construído e condicionante do meio ambiente] favoráveis à implantação dos controles passivos, coletivos e individuais para as atividades a serem realizadas durante o uso, operação e manutenção dos sistemas;
	Entender a ordenação e coordenação dos espaços técnicos dentro do espaço arquitetônico de forma a evitar acidentes;
	Identificar caminhos críticos que podem levar a uma situação de risco devido às interfaces entre sistema tecnológico e arquitetura, evitando assim os riscos de acidentes para dos usuários.
	Identificar as áreas críticas de risco [gabinete técnico, áreas técnica, acessos [internos ou externos] e áreas técnicas que precisam de espaço para a movimentação de carga e circulação dos trabalhadores];
	Entender que o controle da qualidade dos produtos especificados impacta a qualidade do projeto, a otimização do desempenho dos sistemas e do produto, além da possibilidade de expansão do sistema e do tempo de vida útil dos produtos;
	Verificar a compatibilização entre produtos e sistemas de modo a reduzir custos quando da manutenção, expansão do sistema;
	Decidir utilizando como base informações amparadas nas boas práticas e nas orientações técnicas do fabricante;

Continuação Tabela 8.1

Engenheiro de Segurança	Programar rotinas preventivas de segurança;
	Identificar e controlar as especificações de EPI (equipamento de proteção individual)
	Identificar e controlar as especificações de EPC (Equipamentos de proteção coletiva);
	Planejar as interfaces entre atividades;
	Planejar as atividades em relação ao uso dos EPC e EPIs adequados.
	Sugerir, a partir das análises do ambiente proposto, as proteções [passivas, coletivas e individuais], a melhor localização das áreas técnicas visando a otimização do desempenho do sistema e a segurança dos usuários.
Engenheiro civil [construtoras]	Identificar caminhos críticos que podem levar a uma situação de risco ou perigo devido às interfaces entre sistema tecnológico e arquitetura.
	Identificar as áreas críticas de risco [gabinete técnico ³ , áreas técnica, ⁴ acessos [internos ou externos] a áreas técnicas que precisam de espaço para a movimentação de carga e circulação dos trabalhadores];
	Levantar os custos para compra de equipamentos de proteção coletiva e individual;
	Reconhecer as consequências das alternativas propostas (materiais, tecnologias e sistemas) em relação às questões de segurança em uso nas atividades de produção, operação e manutenção;
	Facilitar a organização do canteiro de obras – disposição das áreas críticas de risco (armazenamento, movimentação de carga e circulação dos trabalhadores);
	Levantar as necessidades a serem atendidas durante o processo de produção, operação e manutenção da edificação.

-
- 3 Local destinado à instalação dos equipamentos elétricos, de hidráulica e de armazenamento.
 - 4 Local fixo ou de passagem onde são instalada parte dos componentes do sistema [fiação, tubulação, coletores, depósito de água quente, etc.], sempre sob ou sobre um sistema construtivo.

A falha nesse processo de análise do risco tende a configurar ambientes favoráveis à ocorrência de acidentes com ou sem lesão para o usuário ou perda da eficiência de alguns sistemas. Organizar e direcionar as informações permite que o indivíduo não sofra as consequências de sua incapacidade em reter, associar e hierarquizar as múltiplas informações.

O teste do modelo proposto validou a hipótese de que o uso de um Modelo Conceitual baseado na Sistemografia permite a construção da lógica da análise de risco como meio facilitador à compreensão das múltiplas variáveis envolvidas no processo de projeto. Isso porque ele integra informações e propicia a formação do conhecimento em diversas áreas que integram o sistema.

Verificou-se durante a sua aplicação o estímulo ao aprofundamento às análises das soluções de projeto, quando:

- Identifica e formaliza conceitos que suportam o desenvolvimento das soluções nos diversos sistemas;
- Facilita a compreensão e síntese das múltiplas informações que precisam ser compatibilizadas no projeto;
- Formaliza um único princípio “segurança do usuário” para a lógica de concepção e desenvolvimento de projeto;
- Organiza e permite que se priorizem as informações técnicas [fabricantes e normas];
- Facilita o entendimento por meio de informações as ações de organização e coordenação dos sistemas no espaço e de sua relação com as funcionalidades, uso e estética;
- Fomenta a busca de soluções mais adequadas a segurança do usuário.

O modelo apresentado mesmo carecendo da inserção constante de informações técnicas [alteração de legislação, normas e evolução das tecnologias] contribui como ferramenta guia de aprimoramento do processo de projeto.

Destaca-se que com uso de outras competências é possível chegar ao desenvolvimento de um software. A programação permite de fato a agilidade que é um fator determinante, principalmente quando for possível obter resultados de múltiplas simulações com margens de erro reduzidas. Por enquanto, a síntese e análises ficaram no universo humano, bem como o processo decisório.

9 ANEXO I - TECNOLOGIAS TERMOCONVERSÃO PARA USO EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES

O sistema de termoconversão é considerado, nessa abordagem, como parte do sistema hidrossanitário.

O projeto de arquitetura integrado e sistêmico adota a associação entre as formas de sistemas [passivo e o ativo] de aproveitamento de energia solar.

No aproveitamento passivo utilizam-se recursos como especificação de materiais observando condutibilidade térmica, permeabilidade e reação ao fogo; orientação, forma plástica e a organização dos espaços atendendo aos requisitos de orientações [insolação, iluminação e ventilação] e por fim, o dimensionamento dos ambientes atendendo as exigências funcionais dos usuários e das tecnologias.

No aproveitamento ativo tem-se a produção calor e ou energia elétrica utilizando sistemas como termo conversão¹ e foto conversão².

As exigências do usuário devem ser materializadas a partir das estratégias de projeto que identificam e hierarquizam os riscos para então, iniciar o processo de compatibilização e integração sistêmica entre os sistemas construtivos, forma plástica, modo de organização e coordenação dos espaços de uso.

9.1 Sistema de termoconversão

Conjunto de componentes e equipamentos com funções específicas que se integram em um projeto de arquitetura a fim de gerar e armazenar água quente

¹ O termo conversão consiste na captura da energia solar [direta e difusa] e sua conversão em calor, passando o material aquecido a emitir radiação com um espectro correspondente à sua temperatura, o que, no caso da Terra, é a radiação infravermelha. Os coletores são os responsáveis pela operação de transformação da radiação eletromagnética [ondas curtas de comprimento de onda 0,3-3,0 μm] incidente em um meio [fluido de transferência de calor] em energia térmica [ondas longas com comprimento de onda entre 3,0-30 μm].

² A foto conversão ocorre por meio do efeito fotovoltaico que é a transformação da energia solar em energia elétrica na forma de corrente contínua - CC. Este fenômeno envolve absorção da luz pelo material semicondutor, a transferência de energia dos fótons para as cargas elétricas e a criação de corrente elétrica.

com a finalidade de uso sanitário, calefação de ambientes e de piscinas utilizando a energia do sol como fonte primária de energia.

9.1.1 Marco regulatório

Diversos são os programas governamentais, legislações e normas que indicam e especificam o seu uso.

A Lei n 10.295, de 2001 estabelece a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Ela tem por objetivo reduzir a necessidade de investimentos na ampliação da capacidade do sistema elétrico. Dentro desse enfoque entra o sistema de aquecimento solar [SAS] com a redução de consumo de eletricidade.

A aquisição de aquecedores solares deve tomar por base as determinações do PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, a Normalização e Qualidade Industrial.

As atividades técnicas de projeto e instalação de sistemas de aquecimento solar térmico devem atender as exigências das normas brasileiras da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas tais como: ABNT NBR 15.569:2008 – Sistemas de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto – Projeto e Instalação; ABNT NBR 15.747 -1: 2009 Sistemas solares térmicos e seus componentes – Coletores Solares - Parte 1: Requisitos gerais; ABNT NBR 15.747-2: 2009 Sistemas solares térmicos e seus componentes – Coletores Solares Parte - 2: Métodos de ensaio; ABNT NBR 10.185: 1988 Acumuladores térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar – Determinação de desempenho térmico; ABNT NBR 5410:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão; ABNT NBR 5.626:98 Instalação predial de água fria; ABNT NBR 7.198: 1993 Projeto e execução de instalações prediais de água quente; ABNT NBR 5419: 2005 Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas; ABNT NBR 6120:2008 – Cargas para cálculo de estrutura de edificações; ABNT NBR 11720:2010 – Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar – Requisitos; ABNT NBR 13103:2006 – Instalação de

aparelhos a gás para uso residencial – Requisitos dos ambientes; ABNT NBR 13206:2010 – Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluídos – Requisitos; ABNT NBR 13932:1997 – Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) – Projeto e execução; ABNT NBR 13933:2003 – Instalações internas de gás natural (GN) – Projeto e execução; ABNT NBR 15345:2013 – Instalação predial de tubos e conexões de cobre e ligas de cobre – procedimento; Solar RAC – Requisito de Avaliação da Conformidade para Sistema e equipamentos para aquecimento solar de água do PBE/Inmetro vigente.

Adicionalmente às normas tem-se o Programa QUALISOL, o atendimento a documentos como os da ABRAVA RN04 - 2003 DASOL – Recomendação Normativa ABRAVA – Proteção contra congelamento de coletores solares e os manuais de instalação, operação e uso dos fabricantes. Estes últimos apresentam inúmeras instruções que orientam o transporte, armazenamento, montagem, início de operação e dicas de manutenção. Quase nunca detalham as rotinas de uso e operação do sistema; sendo esse um problema para o usuário. A ABNT ainda não oferece uma norma que trata do uso de coletor tubo vácuo. Sendo essa uma tecnologia que impõe riscos ao usuário e ao patrimônio. Estes riscos serão identificados posteriormente.

9.1.2 Classificação para o Sistema de aquecimento solar

As classificações objetivam facilitar o acesso às informações sobre o comportamento ou as partes do sistema.

A ABNT NBR 15.569:2008: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto indicam três categorias para o sistema de aquecimento solar que incluem a combinação entre: arranjo [solar mais auxiliar, somente solar e pré-aquecimento solar]; forma de circulação da água [termossifão ou forçada]; regime de uso [acumulação ou passagem]; modo de armazenamento da água aquecida [convencional, acoplado ou integrado]; forma de alimentação [exclusiva e não exclusiva] e por tipo de componente de segurança aplicado ao alívio da temperatura e pressão [respiro ou conjunto de válvulas].

O guia para instaladores de aquecedores solares indica a classificação por área de captação. Ficando instalações de pequeno porte [área de captação $\leq 10\text{m}^2$] onde o fabricante/ distribuidor fornece o esquema de montagem e indica os componentes para a sua instalação; as instalações de médio porte [$10\text{ m}^2 < \text{área de captação} < 100\text{ m}^2$] e grande porte [Área de captação $> 100\text{ m}^2$]. Esse último exige os memoriais de cálculos, descritivo e peças gráficas. Nesse caso o instalador (a) deve ser habilitado e capacitado para executar essa tarefa. Essa forma de classificação permite que o instalador saiba desde o início suas tarefas e cuidados na hora da montagem ou manutenção.

Esses dados permitem o entendimento das variáveis envolvidas em termos de componentes, complexidade e comportamento do sistema diante do meio de inserção.

9.1.3 Fatores que orientam a necessidade de implantação do SAS

Os profissionais da área de projeto antes de propor o uso de determinada tecnologia deve verificar a fração solar da localidade. Este é um fator determinante no uso e na forma de aplicação da termoconversão. Os períodos de maior radiação solar devem ser compatíveis com os períodos de maior utilização. Caso não sejam é necessário considerar acumuladores e sistemas auxiliares de aquecimento que encarecem o sistema.

As referências são formadas a partir das necessidades do usuário, fatores de ordem econômica, ambiente de instalação, disponibilidade de mão-de-obra especializada e facilidade de reposição de peças.

Entre as informações a serem compartilhadas e discutidas como os usuários têm-se: o número de integrantes da habitação; pontos de saída de água quente por ambiente, equipamentos que se utilizarão desse sistema³; temperatura de conforto para o uso da água sanitária quente, temperatura existente na água da rede; tempo de autonomia do sistema; continuidade do consumo; equipamento

³ A inclusão de eletrodoméstico no sistema de água quente implica acréscimo no cálculo de uma pessoa para cada item que consuma água.

que necessitam de controle domótico; tipo de acesso e isolamento dos riscos nas áreas técnicas e a forma de proteção passiva e/ou coletiva.

As informações sobre o ambiente envolvem: clima, orientação, fração solar, capacidade da área técnica em suportar os equipamentos [edificações prontas], sobrecarga na cobertura/fachada, geometria da edificação, planos de inclinação das coberturas, espaços técnicos, impacto dos planos do telhado e o efeito do sombreamento pelos elementos da envoltória.

As informações sobre a tecnologia envolvem: tipologias disponíveis no mercado para circulação forçada ou por termossifão; requisitos aplicáveis aos sistemas colaborativos e tecnologia [uso, operação e manutenção]; forma de funcionamento; componentes de segurança para funcionamento do sistema; proteções passivas que podem ser implantadas na edificação ou projetadas à segurança do usuário evitando [queimaduras, choque elétrico, explosão, queda em altura, etc.]; temperatura máxima de operação e uso; orientação e inclinação dos coletores e dimensões dos equipamentos e componentes para o pré-dimensionamento.

9.1.4 Fatores que orientam a necessidade de implantação do sistema de calefação solar.

O usuário deve fornecer algumas informações que permitem definir o porte e o tipo de tecnologia, entre elas: a temperatura de conforto desejável para as diversas estações do ano, ambientes a serem aquecidos, periodicidade e tempo de uso desse ambiente, número de pessoas por ambiente e disponibilidade de gasto. A partir dessas informações o projetista discute com o usuário e opta pelo tipo de sistema a ser implantado.

O sistema por radiadores tem investimento menor, sua instalação interfere pouco nos sistemas construtivos e o tempo de se por em serviço é menor. No entanto, requer maior custo se operado continuamente. Seu posicionamento no ambiente gera zonas com diferentes temperaturas e o piso sofre muito pouca

interferência, pois são posicionados a 0.20m desse. A proximidade de janelas faz com que haja perda térmica.

A opção pelo piso ou paredes radiantes envolve um custo inicial alto e se usado continuamente ele se torna mais econômico. Em termos de conforto ele é melhor, pois mantém a temperatura do ambiente e do piso uniformes. Sua maior vantagem é que a energia vai sendo aproveitada de um ambiente para o outro, ou seja, o piso inferior gera calor que aquece o piso superior. A manutenção desse sistema se torna dispendiosa quando ocorre quebra de parte do sistema. A caracterização dos materiais envolvidos deve levar em consideração a dilatação térmica sofrida, vida útil e a sua compatibilidade com os demais materiais.

Os dois sistemas exigem condições de isolamento térmico do ambiente para que o resultado esperado seja obtido. As trocas de calor com o ambiente externo e a alta transmitância térmica dos componentes de vedação modificam a condição de conforto desejada.

O aquecimento do ambiente fazendo uso de coletores solar impõe um sistema complementar em regiões frias. Estes sistemas podem ser elétrico, a gás, etc.

9.2 Sistemas de termoconversão disponibilizados no mercado brasileiro

Os sistemas podem atender a diferentes condições climáticas e de implantação dependendo da concepção da forma arquitetônica e dos sistemas colaborativos implantados.

- Sistema Compacto: Captação e armazenamento formam uma unidade.
- Sistema Integrado: Captação e armazenamento constituem o mesmo componente.
- Sistema não Integrado: Separação física da captação e do armazenamento. Esses modelos podem sofrer alterações de acordo as necessidades funcionais ou receber sistema complementar de energia. As combinações mais comuns são:

- Circulação forçada direta, de passagem múltipla ou de uma só passagem.
- Circulação forçada indireta (permutador externo ou interno), de uma só passagem ou de passagem múltipla.
- Termossifão com circulação direta de passagem múltipla ou de uma só passagem.
- Termossifão com circulação indireta (permutador de camisa ou serpentina) de passagem múltipla ou de uma só passagem.

9.3 Instalações de termoconversão

9.3.1 Forma de circulação do fluído no sistema

A transferência de calor nos coletores envolve três mecanismos: o primeiro relacionado à troca de calor que pode ser por condução [há variação de temperatura em um meio estacionário], convecção [a superfície de um sólido interage com um fluido [líquido ou gás] que estão em temperaturas diferentes] e radiação [captação de ondas eletromagnéticas]. O segundo mecanismo envolve a maximização da energia incidente sobre os coletores solares fazendo uso de materiais com alta condutibilidade e o terceiro se relaciona com a perda térmica que é evitada utilizando materiais isolantes dentro dos coletores e do acumulador de água quente.

A circulação dos fluídos em um coletor pode ser por termossifão ou forçada. Na circulação por termossifão ou natural utiliza-se o princípio da diferença de densidade entre a água quente e a água fria que faz com que o sistema entre em movimento. A água ao ser aquecida fica menos densa deslocando-se pelo circuito para a parte superior do acumulador de água quente. A água mais fria [mais densa] fica na parte mais baixa do circuito [entrada do coletor]. Este sistema se auto regula sendo dependente da radiação solar. Quanto maior a intensidade de radiação mais rápida será a circulação do fluído no sistema, como consequência tem-se o aumento do volume de água aquecida.

Na circulação forçada utilizam-se bombas hidráulicas que impulsionam os fluídos no sistema primário e secundário. Essa bomba é acionada por

controlador diferencial de temperatura [o controle reage à diferença de temperatura entre a água da saída dos coletores e a temperatura da água na parte mais baixa do acumulador]. Para prevenir a circulação inversa, no caso da temperatura do fluido nos coletores ser inferior à temperatura no acumulador, instalam-se válvulas de retenção. Dependendo do clima, da composição química da água do lugar e da pressão da rede, este tipo de sistema pode precisar de mecanismos de segurança para prevenir o congelamento, a corrosão e o enchimento dos coletores à pressão pretendida.

9.3.2 Sistema solar térmico de aquecimento de água para calefação

O sistema de aquecimento solar utiliza como apoio outra fonte de energia para manter a temperatura durante a noite. Ele admite o uso da mesma caldeira para os sistemas de radiadores de calefação do ambiente e aquecimento de água sanitária. Essa caldeira aquece o fluido do circuito primário que circula através de duas bombas de circulação [tubulações dos coletores e das serpentinas no acumulador quente de água sanitária]. Esse tipo de sistema exige acumulador que comporta maior volume de água e coletores dedicados a essa função.

Segundo STEMPEL, U. E. [2012, p.11] sistemas solares para calefação são viáveis dependendo da forma de uso. Ele enfatiza "ao se utilizar como apoio de uma calefação convencional, a instalação solar pode permitir uma economia que se situa entre 30 e 60% da energia térmica necessária".

Dependendo do porte do sistema de calefação solar, torna-se necessário separá-lo do sistema de aquecimento de água sanitária. Para o dimensionamento do sistema é necessário que o usuário indique a temperatura desejada, os ambientes que serão aquecidos e o necessário isolamento térmico dos ambientes para que não troquem calor com o ambiente externo.

Os radiadores de parede e de piso operam com baixas temperaturas. Eles apresentam temperaturas de saída do acumulador em torno de 30°C e 40° C. Normalmente se busca manter a temperatura do ambiente em torno de 20° C.

Na calefação com bomba de calor tem-se a energia solar como fonte de energia prioritária e a bomba de calor como apoio à energia solar térmica.

Na calefação por ar quente se aspira o ar do exterior [limpo] por meio de um tubo que se conecta ao trocador de calor água/ar que está conectado aos coletores solar. O trocador de calor água ar permite a produção de água quente sanitária e ar quente para aquecimento do ambiente. Para a distribuição do ar quente no ambiente é necessária a instalação de um circuito de tubulações e ventiladores elétricos. Esse sistema permite renovar o ar, eliminar a humidade do ambiente e aquecê-lo.

Os diagramas que serão apresentados permitem reconhecer o comportamento do arranjo físico de ambientes técnicos; que pode ser sob a cobertura ou em lugar indicado na habitação.

Figura 9.1: Sistema solar com circulação forçada – calefação [piso radiante] e água sanitária com apoio energético [bomba de calor e resistência elétrica no acumulador]. Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J.

<http://dicasesquemas.blogspot.com.br/2013/09/esquema-de-principio-de-funcionamento.html>.

Legenda:

1. Coletor. 2. Saída do coletor [água quente]. 3. Purgador de ar. 4. Registro de passagem [válvula]. 5. Controlador temperatura sistema do piso radiante. 6. Sonda de temperatura. 7. Grupo hidráulico do piso radiante. 8. Válvula misturadora termostática. 9. Módulo de controle. 10. Grupo hidráulico do sistema. 11. Válvula de segurança do grupo hidráulico. 12. Vaso de expansão. 13. Ida (água quente). 14. Retorno (da água fria). 15. Sistema de enchimento automático. 16. Entrada água fria no acumulador. 17. Vaso de expansão - descarga. 18. Válvula de segurança de descarga.	19. Purgador de ar da bomba de calor. 20. Bomba de circulação da bomba de calor. 21. Ida do acumulador à bomba de calo. 22. Ida do acumulador ao circuito de aquecimento do piso radiante. 23. Retorno ao acumulador da bomba de calor. 24. Retorno do piso (chão) radiante á caldeira (fria). 25. Acumulador. 26. Vaso expansão - circuito piso radiante. 27. Válvula de segurança do circuito piso radiante. 28. Bomba de calor. 29. Quadro de controle eletromecânico. 30. Regulador de temperatura. 31. Grupo de impulsão para piso radiante. 32. Piso radiante. 33. Saída de água quente do acumulador. 34. Entrada de água fria do acumulador. Módulo de controle A. Sonda de temperatura do coletor solar. B. Ligação elétrica da bomba de circulação do grupo hidráulico C. Sonda da parte superior do acumulador de água. D. Sonda da parte inferior do acumulador de água. E. Ligação elétrica da bomba de calor.
-

Figura 9.2: Sistema solar forçado para aquecimento do ambiente [com radiador de parede] e aquecimento de água sanitária. A caldeira de apoio pode funcionar a [pellets, gás]. Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. <http://dicasdesquemas.blogspot.com.br/2013/09/esquema-de-principio-de-funcionamento.html>

Legenda:

1. Queimador da caldeira (gás, gasóleo ou pellets).
2. Quadro de controle da caldeira.
3. Corpo da caldeira.
4. Dreno da caldeira.
5. Ida do fluido aquecido pela caldeira para a serpentina do acumulador e para o circuito do aquecimento central (radiadores).
6. Retorno do fluido depois de ter passado na serpentina do acumulador e nos radiadores do aquecimento central.
7. Válvula de segurança da caldeira.
8. Bomba do circuito de aquecimento central (radiadores).
9. Bomba do circuito de aquecimento das águas sanitárias (serpentina do acumulador).
10. Vaso de expansão da caldeira.
11. Radiador do aquecimento central.
12. Quadro de comandos do circuito.
13. Receptor de ondas de rádio do termostato ambiente do aquecimento central.
14. Emissor de ondas rádio e termostato ambiente.
15. Entrada automática de água do circuito da caldeira.
16. Acumulador de águas sanitárias.
17. Permutador de calor do acumulador das águas sanitárias.
18. Saída de águas quentes sanitárias para o consumo.
19. Vaso de expansão das águas sanitárias.
20. Entrada das águas frias sanitárias.
21. Válvula de segurança do acumulador das águas sanitárias.
22. Válvula de retenção.
23. Filtro.
24. Ânodo de magnésio.
25. Sonda de detecção de temperatura do acumulador das águas quentes sanitárias.
26. Purgador de ar.
27. Manômetro para leitura da pressão do circuito da caldeira.
28. Válvula de segurança do circuito da caldeira.
29. Entrada da água aquecida pela caldeira na serpentina do acumulador.
30. Saída de água da serpentina de retorno á caldeira para ser aquecida novamente.
31. Ida do aquecimento.
32. Retorno do aquecimento.
33. Purgador.
34. Válvula de esfera.
35. Sonda de temperatura do coletor.
36. Coletor solar.
37. Módulo controlador.
38. Grupo hidráulico.
39. Válvula de segurança do grupo hidráulico.
40. Vaso de expansão.
41. Sensor de temperatura.
42. Válvula de retenção.
43. Entrada automática de água no circuito da caldeira.

É importante que se considere a taxa de renovação do ar nos ambientes [$T = Q/V$; onde: Q = vazão⁴ e V ⁵ é o volume no tempo]. A renovação do ar reduz as concentrações no ar, de gases, vapores, aerodispersóides que podem ser nocivos ao usuário.

A Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003 publicada no D.O.U de 20 de janeiro de 2003 expõe no item IV – Padrões de referência para os índices recomendáveis a manutenção da qualidade do ar interno. São eles:

O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser ≤ 750 ufc/m³ de fungos para a relação $I/E \leq 1,5$, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

Os Valores Máximos Recomendáveis para contaminação química são: ≤ 1000 ppm de dióxido de carbono – (CO₂), como indicador de renovação de ar externo recomendado para conforto e bem-estar; ≤ 80 µg/m³ de aerodispersóides totais no ar como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado.

NBR 6401: 1980⁶ estabelecem os valores recomendáveis, para ambientes climatizados, como: temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e grau de pureza do ar. Esses parâmetros independentes do tipo de calefação devem ser mantidos dentro do ambiente.

⁴ $Q = V/T$: Sendo V o volume medido em m³ (metros cúbicos) e o T o tempo medido em: h (hora) ou min. (minutos).

⁵ $V = d/t$: Sendo d a distância medida em: m (metros), e t o tempo medido em: s (segundos) ou min (minutos).

⁶ NBR 6401: 1980 Instalações centrais de ar-condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto.

Temperatura	<p>Ambiente residencial climatizado</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ A faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para verão, deverá variar de 23°C a 26°C. A faixa máxima de operação deverá variar de 26,5°C a 27°C, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 28°C. ➤ A faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para inverno deverá variar de 20°C a 22°C.
Umidade	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para verão, deverá variar de 40% a 65%. ➤ A faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para inverno deverá variar de 35% a 65%.
Velocidade do Ar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m³/hora/pessoa. ➤ A 1,5m do piso, na região de influência da distribuição do ar é de menos 0,25 m/s. <p>A utilização de filtros na tomada de ar.</p> <p>Os filtros G1, [50% a 65%]; G2 [65% a 80%] e G3 [80% a 90%] e G4 [acima de 90%] conseguem eficiência na filtração e retenção de partículas. Norma DIN EN 779⁷.</p>
Manutenção – periodicidade	<p>Componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tomada de ar externo - Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses); ➤ Unidades filtrantes Limpeza - mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses) ; ➤ Bandeja de condensado - Mensal*; ➤ Serpentina de aquecimento; ➤ Desincrustação - semestral e limpeza trimestral Serpentina de resfriamento Desincrustação - semestral e limpeza trimestral; ➤ Umidificador; ➤ Desincrustação - semestral e limpeza trimestral; ➤ Ventilador – Semestral; ➤ Plenum de mistura/casa de máquinas – Mensal.

• ⁷ DIN, Deutsches Institut für Normung. Europäische Norm 779 –Particulate air filters for general ventilation – Determination of the filtration performance. Alemanha, 2002.

Detalhamento das partes do sistema.

Figura 9.4: Ligação [água quente e fria] da caldeira de gás com o acumulador.
Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09

Legenda:

1. Caldeira a gás.
2. Válvula de três vias motorizada (servomotor).
3. Válvula misturadora termostática.
4. Ida da caldeira ao circuito do aquecimento por piso radiante (quente).
5. Retorno do piso radiante à caldeira (fria).
6. Saída de água quente da caldeira.
7. Entrada de água (fria) da caldeira.
8. Entrada de gás da caldeira.
9. T de ligação à ida do circuito do piso radiante.
10. Linha de água fria sanitária da rede (A.F.S.).
11. Saída de água quente do acumulador.
12. Entrada de água fria do acumulador.

Figura 9.5: Grupo de impulsão para piso ou parede radiante.

Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Coletor do piso radiante com grupo de impulsão.
2. Unidade de regulação térmica individual.
3. Zona nº 1 tubos radiante.
4. Zona nº 2 tubos radiante.
5. Termostato de ambiente da zona nº 1.
6. Termostato de ambiente da zona nº 2.
7. Retorno.
8. Ida.

Figura 9.6: Caldeira com sistema de recuperador de calor.

Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09

Legenda

1. Caldeira com recuperador de calor.
2. Quadro de controle eletromecânico.
3. Purgador de ar.
4. Válvula de segurança térmica e pressão.
5. Vaso de expansão.
6. Válvula de descarga térmica.
7. Filtro de água.
8. Válvula reguladora de pressão ou ([válvula de enchimento](#)).
9. Válvula de retenção.
10. Bomba circuladora.
11. Regulador de tiragem.

Figura 9.7: Caldeira de gás [entradas e saídas de águas].

Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Caldeira.
2. Válvula de três vias motorizada [com cervo-motor].
3. Válvula misturadora termostática.
4. Ida da caldeira ao circuito do aquecimento por piso radiante [quente].
5. Retorno do piso radiante á caldeira [água fria].
6. Saída de água quente da caldeira.
7. Entrada de água fria da caldeira.
8. Entrada de gás da caldeira.
9. "T" de ligação á ida do circuito do piso radiante.
10. Linha de água fria sanitária da rede (A.F.S.).
11. Saída de água quente do acumulador.
- 12.** Entrada de água fria do acumulador.

Figura 9.8: Ligações do recuperador de calor.

Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasdesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Recuperador de calor.
2. Quadro de controlo eletromecânico.
3. Purgador de ar.
4. Válvula de segurança térmica e pressão.
5. Vaso de expansão.
6. Válvula de descarga térmica.
7. Filtro de água.
8. Válvula reguladora de pressão ou [válvula de enchimento]
9. Válvula de retenção.
10. Bomba de circulação.
11. Regulador de tiragem.

Esses sistemas exigem linhas de defesa contra o excesso de temperatura e pressão, normalmente estes dois problemas estão inter-relacionados. A primeira linha de defesa é o vaso de expansão que permite absorver alguma dilatação provocada pelo aquecimento, mas só o faz até um determinado ponto. Logo em seguida as válvulas de segurança entram em funcionamento.

Figura 9.9: Sistema de válvulas de segurança térmica e de pressão.
 Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Válvula de segurança térmica e de pressão.
2. Válvula redutora de pressão.
3. Válvula de retenção.

A função das válvulas é assegurar que a temperatura e pressão fiquem dentro dos limites de funcionamento do sistema.

A primeira válvula de segurança de pressão e temperatura [1] tem uma sonda na parte inferior que detecta as variações de temperatura e pressão; quando a temperatura atinge o limite regulado ou a pressão máxima é atingida, a válvula de segurança abre e deixa sair água quente do interior do circuito e faz baixar a pressão. A válvula vai manter-se aberta até que a temperatura e a pressão voltem a estar dentro dos valores normais de funcionamento do circuito.

A válvula de redutora de pressão [2] é regulada para manter a pressão no circuito constante e ligada esta ligada ao circuito de água da rede [A.F.S.]. Ela deixar entrar água fria sanitária no circuito e essa água vai obrigatoriamente passar na caldeira do recuperador, isto porque a válvula de retenção [3], assinalada com uma seta verde, não vai deixar que a água circule no sentido

contrário, e a água fria ao passar na caldeira do recuperador vai fazer a temperatura baixar.

A bomba de circulação recebe ordem do quadro de controle para iniciar o seu funcionamento, vai puxar água fria do fundo acumulador e fazer com que ela entre na caldeira do recuperador de calor. Ao entrar no recuperador de calor a água fria faz funcionar o circuito de apoio do recuperador de calor.

Figura 9.10: Sistema de válvulas de segurança de pressão.

Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Válvula de segurança por pressão.
2. Válvula redutora de pressão.
3. Válvula de retenção.

O funcionamento desta válvula é praticamente o mesmo da anterior, mas esta válvula funciona apenas por pressão.

Figura 9.11: Sistema de válvulas de segurança descarga térmica.
 Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Válvula de descarga térmica.
2. Sonda de temperatura da válvula de descarga térmica.
3. Válvula redutora de pressão.
4. Válvula de retenção.

A válvula de descarga térmica [1] é colocada na tubulação do circuito, mas tem uma sonda [2] que detecta a temperatura na caldeira do recuperador e transmite essa informação à válvula, que vai abrir em caso de excesso de temperatura, em seguida o processo é idêntico à primeira com a descarga de água quente e a entrada de água fria.

Figura 9.12: Sistema de circulação da água fria.

Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Entrada de água da rede.
2. Entrada de água automática para o circuito o solar.
3. Vaso de expansão das águas sanitárias.
4. Válvula de segurança das águas sanitárias.
5. Ligação ao esgoto da válvula de segurança.
6. Filtro em y.
7. Entrada de água fria do acumulador das águas sanitárias.
8. Entrada de água fria da rede para a misturadora termostática.
9. Entrada de água fria da torneira misturadora
10. Entrada de água automática do circuito do aquecimento e radiador.

9.3.3 Sistema solar térmico de aquecimento de água sanitária com uso de circuito direto com circulação por termossifão

Este sistema utiliza o coletor plano para captação da radiação solar. Ele exige duas áreas técnicas. Uma interna a habitação sob a cobertura e outra externa sobre a cobertura. Os componentes da área técnica interna são: tubulações, acumulador de água fria e quente e da área externa são: coletores e válvula anticongelamento. Os componentes de ligação [tubulação de água quente e fria] devem apresentar o menor percurso e o menor número de curvaturas para evitar perdas térmicas e condições de proliferação de bactérias.

A ligação à rede concessionária envolve o aparelho medidor que é conectado à ligação interna. Essa recebe um registro de passagem podendo ou não fazer uma derivação em "t" [a 1ª transporta a água diretamente para o acumulador de água fria e a 2ª abastece a habitação].

Destaca-se que o uso do termossifão implica colocação de um desnível entre o topo do coletor e o fundo do acumulador de 0.30m de altura. Essa medida evita a circulação inversa.

Esquemático do sistema de termoconversão de aquecimento de água sanitária com uso de circuito direto com circulação por termossifão.

Figura 9.13: Sistema de termoconversão aquecimento de água sanitária com uso de circuito

Fonte: Sparta piscinas e spas. <http://www.spartapiscinasespas.com.br/aquecedor-solar-de-banho-bh.php>

Legenda:

1. Registro.
2. Filtro.
3. Caixa de água.
4. Tubo em PVC de alimentação de água fria do sistema sola.
5. Válvula de retenção.
6. Tubo de cobre.
7. Registro para o dreno do acumulador térmico e caixa de água.
8. Cavalete ou sifão [alimentação do acumulador de água fria].
9. Filtro.
10. Entrada de alimentação no acumulador para posição Vertical.
11. Registro.
12. Registro [saída de água fria do acumulador para o coletor].
13. Tubo em cobre de alimentação dos coletores.
14. Registro para o dreno do coletor.
15. Coletor.
16. Válvula anti congelante.
17. Saída de água quente.
18. Válvula de retenção.
19. Acumulador.
20. Respiro.
21. Saída de alimentação na horizontal [água quente].

9.3.4 Sistema solar térmico de aquecimento de água sanitária com uso de circuito direto com acumulador junto ao tubo de captação

Este sistema, também faz o transporte do fluído de forma natural. No entanto, as tubulações de ida e de retorno não devem exceder os 10 m cada uma. Esse sistema apresenta maior perda calorífica por ter o acumulador exposto ao relento. Trata-se de uma instalação simplificada e económica.

O posicionamento do acumulador exige o uso de válvulas eletro comandadas que à noite ou nos períodos diurnos sem sol, impedem o retorno aos coletores de água quente do acumulador, evitando assim a quebra dos tubos por choque térmico.

Figura 9.14: Sistema solar térmico de aquecimento de água sanitária com uso de circuito direto com acumulador junto ao tubo de captação

Fonte: Esquema elaborado por Silva J. Esquema de princípio de funcionamento.
<http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Registro de gaveta.
2. Válvula misturadora termostática.
3. Registro de esfera.
4. Válvula de segurança da instalação [temperatura e pressão].
5. Purgador de ar.
6. Resistência elétrica.
7. Termostato.
8. Marcador de temperatura
9. Acumulador de aquecimento direto.
10. Captador de tubo vácuo.
11. Suporte do tubo vácuo.
12. Registro.
13. Vaso de expansão.
14. Purgador.
15. Tubo de cobre.
16. Filtro.
17. Válvula de enchimento automático com manômetro.
18. Registro.

9.3.5 Sistema de aquecimento de água sanitária com uso de circuito primário com circulação forçada

Este sistema oferece vantagens e desvantagens. Ele permitir a utilização de tecnologias de apoios no aquecimento como, por exemplo, caldeira a gás, bombas de calor, sistema elétrico. Isto se deve a possibilidade de acumuladores (s) verticais com múltiplas serpentinas. Os acumuladores térmicos podem ser colocados na posição vertical e horizontal. Para efeito da estratificação da água o acumulador vertical oferece melhor desempenho.

O módulo de controle tem a função de trabalhar as informações recebidas das sondas para então colocar o sistema em funcionamento.

Figura 9.15: Sistema de aquecimento solar forçado com bomba de calor integrado ao acumulador. Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Registro de passagem [válvula].
2. Válvula de retenção.
3. Válvula de segurança da instalação [temperatura e pressão].
4. Válvula de segurança do circuito primário do sistema solar térmico.
5. Grupo hidráulico.
6. Vaso de expansão do circuito primário do sistema solar térmico.
7. Vaso de expansão da instalação.
8. Filtro.
9. Válvula misturadora termostática.
10. Saída de água quente sanitária.
11. Entrada de água fria sanitária.
12. Purgador de ar.
13. Cruzeta.
14. Ida do circuito primário [coletor ao acumulador].
15. Retorno [acumulador ao coletor].
16. Ligação com as águas cinza para esvaziar o acumulador.
17. Ligação com as águas cinza para descarregar a válvula de segurança do acumulador.
18. Ligação com as águas cinza para descarregar a linha de condensadores.
19. Ligação com as águas cinza para descarregar a válvula de segurança.
20. Módulo controle.

Legenda:

- A. Sonda de temperatura do coletor solar.
- B. Ligação elétrica da bomba do grupo hidráulico.
- C. Ligação elétrica da bomba de calor.
- D. Sonda da parte superior do acumulador de água.
- E. Sonda da parte inferior do acumulador de água.

Figura 9.16: Sistema de aquecimento solar com apoio de caldeira a gás. Fonte: Esquema elaborado a partir de Silva J. Esquema de princípio de funcionamento. <http://dicasesquemas.blogspot.com.br> visitado em 09/2013/09.

Legenda:

1. Coletor.
2. Purgador de ar.
3. Registro de esfera.
4. Módulo de controle.
5. Grupo hidráulico do piso radiante.
6. Válvula de segurança.
7. Vaso de expansão.
8. Caldeira de gás.
9. Válvula misturadora termostática.
10. Acumulador térmico.
11. Vaso de expansão da água fria.
12. Válvula de segurança.
13. Válvula de retenção.
14. Filtro.
15. Válvula de alimentação automático.
16. Saída de água quente para uso.
17. Entrada de água fria para o sistema.

Sistema de aquecimento de piscina

9.4 Componentes do sistema

9.4.1 Coletor

A especificação de um coletor solar térmico se vincula as demandas técnicas de projeto e forma da arquitetura.

Demandas técnicas: temperatura de operação do coletor; vazão específica [m^3/h para cada m^2 de coletor] depende do aumento de temperatura útil no ar; velocidade de vazão através da secção em superfície livre [em torno de 2 m/s, como valor mínimo (por razões térmicas) e 7 m/s, como valor máximo (por razões dinâmicas)]; temperatura máxima atingida pelo coletor; faixa de temperatura de operação nos diversos usos e sua eficiência; necessidade de componentes de proteção e isolamento térmico do sistema.

ALTENER, [2004, p.30] destaca que:

"para uma radiação constante e com o aumento da diferença de temperatura, entre o absorvedor e o ar exterior, as perdas aumentam e a eficiência diminui. Desta forma é importante assegurar uma temperatura de retorno baixa e uma irradiação elevada, para um melhor aproveitamento térmico de um sistema solar";

É necessário considerar as características do vidro na cobertura do coletor, pois "as perdas por convecção e irradiação ocorrem somente para o exterior através da cobertura de vidro aquecida". Nessa categoria têm-se as perdas ópticas que estão relacionadas à proporção de irradiação solar que não pode ser absorvidas pela placa absorvedora, que dependem da transparência da cobertura de vidro (coeficiente de transmissão τ) e da capacidade de absorção da superfície da placa absorvedora α (coeficiente de absorção α). Já as perdas térmicas dependem da diferença de temperatura entre o absorvedor e o ar exterior, da insolação e da construção do coletor. A parte absorvida é convertida em radiação térmica de ondas-longas e irradiada de acordo com a estrutura da superfície.

9.4.1.1 Coletor plano

Figura 9.17: Coletor Plano

Caracterização dos componentes

Indicação de uso:	Aquecimento de águas sanitárias e calefação.
Temperatura de operação do coletor:	Entre 70°C a 80°C.
Temperatura ideal de uso:	<p>Águas sanitárias [temperatura ideal de uso 36°C igual à temperatura do corpo, mas a partir dos 29°C a temperatura já é considerada agradável]</p> <p>Calefação de ambientes [temperatura >19°C e < 26°C].</p>
Temperatura máxima atingida pelo coletor:	<p>O coletor fechado pode atingir uma temperatura de 140°C quando o fluido está parado.</p> <p>Risco: Queimadura por contato direto [superfície do coletor, tubos e por água superaquecida na saída para consumo].</p>
Faixa de temperatura de operação nos diversos usos e sua eficiência:	<p>Águas sanitárias 26°C [eficiência de 75%] a 54°C[eficiência de 60%].</p> <p>Calefação de ambientes 54°C [eficiência de 64%] a 68°C[eficiência de 50%].</p>
Tipo de tecnologia:	<p>➤ Coletores sem concentração [coletor solar plano – aberto e fechado; coletor de ar, tubo evacuado e coletor termodinâmico]</p> <p>➤ Coletor solar de concentração [coletores parabólicos e cilíndricos].</p> <p>Observam-se o rendimento óptico do coletor e o coeficiente de perdas térmicas.</p>

- Carga do coletor em funcionamento:
- A carga dos coletores está diretamente relacionada a tecnologia escolhida e o tipo de suporte.
 - Em média a carga está entre 24 a 30 kg por m².
 - Risco: colapso ou empenamento da cobertura.

- Necessidade de isolamento térmico do sistema:
- O sistema deve ser isolado termicamente [coletores, tubulações e acumulador de água quente].
 - Risco: queimadura por contato direto em superfície quente.

Composição do coletor solar plano

Caixa externa:

Face posterior e lateral: chapa de alumínio ou aço galvanizado. Serve suporte a implantação dos componentes e isolantes entre o ambiente interno e externo.

O revestimento superior em: vidro transparente, policarbonato, ou acrílico.

Tem a função de captar a radiação eletromagnética, reduzir as perdas de calor, resistir à pressão do vento, choques térmicos e impactos de objetos; e colaborar junto aos demais componentes com a estanqueidade do coletor à água e ao ar.

Vidros duplos transparentes com espessura de 3-4 mm tendem a assegurar o fator de segurança a quebra.

Tratamentos especiais aplicados à cobertura transparente:

Tabela 9.1: Condutibilidade dos materiais da composição dos coletores.

Material	Condutividade térmica (K)
$[K] = W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1} (J \cdot s^{-1} \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$	
Alumínio	237*
Cobre	401*
Ferro	80,2*
Vidro	0,7(valor médio)
Fibra de vidro	0,05 ^{*8}
Espuma de poliestireno	0,03*
Polipropileno	0,25**
Espuma de poliuretano	0,02*
Água	0,61*
Ar	0,03*

Fonte: * In: W. M. Haynes. CRC Handbook of

- Tratamento antirreflexo sobre a superfície exterior [diminuir as perdas por reflexão dos raios solares incidentes];
- Tratamento na superfície interior com óxido de Índio e óxido de estanho serve para refletir as radiações de elevado comprimento de onda, e não permitir a passagem da radiação de onda curta, para diminuir as perdas por radiação;
- Vidro duplo aumenta o efeito de estufa e a temperatura que o fluido de transferência pode atingir.

Riscos: quebra por granizo ou impacto direto; excesso de brilho causando ofuscamento.

Vedação da caixa: borracha de silicone ou materiais EPDM⁹ em pasta. Mantém o sistema isento da umidade externa. Estes materiais resistem a uma temperatura máxima de aplicação de até 200°C.

- Isolamento térmico:

⁸ Fonte: * In: W. M. Haynes. CRC Handbook of Chemistry and Physics: A Ready-Reference Book of Chemical and Physical Data (em inglês). 93 ed. Boca Raton: CRC Press, 2012-2013. Capítulo: 12. , p. 209. ISBN 978-1-4398-8049-4. ** Walter Michaeli, Extrusion Dies for Plastics and Rubber, 2nd Ed., Hanser Publishers, New York, 1992

⁹ EPDM - E refere-se ao etileno , P de propileno , D para dieno e M refere-se a sua classificação em ASTM padrão D-1418. Apresenta resistência satisfatória à prova de fogo com fluidos hidráulicos, cetonas. Resiste ao calor , vapor, água e ao ozônio. Apresentam propriedades de isolamento elétrico.

Chemistry and Physics: A Ready-Reference
Book of Chemical and Physical.

Revestimento do interior da caixa. Os materiais isolantes empregados são lã de vidro, de rocha e espuma de poliuretano. Tem a função de minimiza as perdas de calor para o meio.

Riscos: espuma de poliuretano - degradação térmica não -flamejante. Alguns produtos de poliuretano começar a liberar vapores a aproximadamente 150°C (300°F)¹⁰.

- Tubos (flauta e tubulação de água quente):
- Material empregado – cobre. Devido à sua alta condutividade térmicos e resistência à corrosão. Tem a função de absorver o calor e transferi-lo para o fluido contido em seu interior, além de transportar esse fluido para o interior do acumulador.
- Placa absorsora (aletas):
- Em chapa dobrada de alumínio ou cobre. Recebem tratamento de pintura na cor preta fosca¹¹ com características especiais [tinta seletiva]. Quando a radiação atinge um objeto [cobertura solar] estas são refletidas de acordo com

¹⁰Center for the polyurethanes industry, Boletim técnico. Poliuretanos e Degradação Térmica. AX396. Fevereiro de 2008. <http://polyurethane.americanchemistry.com/Resources-and-Documents-Library/6938.pdf>

¹¹ O revestimento seletivo aplicado nas aletas são os tratamentos eletroquímicos, podendo ser cromo-preto ou níquel-preto. Ainda em fase de desenvolvimento o TiNOx (revestimento por deposição física do tipo “sputtering”).

a estrutura da superfície (material, rugosidade, cor) conforme figura.

- Limitador de convecção.
- Utilizado para reduzir as perdas por convecção. Trata-se de uma estrutura de plástico entre o absorsor e a cobertura transparente [Teflon]. Este recurso é aplicado em coletores com maior eficiência.

Comportamento da radiação sobre a superfície do coletor.

Figura 9.18: Absorção (α) e emissão através de superfícies diferentes.

Fonte: ALTENER, Energia Solar Térmica – Manual sobre tecnologia, projeto e instalação, p.30, 2004, desenvolvido por cinco países da União Europeia [Holanda, a Alemanha, a Itália, o Reino Unido e Portugal] por meio do Projeto “GREENPRO”.

- Sensor de temperatura – forma de instalação.
- Opção 1- Em um orifício, dentro do coletor, na lateral, próximo à saída do fluido de

transferência térmica e conectado ao controlador por um cabo, depois de estar instalado.

Opção 2 - o sensor é aparafusado numa faixa da placa absorvedora [parte frontal] junto à saída do fluido de transferência térmica.

Tipo de associação:

- Associação em série
- Associação em paralelo

Cálculo da superfície dos coletores solares ➤ Fórmula:

Necessidade de água corrente [40 litros x 2 nº de pessoas] x 2, dividido por 50 litros. O resultado informa a área [m²] da superfície de coletores.

Os revendedores costumam considerar para os coletores planos 1.5 m² por pessoa e coletores de tubo vácuo 1.2 m² por pessoa.

9.4.1.2 Coletor tubo vácuo

Figura 9.19: Coletor tubo-vácuo

Figura 9.20: Detalhe do interior do tubo. Funcionamento da absorção do calor.

Indicação:

Locais sujeitos a radiação difusa ou quando não se tem a possibilidade da correta orientação solar.

Os Heat Pipes – coletores de tubos de vácuo podem ser utilizados em temperaturas baixas ou altas sem danificar o sistema.

Local de instalação:

Coberturas, fachadas, balaústre e em suporte sobre o solo.

Risco: queda em altura dos usuários quando da manutenção e queimaduras por contato direto.

Componentes envolvidos

Constituídos por uma série de tubos de vidro a condição de vácuo no interior dos quais estão colocadas placas absorventes em tiras.

Risco: corte por quebra do vidro.

Limitações:	Temperaturas abaixo de - 30°C.
Fatores determinantes da eficiência do coletor	A sua forma cilíndrica permite que a incidência solar permaneça perpendicular à superfície do vidro durante a maior parte do dia.
	Os tubos de vácuo podem produzir água quente até uma temperatura de superior a 90°C.
	O sistema de vácuo permite confere maior eficácia e reduz a perda de energia calorífica;
	A ação de temperaturas baixas e vento têm pouco efeito em coletores de tubo de vácuo.
	Em regiões frias utilizar o painel de controle inteligente para ter um controle eficiente da resistência elétrica, e minimizar a possibilidade de congelamento.
Manutenção	Manter a alimentação elétrica de todo o sistema de aquecimento solar desligado antes de iniciar a manutenção. Devem ser utilizados água e sabão neutro para limpar a superfície externa os tubos de vidro.
Limpeza e conservação	A limpeza deve ser realizada a cada 3 meses sempre em horários com pouco sol para evitar o choque térmico.
	A limpeza e desinfecção do sistema [quente e frio] uma vez por ano.

9.4.1.3 Coletores abertos **Erro! Indicador não definido.**

Indicação: Aquecimento de piscinas: temperatura ideal de uso entre 26°C e 30°C.

Águas sanitárias: temperatura ideal de uso entre 36°C [igual à temperatura do corpo] e 29°C

Calefação de ambientes: temperatura >19°C e < 26°C.

Temperatura máxima atingida: Coletor aberto pode atingir até 68°C.

Faixa de temperatura de operação nos diversos usos: Piscina 0°C - eficiência de 90%; a 26°C - eficiência de 53%.

Águas sanitárias 26°C - eficiência de 75%; a 54°C - eficiência de 65%.

Calefação de ambientes 54°C - eficiência de 10%; a 68°C - eficiência de 0%.

Formado por um conjunto de tubos paralelos interligados nas extremidades.

Componentes: São confeccionados com material polimérico [polipropileno, epdm, poli vinil] colocado em forma de esteira e unido por dois tubos de maior diâmetro nas extremidades inferior e superior.

Revestimento externo é na cor preta.

É resistente ao cloro e outros produtos químicos.

Quando aplicados no uso de aquecimento de água sanitária o material indicado para os tubos é o aço inox. Absorvedor de aço inoxidável sem proteção – produção de 250-300 kWh/m²a.

Isolamento térmico: Não possuem.

Superfície de Jardins, telhados planos, telhados inclinados e até curvos [encomenda especial].

aplicação:

Eficiência em uso: Por ser menos eficiente requer instalar uma superfície de coletores maior em relação aos demais coletores.

Seu rendimento cai com a atuação de ventos superiores a 1 m/s.

No inverno em temperaturas abaixo de 0°C seu uso para ambiente aberto torna-se inadequado.

9.4.1.4 Arranjo físico do coletor

O arranjo físico dos coletores depende de alguns fatores entre eles: a orientação; inclinação; local e forma da cobertura / fachada; geometria do coletor; tipo e qualidade do suporte, posicionamento da flauta na vertical; entrada e saída de água e o equilíbrio hidráulico dado pelo comprimento equidistante entre a entrada e saída de água [fria e quente].

9.4.1.4.1 Orientação e inclinação

Define o uso ou não de suportes integrados à cobertura. Isso significa peso adicional. Quando deslocados da cobertura e com ângulos acentuados exigem reforços adicionais na estrutura e nas fixações devido a carga de ventos. Possibilitam a acumulação de granizo na face inferior.

No Brasil os coletores devem ser voltados para o Norte geográfico, devido a maior quantidade de horas de insolação. Já a inclinação deve ser igual ou próxima à latitude da cidade. Nos meses de inverno adota-se o valor da latitude + 10°

9.4.1.4.2 Local e forma da cobertura e fachadas

Deve-se observar a adequabilidade a sua implantação por meio da geometria dos planos de telhado e a inclinação, forma de acessos seguros, proteções passivas, afastamento entre baterias de coletores e capacidade de receber as cargas.

Ao posicionar a tecnologia sobre a cobertura ou fachadas formaliza-se o risco de queda em altura. O afastamento do beiral, laterais e cumeeiras em si já é uma medida de proteção passiva.

9.4.1.4.3 Geometria dos coletores

Os coletores podem ter dimensões distintas. Os coletores com grandes dimensões apresentam maior dificuldade de transporte manual, podendo ocorrer quebra do vidro. O dano pode ser material, ou não.

O mercado oferece diversos tamanhos, por isso é necessário considerar:

- Dimensão total, ou seja, a superfície bruta do coletor. A somatória determina a área mínima de superfície de telhado necessária para a instalação;
- A área da superfície de abertura que corresponde à área onde a radiação solar passa para o coletor; e
- Área de captação que corresponde à área da superfície da placa absorvedora.

9.4.1.4.4 Posicionamento da flauta

Este componente pode interferir no funcionamento fluxo de água que circula no sistema [fechado ou aberto]. Com o funcionamento por termossifão a vazão fica mais baixa se ele estiver na horizontal; as implicações se vinculam ao consumo. Nestes sistemas simplificados, quando a temperatura se eleva ela é dissipada pelo tubo de alívio do acumulador.

Com o funcionamento forçado a orientação da flauta não interfere em nada, a menos que haja a quebra da bomba. Nesse caso há o superaquecimento do coletor com a parada do funcionamento do sistema. O coletor continuará aquecendo. Os danos podem chegar a redução da vida útil dos componentes internos [rompimento de soldas e deformação da caixa do coletor] o que leva a perda do coletor.

Figura 9.21: Posicionamento da flauta no coletor plano.

9.4.1.4.5 Inclinação para dreno

O dreno permite o esvaziamento do sistema. A pequena inclinação não permite a permanência de água no sistema, sendo esse um fator importante na higienização do sistema.

Figura 9.22: Posicionamento coletor plano em relação a inclinação das baterias. Fonte: <http://dicasesquemas.blogspot.pt/2013/03/> Visitado em 09/2013/09.

9.4.1.4.6 Forma de ligação dos coletores Entrada e saída de água

O mercado oferece coletores solares com duas e quatro entradas. Os coletores planos normalmente apresentam quatro entradas em que duas dessas entradas são tamponadas. Já os coletores de tubo vácuo apresentam duas entradas, sendo uma de entrada de água fria e outra de saída de água quente. Quanto mais aberturas mais pontos sujeitos a manutenção.

Figura 9.23: Coletor plano de quatro entradas

Figura 9.24: Coletor de tubo vácuo

9.4.1.4.7 Ligação das baterias de coletores – equilíbrio hidráulico

O equilíbrio hidráulico condiciona o número máximo de coletores a ser utilizado, além da garantia da vida útil dos componentes internos [rompimento de soldas e deformação da caixa do coletor].

Tipos de organização das baterias de coletor

Costuma-se aplicar a seguinte regra na execução de ligação de baterias de coletores: o primeiro coletor a receber água fria é o último a ser conectado ao tubo de ligação de saída de água quente.

Figura 9.25: Ligação em paralelo.

Este tipo de instalação só pode ser feita em coletores de quatro saídas e só permite ligar o máximo de quatro coletores por bateria.

Figura 9.26: Ligação em paralelo tubo vácuo.

Figura 9.27: Ligação em paralelo.

Este tipo de ligação pode ser executado em qualquer tipo de coletor e o número de coletores que se podem ligar em paralelo é superior ao anterior.

Apresenta perda de carga menor que nos outros tipos de ligações.

Figura 9.28: Ligação em série.

Neste tipo de ligação o rendimento é menor, do que nos outros e a perda de carga é maior. É mais utilizada em coletores de serpentina.

Em instalações de maior porte pode-se optar por ligações em paralelo e / ou em série entre coletores pertencentes a um mesmo grupo de baterias.

O equilíbrio hidráulico é conseguido fazendo-se uso das ligações com

Figura 9.29: Grupo de baterias.

Por vezes é necessário recorrer a válvulas de balanceamento para regular e ajustar a vazão nos diferentes grupos.

Figura 9.30: Válvula reguladora de vazão.

alimentação invertida entre baterias. Grupo de baterias com diferente número de coletores deve-se ajustar a vazão para o valor recomendado de forma que a temperatura de saída seja igual em todas.

As ligações das baterias podem comprometer o isolamento térmico do coletor caso não sejam utilizados os componentes adequados a essa função. Já sua

fixação na cobertura deve ser por meio de estrutura metálica que suporte as cargas próprias e de vento.

Essas baterias têm as entradas e saídas de água [quente e fria] transpassando o sistema construtivo da cobertura. Essa passagem de tubulação deve ser realizada utilizando componente adequado. O imprevisto pode acarretar na penetração de água no interior da cobertura comprometendo a qualidade do ar e a vida útil dos componentes.

9.4.2 Acumulador térmico solar

Trata-se de um componente que tem por objetivo armazenar água quente por, no mínimo, dois dias. Este sistema opera com diferentes densidades de temperatura, fazendo com que apareça o efeito de estratificação térmica. Segundo ALTENER (2004, P. 46) de preferência o acumulador térmico deve ser instalado na vertical com as dimensões em proporção - altura-diâmetro de 2,5:1 para manter uma boa estratificação térmica. Caso contrário será necessário instalar um aquecimento adicional. Ele indica que condição ótima de uso para um acumulador é de 300l /vertical, pois apresenta uma retirada de 100 l de água quente a 60°C ou 150 litros a 45°C, sem aquecimento adicional.

O mercado oferece diferentes tipos de acumuladores térmicos estratificados e o acumulador com circuito direto com ou sem resistência elétrica. Esse último tem seu comportamento orientado pela forma de seu posicionamento [vertical ou horizontal] e pelo tipo de saída de água quente e entrada de água fria.

A questão crucial do acumulador térmico reside na manutenção da temperatura segura de uso.

O uso de resistência elétrica dentro do acumulador implica na execução de aterramento da carcaça metálica e da tubulação de cobre; evitando assim, o choque elétrico por contato indireto com os metais sanitários. Outro fator importante na aquisição dos acumuladores é o seu isolamento térmico. As perdas maiores que 2 W/K, implica em superfície adicional de coletores. Alguns acumuladores apresentam revestimento externo com camadas múltiplas

[película de plástico duro em poliestireno com 1 mm de espessura, estruturada a cinzento (RAL 9022) e tecido falso em poliéster]. Sendo o fundo e a tampa em poliestireno expansivo. Esse conjunto tem categoria de incêndio B2[DIN 4102], livre de CFC e 100% reciclável.

Tipos de acumulador térmico

Figura 9.31: Tipos de acumuladores térmicos.

Tipo 1 - Acumulador térmico solar de água sanitária estratificada.

Tipo 2 - Acumulador térmico solar de água sanitária com permutador de serpentina [1º suplementar e 2º solar].

Tipo 3 - Acumulador térmico solar de água sanitária com permutador de serpentina e acumulador de água do aquecimento central para o ambiente. Inclui ânodo de magnésio. Pressão máx. de serviço 10 bar, temperatura máx. +95°C.

Tipo 4- Acumulador térmico solar de água sanitária com permutador de serpentina. Possui resistência elétrica.

¹² http://www.viessmann.pt/pt/industria_comercio_municipios/produtos/acumuladores_aqs/Vitocell-L_100.html

O permutador de calor [serpentina] opera transferindo o calor para o tanque. Ele mantém independente o circuito primário [permutador conectado ao coletor] do secundário [tanque acumulador trocando calor com as serpentinas]. Estes acumuladores podem ser emparelhados em conjunto com as caldeiras.

O Respiro ou equivalente é um fator importante para os acumuladores térmicos. Ele evita danos quando possibilita a saída de ar do sistema durante o funcionamento e evita pressão negativa durante a drenagem. Para tal, o tubo de respiro deve ser mantido alinhado. A retenção de impurezas pode levar ao colapso e deformação do acumulador térmico quando ocorre a sucção na utilização da água.

Segundo TiSUN (s/d, p. 154) deve ser dada atenção a composição e a qualidade da água em sistemas de água quente em aço inox e os soldados a cobre. A contaminação por agentes químicos e biológicos depende da temperatura de funcionamento do sistema e da perda dessa temperatura durante o percurso. É importante que não se tenha zonas críticas de proliferação de agentes biológicos, por isso a água sanitária deve ficar dentro do acumulador na temperatura superior a 45°C de saída. A bactéria *Legionella* é um componente natural da água multiplicando-se rapidamente, para temperaturas entre 30 e 45°C, e são destruídas a temperaturas acima dos 50°C.

9.4.3 Suporte do quadro de sustentação dos coletores solares

Os suportes tem a função de sustentar o conjunto de coletores e por sua vez fixar-se a superfície indicada no projeto. Essa superfície pode ser coberturas, fachadas, varandas, etc.

Figura 9.32: Exemplo de estrutura de suporte para coletores colares.

Caracterização dos suportes

Tipo de suporte	Fixo externo;
	Embutido;
	Com acompanhamento do movimento do sol.
Forma de fixação na base.	Estrutura do telhado;
	Estrutura suplementar;
	Preso a telha metálica.
Componentes de apoio	Capa de telha;
	Vedações e componentes de passagem.
Local de fixação	Telhado; Fachada; Brises; Peitoril e Terreno.
Forma de acoplamento com os componentes do sistema solar	Tubulação - soltas na área externa [sobre a superfície de instalação];
	Tubulação - sob a estrutura do suporte.
Limitantes de instalação.	Distancia máxima de percurso das instalações coletor – acumulador térmico [menor que 20.00m].
	Capacidade de estrutura de o sistema

	colaborativo suportar a carga.
Capacidade de atendimento a sobrecarga própria [coletor com ou sem acumulador térmico].	<p>Condicionantes climáticas na cobertura [acumulo de granizo, neve].</p> <p>Cargas concentradas;</p> <p>Cargas distribuídas;</p> <p>Cargas móveis</p> <p>Carga de vento</p> <p>Afastamento dos bordos laterais, beirais e cumeeiras.</p>
Separação por zonas de risco	Calcular a área técnica necessária para acomodação dos equipamentos.
Zoneamento das áreas de implantação	
Componente	Acumulador solar externo [largura, comprimento e altura].
Integrado ou separado do suporte	<p>Dependência - comprimento da linha de ligação entre o caixa de água [da rede] e coletor.</p> <p>Definir a quantidade de áreas técnicas e sua localização. Por exemplo:</p> <p>Área 1 – interna para instalação domótica.</p> <p>Área 2 – externa para instalação do sistema x</p> <p>Área 3 – externa para instalação do sistema y</p> <p>A compartimentação das áreas técnicas evita associação de riscos e o acesso indevido.</p>

9.4.4 Componentes para ligação

SILVA, E.P (IFGOIÁS); ZANG, W.A (IFGOIÁS); ZANG, J.W.(p.1 2009) indicam:

“Os resultados mostram que o cobre nas tubulações dos aquecedores passa a existir em solução como íons e que a temperatura tem interferência direta na formação do complexo de cobre, pois na comparação das amostras de água quente e fria da mesma casa, obtiveram-se resultados diferentes, onde na água quente as amostras apresentam quantidades de íons de cobre acima do nível estabelecido pelo CONAMA 357,2005 que é 0, 009 ppm o que não tem origem na água potável fornecida pela SANEAGO. Há casos como das Casas A e E em que as quantidades de cobre chega a ser 20 vezes maior que o nível permitido.”

Diversos fatores contribuem no processo do controle do processo de corrosão. O primeiro se relaciona ao comportamento químico, como: pH e dureza da água; concentração de eletrólitos; presença de filmes inibidores; contaminações provenientes de resíduos de lubrificantes e processo de conformação mecânica. O segundo se relaciona a processos de instalação, tais como: qualidade e espessura do tubo, forma de soldagem, distribuição do sistema no ambiente interferindo na velocidade e pressão interna dos fluidos na tubulação; juntas; resíduos de soldagem/pasta e rebarbas de solda; ocorrência de erosão e cavitação.

Esse material, mesmo tendo excelentes qualidades para essa finalidade, deve ser visto com critério; principalmente quanto não se tem o controle da qualidade do fornecimento de água e de seus efeitos de corrosão no metal.

Figura 9.33: Conjunto de componentes para ligação de água quente.

Legenda:

1. Tubo de cobre:
2. Terminal com porca solta direito de cobre para soldar
3. Terminal com porca solta curvo de cobre para soldar
4. T em cobre
5. Joelho de cobre
6. Válvula de passagem para água fria
7. T de latão
8. Junção
9. Joelho de latão
10. Filtro de água
11. Cruzeta de latão
12. Válvula de passagem de água quente

Caracterização dos tubos e conexões

Pressão de trabalho ¹³	Termoplásticos:	2 m.c.a
	Cobre:	2 m.c.a
	Aço inox [baixa pressão]:	5 m.c.a
	Aço inox [alta pressão]:	40 m.c.a
	Metro de coluna de água [m.c.a.].	
Extensão de ramal	De cobre com isolamento térmico – em linha reta comprimento até 5m.	
Corte dos tubos	Cortados com a ferramenta corta-tubos. Mantém o ângulo e a finalização homogênea do tubo e remover as rebarbas.	
Junção e soldagem	Ligações aparafusadas (cintas de aperto)	
	São usadas normalmente para as ligações dos coletores. Podem soltar-se facilmente.	
	Ligações soldadas [fixas] entre componentes do tipo cobre. Branda [até 110° C carga permanente de temperatura Cu - Cu] e forte [Cu- bronze vermelho].	
	As junções com as ligações de montagem e encaixe são feitas de latão ou bronze vermelho.	
Fixação dos tubos	Prever a expansão entre os pontos fixos (braçadeira com vedante de borracha), e a instalação de curvas ou compensadores e foles de dilatação.	
	As variações de comprimento dos tubos levam a mudanças de temperatura.	

¹³ Soletrol – Aquecedores de água - Manual Técnico utilização, instalação e dados técnicos. São Paulo. s/d <http://ecoenergia.eng.br/especificacao/14.pdf>

9.4.5 Componentes para segurança do sistema

Figura 9.34: Componentes de segurança circuito hidráulico.

Tipo	Característica
1.Válvula de segurança.	Funciona como uma segunda linha de defesa contra problemas do sobreaquecimento [excesso de temperatura e pressão]. Ela permite liberar uma parte do fluído do sistema, por isso a sua saída deve ser conectada a tubulação do esgoto ou acumulador. Sempre que ela funciona entra em ação o sistema automático de enchimento.
2.Válvula misturadora termostática anti queimadura.	Dispositivo mecânico concebido para misturar água quente com água fria de uma maneira eficaz e segura.
3.Válvula de enchimento ou válvula redutora de pressão com termostato.	São dispositivos que reduzem a pressão de entrada a uma pressão de saída estável independente das variações de vazão e pressão do sistema. A função desse sistema [válvula reguladora de

pressão e válvula de retenção] é repor o fluido perdido pelo sistema [pequenas fugas ou por disparo da válvula de segurança] a fim de manter a pressão sempre constante e o fluido no sistema.

Ao regular a temperatura se evita queimaduras [durante o uso].

4.Purgador de ar. Dispositivo mecânico utilizado em tubulações para a retirada do ar que se encontra na forma livre dentro da tubulação.

5.Válvula de retenção. Dispositivo mecânico que força o fluido a escoar em uma única direção.

6.Termomanômetro. Termômetro com que se medem temperaturas elevadas por variação de pressão.

7.Vaso de expansão. Dispositivo que serve para compensar a variação de volume do fluido que transporta o calor. Quanto mais alta é a temperatura mais aumenta a pressão; ou seja, quando o fluido de transporte de calor se dilata, comprime a membrana exercendo pressão sobre o ar contido no interior do vaso. Quando o fluido se esfria, o ar comprimido se dilata. Dessa maneira a pressão se mantém constante no circuito solar.

São utilizados nos sistemas em que altas e baixas temperaturas não têm controle automático e são obrigatórios para os acumuladores de aquecimento solar com pressão maior que 1 bar.

Características:

Membrana substituível EPDM [entre a membrana e a chapa do acumulador encontra-se uma câmara cheia de ar [azoto] submetido a pressão. Ela é capaz de aguentar temperaturas até 140°C]; Temperatura de trabalho: -10°C a +100°C; Marcação CE de acordo com a diretiva PED 97/23/CE; Falange de aço

- galvanizado com proteção interior de polipropileno na zona de contato com a água; Mistura de água/glicol a 50%; Cor branca RAL 9010.
8. Aterramento. Protege o usuário de choque elétrico nos equipamentos e tubulações;
Absorve as descargas atmosféricas por meio da viabilização de um caminho alternativo para a terra;
Descarregar cargas estáticas facilitando o funcionamento dos dispositivos de proteção.
9. Filtro [extrator de sedimento]. Remove partículas de sedimentos, a partir de 5 μm , da água do sistema.
10. Separador de micro bolhas. Faz a separação automática do ar a partir da mistura água/glicol(máx. 40%).
11. VAC – Válvula Anticongelamento. Funciona com um sensor que detecta a temperatura da água no interior do coletor solar e permite que ela seja escoada para o ambiente quando a temperatura atinge valores próximos de zero. Desta forma a água no interior do acumulador (mais quente) desce até o coletor solar. Esse processo é intermitente enquanto houver risco de congelamento.
- Nunca se deve energizar a válvula anticongelamento a partir do mesmo circuito da resistência elétrica do acumulador térmico, já que em muitos casos, o disjuntor deste circuito fica desligado a maior parte do ano.

Figura 9.35: Mudança de estado da água dentro da tubulação do coletor.

12. Termostato do aquecedor e do acumulador. Este componente tem como função medir a temperatura da água. Ele apresenta regulagem de temperatura que vai de 30°C a 90°C. Potência de comutação 250V 16 (8) A.
13. Corrente externa de ânodo. Assegura uma corrente de proteção eletronicamente regulada do acumulador. É regulada por potenciostato e alimentada por meio de um eletrodo de titânio no recipiente; garantindo proteção contra a corrosão para o acumulador em aço esmaltado.
14. Sonda inserida no conjunto de saída de água quente. 1. Cruzeta.
2. Porta sondas.
3. Sonda de temperatura.
Existem coletores solares que já têm porta sondas, mas uma grande parte não tem e por isso a sonda tem que ser colocada na saída do fluido do coletor solar, é também aconselhável a utilização de um purgador de ar na saída do coletor, isto por ser geralmente o ponto mais alto do circuito.
15. Conjunto de saída de água quente. Alguns coletores solares que já têm porta sondas, mas uma grande parte não tem. A sonda tem que ser colocada na saída do fluido do coletor solar. Aconselha-se a utilização de um purgador de ar na saída do coletor por ser o ponto mais alto do circuito.

Figura 9.36:
Conjunto de saída
de água quente do
coletor.

Legenda:

1. Cruzeta.
2. Porta sondas.
3. Sonda de temperatura.
4. Purgador de ar.
5. Válvula de esfera para solar.
6. Casquilho.
7. União de ligação ao coletor.
8. União de ligação ao circuito de ida.

16. Grupo Hidráulico Destina-se à circulação da água quente em sistemas sanitários garantindo o transporte do calor captado e acumulado nos coletores para o acumulador. Ela é composta por um grupo de componentes com funções específicas são eles: Bomba do circuito solar, os termômetros no circuito de impulsão e retorno, conexão com as torneiras de entrada e saída da instalação, purgador manual e o dispositivo de segurança [manômetro, válvula de segurança, vaso de pressão], medidor vazão [para ver o volume de água procedente da bomba].
- TISUN(s/d, p. 234) indica as vantagens do uso dessa central devido a "disponibilidade imediata de água quente (baixo consumo de água) e a segurança anti-legionella" e ainda " A válvula misturadora termostática integrada mantém a temperatura da água quente sempre constante. Um Bypass da tubagem de circulação até à válvula misturadora minimiza as perdas de energia da circulação de água quente. Válvulas de não retorno integradas impedem correntes anómalas. A bomba de circulação pode ser ajustada para a temperatura de circulação desejada através de um termóstato incorporado".

Figura 9.37: Grupo Hidráulico. Fonte: http://3.bp.blogspot.com/-UMKXaUXKyOA/UIhZ5D3vY6I/AAAAAAAAAIS4/8x4f5BZCYFw/s1600/grupo+hidraulico+leg_wm.jpg visitado em 09/2013/09.

17. Bomba do circuito solar	Quando da especificação deve-se ficar atento a: altura máx. para bombear 15 kPa, Área de temperatura $-10^{\circ}\text{C}/+110^{\circ}\text{C}$ [depende das características do coletor], Caixa do material [- Material Bronze] , Consumo máx. [8W], Pressão máx. de serviço 10 bar e área de ajuste do termostato $20^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$.
Local de instalação	Em uma parede próxima ao acumulador ou, seja, dentro da área técnica destinada para essa finalidade.

Nas instalações solares térmicas em habitações o controlador de vazão utilizado é do tipo vazão elevada [*high flow*]. Que faz 40 litros /hora para superfície de coletores em m^2 . Apresenta bom rendimento [consumos baixos] e permitem o uso de bombas centrífugas. No entanto, a bomba deve ser de alta potência o que exige diâmetro grande para os tubos; como consequência baixo aproveitamento da radiação solar.

Os controladores de vazão do tipo baixo [*low flow*] 10 – 15 litros /hora para superfície de coletores em m² permite bomba de baixa potencia [modelo especial], diâmetro de tubos pequeno, flexibilidade entre a variação de temperatura. Os coletores têm baixo rendimento.

Os controladores de vazão do tipo constante [*Matched flow*] 10 – 40 litros /hora para superfície de coletores em m² impõe baixo consumo elétrico para a bomba, é flexível as variações de temperatura e oferece um ótimo rendimento para as instalações. Seu custo é mais elevados devido a regulagem.

19. Controlador de pressão	É uma peça cilíndrica com uma janela de vidro com marcação e um flutuador suspenso pelo fluído a uma altura correspondente à vazão. Marca os litros por hora de fluido que circula entre o circuito solar e os coletores. Distância face a face das conexões conforme se segue.
----------------------------	---

Especificação técnicas vazão

- Precisão: $\pm 2\%$
- Posição de instalação: Vertical.
- Sentido do fluxo: Ascendente.
- Pressão máxima: 10 kgf/cm².
- Temperatura máxima: 100 °C.
- Juntas são fornecidas em neoprene ou viton e EPDM conforme solicitação.

Cone de medição fabricado em plástico de engenharia (Polisulfona ou Policarbonato).

19. Controlador solar	Os controladores solares podem ser de circuito único ou duplo. As principais funções exercidas por este equipamento são: ajuste da temperatura máxima do acumulador; ajuste da temperatura máxima do coletor; temperatura mínima em que é ativado o circuito solar; controle da vazão no circuito solar; ajuste de modulação mínima da bomba do circuito solar; <i>Double Match Flow</i> : para aperfeiçoar a carga de uma acumulação
-----------------------	---

estratificada [opcional] e temperatura acumuladora em cima: somente informativa [opcional]

O sistema mais simples pode ser aplicado a uma área de coletor até 50 m²

Este sistema apresenta proteção contra sobreaquecimento para os coletores e contra congelamento das partes metálicas internas.

Esses controladores tem ligação eléctrica 230V AC, apresentam temperatura de serviço 0-50°C e categoria de proteção IP 42.

O equipamento pode ser integrado à estação solar ou montado diretamente na parede.

Figura 9.38: Controlador solar Fonte Buderus Bosch Group Tecnologia solar de alta eficiência para aquecimento de água (2010, p.7).

Características técnicas

- Tensão elétrica: 220 V, 60 Hz
- Conexões de sensores: 1 x sensor (coletor)
- Classe de segurança: IP20
- Comprimento: 190 mm
- Largura: 170 mm
- Altura: 50 mm

10 ANEXO II – SISTEMAS CONSTRUTIVOS COLABORATIVOS

Os sistemas construtivos da edificação que mais colaboram com base para a implantação das tecnologias são: cobertura; vedações [fachada, pisos, paredes, tetos]; sistema hidráulico e elétrico. Será dado destaque a cobertura devida a predominância de utilização.

Os dois primeiros permitem a fixação e a passagens, componentes e equipamentos. Os dois seguintes integram e fazem a transição para as tecnologias.

10.1 Cobertura

A cobertura é um sistema que tem como função proteger o espaço construído das variáveis ambientais e agentes externos.

A implantação das tecnologias em parte ou em toda a superfície de cobertura não deve comprometer a sua função básica. Para tal, algumas medidas de segurança devem ser garantidas, entre elas:

- Segurança estrutural: acréscimo no cálculo de sobrecarga pontual e distribuída [coletores, depósito ou módulos e outros] e a resistência mecânica nos pontos de fixação dos componentes as forças do vento nas distintas estações do ano.
- Segurança ao fogo: afastamento entre superfície ou isolamento térmico resistente ao fogo.
- Estanqueidade: vedações adequadas às situações propostas e resistentes as variáveis ambientais [animais [cupins, brocas, roedores, aves], fungos e dejetos ou poluentes, radiação UV].

10.1.1 Tipos de cobertura

10.1.2 Coberturas planas [inclinadas ou horizontais]

As coberturas planas podem apresentar diferentes graus de inclinação, sendo um elemento que pode favorecer ou prejudicar a instalação de coletores. Quando o ângulo de inclinação da cobertura está dentro da faixa de melhor absorção da radiação a estrutura para o suporte de apoio é menos robusta.

Coberturas com ângulo de inclinação acima de 35° exigem sistemas apropriados de aprisionamento das telhas e medidas passivas de proteção ao usuário. Configurações com esse formato fazem com que as cargas referentes aos coletores e outros equipamentos passem a se concentrar na base do suporte, exigindo reforços localizados na estrutura. Para Inclinações menores que 20° a distribuição das cargas passa a ser mais uniforme, o que significa menor reforço estrutural e menor possibilidade de escorregamento. Mas não se deve permitir inclinações com ângulo menor que 10° devido ao acúmulo de granizo.

10.1.3 Coberturas curvas

As coberturas em arco exigem coletores mais estreitos. É necessário reforço na área de inserção da tecnologia, componentes de passagem de tubos ou fiação e suportes compatíveis ao tipo de revestimento [telha].

10.1.4 Componentes da cobertura

A cobertura é subdividida em quatro partes, são elas: a) telha [face externa]; b) camada de ar; c) isolamentos [temperatura e umidade] e d) estrutura.

Figura 10.1: Sistema cobertura com telha.

Para evitar atividades de desmonte, recuperação e remonte, os materiais utilizados na cobertura devem garantir, no mínimo, vida útil compatível com a tecnologia escolhida, caso contrário os custos tendem a reduzir os ganhos de sua implantação.

- Quatro medidas de prevenção a acidentes devem ser aplicadas à cobertura, independente da inclinação ou tipologias adotadas, são elas:
- Implantação de componentes que permitam a aeração da camada inferior à telha;
- Instalação de suportes e ganchos, colocados em pontos estratégicos, que permitam as proteções de queda em altura;
- Aterramento e equipotencialização das partes metálicas e eletrificadas.

A não implantação dos módulos próximos à linha dos bordos lateral ou beirais. Essa condição evita que o usuário divida a sua atenção entre a realização das atividades de manutenção e o equilíbrio na extremidade do telhado. Além disso, o beiral não é projetado para receber cargas dessa natureza.

10.2 Paredes Técnicas

De um modo geral as vedações devem garantir a segurança do usuário por meio do controle dos sistemas construtivos da edificação:

A) Estados de limites últimos traduzidos por perda de equilíbrio, global ou parcial, admitido à estrutura como corpo rígido; ruptura ou deformação plástica excessiva dos materiais; transformação da estrutura, no todo ou em parte, em sistema hipostático e instabilidade por deformação.

Ações devido ao vento envolve a determinação dos esforços sofridos pela parede proveniente dos ventos. Deve-se considerar as características da forma, estruturas e das superfícies que recebem as pressões estáticas.

Ações devido à implantação das tecnologias envolvem as sobrecargas pontuais [estrutura do painel e painéis] sobre a viga ou parede estrutural. As

paredes estruturais na linha de fixação da estrutura devem receber reforço longitudinal para essa finalidade.

As paredes externas destinadas a receber a estrutura dos módulos devem garantir modulação desse componente a fim de não sobrepor as aberturas e as esquadrias; o isolamento térmico e o afastamento da parede e entre o conjunto de módulos para manutenção.

As paredes das áreas técnicas devem suportar as cargas de equipamentos. As faces internas dessas paredes devem ser preparadas para resistir e dissipar a temperatura gerada na operação dos inversores e demais equipamentos. Ação devido a sismos em habitações unifamiliares. Utilizam-se direções de atuação dos sismos no plano horizontal. A fixação dos módulos a estrutura deve garantir a sua estabilidade tanto em momento normal de uso como em emergências.

B) A prevenção e controle de incêndio em paredes estão associados aos materiais empregados em sua construção.

As paredes das áreas técnicas não devem permitir a propagação superficial de chamas; manter a estanqueidade a passagem de água, ar, calor e fogo na parte interna da habitação, seja por aberturas ou esquadrias; baixa condutibilidade a tensões elétricas e não reter umidade. A compartimentação horizontal deve ser observada quando da implantação dos sistemas nas áreas técnicas. Sistemas com água de um lado, sistemas com energia do outro. Nunca sobrepor água sobre a energia.

C) A segurança no uso, operação e manutenção. As paredes permitem que se formalize o ambiente técnico, por isso esses ambientes dependem da implantação das medidas passivas que são as de confortos tátil, antropométrico, lumínico e de ventilação.

O conforto tátil trabalha com as superfícies. Elas não devem ser ásperas ou cortantes, principalmente nas quinas.

No conforto antropodinâmico procura-se a facilidade de manuseio e acesso aos componentes sem sofrer impacto contra si, dificuldade de acesso e movimentação.

O conforto antropométrico trabalha com a relação entre indivíduo, tecnologias e limites estabelecidos pelas paredes. Envolve o posicionamento sobre a superfície e a área destinada à manutenção e troca dos componentes, ou seja, afastamento entre eles [altura e largura] e o afastamento do equipamento em relação à parede posterior.

Em áreas técnicas onde se tem quadros e tomadas de energia a distância entre o quadro e a parede que fica nas costas do operador deve permitir em caso de choque elétrico que ele se solte do sistema energizado quando leva o choque. As medidas de distanciamento são passivas e trazem para o usuário conforto na execução das tarefas e segurança.

D) Com relação à segurança contra incêndio deve-se observar a propagação superficial de chamas nas paredes das áreas técnicas e a resistências ao fogo tanto em áreas internas como externas. Além disso, se possível o fechamento automático das esquadrias. Quando se extingue o oxigênio o fogo apaga.

10.3 Vedação horizontal - piso

Os pisos aqui considerados são aqueles pertencentes às áreas técnica que suportam as cargas dos equipamentos. De um modo geral os pisos devem garantir à segurança do usuário a queda no mesmo nível e a impacto.

A resistência estrutural e a estabilidade do piso estão diretamente associadas às combinações de ações que ocorrerem durante a vida útil do edifício. Além disso, a base de fixação do piso, também, influencia o seu desempenho. Os pisos são qualificados por características que lhes asseguram certas funcionalidades.

A) Estados de limites últimos traduzidos ruptura ou deformação plástica excessiva dos materiais; transformação da estrutura, no todo ou em parte, em sistema hipostático.

Ações devido à implantação das tecnologias envolvem as sobrecargas pontuais [reservatórios, baterias, etc.]. Os ensaios recomendam que as cargas verticais concentradas de 1 kN sejam aplicadas no ponto mais desfavorável .

B) A prevenção e controle de incêndio em pisos estão associados aos materiais empregados em sua construção. Esses materiais devem apresentar resistência ao fogo mínima de 30 min mantendo o isolamento térmico, estanqueidade e estabilidade. O índice máximo de propagação superficial de chamas aqui considerado foi de 25 destinado para locais de uso comum das habitações [escadas, halls e outros]. A densidade ótica é outro fator importante. Para pisos em áreas técnicas a melhor opção é o cerâmico. Os materiais não devem apresentar características de desenvolvimento de fumaça.

Os pisos das áreas técnicas devem apresentar baixa condutibilidade a tensões elétricas e não reter umidade. A compartimentação vertical deve ser observada quando da implantação dos sistemas nas áreas técnicas.

C) A segurança no uso, operação e manutenção. Os pisos precisam atender ao coeficiente de atrito dinâmico $> 0,4$ e a máxima declividade que é de 3%.

A estanqueidade a água. Ele não deve permitir a infiltração de água em suas superfícies e nos encontros com as paredes que o delimitam. As áreas técnicas não podem sofrer inundações.

A resistência à exposição aos agentes químicos utilizados no sistema. Normalmente se utiliza o etileno glicol com líquido de arrefecimento no sistema tubo vácuo. Esse material é considerado contaminante ambiental e não deve ser manipulado sem proteção. Quando em operação ele atinge temperaturas acima de 160°C .

10.4 Vedação horizontal - Tetos

Os tetos aqui considerados são aqueles pertencentes às áreas técnica e as áreas técnicas de passagem, pois servem para a fixação das calhas com cabeamentos e componentes do sistema.

Eles podem conjugar função de vedação [decorativo] e ou de sustentação conforme as necessidades do sistema implantado. Para tal, deve-se:

A) Garantir que não ocorra os estados de limites últimos traduzidos ruptura ou deformação plástica excessiva dos materiais; transformação da estrutura, no todo ou em parte, em sistema hipostático. A implantação dos componentes envolvem as sobrecargas pontuais [calhas com cabos e equipamentos menores, etc.].

B) A prevenção e o controle de incêndio estão associados aos materiais empregados. Esses materiais devem apresentar resistência ao fogo mínima de 30 min mantendo o isolamento térmico, estanqueidade e estabilidade. O índice máximo de propagação superficial de chamas aqui considerado foi de 25 destinado para locais de uso comum das habitações [escadas, halls e outros]. A densidade ótica deve ser observada caso a chave de desligamento geral esteja dentro da área técnica; bem como a baixa condutividade a eletricidade. A compartimentação horizontal e vertical reduz significativamente a propagação do incêndio.

C) A segurança no uso, operação e manutenção.

Os tetos deve apresentar baixa rugosidade a fim de evitar escoriações quando da instalação dos cabos nas calhas.

A estanqueidade a água evita a condução de tensões elétricas.

Deve resistir a temperaturas superiores as de operação dos componentes instalados.

10.5 Exigências do usuário

Trata-as de conjunto de requisitos indicados pelo [s] usuário [s] que devem ser satisfeitos, em relação aos sistemas construtivos colaborativos.

Tabela 10.1: Exigências do usuário.

Segurança	Habitabilidade	Sustentabilidade
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Segurança estrutural; ➤ Segurança contra o fogo; ➤ Segurança no uso e na operação. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estanqueidade; ➤ Conforto térmico; ➤ Conforto acústico; ➤ Conforto lumínico; ➤ Saúde, higiene e qualidade do ar; ➤ Funcionalidade e acessibilidade; ➤ Conforto tátil e antropodinâmico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Durabilidade; ➤ Manutenibilidade; ➤ Impacto ambiental.

Fonte: ABNT NBR 15575-1 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos Desempenho Parte 1: Requisito geral, p. 8.

De um modo geral os projetos de coberturas e vedações devem atender aos requisitos e critérios que garantam a segurança conforme a ABNT NBR 15.575 - 2013. Essa norma reafirma que os projetos devem apresentar "soluções tecnicamente adequadas e economicamente viáveis". O conjunto de requisitos apresentado pretende oferecer sugestões a melhoria dessa norma. Os destaque em "em negrito" são requisitos para projeto que alargam o rol de necessidades a serem satisfeitas para prover um ambiente residencial unifamiliar seguro.

A tabela a seguir expõe os requisitos, premissas de projeto e critérios estabelecidos pela ABNT NBR 15575-5 para o sistema cobertura.

10.5.1 Cobertura: Desempenho segurança estrutural

A falha pode ocasionar deformação, quebra de componente do sistema construtivo ou colapso. Nesse último caso pode ocorrer queda em altura e até morte.

Projetista	Referência	Requisito / critério	Considerações para projeto
Engenheiro	ABNT NBR 15575-5 [7.1]	Resistência e deformabilidade.	Considera a segurança contra a ruína e não apresentar avarias, deformações e deslocamentos que prejudiquem a funcionalidade do SC ou dos sistemas contíguos.
Arquiteto		7.1.1 Critério - Comportamento estático.	Considerar as cargas permanentes, cargas móveis e carga acidental sobre as telhas [quebra ou amassamento].
Engenheiro Arquiteto		7.1.2 Critério - Risco de arrancamento de componentes do SC sob a ação dos ventos.	Considerar a ação dos ventos e as zonas de sucção; detalhes de fixação; influência das platibandas; e a resistência de aderência do lastro sobre o sistema de impermeabilização.
	15575-5 [7.2]	Solicitação de montagem ou manutenção	
Engenheiro		7.2.1 Critério - Cargas concentradas.	Estrutura principal e secundária quer sejam reticuladas ou treliçadas, devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1 kN. Superar os seguintes limites de deslocamento (dv) em função do vão (L): barras de treliças: dv U350; vigas principais e terças: dv L/300; vigas secundárias: dv L/180.
Engenheiro Arquiteto		7.2.2 Critério- Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários.	Suportar a ação simultânea de três cargas, de 1 kN cada uma, com pontos de aplicação constituindo um triângulo equilátero com 45 em de lado, sem que ocorram rupturas ou deslocamentos.
Engenheiro Arquiteto	15575-5 [7.3]	Solicitações dinâmicas em sistemas de coberturas e em coberturas - terraço acessível aos usuários.	Uso dos sistemas de cobertura de acordo com o previsto em projeto sem ocasionar danos à edificação ou aos usuários.
Engenheiro		7.3.1 Critério - Impacto de corpo mole em	Energia de impacto de corpo mole J e o critério de

		sistemas de coberturas-terraço acessíveis aos usuários.	desempenho mínimo - M ABNT NBR 15575-2: 2013. Tabela 5 – 120 J Não ocorrência de falhas.
Engenheiro		7.3.2 Critério - Impacto de corpo duro em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários.	Energia de impacto de corpo duro J e o critério de desempenho mínimo - M ABNT NBR 15575-2: 2013. Tabela 8 - 5 J - Não ocorrência de falhas no elemento estrutural (estado-limite de serviço) Permitidas: Mossas com qualquer profundidade.
	15575-5 [7.4]	Solicitação em forros	Possibilitar a fixação de luminárias e outras cargas de ocupação.
Engenheiro Arquiteto		7.4.1 Critério - Peças fixadas em forros.	Suportar a ação da carga vertical correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração no mínimo 3,0. Para carga de serviço limita-se a ocorrência de falhas e o deslocamento a L/600, com valor máximo admissível de 5 mm, onde L é o vão do forro. A carga mínima de uso é de 30 N.
Engenheiro Arquiteto		Uso	O sistema colaborativo [elétrico, domótico e/ou hidráulico] deveria ser disposto em calhas separadas e não sobre o forro. A sua distribuição deveria ser ortogonal permitindo uma distribuição em shafts.
Arquiteto			Ser facilmente removido por meio da implantação de sistema de encaixe.
Arquiteto	15575-5 [7.5]	Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados.	Não sofrer avarias sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais. Propõe-se criar soluções que evitem o acúmulo de granizo.
Arquiteto		7.5.1 Critério- Resistência ao impacto.	Sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não pode sofrer ruptura ou traspassamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0 J.

Por exemplo, o Decreto Nº 56.819, de 10 de março de 2011 institui o Regulamento de Segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo. Ele define que as habitações unifamiliares pertencentes à divisão A1 tenham carga de incêndio definida por – 300 MJ/m²; os Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF), em minutos é dado por: profundidade do subsolo - Classe P1 - $h_s \leq 10$ m [60min.] e altura da edificação - Classe P1 - $h \leq 6$ m [30 min.]. As exigências para edificações com área menor ou igual a 750 m² e altura inferior ou igual a 12,00m, são: saídas de emergência; iluminação de emergência [somente para as edificações com mais de dois pavimentos]; sinalização de emergência e extintores.

Com a inserção de área técnica sobre e sob a cobertura ou em outros ambientes, as medidas prescritas por esse Decreto não atendem as necessidades de segurança do usuário e de seu patrimônio.

O uso das tecnologias de termoconversão e fotoconversão trazem para dentro da habitação, áreas de risco não percebidas com a gravidade e o controle necessário, tanto em projeto como em comportamento [cultura]. Dada essa condição, as exigências para essa tipologia envolveria diversas medidas pertinentes às áreas técnicas (internas/externas): o controle dos materiais de revestimento e acabamento; resistência ao fogo dos elementos de construção; compartimentação; controle de fumaça das áreas de passagem e salas técnicas; detecção automática de incêndio e alarme de incêndio

O tempo de resistência ao fogo dos materiais empregados nas salas técnicas e de passagem deveriam, no mínimo, ser superior a 90 min, pois, o ambiente habitacional unifamiliar é constituído por uma população que apresenta diferentes faixas etárias, condições diferenciadas de mobilidade e capacidades. Além disso, não dispões de brigadistas, não são especialistas das tecnologias e podem estar situadas em locais de pouca acessibilidade. A dependência da ação do Corpo de Bombeiros é quase que exclusiva.

10.5.2 Cobertura - Desempenho segurança contra o fogo

A falha na especificação dos materiais, organização espacial e na forma pode ocasionar incêndios localizado ou generalizado, como consequentes danos materiais e diversas injúrias ao usuário devido à inalação de fumaça tóxica quente e queimaduras.

Projetista	Referência	Requisito/ critério	Considerações para projeto
Arquiteto e Engenheiro de segurança	ABNT NBR 15575-5[8.2] Tabela 1: Valores do potencial calorífico específico NBR 14432:2000.	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento.	Dificultar a propagação de chamas no ambiente de origem do incêndio e não criar impedimento visual que dificulte a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.
Arquiteto Engenheiro de segurança		8.2.1 Critério - Avaliação da reação ao fogo da face interna do sistema de cobertura das edificações.	Verificar a reação ao fogo dos revestimentos e acabamento [materiais isolantes térmicos, absorventes acústicos e subcoberturas aplicados nas instalações de serviço, em redes de dutos de ventilação e ar-condicionado, e em cabines ou salas de equipamentos.]. Conforme ABNT NBR 9442. Os corredores técnicos de passagem devem garantir a proteção Classe I ABNT .

Cobertura - Desempenho segurança contra o fogo

Projetista	Referência	Requisito/ critério	Considerações para projeto
Arquiteto	ABNT NBR 9442.		Classificam-se como: I, II A ou III A de acordo com a Tabelas 1.
Engenheiro de segurança			Tabela 10.2: Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442.

Classe	Método de ensaio			
	ISSO 1182	ABNT NBR 9442	ASTM 662	E
I	Incombustível	-	-	
	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$			
	$\Delta m \leq 50^{\circ}\text{C}$			
	$T_t \leq 10\text{s}$			
I A	Combustível	$l_p \leq 25^{\circ}\text{C}$	$D_m \leq 450$	
II A	Combustível	$25 < l_p \leq 75^{\circ}\text{C}$	$D_m \leq 450$	

l_p – Índice de propagação superficial de chama; D_m – Densidade específica máxima de fumaça; ΔT – Variação de temperatura no interior do foro; Δm – Variação de massa do corpo de prova; T_t – Tempo de flamejamento do corpo de prova.

Cobertura - Desempenho segurança contra o fogo

Projetista	Referência	Requisito/ critério	Considerações para projeto																						
Arquiteto	BS EN 13823		Tabela 10.3: Classificação dos materiais tendo como base o método BS EN 13823.																						
Engenheiro de segurança		<ul style="list-style-type: none">➤ FIGRA - Índice da taxa de desenvolvimento de calor. LFS - Propagação lateral da chama.➤ THR 600s - Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas. TSP 600s- Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.➤ SMOGRA- Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência.➤ FS- Tempo que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado. Tempo de exposição de 30 s.	<table><tr><th>Classe</th><th>Método de ensaio</th></tr><tr><td></td><td>ISO - ISO 11958-2</td></tr><tr><td>I</td><td>Incombustível -</td></tr><tr><td></td><td>$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$</td></tr><tr><td></td><td>$\Delta m \leq 50^{\circ}\text{C}$</td></tr><tr><td></td><td>$T_t \leq 10\text{s}$</td></tr><tr><td>I A</td><td>Combustível</td></tr><tr><td></td><td>FIGRA $\leq 120 \text{ W/S}$</td></tr><tr><td></td><td>LFS< canto do corpo de prova</td></tr><tr><td></td><td>THR600S $\leq 7,5 \text{ MJ}$</td></tr><tr><td></td><td>F_s$\leq 150 \text{ mm em 60 s.}$</td></tr></table>	Classe	Método de ensaio		ISO - ISO 11958-2	I	Incombustível -		$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$		$\Delta m \leq 50^{\circ}\text{C}$		$T_t \leq 10\text{s}$	I A	Combustível		FIGRA $\leq 120 \text{ W/S}$		LFS< canto do corpo de prova		THR600S $\leq 7,5 \text{ MJ}$		F _s $\leq 150 \text{ mm em 60 s.}$
Classe	Método de ensaio																								
	ISO - ISO 11958-2																								
I	Incombustível -																								
	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$																								
	$\Delta m \leq 50^{\circ}\text{C}$																								
	$T_t \leq 10\text{s}$																								
I A	Combustível																								
	FIGRA $\leq 120 \text{ W/S}$																								
	LFS< canto do corpo de prova																								
	THR600S $\leq 7,5 \text{ MJ}$																								
	F _s $\leq 150 \text{ mm em 60 s.}$																								

Cobertura - Desempenho segurança contra o fogo

Projetista	Referência	Requisito/ critério	Considerações para projeto																	
Arquiteto		8.2.2 Critério – Avaliação da reação ao fogo da face externa do sistema de cobertura das edificações.	A face externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II ou III da Tabela 3.																	
Engenheiro de segurança			Tabela 10.4 – Reação ao fogo																	
		Exceções	<table><tr><th rowspan="2">Classe</th><th colspan="2">Método de ensaio</th></tr><tr><th>ISSO 1182</th><th>ABNT NBR 9442</th></tr><tr><td>I</td><td>Incombustível</td><td>-</td></tr><tr><td></td><td>$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50^{\circ}\text{C}$ $T_t \leq 10\text{s}$</td><td></td></tr><tr><td>I A</td><td>Combustível</td><td>$l_p \leq 25^{\circ}\text{C}$</td></tr><tr><td>II A</td><td>Combustível</td><td>$25 < l_p \leq 75^{\circ}\text{C}$</td></tr></table>	Classe	Método de ensaio		ISSO 1182	ABNT NBR 9442	I	Incombustível	-		$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50^{\circ}\text{C}$ $T_t \leq 10\text{s}$		I A	Combustível	$l_p \leq 25^{\circ}\text{C}$	II A	Combustível	$25 < l_p \leq 75^{\circ}\text{C}$
Classe	Método de ensaio																			
	ISSO 1182	ABNT NBR 9442																		
I	Incombustível	-																		
	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50^{\circ}\text{C}$ $T_t \leq 10\text{s}$																			
I A	Combustível	$l_p \leq 25^{\circ}\text{C}$																		
II A	Combustível	$25 < l_p \leq 75^{\circ}\text{C}$																		
		Material sujeito a derretimento ou retração abrupta, afastando-se da chama-piloto;																		
		Material composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;																		
		Materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25 mm.	l_p – Índice de propagação superficial de chama; D_m – Densidade específica máxima de fumaça; ΔT – Variação de temperatura no interior do foro; Δm – Variação de massa do corpo de prova; T_t – Tempo de flamejamento corpo de prova.																	

Projetista	Referência	Requisito/ critério	Considerações para projeto
Arquiteto		Reação ao fogo dos materiais	Verificação de atendimento da reação ao fogo dos materiais.
Engenheiro de segurança			A Propagação de chama interna e externa no sentido ascendente deve ser inferior a 700 mm; a propagação de chama interna e externa no sentido descendente deve ser inferior a 600 mm; comprimento máximo interno e externo queimado devem ser inferiores a 800 mm; a ocorrências de aberturas isoladas na cobertura devem ser inferiores ou iguais a 25 mm ² ; a soma de todas as aberturas na cobertura deve ser inferior a 4500 mm ² ; a propagação lateral não pode alcançar as extremidades do corpo de prova; não pode ocorrer o desprendimento de gotas ou partículas em chamas; não pode ocorrer a penetração de partículas em chamas no interior do sistema; e não pode ocorrer abrasamento interno do material da cobertura.
Arquiteto		Reação ao fogo dos elementos estruturais.	Os elementos da estrutura como responsáveis pela estabilidade em situação de incêndio devem ser para um TRRF de 30 min. NBR 14432:2000 ¹ .
Engenheiro de segurança			Aço: Adota-se NBR-14323 - Dimensionamento de estruturas de aço em edifícios em situação de incêndio - valor máximo de 550° C para os aços convencionais utilizados em perfis. Concreto: Adota-se a NBR-15200 - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

• ¹ 14432:2000 Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento

Cobertura - Desempenho segurança contra o fogo

Projetista	Referência	Requisito/ critério	Considerações para projeto
Arquiteto	Referencia	Rotas de fuga.	Circulações (corredores) que dão acesso às saídas de emergência enclausuradas devem possuir classificação Classe I ou Classe II A e as saídas de emergência (escadas, rampas etc.), Classe I ou Classe IIA, com $D_m \leq 100$;
Engenheiro de segurança	ABNT NBR 15575-5[8.3]	Resistência ao fogo do sistema de cobertura.	ABNT NBR 14432, considerando um valor mínimo de 30 min.
			Com inserção das tecnologias as condições de operação potencializam o risco de incêndio. Considerando a perfil variável da população, falta de conhecimento especializado e capacidade de atuação em emergência esse valor poderia ser majorada, reduzindo assim as chances de injúria e danos materiais. Destaca-se que as habitações unifamiliares estão desprovidas de mecanismos de combate a incêndio.

10.5.3 Cobertura - Desempenho Segurança no uso e na operação

A falha em pode ocasionar acidentes por queda em altura e no mesmo nível causando escoriações e cortes.			
Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
Arquiteto	ABNT NBR 15575-5[9.1]	Integridade do sistema de cobertura.	Não apresentar partes soltas ou destacáveis sob a ação do próprio peso e sobrecarga de uso.
Engenheiro			
Arquiteto		9.1.1 Critério - Risco de deslizamento de	Estabelecer a inclinação dentro dos parâmetros do fabricante da telha. Se possível conciliar as necessidade de

Engenheiro de segurança	componentes.	melhor captação de energia solar.
		Detalhar o sistema de fixação dos componentes
ABNT NBR 15575-5[9.2]	Manutenção e operação	
Arquiteto	9.2.1 Critério- Guarda-corpos em coberturas acessíveis aos usuários.	Lajes de cobertura [solário, terraços, jardins e semelhantes]- resistir à carga horizontal concentrada com intensidade de 25 kN.
Engenheiro de segurança		Informações adicionais na ABNT NBR 14718.
Arquiteto		Prover dispositivos de proteção na cobertura após identificar e qualificar os espaços para implantação. Eles podem ser fixos ou móveis.
Engenheiro de segurança		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suportes para guarda corpos móveis na cobertura, nos bordos e antes do início da linha que marca o beiral. ➤ Suporte para linha de vida em pontos estratégicos [cumeeira, pontos mais altos e opostos, etc.]. ➤ Ganchos para prender escadas ou andaimes móveis locados em posições estratégicas de acesso. ➤ Suportes para fixar passarelas móveis para os acessos no entorno dos módulos.
Arquiteto	9.2.2 Critério	– Prover sistema que permita sustentar andaimes suspensos ou
Engenheiros	Platibandas	balancins leves. Ele deve suportar a ação os esforços atuantes no topo e ao longo de qualquer trecho, pela força F (do cabo), majorada conforme ABNT NBR 8681
Segurança		

Arquiteto	9.2.3 Critério Segurança no trabalho em sistemas de coberturas inclinadas.	- Telhados inclinados com declividade superior a 30 % devem ser providos de dispositivos de segurança suportados pela estrutura principal. O escorregamento de pessoas sobre o telhado pela existência de biofilme pode ser minimizado quando se realiza a manutenção e limpeza conforme indica o fabricante. Em locais de elevada umidade e temperatura esses cuidados devem ser observados.
Arquiteto	9.2.4 Critério Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura.	- Telhados e lajes de cobertura devem propiciar o caminhamento de largura no entorno do sistema de no mínimo 0.80m de largura. O uso de dispositivos fixos ou móveis [passarela e escadas], bem como a cobertura devem suportar carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto.
Engenheiros	9.2.5 Critério Aterramento de sistemas de coberturas metálicas.	- Propiciar condução das descargas e a dissipação de cargas eletrostáticas eventualmente acumuladas nas telhas pelo atrito com o vento, bem como para inibir eventuais problemas de corrosão por corrente de fuga (contato acidental com componentes eletrizados). Atender às ABNT NBR 5419 e ABNT NBR 13571. Prover sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPDA).

10.5.4 Cobertura - Desempenho – Estanqueidade da cobertura

A falha afeta a qualidade do ar interno por contaminação por fungos e bactérias. Ocorre a deterioração precoce nos materiais e componentes.

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
	ABNT NBR 15575-5[10]	Estanqueidade	Ser estanques à água de chuva, evitar a formação de umidade e evitar a proliferação de insetos e micro-organismos.
Arquiteto		10.1 Critérios de impermeabilidade	Não apresentar escoamento, gotejamento de água ou gotas aderentes.
Arquiteto		10.2 Critérios - Estanqueidade do SC.	<p>Não apresentar a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento, para tal considerar todas as confluências e interações com componentes ou dispositivos [parafusos, calhas, vigas-calha, lajes planas, componentes de ancoragem, arremates, regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas e subcoberturas]. Além dos encontros de componentes com chaminés, tubos de ventilação, claraboias e outros, em face das movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais em contato. Atender as condições de exposição de acordo com as regiões do Brasil (ABNT NBR 6123).</p> <p>Considerar o uso de barreira ao vapor [permeabilidade ao vapor menor ou igual a $11,4 \cdot 10^{-8} \text{ g /Pa.s.m}^2$, conforme método ASTM E 96]; detalhar a forma de aplicação e fixação da subcobertura; detalhar as sobreposições e tamanhos das emendas; detalhar os acessórios necessários.</p> <p>A inserção dos coletores seja por interação ou sobreposição não deve comprometer a estanqueidade do sistema colaborativo. O</p>

			mercado é carente de oferta de dispositivo de fixação e a revendedoras não oferecem soluções seguras para esses sistemas. Portanto, o detalhamento das soluções e o atendimento dos requisitos e critérios ficam a cargo do arquiteto.
Arquiteto	10.3 Critérios de Estanqueidade das aberturas de ventilação	-	Não permitir infiltrações de água, gotejamentos nem o acesso de pequenos animais para o interior do ático ou da habitação.
Arquiteto	10.4 Critérios de Captação e escoamento de águas pluviais	-	Não permitir empoçamentos ou extravasamentos para o interior da edificação habitacional. Calcular a vazão a fim de evitar o acúmulo de água e infiltração de umidade. ABNT NBR 10844.
Engenheiro	10.5 Critérios de Estanqueidade para SC	-	Estanqueidade a lâmina d'água por no mínimo 72h.
Arquiteto			

Cobertura – Desempenho térmico

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
	ABNT NBR 15575-5[11]	Desempenho térmico	Níveis mínimos de desempenho térmico de coberturas.
		11.2 Requisitos - Isolação térmica da cobertura	Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das coberturas, considerando o fluxo térmico descendente, em função das zonas bioclimáticas, encontram-se indicados na Tabela. 5.

Tabela 10.5. [5]- Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica – M.

Transmitância térmica (U) W/m ² °K				
Zona 1 e 2	Zona 6 e 3		Zona 7 e 8	
U ≤ 2,30	α ≤ 0,6	α > 0,6	α ≤ 0,4	α > 0,4
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FT	U ≤ 1,5 FT

A – é a absorptância à radiação solar da superfície externa da cobertura.

Nota: O fator de correção da transmitância (FT) é fornecido na ABNT NR 1220-3.

Arquiteto

Utilizar isoladores [térmicos e anti-chama] quando da passagem das instalações de água quente e elétrica. Esse procedimento evitar queimaduras e entrada de água.

Ao se utilizar as tecnologias é importante observar o quanto ela contribui em ganho de calor para as superfícies próximas. Essa contribuição pode ser maior quando a tecnologia estiver integrada, sendo necessária a dissipação desse calor. O superaquecimento pode comprometer a eficiência do sistema, danificar componentes e iniciar um incêndio.

10.5.5 Cobertura – Desempenho acústico

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto												
	ABNT NBR 15575-5[12]	Desempenho acústico.	Isolamento de sons aéreos do conjunto fachada/cobertura de edificações e o nível de ruído de impacto no piso (caminhamento, queda de objetos e outros) para as coberturas acessíveis de uso coletivo.												
	ABNT NBR 15575-5[12]	12.3 Requisitos- Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos.	Isolamento acústico global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura).												
		NOTA 1 - Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há requisitos específicos.	Tabela 10.6: valores mínimos de desempenho.												
		NOTA 2 - Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias, há necessidade de estudos específicos.	<table><tr><th>Classe de ruído</th><th>Localização da habitação</th><th>$D_{2m,nT,w}$</th></tr><tr><td>I</td><td>Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas</td><td>≥ 20</td></tr><tr><td>II</td><td>Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas</td><td>≥ 25</td></tr><tr><td>III</td><td>Habitação sujeita a ruído intenso de meios de porte e de outras naturezas, de que esteja de acordo com a legislação.</td><td>≥ 30</td></tr></table>	Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$	I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	≥ 20	II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas	≥ 25	III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de porte e de outras naturezas, de que esteja de acordo com a legislação.	≥ 30
Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$													
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	≥ 20													
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas	≥ 25													
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de porte e de outras naturezas, de que esteja de acordo com a legislação.	≥ 30													

Cobertura – Desempenho acústico

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto				
	ABNT NBR 10.151		Áreas estritamente residenciais o ruído não pode passar de 50 decibéis durante o dia e 45 à noite. Já nas áreas mistas com predominância residencial é de 55 dB (dia) e 50 dB (noite), mista com vocação comercial 60 dB (dia) e 50 dB (noite), e mista com predominância recreativa 65 dB (dia) e 55 dB (noite).				
			Nível de conforto sonoro, segundo a NBR 10152: 87 indica que em um ambiente residencial o ruído em dB (A) ² –salas, dormitórios 40 – 50 dB.				
	ABNT NBR 10152						
		12.4 Requisitos - Nível de ruído de impacto nas coberturas acessíveis de uso coletivo	Tabela 10.7 [8]- Nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, L'nT w				
			<table><tr><th>Sistema</th><th>L'nT,w</th></tr><tr><td>Cobertura acessível de uso coletivo</td><td>≤55</td></tr></table>	Sistema	L'nT,w	Cobertura acessível de uso coletivo	≤55
Sistema	L'nT,w						
Cobertura acessível de uso coletivo	≤55						

-
- ² NÍVEL SONORO EQUIVALENTE (Leq): representa a média de todos os níveis sonoros medidos ao longo do tempo. Permite que as avaliações sejam mais precisas e se expressem através de um único número. É dado em dB (A).

O ruído tem efeito cumulativo sobre a saúde. As consequências ao longo do tempo são irreversíveis. Com o avançar da idade ocorre a perda auditiva de modo natural. A exposição a longos períodos de níveis, mesmo que não elevado causam disfunções orgânicas como cefaleias, irritabilidade, estresse, nervosismo, distúrbio do sono, entre outros. A Norma Regulamentadora 15 do Ministério do Trabalho e Emprego estabelece como limite de tolerância para ruído contínuo 85 dB para 8 horas de trabalho.

O uso de área situada entre a cobertura e o piso [laje de forro] a qual se denominou de área técnica traz para dentro da habitação condicionante intrínseco aos componentes em operação. O ruído ocasional provocado durante o enchimento de água nos reservatórios, motores para o transporte da água para os reservatórios, ou mesmo a liberação de água fazem desse ambiente um lugar que merece alguns cuidados de isolamento acústico. Entretanto, esse controle do ruído deve ser aplicado de forma localizada.

10.5.6 Cobertura – Desempenho lumínico

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto												
	ABNT NBR 15575-5[13]	13 Desempenhos lumínico	Tabela 10.8 Para habitações: Nível de iluminamento natural. ABNT NBR 15575-1.												
			<table> <tr> <th>Dependências</th><th colspan="3">Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux</th></tr> <tr> <th>Sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço.</th><th>M</th><th>I</th><th>S</th></tr> <tr> <td>Banheiro, corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), escadaria de uso comum (prédios), garagens/ estacionamentos.</td><td>≥ 60</td><td>≥ 90</td><td>≥ 120</td></tr> </table>	Dependências	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux			Sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço.	M	I	S	Banheiro, corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), escadaria de uso comum (prédios), garagens/ estacionamentos.	≥ 60	≥ 90	≥ 120
Dependências	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux														
Sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço.	M	I	S												
Banheiro, corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), escadaria de uso comum (prédios), garagens/ estacionamentos.	≥ 60	≥ 90	≥ 120												
			Níveis mínimo (M), intermediário (I) e superior (S).												

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto																											
			<p>Tabelas 10.9: Níveis de iluminação geral para iluminação artificial. ABNT NBR 15575-1.</p> <table> <tr> <th rowspan="2">Dependências</th><th colspan="3">Iluminamento geral para os níveis de desempenho</th></tr> <tr> <th colspan="3">LUX</th></tr> <tr> <th></th><th>Ma</th><th>I</th><th>s</th></tr> <tr> <td>Sala de estar, dormitório, banheiro, área de serviço, garagens/ estacionamentos internos e cobertos.</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td></tr> <tr> <td>Copa/cozinha</td><td>200</td><td>300</td><td>400</td></tr> <tr> <td>Corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), Escadaria de uso comum (prédios).</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td></tr> <tr> <td>Garagem e estacionamento descoberto.</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td></tr> </table>	Dependências	Iluminamento geral para os níveis de desempenho			LUX				Ma	I	s	Sala de estar, dormitório, banheiro, área de serviço, garagens/ estacionamentos internos e cobertos.	100	150	200	Copa/cozinha	200	300	400	Corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), Escadaria de uso comum (prédios).	100	150	200	Garagem e estacionamento descoberto.	20	30	40
Dependências	Iluminamento geral para os níveis de desempenho																													
	LUX																													
	Ma	I	s																											
Sala de estar, dormitório, banheiro, área de serviço, garagens/ estacionamentos internos e cobertos.	100	150	200																											
Copa/cozinha	200	300	400																											
Corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), Escadaria de uso comum (prédios).	100	150	200																											
Garagem e estacionamento descoberto.	20	30	40																											

Cobertura	Desempenho lumínico		
Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
			<p>A iluminação geral para áreas de trabalho internas, pela ABNT NBR 5461: 1980 - Iluminação Natural é de 200 lux e em depósitos ou em circulação em indústria de 150 lux.</p> <p>Indicar luminárias protegidas a entrada de água e que não ocasionem refletância que atrapalha as atividades de monitoração e manutenção.</p> <p>O ambiente de trabalho externo [cobertura] a habitação deve ser dotado de ponto de iluminação nos acesso e nos pontos de transição entre ambientes externo e interno. As cores aplicadas a cobertura não devem concorrer com os coletores. O brilho intenso pode ocasionar acidentes a transeuntes.</p> <p>Utilizar valores superiores a 3% fator de luz diurna sobre o plano de trabalho melhoraria as condições de visibilidade para pessoas com deficiência visual e terminaria por criar certa ordem de implantação do sistema.</p>

Em habitação a ABNT NBR 15215 indica como prescritivo que a circulação [Corredores e escadas] deve ser, no mínimo, de 150 lux não tendo referências para depósito ou áreas técnicas, exceto cozinha e banheiro com 150 lux.

As áreas técnicas apresentam mostradores que, em sua maioria, são pequenos e sem contrastes significativos no uso de cores; exceto os indicadores de emergência [luz vermelha]. Devido a melhor condição de visualização considera-se importante que a iluminância dessas áreas não sejam inferiores a 150 lux e que a distribuição das luminárias no local não atrapalhe as atividades de monitoração e manutenção.

A iluminação de emergência deve ser um requisito obrigatório, pois o usuário deve acessar a área e tomar as medidas cabíveis sem a necessidade imperiosa da iluminação artificial ou natural que supra essa necessidade. É importante assegurar o seu uso em perfeito estado.

Considera-se a importância em melhorar o nível de iluminamento das áreas técnicas. O coeficiente de Luz diurna [CLD] pode ser um parâmetro para a avaliação do nível de iluminação natural para os ambientes técnicos no interior da habitação. Ao considerar a referência de 1,7 % sobre o plano de trabalho, percebe-se que esse valor tende a não atender satisfatoriamente as condições de implantação dos componentes [equipamentos postos sobre o piso ou em paredes]. Por isso, valores superiores a 3% sobre o plano de trabalho melhoraria as condições de visibilidade para pessoas com deficiência visual e terminaria por criar certa ordem de implantação do sistema.

O ambiente de trabalho externo a habitação deve ser dotado de ponto de iluminação nos acesso e nos pontos de transição entre ambientes externo e interno. Nesses locais deve-se evitar brilho excessivo ou contrastes em áreas de passagem. Por isso o acabamento superficial dos materiais deve ser opaco e ter as luminárias fechada e distribuída de forma que se visualize plenamente a circulação e os pontos de interesse.

10.5.7 Cobertura – Desempenho - Saúde, higiene e qualidade do ar

Projetista	Referência			Requisito	Considerações para projeto
	ABNT	NBR	15575-	Saúde, higiene e qualidade do ar.	Considerar a integração entre material e forma de modo que garanta a saúde, higiene e qualidade do ar.
	5[15]				
	ABNT	NBR	15575-	15.2 Requisito - Proliferação de micro-organismos	Identificar os contaminantes químicos físicos e biológicos que afetem a saúde do usuário e podem estar presentes nos componentes. Principalmente aqueles que reagem a temperatura.
	1[15]				Considerar a ventilação entre a telha e o material isolante a fim de formar um colchão de ar. Ele evita a proliferação de fungo e bactérias.
					Considerar o uso de material hidrófobo a fim de evitar o apodrecimento precoce.
					A condição de sobreposição dos coletores na cobertura cria o ambiente propício ao desenvolvimento de micro organismos. Dessa o uso de subcobertura estanque evita a entrada desses micro organismos no interior da casa.

Figura 10.2: Quebra de telhas e fungos.					Figura 10.3: Sistema de ventilação.

Em regiões menos poluídas o aparecimento de fungos liquenizados é comum, são eles: Xanthoria parietina, líquen crustáceo de cor amarela; Cladonias, líquens dendríticos, entre outros.

10.5.8 Cobertura – Desempenho - Funcionalidade e acessibilidade

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
	ABNT NBR 15575-5[16]	Funcionalidade e acessibilidade.	Possibilitar a instalação, manutenção e desinstalação de dispositivos e equipamentos necessários à operação da edificação.
		16.1 Requisitos- Altura mínima de pé-direito.	Considerar pé direito mínimo em áreas técnicas de 2.80.
		16.2 Requisito- Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação das áreas técnicas.	<p>Considerar as medidas passivas de proteção [passarelas técnicas, escadas fixas, passagem com largura de 0.80 m nas áreas técnicas].</p> <p>Considerar o uso de componentes adequados à passagem de cabos e tubos de água quente ou fria.</p> <p>Considerar distâncias mínimas entre componentes. 0.20m facilita o acesso frontal em linha.</p> <p>Não permitir a sobreposição de componentes, principalmente àqueles incompatíveis [água e eletricidade].</p> <p>Considerar a distância segura para ventilação dos equipamentos conforme a indicação do fabricante.</p>
		16.4 Requisito - Possibilidade de ampliação	Considerar o projeto modular e com planos de telhado com recortes que permitam o acesso seguro.

10.5.9 Cobertura – Desempenho – Conforto tátil, visual e antropodinâmico

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
	ABNT NBR 15575-5[17]	17.2 Requisitos- Conforto tátil e adaptação ergonômica	Desenvolver as atividades de uso, operação e manutenção sem sofrer injúria. Considerar a adequação ergonômica de dispositivos de manobra [trincos, puxadores, cremonas, guilhotinas etc.].
		17.3 Requisitos- Adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra	Considerar o arranjo físico dos componentes de forma que o alcance esteja na linha de ação direta, ou seja sem esforço para o usuário. Considerar o arranjo físico dos componentes com O arranjo físico externo deve garantir uma organização por grupo de perigo; onde seria importante localizar os acionadores [liga / desliga] de perigo [emergência] o mais próximo do acesso.

Figura 10.4: Acessos em áreas técnicas externas [cobertura].

10.5.10 Cobertura – Desempenho - durabilidade e manutenibilidade.

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
	ABNT NBR 15575-5[14]	Durabilidade e manutenibilidade	Considerar a intervenções periódicas de manutenção e conservação. Períodos especificados na ABNT NBR 15575-1.
		14.1 Critérios para a vida útil de projeto.	Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.: Vida útil de sistema estrutural em anos.
			Considerar no projeto a possibilidade de ampliação, troca e ou introdução de outras tecnologias na cobertura.
			Considerar vida útil dos componentes compatível em tempo, desse modo não se tem gastos desnecessários com desmonte antecipado. Na condição atual, via de regra, esse requisito não é considerado [durabilidade da estrutura].
		14.3 Critérios - Manuais de uso, operação e manutenção das coberturas.	Especificar todas as condições de uso, operação e manutenção dos SC.
			Características gerais de funcionamento dos componentes, aparelhos ou equipamentos integrados a cobertura e o comportamento das partes constituintes da cobertura.
			Recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes. Periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções.

10.5.11 Cobertura – Desempenho – Adequação ambiental

Projetista	Referência	Requisito	Considerações para projeto
	ABNT NBR 15575-5[18]		Considerar o impacto gerado ao meio ambiente por incompatibilidade entre sistemas.
	Hidráulico		Considerar o uso de dispositivos de segurança. Tanque de contenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT

____ NBR 15.747 -1:2009 Sistemas solares térmicos e seus componentes – Coletores solares Parte 1: Requisitos gerais

____ NBR 10.152:1987 Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento

____ NBR 10.540:1988 Aquecedores de água a gás tipo acumulação – Terminologia

____ NBR 13.532:1995 Elaboração de projetos de edificações - Arquitetura

____ NBR 14.432:2001 Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento

____ NBR 14.037: 2001 Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.

____ NBR 15.569:2008 Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação

____ NBR 15.575-1:2013 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais

____ NBR 15.575-5:2013 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas

____ NBR 15.575-6:2013 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

____ NBR 15.747-1:2009 Sistemas solares térmicos e seus componentes - Coletores solares Parte 1: Requisitos gerais

____ NBR 15.747-2:2009 Sistemas solares térmicos e seus componentes - Coletores solares Parte 2: Métodos de ensaio

____ NBR 5.410-2:2008 Instalações elétricas de baixa tensão

____ NBR 5.419:2005 Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

____ NBR 5.626-2:1998 Instalação predial de água fria

____ NBR 6.123:1990 Forças devidas ao vento em edificações

____ NBR 7.190:1997 Projeto de estruturas de madeira

____ NBR 8.800:2008 Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

- ALEXANDER, C. *Ensayo sobre la síntesis de la forma*. Buenos Aires: Infinito, 1969. p 219
- ALEXANDER, C. A cidade não é uma árvore. *Cadernos Summa – Nueva Visión*, n. 9, p. 20–30, abr. 1971.
- ALEXANDER, C. *El modo intemporal de construir*. Barcelona: Gustavo Gili, 1979.
- ALEXANDER, C. *Un lenguaje de patrones*. Barcelona: Gustavo Gili, 1980.
- ALEXANDER, C. *The nature of order*. Berkeley: The Center for Environmental Structure, 2002. 4 v.
- ALTENER, Energia Solar Térmica – Manual sobre tecnologia, projeto e instalação, p.30, 2004, desenvolvido por cinco países da União Europeia [Holanda, Alemanha, Itália, Reino Unido e Portugal] por meio do Projeto “GREENPRO”.
- AREOSA, J. Do risco ao acidente: que possibilidades para a prevenção? *Revista Angolana de Sociologia*, Dezembro de 2009, n.º 4, pp. 39-65, © 2009, Sociedade Angolana de Sociologia. Consultado em 15/01/2012.
<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/17002/1/Jo%C3%A3o%20Areosa%20Do%20risco%20ao%20acidente.pdf>
- BAUTISTA VIDAL, J.W. De estado servil a Nação soberana: civilização solidária dos trópicos. 2ª edição. São Paulo: Vozes, 1988.
- BAZERMAN, M. H. Processo decisório: para curso de administração e economia/ tradução Arlete Simille Marques – Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2004, - 5ª reimpressão.
- HAMMOND, J.S.; JEENEY, R.L.; RAIFFA, H. *Smart choices*. Boston, Mass.: Havard Business School Press, 1999.
- BEER, M. *Leardeship, employee needs, and motivation*. Ohio State University, Bureau of Business Research, 1966. Monograph n. 29.
- BIANCHI, S. Sistema de informação para a área de planejamento, programação e controle da produção. 2002. Dissertação (Mestrado em Informática). Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2002. 114 p
- BREILH, J. Epidemiologia: Economia, Política e Saúde. São Paulo: Unesp /Hucitec, 1991.
- BREILH, J., *Nuevos conceptos y técnicas de investigación: guía pedagógica para um taller de metodologia*. Quito: CEAS, 1995. P 27-31.
- BERTALANFFY, L. Teoria geral dos sistemas, trad. Francisco Guimarães. Petrópolis, Vozes, 1973, 352p.
- BERG, H. P. Risk management: procedures, methods and experiences *Journal of the Forum “Reliability: Theory & Applications” RT&A*. no 2. Vol.1 2010, p.79-95. Disponível em http://gnedenko-forum.org/Journal/2010/022010/RTA_2_2010-09.pdf. Acesso em: 05 Jan. 2014.

BRESCIANI FILHO, E. Método de estudo de sistema - sistemografia. Texto Didático - Unicamp - Universidade Estadual de Campinas e PUC - Pontifícia Universidade Católica de Campinas: texto publicado na Revista do Instituto de Informática da PUC Campinas, em 2001.

BRESCIANI Filho, E.; D'OTTAVIANO, I. M. L. Conceitos básicos de sistêmica In: D'OTTAVIANO, I.M.L.; GONZALES, M.E.Q. (Org.). Auto-organização. Coleção CLE- Unicamp, n. 30, Campinas, p. 283-306, 2000.

BROWN, I. D. *Psychological aspects of accident causation: Theories, Methodology and Proposals for future research*. Unpublished report prepared for the Medical Research Council. Environmental Medicine Committee's Working Party on Specific Aspect Research. 1976.

BRANDÃO, O.C. S. Sobre fazer projeto e aprender a fazer projeto.. Tese apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008. 271p.

BRUTER, C.P. *Sur la nature de mathématiques*. Paris, Gauthier-Villars, 1973.

BOUDON, P. *Introduction à l'architecturologie*. Paris: Dunod, 1992.

BOUDON, P. *Les sciences de la conception sontelles énonçables et enseignables?* In: JOURNÉE D'ÉTUDE ET D'ÉCHANGES DU

CASTELLANOS, P. L. O ecológico na epidemiologia. In: Teoria Epidemiológica Hoje: Fundamento, Interfaces e Tendências Série Epidemiológica 2. 1995. Salvador mimeo 11p.

[online]. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998. 256 p. Epidemiológica series, nº2. ISBN 85-85676-50-7. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

CHAUÍ, M. Convite à Filosofia. São Paulo: Ática. 2002, FL 440.

CORREIA, P. O Programa de necessidades importante etapa metodológica de aproximação e desenvolvimento do projeto de arquitetura. Artigo. O grupo de pesquisa "Arquitetura e Construção" Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/N%C3%BAmero%201/1_artigo_programa_de_necessidades.pdf. Acesso em 10/12/2012

CZERESNIA, D. e ALBUQUERQUE, M. F. M. - LIMITES DA INFERÊNCIA CAUSAL ALMEIDA FILHO, N., et al., orgs. Teoria epidemiológica hoje: fundamentos, interfaces, tendências [online]. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998. 256 p. Epidemiológica series, nº2. ISBN 85-85676-50-7. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

DURAND, J. N. *Précis des leçons d'architecture données à l'École Polytechnique*. Paris [s.n]1802.

FERREIRA, V. H. Reorganização do atendimento ao cliente em uma empresa de saneamento básico. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento de Sistemas de Informação). Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Instituto de Informática, 1999. 109 p.

FISHER, D. Um Modelo Sistêmico de Segurança do Trabalho. Tese. Universidade do Rio grande do Sul – Escola de engenharia- 2005

FINUCANE, M. L., ALHAKAMI, A., SLOVIC, P., & JOHNSON, S. M. *The affect heuristic in judgments of risks and benefits*. Journal of Behavioral Decision Making, (2000) 13, 1-17.

FINUCANE, M. L., PETERS, E., & SLOVIC, P. *Judgment and decision making: the dance of affect and reason*. In S. L. Schneider & J. Shanteau (Eds.). Emerging perspectives on judgment and decision research. New York: Cambridge University Press. (2003)

FOERSTER, H. *On self-organizing systems and their environments*, in M. C. Yovit e S. Cameron, 1960 (266, 268, 270, 271, 274)

FONSECA, R. M. G. S.; EGRY, E. Y., Epidemiologia Social. In: Epidemiologia social. In: GARCIA, T. R.; EGRY E. Y., (Org.) Integralidade da atenção no SUS e sistematização da assistência de enfermagem. Porto Alegre: Artmed, 2010

GAZZANIGA, M. S., IVRY R. B., MANGUN, G. R., Neurociência Cognitiva Editora: ARTMED – BOOKMAN, 2006 . 768 p.
<http://pt.pdfsb.com/gazzaniga+neuroci%C3%A2ncia+cognitiva>

GUIMARÃES, L. S., Gerenciamento de risco e segurança de sistemas. i@ editora São Paulo. 2003. 187 p.

GOMES FILHO; VANZIN, T.; FORCELLINI, F. A. Erros humanos: considerações sob um ponto de vista cognitivo aplicado a processos criativos de negócios. Ensaio-Ciências & Cognição 2009; Vol 14 (1): 219-232 <<http://www.cienciasecognicao.org>> Aceito em 23/03/2009 | ISSN 1806-5821 – Publicado on line em 31 de março de 2009 http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318321.pdf Acesso em: 25 de dez de 2012

GOMES, R. O; MATTIODA, R. A., Técnicas De Prevenção E Controle De Perdas Em Segurança Do Trabalho - Um Ajuste Ao PDCA, XXXI Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011 - http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_138_876_18803.pdf Acesso em 22 de novembro de 2013.

GORDON, J., “The Epidemiology of Accidents”, American Journal Public Health, 39, 504-515, 1949

GREEN, Judith. Risk and misfortune: The social construction of accidents. London: UCL Press, 1997. 222 p.

GRIMALDI, John V., SIMONDS, Rollin H., Safety management, R.D. Irwin (Homewood, Illinois), 638 p. 1984

HAMMER, W., PRICE, D. *Occupational Safety Management and Engineering*, Prentice Hall, Fifth Ed., 2001.

HARRINGTON, H., Aperfeiçoando Processos Empresariais, S. Paulo: MAKRON Books e Mc GrawHill, 1993.

HERSHBERGER, R. G. *Architectural Programming and Predesign*. New York; McGraw-Hill, 1999, 506 p.

HESKETH, J. I. e COSTA, M.T.P. Construção de um instrumento para medida de satisfação no trabalho. http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75901980000300006.pdf Artigo publicado em Rev. Adm. Emp., Rio de Janeiro, 20(3): 59-68, jul./ set. 1980

HIRATSUKA, Tei P. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Contribuições da ergonomia e do design na concepção de interfaces multimídia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

HUIZINGA, G. *Maslow's need hierarchy in the work situation*. Groninger, Wolters, 1970.

JAMES & JAMES. *A green Vitruvius. Principles and practice sustainable architectural design*. London Science Publishers Ltda - 1999. Edição espanhola consultada - Editorial Gustavo Gill, SL 2007 , 159 p.

JONAS, W. Design as a problem-solving? or: here is the solution – what was the problem? *Design Studies*, Milton Keynes, v. 14, n. 2, Apr. 1993.

JONAS, W. *The paradox endeavour to design a foundation for a groundless field*. [200-]. Disponível em: <home.snafu.de/jonasw/JONAS4-54.html>. Acesso em: 10 mar. 2006.

JONAS, W. *On the foundations of a “science of the artificial”*. 2002. Disponível em: <<http://paradox.verhaag.net/>>. Acesso em: 17 mar. 2006.

JONAS, W. *Mind the gap! – on knowing and not-knowing in design or: there is nothing more theoretical than a good practice*. *Téchné: Proceedings of design wisdom*, Barcelona, p. 28–30, Apr. 2003. Disponível em: <www.ub.es/5ead/PDF/KS/Jonas.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2006.

JUNG, C. F., FERREIRA, J. F., BERZ, E. L. TEM CATEN, C. S. Uma Proposta de Sistema para Gestão do Conhecimento em P&D Aplicado aos Pólos de Inovação Tecnológica do RS- disponível em <http://www.revistaespacios.com/a11v32n04/11320482.html>

JUNG, C. F.; Aranda, M. H. e Caten, C. S. *Método para Identificar las Características Lineales y Sistémicas en Modelos de Desarrollo de Productos*. *Revista Venezolana de Gestión Tecnológica*, ISSN 0798 1015. Versión impresa- Espacios. Vol. 30 (4) 2009

KASPER, H. (2000); O processo de pensamento sistêmico: um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

KINTSCHNER, F. E. Metodologia de reestruturação da área de administração de materiais em empresa industrial. 1998. Dissertação (Mestrado em Informática), Instituto de Informática, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 1998.

KINTSCHNER, F. E.; BRESCIANI Filho, E. Racionalização e informatização de área de administração de materiais. Revista Eletrônica de Informática, Campinas, v.1, n1, 2001. Disponível em: http://www.puc-campinas.edu.br/centros/ceatec/revista_eletronica/primeira_edicao.html. Acesso em :01 de maio de 2004.

KINTSCHNER, Fernando Ernesto. Método de reorganização de processos com apoio na engenharia de sistemas. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2003. 146 p. Disponível em <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000293075>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

KINTSCHNER, F.E.-FALSARELLA,O.M.-BRESCIANI Filho,E. Reorganização dos processos com o desenvolvimento de sistemas de informação. Anais da 3a.Conferência Iberoamericana em Sistemas, Cibernética e Informática, Orlando, Flórida, EUA, julho de 2004.

KINTSCHNER, F.E.- BRESCIANI Filho., E., Método de modelagem de processos: sistemografia. Revista de Administração da Unisal, v.1.n.1, Americana, S.P., janeiro/julho, 2004.

KLIR, J. and VALASH, M., *Cybernetic Modeling* (Czech), Prague, 1965, English translation: Iliffe Books, London, UK, and D. van Nostrand, Princeton, NJ (1967).

KOSSLYN, S. M., ANDERSEN, R. A. *Frontiers in Cognitive Neuroscience*, MIT Press, 1995 700 p.

KUMLIN, R. S. *Architectural Programming: Creative Techniques for Design*. Mc Graw-Hill. 1995. 288p.

LAWSON, Bryan. *Design in mind*. 2nd. ed. Oxford: Architectural Press. 1997a.

LAWSON, Bryan. *How designers think: the design process demystified*. 3rd ed. Oxford: Architectural Press, 1997b.

LAWSON, Bryan. *What designers think*. Oxford: Architectural Press, 2000.

LAWSON, Bryan. *What designers know*. Oxford: Architectural Press, 2004.

LE MOIGNE, Jean-Louis. *Les épistémologies constructivistes*. Paris: Presses Universitaires de France, 1999. (Col. Que sais-je ?).

LE MOIGNE, Jean-Louis. *Le constructivisme: les enracinements*. Paris: L'Harmattan, 2001. v1.

LE MOIGNE, Jean-Louis. *Le constructivisme: modéliser pour comprendre*. Paris: L'Harmattan, 2003. v3.

LE MOIGNE, Jean-Louis. *La modélisation des systèmes complexes*. Afcet Systèmes. Paris: Dunod, 1985. 178 p.

LE MOIGNE, Jean-Louis. *La théorie du système général: théorie de la modélisation*. 4. ed. Paris: PUF - Presses Universitaires de France, 1994. 338 p.

LE MOIGNE, J.L.. A Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização. Instituto Piaget, 2ª edição, Lisboa, 1990.

LE MOINGE, - *Les modèles expérimentaux et la clinique* (AMRP1985)
CONFRONTATIONS PSYCHIATRIQUES, 1987, número Spécial consacré aux
MODELES, 1985.

LIDA, I., Ergonomia – Projeto e produção, Rio de Janeiro, Edgard Blücher, 8ª i, 202
465 p.

LIMA, B. R. Modelo de processo de produção multimídia para cursos a distância.
Dissertação (Mestrado), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

LE MOIGNE, Jean Louis. *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*,
1977, PUF.

MACHADO, A.F., ANDRADE, M.V. E ALBUQUERQUE, E. M - Atraso tecnológico,
atraso social: uma investigação sobre as relações entre produção científico-
tecnológica e desenvolvimento humano no Brasil. / UFMG/CEDEPLA, 2003. 34p.

MARQUES, M. B. - A PROPOSTA DA EPIDEMIOLOGIA DA COMPLEXIDADE –[a
epidemiologia e biotecnologia] ALMEIDA FILHO, N., et al., orgs. Teoria epidemiológica
hoje: fundamentos, interfaces, tendências [online]. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998.
256 p. Epidemiológica series, nº2. ISBN 85-85676-50-7. Available from SciELO Books
<<http://books.scielo.org>>.

MASLOW, Abraham H. *A theory of human motivation*. 1943. Disponível em:
<psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>. Acesso em: 20 ago. 2006.
_____. *Motivation and personality*. New York: Harper & Brothers, 1954.

MEISTER, D. *Behavioral Analysis and Measurement Methods*, New York: Wiley, 1987.

MC CULLOCH, W. S. and PITTS, W. H. (1943). *A logical calculus of the ideas
immanent in nervous activity*. Bulletin of Mathematical Biophysics, 5:115-133.

Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa Disponível em:
[http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues
&palavra=risco](http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=risco). Acesso em: 31 Dez 2013.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – TEM
NORMAS REGULAMENTADORAS – LEI Nº 6.514 DE 22 DE DEZEMBRO DE 1997
<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>

____NR 6- Equipamentos de Proteção Individual – EPI

____NR 8- Edificações

____NR 9- Programas de Prevenção de Riscos Ambientais

____NR 10- Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

____NR 11- Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

____NR 17- Ergonomia

____NR 18- Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

____NR 21- Trabalho a Céu Aberto

____NR 23- Proteção Contra Incêndios

____NR 24- Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

____NR 26- Sinalização de Segurança

____NR 35- Trabalho em Altura

GAZZANIGA, M. S., Richard B. Ivry, George R. Mangun. Neurociencia Cognitiva
Editora: ARTMED – BOOKMAN, 2ª edição. 2006. 768p.
p.<http://pt.pdfsb.com/gazzaniga+neuroci%C3%Aancia+cognitiva>

MOREIRA, M.C., Os princípios da síntese, da forma e a análise do projeto
arquitetônico. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. São Paulo 2007, p. 375

MURCHO, D. Lógica e argumentação: limites do papel da lógica na filosofia.
Disponível em <http://www.criticanarede.com/logica.html>. Acesso em 29 jul. 2006.

NETTO, L. F. S. Plano de modernização da gestão tributária municipal. 2002.
Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual
de Campinas, Campinas, 2002.

NETTO, L.F.S.- BRESCIANI Filho E. Plano de modernização da gestão tributária
municipal. Anais do 1o.Congresso Internacional de Gestão de Tecnologia e Sistema
de Informação, FEA-USP, São Paulo, SP. junho de 2004.

NEVES, S. C. Gestão de relacionamento com o cliente no processo de ouvidoria em
um órgão público. 2002. Dissertação (Mestrado), Universidade Católica de Brasília,
Brasília, 2002.NEVES, L. P.. Adoção do partido na arquitetura. Editora da
Universidade Federal da Bahia. Salvador – Bahia. 1998. 206 p.

NEWMANN, John von. *The general and logical theory of automata, Cerebral
Mechanisms in behavior*, L. A. Jeffries, New York, Wiley, 1951

OLIVEIRA, F., A persistência da noção de ato inseguro e a construção da culpa: os
discursos sobre os acidentes de trabalho em uma indústria metalúrgica - Revista
Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 32 (115): 19-27, 2007.

Organização Europeia de Cooperação Económica (OECE). Manual de Frascati
Proposta de Práticas Exemplares para Inquéritos sobre Investigação e
Desenvolvimento Experimental- G.C. GRÁFICA DE COIMBRA, LDA. Coimbra.
Portugal

PAULI, F. de M.; ROSA, Oliveira, M. J. e RICCI, Willian Terçariol - Acidente do
trabalho: visualização prática, suas consequências no direito do trabalho e outras
implicações. <http://www.marcosmartins.adv.br/artigos/210806.pdf>

PEÑA W. M E. PARSHALL S. A. *Problem Seeking An Architectural Programming* Primer. 4 th ed. Published by John Wiley & Sons, Inc., New York., 2001.

RIO, R. P. e PIRES, I. Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica. 3ª edição São Paulo: LTr. (2001, p.88).

PORTER, L. W. & Mitchell, V. F. *Comparative study of need satisfaction in military and business hierarchies*. Journal of Applied Psychology, 51: 139-44, 1967

RAMSEY, J., *Ergonomics factors in task analysis for consumer product safety*, Journal of Occupational Accidents, v. 7 1985

RIBEIRO, BRESCIANI, E. F. Análise de um sistema de biblioteca usando a sistemografia. Artigo baseado na dissertação de mestrado apresentada ao IIPUC – PUC Campinas, 2000.

RIBEIRO, M.. Análise de Sistemas de uma Instituição de Ensino Superior Usando a Sistemografia, Revista Eletrônica do Instituto de Informática, São Paulo. V.1, n.2, p. 2-22. 2002.

RASMUSSEN, J.; PEJTERSEN, A. M.; GOODSTEIN, L.P. *Cognitive Systems Engineering*. New York: John Wiley & Sons, 1994. 378 f.

RITTEL, Horst; WEBBER, Melvin. *Planning problems are wicked problems*. In: CROSS, N. (Ed.). Developments in design methodology. Chichester: John Wiley and Sons, 1984. p. 135–144.

SAMPAIO, J. R. O Maslow desconhecido: uma revisão de seus principais trabalhos sobre motivação. Artigo Aprovado em 06/fevereiro/2009 . R.Adm., São Paulo, v.44, n.1, p.5-16, jan./fev./mar. 2009 Disponível em: http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-21072009000100001 > Acesso em: 25 de dez de 2012

SANDERS, M. S., MC CORMICK, Ernest J. *Human Factors In Engineering and Design*, New York: McGraw-Hill, c1984.

SILVA, Í. B. M., de sistema integrado de produto e processo com melhoria contínua da qualidade. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2000. 239 p. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000203984>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

SILVA, E.P (IFGOIÁS); ZANG,W.A (IFGOIÁS) ; ZANG, J.W . ESTUDO DE AQUECEDORES SOLARES ATRAVÉS DA CONCENTRAÇÃO DO COBRE EM ÁGUA. 49º Congresso Brasileiro de Química. Porto Alegre, out/2009. <http://www.abq.org.br/cbq/2009/trabalhos/13/13-139-4474.htm>

SALLES, C. A. Crítica genética: uma (nova) introdução. São Paulo: Educ, 2000.

SALLES, C. A. Gesto inacabado: processo de criação artística. São Paulo: Annablume, 2001.

SALLES, C.; SILVA, Lília. Crítica genética: delimitação de um campo aberto. Manuscrita: Revista de Crítica Genética, São Paulo, n. 1, p. 5–11, 1990.

SCHNEIDER, B.(Apud. Alderfer, 1969).- Alderfer, C. P. *An empirical test of a new theory of human needs*. Organizational Behaviour and Human Performance, 4: 142-75, 1969

SHANNON, Claude E. & Warren WEAVER. *The Mathematical Theory of Communication, Urbana*, University of Illinois Press, 1949.

SHINAR, D., GURION, B.; FLASCHER, O. M. *The Perceptual Determinants of Workplace Hazards. Proceedings of the Human Factors Society: 35th Annual Meeting*, San Francisco, California: v.2, p. 1095 - 1099, 2-6 sep. 1991

SIMON, H. *Sciences of the artificial*. Cambridge: The MIT Press, 1969.

SIMON, H. *Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel*. Paris: Dunod, 1991.

STEINBRUNER, J. D., *Concept of Cybernetic Decision Process*, White Paper, 1974.

SLOVIC, P., Kunreuther, H., & White, G.. *Decision processes, rationality and adjustment to natural hazards*. In P. Slovic. *The perception of risk*. Trowbridge, UK: Earthscan. 2000.

STEMPEL, U. E. *Instale sus paneles solares térmicos –Planificacion e instalacion em viviendas nuevas e rehabilitadas*. Tikal Ediciones, Madrid, Espanha 120 p

THIMMIG, R. A.; BRESCIANI Filho, E. Reorganização de um sistema de matrículas de uma faculdade, Revista Eletrônica de Informática, Campinas, v. 1, n. 1, 2001. Disponível em: < http://www.puc-campinas.edu.br/centros/ceatec/revista_eletronica/primeira_edicao.html>. Acesso em: 01 dezembro de 2009.

THIMMIG, R. A. Aplicação da sistemografia para a elaboração da proposta de um método de acreditação de instituição de saúde. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica - área de Concentração: Materiais e Processos de Fabricação). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2008. .228 p.

TISUN, Catálogo técnico – Acumulador Solar - <http://www.tisun.pt/Assistencia/Download#TiSUNcnico> p. 154 acessado em 20/12/2012

Thom, R. *Stabilité Structurelle et Morphogenèse*, New York: Benjamin. 1972.

VICO. *De antiquissima italorum sapientia. In: Opere complete*. Firenze: Sansoni, 1971.

VILLARI, Sergio. J. N. L. DURAND (1760–1834): art and science of architecture. New York: Rizzoli, 1990.

VON GLASERFELD E. *The construction of knowledge: Contribution to conceptual semantycs*. Salinas, California: Intersystems Publications, 1988.

WICKENS, C. D. *Engineering Psychology and Human Performance*. Columbus: Merrill, 1984. 513f.

YIN, ROBERT. Estudo de caso – planejamento e Métodos., Editora Bookman, 3ª edição, 2005.