

Eliká Deboni Ceolin

**MANUTENIBILIDADE DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS:  
ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PARA AMPLIAÇÃO DA VIDA  
ÚTIL**

Dissertação submetida ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do Grau  
de Mestre em Arquitetura e  
Urbanismo  
Orientador: Prof. Dr. Lisiane Ilha  
Librelotto

Florianópolis

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca  
Universitária da UFSC.

Ceolin, Eliká Deboni Ceolin  
Manutenibilidade de Edificações Residenciais: :  
Análise das Estratégias para Ampliação da Vida Útil  
(VU). / Eliká Deboni Ceolin Ceolin ; orientadora,  
Lisiane Ilha Librelotto, 2017.  
160 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós  
Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis,  
2017.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Manutenibilidade.  
3. Vida Útil. 4. Construção Civil . I. Librelotto,  
Lisiane Ilha. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e  
Urbanismo. III. Título.







Eliká Deboni Ceolin

**MANUTENIBILIDADE DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS:  
ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PARA AMPLIAÇÃO DA VIDA  
ÚTIL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Florianópolis, 31 de agosto de 2017.

---

Prof. Dr. Renato Tibiriçá de Saboya  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lisiane Ilha Librelotto  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof.<sup>a</sup> Eng. Dr. João Carlos Souza  
Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Eng. Dr. Humberto Roman  
Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Eng. Dr. Miguel Aloysio Sattler  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.







Este trabalho é dedicado aos meus pais, ao meu noivo, aos meus amigos e a todas as pessoas e seres que amo.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Lisiane Ilha Librelotto que me acolheu e proporcionou todos os meios necessários para o meu desenvolvimento. Me acompanhou durante todo o processo mesmo quando distante geograficamente, sempre incentivando e inspirando através de críticas e dissertações sobre os assuntos pertinentes à pesquisa. Tenho demasiada admiração por essa professora e pelo grupo de pesquisa por ela liderado, o VirtuHab.

Em especial, agradeço à colega Letícia Mattana, por me auxiliar e compartilhar o seu conhecimento, além de ser minha conexão com a instituição sempre que necessário. Ainda, aos amigos e anfitriões, Naína e Brunno por me acolherem e dividirem comigo seu lar, Graziela e família pelo apoio, almoços e cafés.

Aos meus pais Elica e Valter, por priorizarem o estudo, por todo apoio emocional e financeiro, pela demonstração de carinho e admiração. É por tudo que me ensinaram que continuo buscando aprender. O amor que sinto por vocês é cada vez maior.

Ao meu noivo Grégor, que me apoiou e me incentivou a iniciar o mestrado ainda que isso significasse quilômetros de distância e horas a menos de convívio. Obrigada por tomar conta de toda nossa vida e às vezes de toda minha vida nas idas e vindas a Santa Catarina.

Aos professores da minha banca de qualificação, Prof<sup>a</sup>. Cristine do Nascimento Mutti e Prof. Humberto Roman, pelas contribuições no trabalho e pela disposição de me atenderem em momentos externos à banca.

Aos colegas, por tornarem as discussões em sala de aula sempre interessantes, fazendo com que o cansaço nunca tomasse conta.

A todos os mestres que tive pelo caminho da formação acadêmica por compartilharem seu conhecimento, sua experiência e por me inspirarem a continuar na pesquisa. Em especial à Prof<sup>a</sup>. Vera Helena Moro Bins Ely, minha tutora no Programa de Educação Tutorial da Arquitetura e Urbanismo da UFSC, meu primeiro contato com a iniciação científica.





*“The Earth goes nowhere, and in time, it will regenerate, and all the lakes will be pristine. The rivers, the waters, the mountains, everything will be green again. It’ll be peaceful. There may not be people, but the Earth will regenerate”.*

Oren Lyons  
(THE, 2007)



## RESUMO

A busca pela sustentabilidade na construção civil está intimamente relacionada ao impacto ambiental gerado pelo setor. A Norma de Desempenho brasileira em vigor - NBR 15.575 (ABNT, 2013) - define os requisitos para sustentabilidade, inferindo sobre a durabilidade, o impacto ambiental e a manutenibilidade. Nessa direção, o desempenho da edificação está associado à sua durabilidade, considerando que a demolição (completa ou parcial) produz resíduos e consumo de matéria prima para a produção de novos edifícios ou componentes da edificação. Assim, para ampliar a vida útil das edificações residenciais, em consonância com os requisitos da NBR 15.575, a presente pesquisa propõe a ampliação das estratégias de manutenção predial (ou manutenibilidade). Em tal sentido, a partir da Vida Útil de Projeto determinada pela Norma de Desempenho em pauta para os elementos e componentes da edificação e sua classificação quanto à Categoria de Vida Útil (manutenível, não manutenível e substituível) foram previstas quais as possíveis interferências causadas na interface das partes da edificação de diferentes categorias ou Vida Útil de Projeto. O projeto da edificação, para os contornos deste estudo, foi analisado quanto às estratégias de manutenção presentes, com o intuito de se verificar o cenário atual da manutenibilidade da construção civil residencial local. As lacunas de manutenibilidade existentes no Cenário 1 foram respondidas através do Cenário 2, onde são propostas soluções de projeto que possibilitam melhoria na manutenibilidade, possibilitando, assim, o aumento da durabilidade e vida útil dos elementos e componentes da edificação. Obtém-se, em fins de conclusão do estudo, que através de decisões de projeto que ampliem a manutenibilidade é possível prolongar a durabilidade de elementos e componentes por aumentar o acesso e diminuir a necessidade de demolição, possibilitando uma redução no impacto ambiental gerado pela edificação.

**Palavras-chave:** Manutenibilidade. Norma de Desempenho. Sustentabilidade.



## ABSTRACT

The pursuit for construction sustainability is related to the environmental impact generated by this activity. The Brazilian Performance Standard, ABNT: NBR 15.575-1 / 2013, defines the sustainability requirement as: durability, environmental impact and maintainability. The building performance is associated to the building durability, the demolition (complete or partial) results on waste production and new raw material consumption for a new buildings or new building components. In order to extend the useful life of residential buildings, in accordance with the Performance Standard's requirements, the present research aims to extension of the maintenance strategies (or maintainability). Beginning with the service life, determined by the Performance Standard, the elements and components of the building and its classification as to the Service Life Category (maintainable, non-maintainable and replaceable), the possible interface interferences between the building's elements belonging to Different categories or with distinct service life. The building project is analyzed for present maintenance strategies in order to verify the local residential construction maintenance scenario. The maintenance gaps in Scenario 1 were answered through Scenario 2, where design solutions are proposed in order to improve maintainability, thus increasing the elements and components' durability and service life. Through design decisions that increases maintenance, it is possible to extend the elements and components durability by increasing the access and reducing the demolition necessity, thus enabling a environmental impact reduction.

**Keywords:** Maintainability. Performance Standard. Sustainability.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxos de materiais e energia.....	32
Figura 2 - Esquema simplificado de um ciclo de vida fechado.	40
Figura 3 - Esquema de compreensão da origem do resíduo e conceitos relacionados.....	40
Figura 4 - Esquema da compreensão da origem da geração do resíduo.....	41
Figura 5 - Representação da visão da Norma de Desempenho sobre a durabilidade e macro esferas da abordagem da pesquisa.....	44
Figura 6 - Esquema da estrutura da pesquisa.....	47
Figura 7 - Conceitos relacionados aos corpos e relações.....	48
Figura 8 - Partes da edificação.....	49
Figura 9 - Exemplo de sistema, elemento e componente.....	50
Figura 10 - Modelo do produto do elemento funcional.....	55
Figura 11 - Reinterpretação da Agenda 21 relacionada ao setor de construção.....	62
Figura 12 - Ciclo aberto.....	68
Figura 13 - Ciclo fechado.....	69
Figura 14 - Modelação do sistema e obtenção dos dados que constituem o LCA (inputs+outputs).....	71
Figura 15 - Procedimento de ACV.....	72
Figura 16 - Linguagem de desempenho e transformações.....	79
Figura 17 - Evolução conceitual do projeto de estruturas de concreto.....	85
Figura 18 - Desempenho da edificação ao longo do tempo.....	89
Figura 19 - Comparação de energia incorporada inicial para edifício de escritório durante o ciclo de vida.....	97
Figura 20 - Avaliação da durabilidade.....	106
Figura 21- Desenvolvimento da pesquisa.....	116
Figura 22 - Etapas de montagem planilha I.....	117
Figura 23 - Etapa de investigação de estratégias e proposição de soluções.....	117
Figura 24 - Cenários da durabilidade e manutenibilidade na construção civil.....	118
Figura 25 - Metodologia adotada para estudo de caso.....	119
Figura 26 - Implantação estudo de caso.....	120
Figura 27 - Diagrama etapas de método de estudo de caso....	122

Figura 28 - Convergência de várias fontes de evidência.....	124
Figura 29 - Cabeçalho da planilha de avaliação Manual do Usuário.....	133
Figura 30 - Localização de componentes avaliados e marcação de interferências em outros componentes/elementos.....	135
Figura 31 - Inserção do cenário 1 e 2 por componente.....	137
Figura 32 - Detalhe do Rufo e Calha.....	138
Figura 33 - Classificação subsistemas quanto à categoria de VUP segundo NBR 15.575 (ABNT, 2013).....	139
Figura 34 - Classificação de elementos e componentes Conforme NBR 15.575-1:2013.....	140
Figura 35 - Efeito no desempenho .....	141
Figura 36 - Diagrama de classificação de sistemas, elementos e componentes conforme VUP.....	142
Figura 37 - Exemplo de rodapé de encaixe com módulo para passagem de fiação/tubulação.....	152
Figura 38 - Diferença entre cubas de apoio e cuba embutida..	153
Figura 39 – Subcobertura.....	154
Figura 40 - Planta baixa do sistema Hidrossanitário, no banheiro (água fria – azul; água quente – vermelho) .....	156
Figura 41 - Corte detalhe cozinha e área de serviço tubulação de água fria (azul), água quente (vermelho) e gás (verde) .....	157
Figura 42 - Gráfico de porcentagem de atendimento do Manual do Usuário.....	163
Figura 43 - Corte e Planta Baixa com indicação do item H2O...	168
Figura 44 - Reservatório com remoção de painéis.....	170
Figura 45 - Marcação em projeto da tubulação embutida.....	174
Figura 46 - Proposta portas de acesso ao <i>shaft</i> nos pavimentos.....	175
Figura 47 - Proposta de painéis desmontáveis para acesso completo ao <i>shaft</i> .....	176
Figura 48 - <i>Shaft</i> Externo para tubulações.....	177
Figura 49 - <i>Shaft</i> vertical cozinha.....	181
Figura 50 - <i>Shaft</i> vertical Banheiro.....	181
Figura 51 - Acesso para manutenção no banheiro tipo 1 e tipo 2.....	183
Figura 52 - Tubulação ramais Tipo 3 - cozinha e área de serviço.....	184
Figura 53- Banheiro.....	185



Figura 54 - isométrica do banheiro explodido.....	186
Figura 55 - detalhe do isométrico do banheiro.....	186
Figura 56 - Marcação em projeto da tubulação embutida elétrico e posição das tomadas e interruptores dormitório e sala.....	190
Figura 57 - Proposta rodapé e rodameio.....	192
Figura 58 - Proposta de rodapés e rodameio eletrificado.....	193
Figura 59 - Rodapés e rodameio detalhe.....	194
Figura 60- Calha eletrificada.....	200
Figura 61 - Proposta forro modular.....	201
Figura 62 - Proposta de forro modular explodida.....	202
Figura 63 - Esquema de determinação da VUP segundo critério de acesso.....	203
Figura 64 - Esquema de determinação da VUP segundo critério de efeito na falha.....	204
Figura 65 - Resultado Planilha I (parte 1).....	224
Figura 66 - Resultado Planilha I (parte 2).....	226
Figura 67 – Critérios de atendimento à NBR 15.575.....	270

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação sistemas e subsistema segundo a ISO 6.241.....	53
Quadro 2: Exemplificação de sistemas, subsistemas, elementos e componentes.....	54
Quadro 3: Adaptação da tabela C.4 da NBR 15.575-1: critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício.....	95
Quadro 4 - Classificação da manutenção segundo BONIN (1988).....	100
Quadro 5 - Agentes do envolvidos com base na NBR 15.575 e Guia CBIC.....	107
Quadro 6 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.5757-1:2013.....	108
Quadro 7 - Requisitos, critérios e métodos NBR 15.5757-2... 109	109
Quadro 8 - Requisitos, critérios e métodos conforme ABNT NBR 15.5757-3:2013.....	110
Quadro 9 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.5757-4.....	111
Quadro 10 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.5757-4.....	111
Quadro 11 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.5757-6:2013.....	112
Quadro 12- Caracterização do estudo de caso.....	121
Quadro 13- Resumo estudo de caso.....	123
Quadro 14 - Resumo dos sistemas/elementos/componentes do estudo de caso.....	124
Quadro 15 - Classificação dos sistemas.....	127
Quadro 16 – Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício.....	127
Quadro 17 - Cabeçalho da planilha de coleta de dados/avaliação.....	130
Quadro 18 - Planilha com exemplo elemento e componente e classificações.....	131
Quadro 19- Classificação de componente de acordo com a Tabela C.4 da Norma de Desempenho.....	132
Quadro 20- Significado da marcação identificada no projeto arquitetônico.....	135
Quadro 21 - Planilha I classificação componente/elemento de acordo com a NBR 15.575:2013.....	165

Quadro 22 - Planilha I - elementos e componentes que sofrem interferência e número de vezes substituição elemento.....	166
Quadro 23 - Planilha III estudo de caso.....	167
Quadro 24 - Planilha III - Cenário 1 e Cenário 2.....	169
Quadro 25 - Planilha I classificação do sistema Hidrossanitário.....	171
Quadro 26 - elementos que sofrem interferência.....	172
Quadro 27 - Planilha III estudo de caso.....	173
Quadro 28 - Planilha III propostas Cenário 1 e 2.....	175
Quadro 29- Classificação tubulações conforme NBR 15.575...	178
Quadro 30 - Classificação sistemas que sofrem interferência..	179
Quadro 31 - elementos que sofrem interferência na manutenção das tubulações hidrossanitárias.....	180
Quadro 32 - Estudo de caso componentes hidrossanitárias....	185
Quadro 33 - Planilha I classificação do sistema elétrico.....	187
Quadro 34- elementos que sofrem interferência elétrico.....	188
Quadro 35 - Planilha III estudo de caso sistema de instalação elétrico.....	189
Quadro 36 - Planilha III propostas Cenário 1 e 2 elétrico.....	191
Quadro 37 - Planilha I classificação do sistema elétrico e revestimentos.....	196
Quadro 38- elementos que sofrem interferência na manutenção dos elementos e componentes.....	197
Quadro 39 - Planilha III estudo de caso sistema de instalação elétrico.....	198
Quadro 40 - Cenário 1 e 2 para o sistema de iluminação.....	199
Quadro 41 - Premissas de projeto.....	205
Quadro 42 - Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade.....	227
Quadro 43 - Classificação de acordo com a NBR 15.575.....	234
Quadro 44 - Orientações para manutenção.....	238
Quadro 45 - Planilha I.....	242
Quadro 46 - Planilha III.....	264
Quadro 47 - Listagem de tópicos abordados na entrevista guiada.....	269

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Processos de construção civil e duração das etapas	74
Tabela 2: Vida útil de projeto (VUP).....	92
Tabela 3: Categorias de VUP (CSA, 1995 apud SANTOS, 2010).....	93
Tabela 4: Duração mínima da VUP como sugerida pela norma ISO 15686-1.....	94
Tabela 5- VUP Mínimas e Superior.....	148

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACV - Análise do Ciclo de Vida  
APO - Avaliação da Pós-Ocupação  
AQUA - Alta Qualidade Ambiental  
ASFAMAS - Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais para Saneamento  
ASTM - American Society for Testing and Materials  
BNH - Banco Nacional de Habitação  
BREEAM - Building Research Establishment's Environmental Assessment Method  
BSI - British Standards Institute  
CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável  
CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção  
CDC - Código de Defesa do Consumidor  
CEB - Comité Euro-International du Béton  
CIB - International Council for Research and Innovation in Building and Construction  
CNAE - Classificação Nacional de Atividade Econômica  
CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio ambiente  
CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment  
CV - Ciclo de vida  
EPEA - Environmental Protection Encouragement Agency  
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos  
GBC Brasil - Green Building Council Brasil  
HQE - Haute Qualité Environnementale des Bâtiments  
IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia  
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
IRC - Institute for Research in Construction  
ISO - International Organization for Standardization  
LCA - Life Cycle Analysis  
LCC - Life Cycle Cost  
LEED - Leadership in Energy and Environmental Design  
NBS - National Bureau of Standards  
NZBC - New Zealand Building Code  
NIST - National Institute of Standards and Technology  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PeBBu - Performance Based Building  
PIB - Produto Interno Bruto

RCD - Resíduos da construção e demolição  
RILEM - Research Laboratories for Materials and Structures  
SETAC - Society for Environmental Toxicology and Chemistry  
SVVIE - Sistema de Vedação Vertical Interna e Externa  
UH - Unidade Habitacional  
UNEP-ITEC - Centro Internacional de Tecnologia Ambiental do  
Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
VU - Vida Útil  
VUE - Vida Útil Estrutural  
VUEC - Vida Útil Estimada de Componente  
VUF - VIDA ÚTIL FUNCIONAL  
VUP - Vida Útil de Projeto  
VURC - Vida Útil de Referência do Componente  
WBDG - Whole Building Design Guide  
WORLD GBC - World Green Building Council  
ZEB - Zero Energy Building

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	30
	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO ....	34
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO .....	38
1.3	OBJETIVOS.....	45
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	45
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	45
1.4	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	45
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	46
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	48
2.1	EDIFICAÇÃO E SUAS PARTES.....	48
<b>2.1.1</b>	<b>Componentes.....</b>	51
<b>2.1.2</b>	<b>Elementos.....</b>	52
<b>2.1.3</b>	<b>Subsistemas.....</b>	52
<b>2.1.4</b>	<b>Sistemas construtivos.....</b>	53
<b>2.1.5</b>	<b>Elementos funcionais.....</b>	54
2.2	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE.....	56
<b>2.2.1</b>	<b>Desenvolvimento sustentável.....</b>	56
<b>2.2.2</b>	<b>Sustentabilidade.....</b>	57
2.2.2.1	Sustentabilidade das edificações.....	58
2.2.2.2	Avaliações e certificações.....	63
2.2.2.3	Impacto ambiental das edificações.....	63
2.2.2.4	Ciclo de vida na Construção Civil.....	66
2.2.2.5	Análise do ciclo de vida.....	71
2.3	DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	76
2.3.1	<b>A norma brasileira de desempenho: a NBR 15.575.....</b>	80
2.3.1.1	Desempenho e impacto ambiental.....	83
2.3.1.2	Desempenho e durabilidade.....	85
2.3.1.3	Desempenho e manutenibilidade.....	87
2.4	VIDA ÚTIL E VIDA ÚTIL DE PROJETO.....	90
<b>2.4.1</b>	<b>Prazo de garantia.....</b>	97
<b>2.4.2</b>	<b>Obsolescência.....</b>	98
2.5	MANUTENÇÃO.....	99
2.5.1	<b>Manual do usuário.....</b>	102
2.6	NBR 15.575: PARÂMETROS DE MANUTENIBILIDADE E DURABILIDADE.....	105
2.6.1	<b>Requisitos gerais.....</b>	108
2.6.2	<b>Requisitos do sistema estrutural.....</b>	109
2.6.3	<b>Requisitos do sistema de piso.....</b>	110

2.6.4	<b>Requisitos do sistema vedações verticais internas e externas.....</b>	110
2.6.5	<b>Requisitos do sistema de cobertura.....</b>	111
2.6.6	<b>Requisitos do sistema hidrossanitário.....</b>	112
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA.....</b>	113
3.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	113
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	114
3.3	ESTUDO DE CASO.....	118
<b>3.3.1</b>	<b>Metodologia.....</b>	119
<b>3.3.2</b>	<b>Caracterização da empresa.....</b>	120
<b>3.3.3</b>	<b>Etapa exploratória.....</b>	122
<b>3.3.4</b>	<b>Etapa de preparação, coleta de dados e análise.....</b>	123
3.4	ETAPAS.....	127
<b>3.4.1</b>	<b>Planilha I – classificação de sistemas, elementos e componentes.....</b>	127
<b>3.4.2</b>	<b>Planilha II- manual do usuário e prazos de garantia.....</b>	132
<b>3.4.3</b>	<b>Planilha III- avaliação estudo de caso.....</b>	133
<b>3.4.4</b>	<b>Cenários.....</b>	136
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS</b>	139
4.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE A NORMA DE DESEMPENHO.....	140
4.2	CENÁRIO 1.....	149
<b>4.2.1</b>	<b>Estudo de caso.....</b>	150
<b>4.2.2</b>	<b>Manutenibilidade.....</b>	151
<b>4.2.3</b>	<b>Flexibilidade.....</b>	160
<b>4.2.4</b>	<b>Manual do usuário e garantia.....</b>	161
4.3	CENÁRIO 2.....	164
<b>4.3.1</b>	<b>Exemplo 1 – Reservatório.....</b>	165
<b>4.3.2</b>	<b>Exemplo 2 - Instalações embutidas</b>	170
<b>4.3.3</b>	<b>Exemplo 3 - Ramais e subramais de água fria, água quente e esgoto.....</b>	177
<b>4.3.4</b>	<b>Exemplo 4 - Instalações elétricas.....</b>	186
<b>4.3.5</b>	<b>Exemplo 5 – Iluminação.....</b>	194
<b>4.3.6</b>	<b>Orientações.....</b>	202
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	208
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	210



<b>APÊNDICE A - Planilha de verificação do manual do usuário conforme critérios da NBR 14.037 (ABNT, 2011), CBIC (2013) e SANTOS (2003).....</b>	<b>225</b>
<b>APÊNDICE B - Classificação dos sistemas, elementos e componentes segundo a Norma de Desempenho.....</b>	<b>226</b>
<b>APÊNDICE C - Atendimento aos requisitos de durabilidade e Manutenibilidade.....</b>	<b>228</b>
<b>APÊNDICE D - Classificação de componentes e elementos de acordo com VUPm.....</b>	<b>234</b>
<b>APÊNDICE E – Orientações de projeto para manutenção.....</b>	<b>238</b>
<b>APÊNDICE F - Planilha I .....</b>	<b>242</b>
<b>APÊNDICE G – Planilha III - Estudo de Caso.....</b>	<b>264</b>
<b>APÊNDICE H – Tópicos para entrevista.....</b>	<b>269</b>
<b>ANEXO A – Análise dos Critérios de Atendimento à Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575 (CBIC 2016).....</b>	<b>270</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na arquitetura, projeto, técnica construtiva e materiais se relacionam intimamente (CARVALHO; LIBRELOTTO, 2016). Durante o seu desenvolvimento a civilização necessitou consumir recursos naturais. Após a Revolução Industrial, a energia passa a ser consumida com maior intensidade e a forma como o homem se relaciona com o ambiente é alterada, quantitativamente e qualitativamente. O progresso tem como característica o “consumo crescente de matéria e energia, utilizadas através de tecnologias cada vez mais sofisticadas e que permitam maior produtividade” (AZAMBUJA, 2013, p. 19). Dessa forma, ambiente e desenvolvimento tornaram-se contrapontos, onde parece que para desenvolver é preciso extrair do meio ambiente (AZAMBUJA, 2013).

Para a compreensão do progresso é necessário diferenciar desenvolvimento de crescimento econômico. Crescimento econômico é uma medida quantitativa que pode ser mensurada, com o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) per capita, por exemplo. O desenvolvimento, por sua vez, é qualitativo, está relacionado com atingir parâmetros sociais como distribuição de renda, aumento no bem estar da população, saúde, educação e preservação do meio ambiente (LIDDLE, 1994).

O paradigma ambiental, onde o crescimento econômico e a melhoria de qualidade de vida têm como obstáculo o meio ambiente, tem perdurado nos últimos 250 anos. Uma mudança se consolida quando na década de 1960 atitudes relacionadas ao meio ambiente chamaram a atenção do público, como por exemplo, em decorrência da publicação do livro “Primavera Silenciosa” (CARSON, 1962) que permite enxergar as consequências das atividades humanas no meio ambiente através de um simples fenômeno como uma primavera sem o canto dos pássaros.

Em 1972, o livro intitulado “Os Limites do Crescimento” (MEADOWS; MEADOWS; RANDERS, 1972) através de uma simulação das relações entre a população, indústrias e recursos naturais previu a extinção desses últimos. Em alguns anos a previsão se mostrou incorreta, já que a quantidade de recursos naturais existentes era muito maior que o previsto. Por volta de 1980 novamente a atenção se volta para a sustentabilidade após se perceber que ainda que a fonte de recursos seja abundante, a

poluição e o impacto gerado pela industrialização e consumo podem impedir o desenvolvimento e bem estar da humanidade (BROWN; MATOS; SULLICAN, 1998).

É nesse contexto que se ancora a preocupação com o impacto gerado pela construção civil, inicialmente com o descarte adequado de materiais residuais, o chamado “*end-of-the-pipe-treatment*”. Nessa direção, políticas *end-of-pipe* preocupam-se com a disposição adequada dos materiais no final do seu ciclo de produção e das edificações, uma visão de ciclo-aberto, primando apenas pela não contaminação de materiais poluentes e metais pesados, ou seja, está estreitamente relacionada a legislações de descarte e poluição (LIDDLE, 1994).

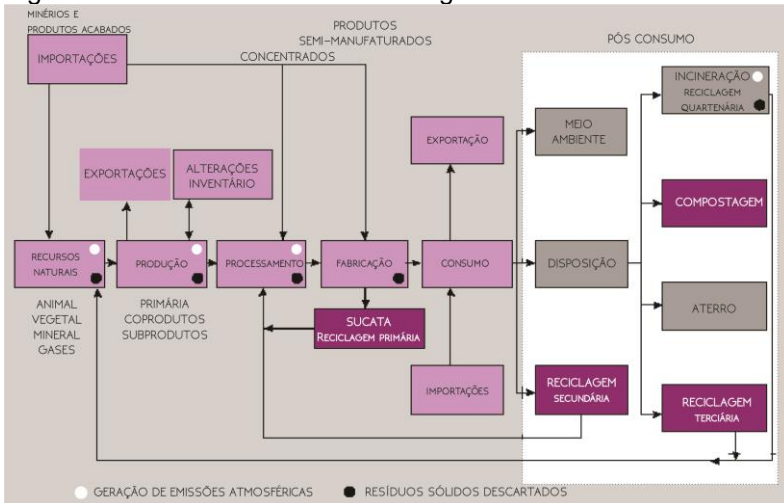
O Relatório de Brundtland, “Nosso futuro comum” (BRUNDTLAND, 1987) formula o conceito de desenvolvimento sustentável. Esse implica em determinar limites de consumo no presente, atendendo as necessidades atuais de acordo com as tecnologias disponíveis e a capacidade do meio ambiente de absorver os impactos das atividades humanas, com o propósito de garantir o atendimento das necessidades das futuras gerações. O crescimento econômico é garantido através do gerenciamento do desenvolvimento social e tecnológico.

O Relatório de Brundtland permite outra percepção de desenvolvimento e dos próprios contornos da construção civil, ao afirmar que a preocupação com a poluição de água, ar e eficiência na produção não são suficientes (BRUNDTLAND, 1987). Os desafios do desenvolvimento e da preservação do meio ambiente estão inexoravelmente conectados. Parte-se da premissa de que o desenvolvimento não pode existir com a deterioração do meio ambiente. Todos os danos sofridos ambientalmente estão conectados, não se pode preservar apenas um ou outro elemento. Assim, o tratamento dos sintomas não é suficiente, é preciso um desenvolvimento em harmonia com os recursos naturais (BRUNDTLAND, 1987), evitando-se o aparecimento desses.

Diante de tal perspectiva, em uma nova estratégia derivada da observação da natureza, a ecologia industrial utiliza analogamente os princípios da natureza - onde os organismos são conectados uns aos outros e mantém o equilíbrio no ecossistema. No setor industrial, ocorre a busca pela redução e reutilização de resíduos (Figura 1) através das estratégias de zero emissão, substituição parcial de materiais e simbiose industrial, entre outros. Essas estratégias são possibilitadas pelos métodos de

análise de fluxos de caixa e balanço, avaliação do ciclo de vida e indicadores de sustentabilidade (BROWN; MATOS; SULLICAN, 1998).

Figura 1: Fluxos de materiais e energia



Fonte: Adaptado de Brown, Matos e Sullican (1998).

Na Figura 1 é possível verificar que além do resíduo gerado na etapa de fabricação poder retornar para o processamento, os resíduos pós-consumo também podem dirigir-se ao meio ambiente, à disposição e/ou à reciclagem, nesse caso, retornando para a produção. O fluxo de matéria pode retornar para o início do ciclo. O desenvolvimento sustentável exige a desvinculação física de desenvolvimento (e crescimento) e a geração de impactos ambientais. O consumo de matéria-prima para a produção de um bem pode ser reduzido através da reciclagem de resíduos, mas, também pelo aumento da sua durabilidade (BROWN; MATOS; SULLICAN, 1998).

Assim compreendido, a sustentabilidade requer o uso dos recursos naturais para o desenvolvimento em estreita relação com os modos de crescimento, gerando o menor impacto possível – ampara-se no trinômio social, ambiental e economicamente viável. Na indústria da construção civil esse ideal pode ocorrer de diferentes maneiras - sendo essa uma das indústrias que mais largamente consome materiais e contribui para a geração de

resíduos, necessariamente precisa alterar as suas práticas de descarte e os tipos de materiais que utiliza (LIDDLE, 1994) em busca de maior durabilidade, o que impacta menos descarte ou menor geração de resíduos.

A sustentabilidade é tema das discussões que revisam o modelo de desenvolvimento do século XX e tem potencial para afetar a vida em geral como nenhuma outra discussão em andamento (JOHN, 2000). Nessa direção, os estudos relacionados à durabilidade de edificações tiveram origem considerando o aspecto econômico da sustentabilidade. Posteriormente ganhou outra dimensão, uma vez que a ampliação de Vida Útil (VU) é uma forma de redução de impacto efetiva, evidenciando o aspecto ambiental (JOHN; AGOPYAN, 2016). Quanto ao aspecto social, a durabilidade das edificações incide especialmente nos casos de Habitação de Interesse Social, onde os imóveis são financiados por um longo período, até 35 anos, e tais edificações e seus sistemas deverão ter a VU pelo menos equivalente ao prazo de financiamento do bem (BORGES, 2008).

A definição de sustentabilidade passa por várias interpretações, no entanto, há uma consonância no sentido de compreendê-la como o ato de produzir com o menor impacto ambiental, preservando o ambiente de sua degeneração. Estudos em desenvolvimento também incluem outras dimensões ao conceito, a dimensão de desenvolvimento e sustentabilidade social, econômica e democrática (JOHN; AGOPYAN, 2016) a dimensão espiritual, humana, social, cultural, política, econômica e ecológica (CENTER, 1998-2002), entre outros. Os pilares da sustentabilidade chegam a somar sete, segundo diferentes autores. Contudo, a Agenda para Sustentabilidade de 2030 da ONU (em inglês *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*) permanece abordando as três dimensões integradas, balanceadas e indivisíveis: social, ambiental e econômica (UNITED NATIONS, 2015).

Depreende-se, assim, que o termo sustentabilidade inicialmente de cunho eminentemente ambiental, passa a ser composto por um tripé, o “*triple botton line*”, termo cunhado por Elkington (1994) e consolidado no livro “*Cannibals with forks: the triple botton line of 21st century business*” (ELKINGTON, 1998). Esse a considera como um equilíbrio entre três dimensões: econômica, ambiental e social (LIBRELOTTO, 2005). Entretanto, na literatura o enfoque permanece centrado no aspecto ambiental,

especialmente quando ligada à construção civil, justificado no grau de comprometimento ambiental que o setor traz associado a suas atividades (AZAMBUJA, 2013).

Nesse mesmo direcionamento, a abordagem desta dissertação é prioritariamente ambiental, pois está relacionado ao produto da edificação e aos fenômenos derivados da construção, uso e desuso das mesmas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A compreensão dos fenômenos que afetam a vida das pessoas intensamente, tais como os impactos ambientais de curto prazo e mudanças climáticas de efeito prolongado, é essencial na busca por melhores práticas para a indústria (AZAMBUJA, 2013), constituindo um dos motivos que conduziu à elaboração deste trabalho.

A construção civil é, dentre as atividades humanas, o setor que mais consome matéria-prima, de 40% a 75% do total produzido no planeta (AGOPYAN, 2013). O impacto ambiental ocorre desde a extração, passando pela transformação desses materiais em bens, seu transporte, chegando ao canteiro de trabalho. Após a construção são necessários recursos adicionais para manutenção e posteriormente para a demolição ou desconstrução de tais materiais.

Durante o ciclo de vida da construção, além do impacto ambiental causado pelo consumo de energia, água e geração no processo construtivo, o período de uso e pós-uso são também fontes de geração de resíduos. A construção, operação e demolição representam, assim, atividades humanas de grande impacto sobre o meio ambiente (SILVA, 2003). Os resíduos gerados em construção e demolição possuem valores típicos de 400 kg per capita, sem contabilizar aqueles gerados no processo de produção do material de construção (JOHN, 2000).

Desvincular o impacto ambiental do desenvolvimento através da desmaterialização é essencial para alcançar a sustentabilidade em obras de construção civil. Assim, a desmaterialização consiste em produzir o mesmo produto usando a menor quantidade de matéria, dessa forma, reduzindo a carga ambiental (JOHN; AGOPYAN, 2016).

Essa redução está relacionada com a revisão do ciclo de vida das edificações e não necessariamente com a redução em

tamanho do produto final. As construções têm um limite de redução. Por exemplo, ao passo que computadores estão cada vez menores e mais potentes para atravessar um curso d'água, uma ponte precisa ligar um lado ao outro do rio, ou seja, não é possível reduzir o seu tamanho (AGOPYAN, 2013). O novo paradigma, denominado ciclo fechado, utiliza os recursos de forma otimizada, onde os resíduos gerados deverão ser reciclados (CURWELL; COOPER, 1998). Isso implica na operação e produção de edifícios com o mínimo uso de recursos e o prolongamento de sua VU.

As edificações têm prazo de validade que deve ser estabelecido conforme a VU projetada para o todo, conforme estabelece a Norma de Desempenho (ABNT, 2013a) para cada um de seus componentes (vedações verticais e horizontais, instalações hidrossanitárias, entre outros). Essa característica pode ser relacionada com a “*throw away society*” (PACKARD, 1960 apud AZAMBUJA, 2013), ou seja, uma economia baseada em consumo crescente onde os produtos têm obsolescência programada, termo também cunhado por Packard (1960). Os edifícios e seus componentes produzidos ainda não apresentam uma obsolescência programada como é o caso de um telefone celular, por exemplo. Entretanto, a durabilidade dos componentes é menor que a do todo, o que exige manutenção e substituições. As construções são feitas com o uso de sistemas construtivos diversos e são pensadas para uma durabilidade longa em relação ao seu uso. O espaço construído representa o local onde a sociedade se move e evolui, assim, seus usos e funções são instáveis e dinâmicos. Contribui com essa dinamicidade, o fato de a vida humana mudar com uma velocidade muito maior do que as edificações rígidas. Os “edifícios não flexíveis retardam a evolução da sociedade, impondo limites que inibem o surgimento de novas ideias, mudanças, invenções e adaptações espontâneas a novas formas de conhecimento e comunicação” (ESTEVES, 2013, p.29).

O dinamismo da sociedade também encontra resposta em edifícios para usos temporários, ainda que com algumas restrições nos sistemas construtivos habituais. O sistema construtivo em alvenaria com argamassa, por exemplo, que deve ter durabilidade mínima de 40 anos (ABNT, 2013a) não é compatível com o uso temporário, por exemplo. Essa questão tem como resposta, por um lado, construções já programadas para serem efêmeras, por exemplo, as habitações feitas pelo arquiteto japonês Shigeru Ban

para refugiados. Ou, ainda, os hotéis itinerantes, que podem ser deslocados para locais onde estejam ocorrendo eventos, como os jogos olímpicos, pela alta demanda de hospedagem em um intervalo de tempo pré-determinado. A mudança nesses casos está na etapa da construção, o sistema construtivo adotado torna possível a montagem e desmontagem não sendo necessária a demolição para realocação. Já no uso e reuso das edificações as condições de flexibilidade, manutenibilidade e adaptabilidade permitem o adiamento da obsolescência da construção.

É nessa direção que a abordagem da Norma de Desempenho (ABNT, 2013a) é um tanto limitada, visto que a sustentabilidade é definida por diferentes autores com uma abrangência, profundidade e complexidade muito maior. No entanto, a Norma define em seus Requisitos Gerais, dentre as exigências do usuário, os requisitos quanto à sustentabilidade: “durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental” (capítulo 4. item 4.4).

Assim como o faz a Norma de Desempenho (ABNT, 2013a), no que concerne à ligação da sustentabilidade com a durabilidade, outros autores também fazem essa relação (ESTEVES, 2013; JOHN, 2016). As edificações são projetadas, em sua maioria, a fim de atender uma função estática. No entanto, os edifícios residenciais devem ser construídos para uma VU mínima de 50 anos, permanecendo ao longo das transformações da sociedade no tempo. Devido à falta de flexibilidade ou adaptabilidade tais obras se tornam obsoletas uma vez que, sendo estáticas, não acompanham a evolução da sociedade e a função para a qual foram planejadas, sendo demolidas e gerando resíduos de demolição, assim como, gerando novos resíduos em função da construção (e produção) de um novo edifício.

Além das considerações sobre a durabilidade, pode-se dizer que há, apesar da Norma de Desempenho (ABNT, 2013a), uma falta de previsão da manutenibilidade durante o projeto associada ao método construtivo com uso de uma determinada tecnologia construtiva, nos contextos de construção civil. Os elementos de edificações residenciais no Brasil são, geralmente, consolidados uns aos outros, fazendo com que uma alteração, como no caso de readequação de sistemas (hidráulicos e elétricos), por exemplo, ou devido a avanços tecnológicos ou outras necessidades diversas, gere novamente grande quantidade de resíduos associados a reformas.



A Vida Útil de Projeto (VUP) mínima, estabelecida na Norma de Desempenho (ABNT, 2013a), para estrutura de edificações residenciais é de 50 anos. Outras partes das edificações, por sua vez, têm sua VUP determinada através de porcentagens da VUP mínima da estrutura. Esse critério estabelecido em norma determina que dentro do prazo de vida da edificação suas partes deverão ser substituídas. A substituição dos elementos da edificação, por um lado, permite a atualização da edificação, contudo, se a substituição não for planejada ainda no projeto, haverá necessidade de demolição/desmanche de parte da edificação para a atualização e reposição das peças que ultrapassaram a VUP. Logo, tanto a manutenibilidade dos componentes e elementos da edificação quanto a possibilidade de substituição e modernização são essenciais para a ampliação da durabilidade da edificação.

No livro *“How buildings learn: What happens after they’re built”*, Brand (1995) afirma que as edificações estão em constante mudança. Os edifícios passam por um processo de alterações cíclicas, onde os usos estão constantemente sendo alterados. Mesmo que projetados para um uso específico, as construções devem se adequar aos seus usuários. Assim, a moradia flexível é um tema essencial para a sustentabilidade futura das edificações residenciais nos âmbitos sociais, ambientais e econômicos (TILL, 2005).

Na congruência desses três fatores - durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental - fala-se de edifícios sustentáveis, porém, questiona-se se muitos desses realmente teriam a necessidade de serem construídos (BROWN; MATOS; SULLICAN, 1998) ou se edifícios existentes com a devida manutenção poderiam suprir a necessidade demandada e evitar a sua demolição e nova construção. No mesmo sentido, questiona-se quais as soluções disponíveis no mercado da construção civil para a ampliação da VU de tais empreendimentos. É na direção de tais questionamentos que se justifica a realização deste estudo, que se deu com o objetivo de determinar estratégias de projeto e soluções de produto que possam facilitar a manutenção em edificações residenciais e que possibilitem a redução no impacto ambiental durante a etapa de uso de edificações por meio dos requisitos de sustentabilidade da Norma de Desempenho - NBR 15.575 (ABNT, 2013a).

## 1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Todos os bens produzidos pelo homem virão a se tornar um resíduo. Deve-se somar a essa condição os resíduos gerados na extração de matéria-prima na produção de tais produtos. Assim, a quantidade de resíduos gerados ultrapassa a de bens consumidos (ROCHA, 2004). A bibliografia traz estudos avançados sobre a reutilização de resíduos industriais, (ROCHA; CHERIAF, 2003; ROCHA, 2004), de lodo de esgoto ou, ainda, os Resíduos Da Construção e Demolição (RCD) (JOHN, 2000; ROCHA, 2003; AGOPYAN, 2013), entre outros.

As atividades de construção civil, assim como as de manutenção ou reparo são atividades que geram resíduos que se assemelham aos de demolição (ANGULO, 2000). Desse modo, considera-se como RCD todo o resíduo gerado pela atividade de construção civil, desde novas construções, passando por reformas e demolições, entre outras atividades.

Retoma-se, assim, que a indústria da construção civil é uma das que mais gera resíduos. Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland, (ABCP) (ABPC, 2012), a composição média do entulho da construção civil no Brasil é de 50% de argamassa, seguida de considerável quantidade de concreto e cerâmica. Esses materiais, que também representam condições de desperdício, são oriundos da técnica construtiva artesanal que é dominante no Brasil, são resíduos de classe A (aqueles que podem ser reutilizados ou reciclados na própria obra com agregados), segundo o Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA) (CONAMA, 2002).

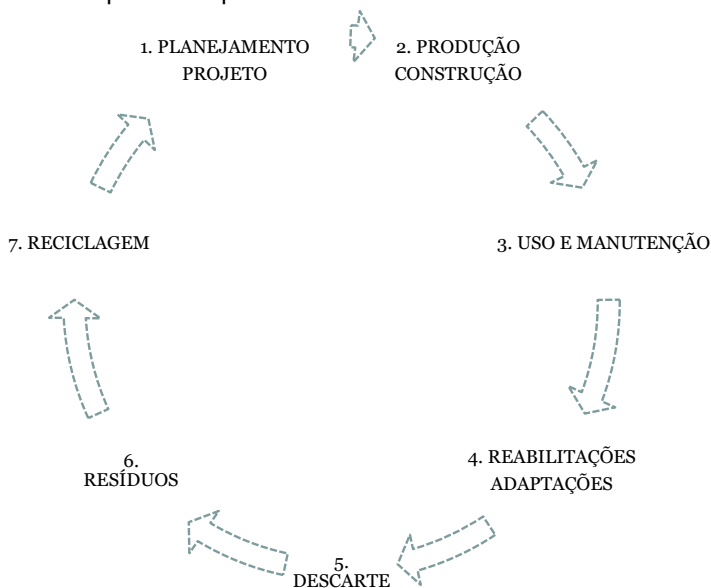
Nota-se, que as perdas na construção civil são atreladas não somente ao desperdício de materiais, mas, segundo Formoso et al. (1996), a todas as ineficácias, seja no uso desses, de equipamentos, de mão de obra e de capital. Assim, a redução do impacto ambiental na construção civil está relacionada a vários fatores. Dentre eles pode-se citar a seleção adequada de materiais com menor impacto ao longo do seu Ciclo de Vida (CV), o menor consumo de materiais visando a eficiência e a racionalidade da construção, e, ainda, as possibilidades de flexibilidade e adaptação de edificações. Também se pode reduzir o impacto ambiental de obras da construção civil ampliando a VU, buscando menor geração de resíduos e considerando as

possibilidades de manutenção facilitada, por consequência, o aumento da durabilidade das edificações, entre outros fatores.

O CV de uma edificação pode ser do berço ao túmulo, caracterizando um ciclo aberto (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) ou delinear-se como um ciclo fechado (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), onde todos os resíduos ou subprodutos da produção e demolição da edificação deverão ser incorporados a um novo processo (JOHN, 2000). Assim, para definir o escopo da presente pesquisa foram consideradas durante a etapa de existência da edificação, quais características passíveis de serem planejadas durante a fase de projeto que podem influenciar o CV, uma vez que “as consequências de um projeto deveriam ser consideradas no início do processo e não no final” (MACDONALD, 2007, p.5). Portanto, a pesquisa está focada em etapas anteriores à geração de resíduo.

Com foco em ações relacionadas a uso e ao desuso, as origens do RCD são associadas tanto à obsolescência da edificação em relação ao uso quanto em relação à durabilidade dos elementos e componentes construtivos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Assim, a problemática desta pesquisa estabeleceu-se, também, a partir da busca em identificar, através de revisão bibliográfica e dentro do CV da edificação, quais são as etapas geradoras de RCD, chegando-se às diversas etapas que definem o período de existência física da edificação. Dentro do CV exemplificado por John (2000) (Figura 2), essas etapas são: a construção (etapa 2) (parcialmente existente), uso e manutenção (etapa 3) e adaptação ou reabilitação (Etapa 4). Posteriormente se questionou quais fatores levariam à geração de resíduos entre essas etapas.

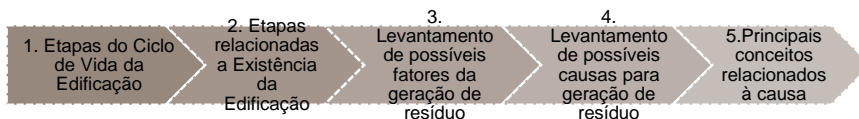
Figura 2: Esquema simplificado de um ciclo de vida fechado



Fonte: Adaptado de John (2000).

Ainda se delimitando o problema de pesquisa, para compreensão do processo de geração de RCD buscou-se identificar qual a possível origem do resíduo (Figura 2) nas etapas de construção, uso (uso e manutenção) e desuso (2). Para cada etapa (2) foram levantadas possíveis origens de resíduo (3), as causas que levam à geração de resíduos (4) e quais os conceitos da literatura relacionados às causas apuradas (5).

Figura 3: Esquema de compreensão da origem do resíduo e conceitos relacionados

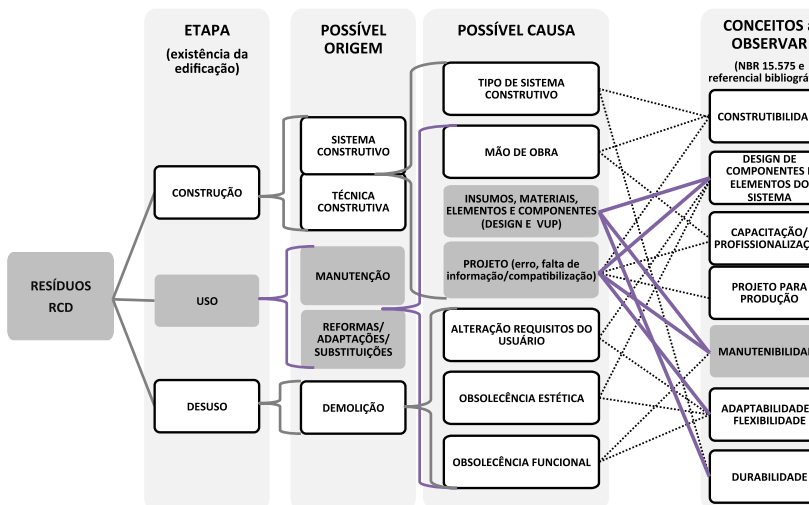


Fonte: Autora.

Através desse levantamento (Figura 3) foi possível identificar que, para a etapa de construção, uma das origens do resíduo (coluna 2 – **Erro!**

**Fonte de referência não encontrada.**) pode estar relacionada ao sistema construtivo, à técnica construtiva e ao projeto. Para a etapa de uso, a origem pode estar associada à manutenção (periódica ou excepcional), reformas e adaptações. E, por último, para a etapa de desuso a origem está na demolição.

Figura 4: Esquema da compreensão da origem da geração do resíduo



Fonte: Autora.

Para cada alternativa de origem (sistema construtivo, técnica construtiva, manutenção, reformas e adaptações e demolição) buscou-se a possível causa (coluna 3 - Figura 4) para a geração de resíduos. Desse modo, foram elencadas oito principais causas: tipo de sistema construtivo, mão de obra, materiais e insumos em relação a diferentes durabilidades dos componentes, incompatibilidade entre VUP de componentes associados, design dos componentes, em relação ao projeto, erros, informações e falta de compatibilização, alteração de uso e requisitos dos usuários e obsolescência da edificação estética e funcional.

A partir das causas levantadas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), buscou-se na bibliografia possibilidades e conceitos relacionados à ampliação de VUP e redução na geração

de resíduo e no consumo de matéria prima e também quais os conceitos relacionados à Norma de Desempenho (ABNT, 2013a).

Assim, os conceitos encontrados (coluna 4) são respostas relacionadas às causas (coluna 3). Dentre esses estão destacados em cor os itens que se relacionam à etapa de uso (coluna 1) com origem (coluna 2) relacionada à manutenção e reformas e adaptações e cujas causas (coluna 3) são abordadas por conceitos (coluna 4) da Norma de Desempenho: manutenibilidade, durabilidade e VU. Tais conceitos (coluna 4) são relacionados a decisões de projeto, design de componentes, VUP de componentes e projetos, alteração de requisitos do usuário, obsolescência estética e funcional.

A Norma de Desempenho (NBR 15.575) traz como requisitos de sustentabilidade o impacto ambiental, a durabilidade e a manutenibilidade da edificação, como já posto. Apesar de se compreender que é uma abordagem restrita de sustentabilidade, uma vez que este conceito já foi amplamente estudado e se mostra muito mais abrangente do que o adotado na Norma, este trabalho reconhece a importância da manutenibilidade e durabilidade para a redução do impacto ambiental e promoção da sustentabilidade na construção civil. Sendo assim, a pesquisa empreendida procurou identificar quais as oportunidades que a durabilidade e a manutenibilidade têm a oferecer para a ampliação da sustentabilidade das edificações.

Nacionalmente, diversas pesquisas nos últimos anos tratam sobre esses conceitos relacionando ou não com a sustentabilidade, flexibilidade e adaptabilidade (FORMOSO et al., 1996; HEINECK; BRANDÃO, 1998; DA SILVA; DA SILVA; AGOPYAN, 2003; BRANDÃO; HEINECK, 2007; TILLMAN, 2008), construtibilidade (RODRÍGUEZ; HEINECK, 2003; AZAMBUJA, 2013), projeto para produção (MELHADO, 1998; RODRÍGUEZ; HEINECK, 2001), manutenibilidade (SILVA *et al*, 2002), durabilidade (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

Esta dissertação se concentra, em específico, no conceito de manutenibilidade pois pertence ao grupo de requisitos da Norma de Desempenho para sustentabilidade. Assim, buscou-se investigar qual a relação entre a sustentabilidade e o aumento do CV da edificação, através de estratégias de manutenibilidade com consequente redução da geração de resíduos e a diminuição do impacto ambiental. Acredita-se que ao aumentar a VU das edificações essas consequências seriam amenizadas. Em função

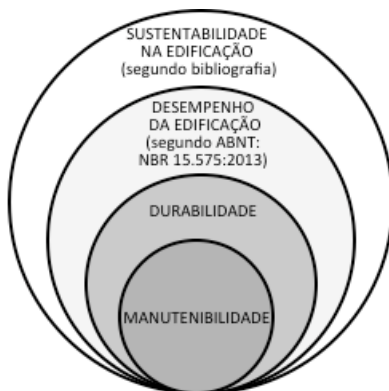
disso foi examinada a forma como a Norma de Desempenho aborda os diferentes sistemas e componentes/elementos em relação à VU, manutenção e prazos de garantias, quais são as estratégias de manutenção adotadas nas edificações residenciais, quais as possibilidades que o mercado oferece para manutenção e quais as oportunidades de desenvolvimento de novos produtos ou estratégias de projeto necessárias para a facilitação da manutenção nas edificações residenciais.

Para dar conta desses direcionamentos, primeiro ocorreu uma etapa de compreensão dos termos e da abordagem da Norma de Desempenho. Após foi realizada uma análise das consequências da interação entre diferentes componentes e elementos e definidas as estratégias de facilitação da manutenção em edifícios que possam aumentar sua VU reduzindo a necessidade de demolição parcial (em manutenções/reformas) ou total (por obsolescência funcional/estética/ e durabilidade). Essas estratégias definidas foram legitimadas através de estudo de caso. Por fim, foi feita uma busca no mercado por estratégias disponíveis para atender as lacunas encontradas nos projetos existentes.

A busca pelo desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil está relacionada diretamente à redução da carga ambiental gerada pelo setor. Existem várias maneiras de reduzir o impacto ambiental da construção civil na busca por edificações mais sustentáveis, em consonância com a Norma de Desempenho, optou-se por reduzir o RCD por meio de medidas preventivas de facilitação da manutenção e consequente redução de resíduo de manutenção e/ou demolição.

A VU estendida pode ser decorrente da utilização de alguns princípios como a manutenibilidade, a redundância, a robustez e a resiliência (AZAMBUJA, 2013). Assim, neste estudo a abordagem de aumento da VU da edificação foi delimitada pelas ações pertinentes à etapa de uso da edificação, pois é onde ocorrem as ações de manutenção. Essa etapa corresponde à maior parte do tempo de existência de uma edificação e, portanto, possui um grande impacto econômico, social e ambiental. A possível extensão da VU permite a minimização de consumo de matéria-prima, energia e, conseqüentemente, menor geração de resíduos tanto da manutenção (quando facilitada) quanto do descarte das partes substituídas e demolição.

Figura 5: Representação da visão da Norma de Desempenho sobre a durabilidade e macro esferas da abordagem da pesquisa



Fonte: Autora.

O tema é restrito às edificações residenciais devido a três razões: a importância da habitação na organização social e formal da sociedade, uma vez que a maioria das edificações é destinada a alojamentos, tornando-os importantes expressões da produção de arquitetura (ESTEVES, 2013); a Norma de Desempenho nacional (ABNT, 2013 a, b, c, d, e, f) tratar do desempenho de edificações residenciais e, por último, devido à incipiência técnica da manutenção e controle de VU de edificações residenciais. A manutenção predial residencial é considerada despesa inconveniente e está ainda em um nível corretivo e limitado (GOMIDE, 2007a).

Para possibilitar uma melhor compreensão do cenário atual e das estratégias que são aplicadas no dia a dia das construções residenciais, foi utilizado o método de estudo de caso (YIN, 2001). Para a seleção do caso de estudo optou-se por edificações residenciais que conhecidamente possuíssem propostas facilitadoras de manutenção e, como segundo critério, a facilidade de acesso pela pesquisadora às informações necessárias e à colaboração dos proprietários e construtores.

As análises possibilitadas pelo estudo de caso relacionaram-se ao projeto arquitetônico e complementares, abordando os componentes, sistemas e subsistemas. Não se teve por pretensão propor um novo sistema construtivo, mas sim, produtos e soluções que pudessem se adequar aos sistemas



construtivos existentes. Sabe-se que algumas das respostas encontradas indicam a necessidade de revisão do sistema construtivo e do método de projeto arquitetônico. Contudo, esses direcionamentos já foram abordados por pesquisas relacionadas à sustentabilidade e flexibilidade em projeto e à construtibilidade de sistemas construtivos inovadores, fato pelo qual não foram abordadas nesta pesquisa.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

Determinar quais as estratégias de projeto e soluções de produto que podem facilitar a manutenção em edificações residenciais e que possibilitem a redução no impacto ambiental durante a etapa de uso de edificações por meio dos requisitos de sustentabilidade da Norma de Desempenho, NBR 15.575 (ABNT, 2013 a, b, c, d, e, f).

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar estratégias existentes para a manutenibilidade das edificações residenciais;
- b) Compreender as etapas do CV do edifício, identificando aquelas que contribuem para a geração de resíduos, suas causas e conceitos relacionados;
- c) Verificar quais as interferências que podem ocorrer entre os componentes, elementos e sistemas em relação à VUP, conforme a NBR 15.575;
- d) Compreender os requisitos de sustentabilidade conforme a NBR 15.575;
- e) Propor estratégias para manutenção de acordo com as lacunas existentes;
- f) Examinar que soluções de outras indústrias podem ser adotadas na construção civil residencial.

### 1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa possui as seguintes delimitações:

- a) A possível redução do impacto ambiental das edificações foi restrita a ações relacionadas à ampliação da VU dos

elementos, componentes e edificação através do requisito de manutenibilidade para a sustentabilidade da Norma de Desempenho em vigor;

b) Pesquisa restrita às edificações residenciais multifamiliares;

c) A manutenibilidade é abordada como estratégia adotada em projeto e desenho do componente/elemento, não sendo discutida a durabilidade dos materiais empregados quanto à sua constituição, adaptabilidade e flexibilidade de espaços, sistema construtivo e técnica construtiva;

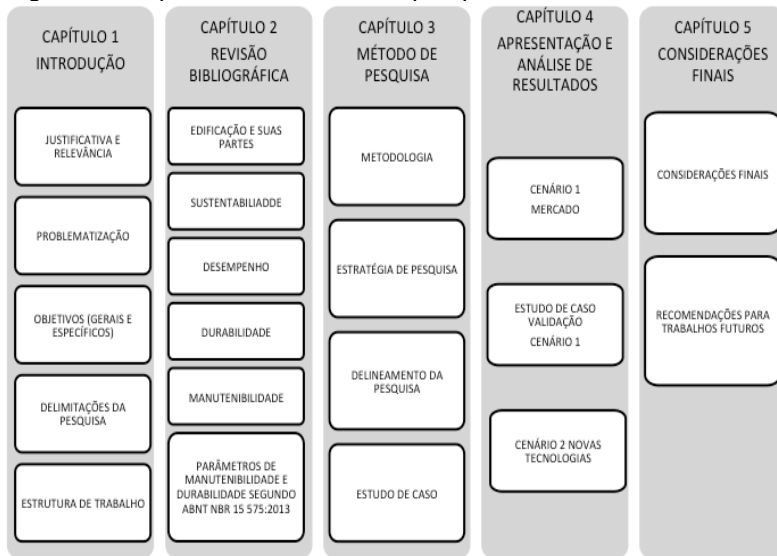
d) A análise do estudo de caso se restringe à análise do projeto arquitetônico, seus complementares e a edificação;

e) A análise de VUP e durabilidade foi realizada através do método de análise de projeto e vistoria, não foram realizados ensaios.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho se divide em cinco capítulos. Por ser um tema pouco explorado com esta abordagem optou-se por fazer um estudo exploratório. Para facilitar a compreensão da estrutura da pesquisa, é apresentado (Figura 6) um esquema com as etapas da pesquisa e, posteriormente, tais etapas são brevemente comentadas.

Figura 6: Esquema da estrutura da pesquisa



Fonte: Autora.

O Capítulo 1 é composto pela introdução, justificativa, problemática, perguntas de pesquisa, objetivos e delimitações da pesquisa. O segundo capítulo contempla a revisão bibliográfica necessária para a compreensão dos conceitos e termos da temática abordada. Consistiu em uma etapa exploratória onde, primeiro foram definidos termos relativos às partes da edificação e, posteriormente, foi contextualizada a manutenibilidade das edificações em relação à sustentabilidade. Ainda, foram abordados os termos relevantes ao estudo como: **sustentabilidade**, manutenibilidade, durabilidade, VU, desempenho, CV e a Norma de Desempenho.

No Capítulo 3 são explicitados os métodos e técnicas utilizados, os dois cenários levantados na pesquisa, as fontes de informação, a seleção do estudo de caso e a formulação das planilhas de avaliação utilizadas. O quarto capítulo, por sua vez, apresenta os resultados encontrados para os dois cenários propostos. No quinto e último capítulo são feitas as conclusões finais e considerações sobre o tema de acordo com o objetivo e, ainda, sobre validade da pesquisa.

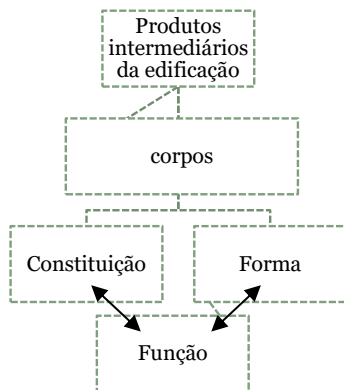
## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 EDIFICAÇÃO E SUAS PARTES

As edificações podem ser divididas em dois grandes campos: processo e produto (AZAMBUJA, 2013). Porém, ainda segundo o mesmo autor, não há uma definição clara quanto aos conceitos dentro da própria construção civil, o produto é visto diferentemente pelo arquiteto e pelo engenheiro. O processo produtivo da edificação aborda os diversos fatores utilizados na produção, incluindo trabalho, matéria-prima e tempo, conceito com maior consenso na definição.

O produto edificação é composto por vários produtos intermediários: matérias-primas, produtos e componentes (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O conceito dessas partes também não é consenso dentre os estudiosos (AZAMBUJA, 2011; ASHBY, 2012). Uma vez que a manutenção predial prevista na Norma de Desempenho refere que a manutenibilidade é o grau de facilidade de manter um sistema, componente ou um elemento (ABNT, 2013 a), para uma compreensão unificada dos conceitos, serão definidos os significados de: componentes, elementos, subsistemas e sistemas.

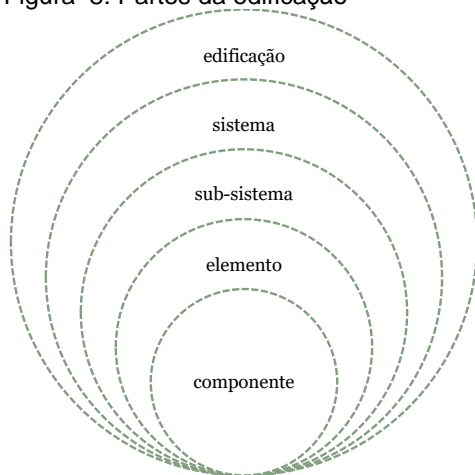
Figura 7: Conceitos relacionados aos corpos e relações



Fonte: Adaptado de Azambuja (2013).

Azambuja (2013) decompõem a edificação em “corpos”, cada qual tem uma constituição (substância), uma forma (geometria) e através dessas características desempenha uma função na edificação (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A Norma de Desempenho define elemento como “parte de um sistema com funções específicas composto por um conjunto de componentes” (ABNT, 2013, p.7), conforme resumido no esquema da Figura .

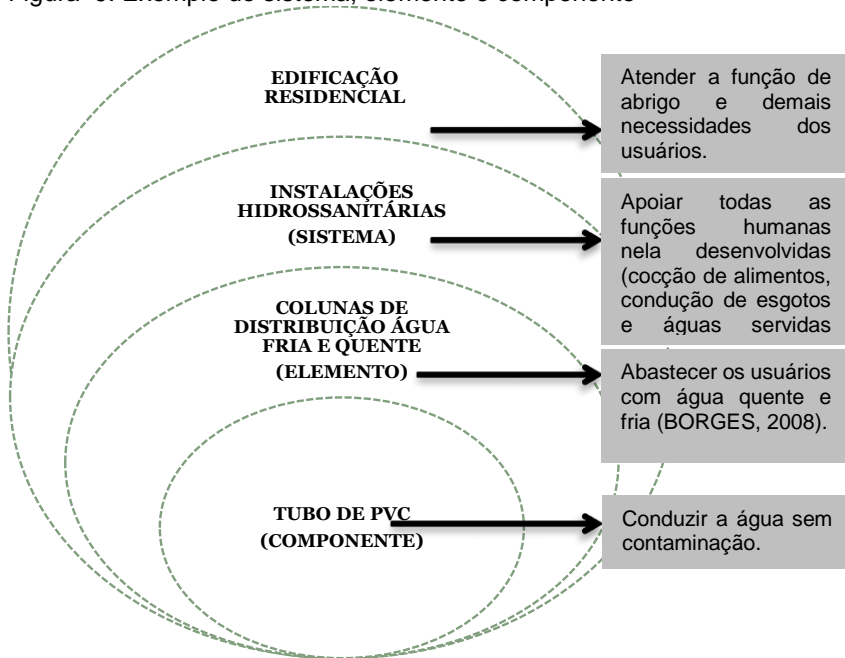
Figura 8: Partes da edificação



Fonte: Autora.

O edifício é um grande sistema constituído de subsistemas, elementos e componentes que interagem e desempenham uma função individual para o alcance do desempenho total do sistema (BORGES, 2008). O projeto de uma edificação é mais do que o projeto arquitetônico e projetos complementares, é o processo que determina toda a forma, função, características e desempenho dos elementos e componentes da construção em relação às exigências do usuário (NOUR, 2003). As funções são desempenhadas hierarquicamente, um exemplo é ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde o sistema de instalações hidrossanitárias é decomposto em elemento e componente, associado às suas funções.

Figura 9: Exemplo de sistema, elemento e componente



Fonte: Autora.

No sistema construtivo tradicional, cada edifício é único, a flexibilidade e diversidade de tecnologias construtivas permitem que cada edificação tenha um projeto diferente e consista em uma combinação similar, porém, não idênticos, de componentes e materiais (BECKER; FOLIENSTE, 2005). Poucos produtos para a construção são exclusivos, quando o são, podem ainda ser diferenciados através de outros atributos como, por exemplo, o uso dado ao produto.

A interoperabilidade entre os sistemas é agravada pela falta de uma terminologia consolidada e da multiplicidade de nomenclatura de elementos e componentes da edificação (AMORIM; PEIXOTO, 2006). A busca pela compatibilidade de termos é contínua e ganhou notáveis contribuições de entidades e pesquisadores nacionais e internacionais.

No Brasil, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) desenvolveu relatórios para o Banco Nacional de Habitação

(BNH), em 1981, sobre Terminologias para Construção - Relatório nº14.805, nº14.806 e nº16.494. Esses baseiam-se em uma cadeia lógica relacionada à faceta “processos”, uma vez que todo produto relacionado à construção está vinculado a um ou mais processos (AMORIM; PEIXOTO, 2006).

Internacionalmente a ISO 6.707-1:2014 apresenta termos e definições de conceitos gerais para estabelecer um vocabulário aplicável às construções e trabalhos relacionados à construção civil. A referida Norma define os tipos de edifícios e trabalhos da construção civil, os espaços, as partes, os materiais, as operações, documentações e equipamentos, as características de desempenho e o planejamento ambiental e físico da edificação (ISO, 2014). Na seção 6 da Norma 6.707-1:2014 (ISO, 2014) a definição de termos para a base de materiais define como:

a) Produto componente: produto manufaturado como uma unidade distinta que serve para uma ou mais funções específicas.

b) Elemento da edificação: maior parte funcional de uma edificação, como por exemplos, fundação, piso, serviços (água, energia, entre outros).

### **2.1.1 Componentes**

Componentes são definidos como as unidades integrantes dos elementos da edificação que devem cumprir funções específicas, como telha, caibro, folha de porta, bloco de concreto (ABNT, 2013 a). Um componente pode ser composto por um ou mais materiais de construção e mantém sua função inalterada ao longo da vida, por exemplo, um bloco cerâmico, permanece com sua forma após ser rebocado em uma alvenaria (AZAMBUJA, 2013). O componente poderá ter uma função específica de acordo com a sua localização (ROCHA, 2008). Um bloco cerâmico em uma alvenaria interna faz parte de um elemento de separação de ambientes, enquanto um bloco cerâmico na alvenaria externa separa interior de exterior.

Os componentes são os elementos de menor complexidade no edifício e têm sua função atrelada aos demais componentes do elemento. Os componentes podem ser simples e compostos. Um componente simples não apresenta função independente no edifício, como um bloco cerâmico (composto por um único corpo) ou uma tesoura (composta por várias partes, porém sem função independente no edifício). Componentes compostos são corpos

com itens de diferentes constituições. Por exemplo, uma folha de janela de madeira, composta por pano de vidro, caixilho de madeira e cola ou massa de vidro. Os componentes compostos podem ou não ser desmontados em componentes simples (AZAMBUJA, 2013). Uma cuba é um componente composto por cerâmica e esmalte, não poderá ser separada em componentes simples.

### **2.1.2 Elementos**

Elementos são formados por um conjunto de componentes (ABNT, 2013 a). Segundo a Norma de Coordenação Modular, NBR 15.873, elementos são constituídos por conjuntos de componentes/materiais de construção (ABNT, 2010). Sendo materiais (de construção) definidos como insumos sem uma unidade distinta (areia, brita e cimento). Como exemplo tem-se o elemento porta, que atende a uma função e é constituído pelos componentes folha, marcos, batentes, fechaduras, entre outros.

Os elementos têm funcionalidades independente na edificação, ou seja, “capacidade de um elemento de ter suficiência funcional para desempenhar uma função, que equivale à sua condição de ser um corpo projetado para atender determinado requisito do usuário” (AZAMBUJA, 2013, p119). De outro modo, um componente tem sua função apenas quando associado aos outros componentes: um bloco cerâmico exerce sua função quando aliado aos demais blocos e à argamassa de assentamento; uma cuba deverá ser aliada aos demais componentes (sifão e válvula) para exercer sua função de conduzir a água até a tubulação de esgoto sanitário.

### **2.1.3 Subsistemas**

A Norma de Desempenho brasileira não define subsistemas, porém, o termo é largamente utilizado na literatura específica (GONÇALVES et al., 2003; ROCHA, 2008; CARVALHO, 2009; AZAMBUJA, 2013). Os subsistemas são conjuntos de elementos e componentes que atendem, sozinhos ou em conjunto, a um requisito da edificação (ROCHA, 2008) ou a uma função complementar (AZAMBUJA, 2013). Os subsistemas são um conjunto de elementos com a mesma função, mais



abrangentes do que as funções específicas dos sistemas individuais.

O elemento do conjunto sanitário da pia pertence ao subsistema hidráulico, pois em conjunto com os demais elementos e componentes (torneira, tubulação, reservatórios) atende à função do subsistema hidrossanitário. Embora os elementos tenham funções diferentes, a função maior é definida pelo conjunto, ou seja, tem a “função mais abrangente através de funções especializadas complementares” (AZAMBUJA, 2013, p.120).

A Norma ISO 6.241 (ISO, 1984) determina os subsistemas: estrutural, envelope externo, divisores espaciais fora do envelope, divisores espaciais dentro do envelope e serviços, conforme apresenta-se no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação sistemas e subsistema segundo a ISO 6.241

Subsistema	Divisões do subsistema
Estrutura	Fundações Superestrutura
Envelope externo	Envelope abaixo do solo Envelope acima do solo
Divisores espaciais fora do envelope	Divisores externos verticais Divisores externos horizontais Escada externa
Divisores espaciais dentro do envelope	Divisores internos verticais Divisores internos horizontais Escada interna
Serviços	Distribuição e disposição de água Aquecimento e ventilação Distribuição de gás Elétrica Telecomunicações Transporte mecânico e eletromecânico Transporte pneumático e por gravidade Proteção

Fonte: Adaptado da ISO (1984).

#### 2.1.4 Sistemas construtivos

Azambuja (2013) ressalta a diferença do conceito de sistema construtivo e tecnologia construtiva, essa última pode abranger um ou mais sistemas. O sistema construtivo é o conjunto formado por todos os subsistemas de uma edificação, conforme se tem no Quadro 2.

Quadro 2: Exemplificação de sistemas, subsistemas, elementos e componentes

Componentes	Elementos	Subsistemas (ISO, 1984)	Sistemas (ABNT, 2013a)
Bloco cerâmico	Parede de vedação de alvenaria	Envelope externo	Sistema de vedações internas e externas
Folha de porta semi-oculta	Porta interna	Divisores espaciais dentro do envelope	Sistema de vedações internas e externas
Telha	Cobertura	Envelope externo	Sistema de Cobertura

Fonte:  
Autora.

Nota-se no Quadro 2 que o bloco cerâmico e a telha (coluna 1) não fazem parte do mesmo sistema (coluna 4), por exercerem funções específicas distintas. Porém, fazem parte do mesmo subsistema (coluna 3) de envelope externo devido à sua função mais abrangente de proteger a edificação.

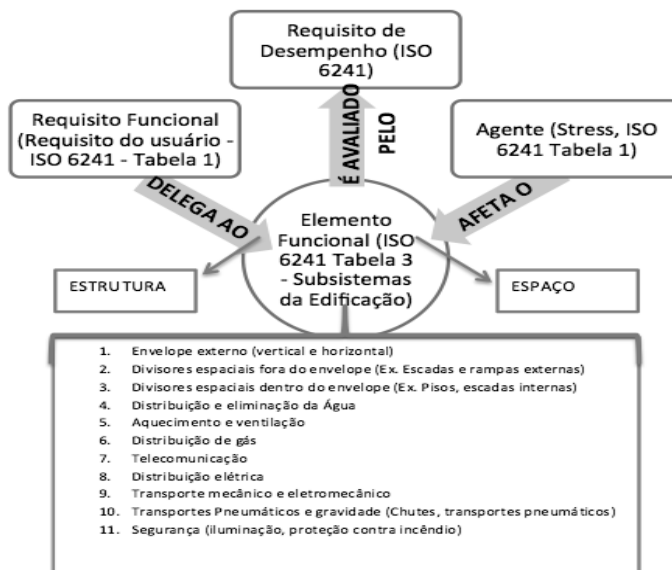
### 2.1.5 Elementos funcionais

O *Institute for Research in Construction* (IRC) chama de elementos funcionais os componentes da edificação incluindo suas agregações que possuem um requisito de desempenho (VANIÉR et al., 1996). As séries ISO utilizam o termo elementos funcionais definindo-os como uma parte do edifício que atende uma ou várias das funções para atingir os requerimentos do usuário (ISO, 1984).

Os elementos funcionais consistem em um número de subcategorias divididas de acordo com o seu subsistema específico, por exemplo: estrutura, envelope externo, espaço, divisores internos, aquecimento e ventilação, entre outros. Os elementos funcionais devem atender a um requisito funcional e são avaliados conforme os requisitos de desempenho (Figura 10).

Os elementos funcionais podem ser um espaço (local das atividades dos usuários) ou estrutura (o componente em si) (VANIER et al., 1996).

Figura 2: Modelo do produto do elemento funcional



Fonte: Adaptado de Vanier et al. (1996).

As metodologias de avaliação do estado de conservação de edifícios em países europeus também dividem a edificação em elementos funcionais, chegando a dividir o edifício em partes e 55 elementos funcionais (caso do Test Habitatge, de 1989, da Espanha). Esses elementos estão relacionados aos elementos mais encontrados em orçamentos de obras e reformas, como estrutura e fundações; cobertura (estrutura e revestimento); paredes externas; e, ainda, paredes internas (OLIVEIRA, 2013).

A utilização de elementos, sistemas e componentes da edificação, de forma a contribuir para a diminuição do impacto ambiental ao longo da VUP das edificações, pode ser alcançada através da diminuição do uso de matérias-primas, adoção de novos métodos construtivos e pelo aumento da VU da edificação adiando a necessidade de, novamente, extrair novos materiais (BORGES, 2008). Tais fatores dizem respeito à sustentabilidade das edificações.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE

Esta seção é destinada a uma revisão da literatura, primeiramente, sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, em seguida, sobre o conceito de sustentabilidade e suas concepções frente aos países desenvolvidos e em desenvolvimento, abordando-se, ainda, o tripé da sustentabilidade: ambiental, econômico e social. A investigação é aprofundada no aspecto ambiental, foco do trabalho, uma vez que a construção civil é uma das maiores causadoras de impactos negativos ao meio ambiente. Por fim, parte-se às especificidades da sustentabilidade das edificações, pois está diretamente ligada ao desempenho e durabilidade dessas.

### 2.2.1 Desenvolvimento sustentável

Desenvolvimento humano, por si só, pode ser definido como um processo que aumenta as possibilidades de escolha do indivíduo (PRESCOTT-ALLEN, 2001). O desenvolvimento sustentável, por sua vez, é definido pela primeira vez no Relatório de Brundtland - *Our Common Future - Brundtland Report* - pela Comissão Mundial do Meio Ambiente, em 1987, como “desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, p. 41). Apesar de ser conhecidamente o primeiro a definir o desenvolvimento sustentável, o Relatório de Brundtland é visto como muito genérico e limitado por alguns autores (CARTER, 2001; PRESCOTT-ALLEN, 2001).

O significado do conceito é discutido no meio acadêmico principalmente devido a duas razões: primeiro por uma contradição semântica, enquanto desenvolvimento significa mudanças, sustentabilidade significa manter algo indefinidamente (HILL apud JOHN, 2000). A segunda diz respeito a garantir as necessidades de gerações futuras, quando essas não são conhecidas (JOHN, 2000) o que implicaria em flexibilidade e adaptabilidade do ambiente construído.

Assim, o desenvolvimento sustentável não pretende cessar o impacto, mas alcançar um equilíbrio entre a preservação do meio

ambiente e a promoção da qualidade de vida e o bem-estar econômico necessários para a evolução da sociedade. A Constituição Federal traz o princípio da função socioambiental da propriedade (BRASIL, 1988), que afirma o dever de utilizar os recursos ambientais racionalmente, com o intuito de proteger o meio ambiente para o usufruto das atuais e futuras gerações.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento reforça este mesmo pensamento ao afirmar que o desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, é, ao contrário, um processo de mudança no qual “a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, a direção do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades do futuro tanto quanto às necessidades atuais” (BRUNDTLAND, 1987, p.17). Evidencia-se, assim, a importância do desenvolvimento sustentável como garantia de vida presente e futura, no mesmo sentido, sublinha-se a necessidade de que se amplie e substancie os contornos da sustentabilidade, incluindo a das edificações.

### **2.2.2 Sustentabilidade**

Como já se abordou no capítulo introdutório, existem inúmeros conceitos para sustentabilidade. Retoma-se o exposto por John e Agopyan (2016), que entendem a sustentabilidade como o ato de produzir com o menor impacto ambiental, preservando o ambiente de sua degeneração. Diante de diversas concepções para ancorar esse conceito, parte-se àquela adotada por Elkington (1998), em *Cannibals With Forks*, que equilibra a sustentabilidade em três dimensões: ambiental, econômica e social. O conceito do *triple botton line* ou “resultado final da linha ríplice” (em tradução livre) é tido como um guia para os administradores das empresas enxergarem o mundo de uma forma integrada para as tomadas de decisões. Em busca de vantagem competitiva uma empresa, para garantir sua sustentabilidade, deverá equilibrar as três dimensões de Elkington (LIBRELOTTO, 2005).

Assim sendo, a sustentabilidade não é apenas uma questão de sobrevivência, constitui-se ou deve constituir-se em uma busca pela capacidade de viver com qualidade, atendendo às necessidades básicas humanas. “Se todos viverem uma segura, saudável e produtiva vida em harmonia com a natureza e valores

espirituais e culturais locais” (UNITED NATIONS, 1992, p.6), se estará vivendo a sustentabilidade.

O relatório *Our Common Future* de Brundtland (1987) afirma que apesar de ser um objetivo global, não há uma receita de sustentabilidade. Cada país possui características diferentes quanto aos aspectos econômicos, sociais e ambientais, sendo que cada nação deve trabalhar esses três aspectos conforme suas necessidades. Entre países desenvolvidos e em desenvolvimento isto é ainda mais discrepante, uma vez que o desenvolvimento econômico e social está intimamente ligado ao meio ambiente já que o segundo ainda está em crescimento e construção.

Ainda que existam desafios em comum para países desenvolvidos e em desenvolvimento, as diferenças não se concentram apenas no aspecto econômico, mas nas peculiaridades sociais (SILVA, 2003) e contextuais, como é o caso da sustentabilidade das edificações. Enquanto em países em desenvolvimento a Agenda 21 aborda o desenvolvimento social, econômico e ambiental, para países desenvolvidos a Agenda é restrita à dimensão ambiental uma vez que o desenvolvimento econômico e social já foi alcançado à custa do meio ambiente (SILVA, 2003). Segundo a Agenda 21, a principal motivação em busca da sustentabilidade é a sobrevivência da espécie humana, “os seres humanos são o centro da sustentabilidade” (UNITED NATIONS, 1992, p.5).

Assim considerada, a sustentabilidade visa manter um ambiente favorável à vida humana, agindo na proteção da biodiversidade e do meio ambiente, tanto local quanto global. É, portanto, um objetivo a ser atingido, mas não é um estado permanente, devido ao dinamismo da sociedade e do ambiente natural (UNITED NATIONS, 1992).

### 2.2.2.1 Sustentabilidade das edificações

Houg e Soebarto (apud CARVALHO, 2009) definem construção sustentável como aquela que considera as dimensões ambiental, sociocultural e econômica em toda sua VU. O relatório *Sustainable Construction Brief* (DEFRA, 2003), do Governo Britânico, afirma que as construções sustentáveis devem gerar o mínimo de desperdício, preservar recursos naturais para a população local e, ainda, seguir os princípios da *lean construction*.

A construção mais sustentável deve poluir menos, responder com eficiência e com maior valor agregado às expectativas do usuário, sem o comprometimento do futuro. “Não há desempenho ambiental excepcional à custa de uma empresa que saia do mercado nem desempenho financeiro excepcional à custa de efeitos adversos no meio ambiente e comunidade local” (SILVA, 2003, p.4). Os conceitos para guiar as atividades sustentáveis são apresentados por diferentes autores. Moser (1996) apresenta a relação entre sustentabilidade e durabilidade resultando em eco princípios como a interdependência, ciclos de materiais contínuos e com biodegradabilidade, flexibilidade e adaptabilidade, fluxos de energia solar.

O governo americano também propôs uma série de princípios, chamados de “Princípios de engenharia verde” (EPA, 2011, 2015), para auxiliarem no desenvolvimento de produtos e processos mais sustentáveis. As estratégias sugerem, dentro do mote ambiental, a utilização de uma análise mais sistêmica e integrada com a avaliação de impacto ambiental, conservação de recursos naturais, abordagem do CV em todas as atividades, minimização da extração e redução de resíduos. Também aborda aspectos sociais, como relacionamento com a cultura local e envolvimento comunitário no desenvolvimento de soluções de engenharia.

Apontam-se, ainda, princípios de conduta, mais genéricos (MOSER, 1996; EPA, 2011, 2015), ou, também, relacionados à tecnologia da construção, que devem ser desenvolvidos e com parâmetros mensuráveis (AZAMBUJA, 2013). Para uma redução considerável dos impactos ambientais da construção civil deve haver, na mesma direção, uma política consistente e orientada para o setor, com sistemas de avaliação e classificação do desempenho ambiental e da sustentabilidade (SILVA, 2003).

A Norma de Desempenho brasileira não foi orientada por questões ambientais (BORGES, 2008). Tida como referência no desenvolvimento da NBR 15.575, a ISO 6241, que ainda é considerada para requisitos de desempenho (BORGES, 2008), já tinha como principal lacuna a ausência do desempenho ambiental. Justificável, pois foi publicada na década 1980, onde o tema não era central para a sociedade como é hoje (apesar das primeiras convenções datarem dessa época, como o relatório de Brundtland em 1987).

O mercado da construção, muitas vezes, não viabiliza a construção apenas por aspectos ambientais, o teor econômico tem um peso muito mais decisivo nessa relação. Em grande número de casos, o aspecto ambiental é tido como marketing, mas não é suficiente (SILVA, 2003). O que deve ser compreendido, nesse contexto, é que a sustentabilidade não é um aspecto meramente ambiental apesar de ser um dos maiores fatores de impacto do setor na sociedade, mas é sim um equilíbrio entre o social, o econômico e o ambiental. Considerar apenas uma dessas três esferas não faz com que um empreendimento se torne sustentável. Um edifício “eficiente” não é sustentável apenas por ter reduzido o impacto ambiental e consumo de energia, da mesma forma que um empreendimento com participação popular não é sustentável se não garantir viabilidade financeira e não reduzir os impactos ambientais causados.

Convergindo com tais ideias, a Agenda 21, criada em 1992, tem a maior parte de suas contribuições feitas por países desenvolvidos. Na construção civil, a Agenda 21 originou a Agenda Habitat II (UNITED NATIONS, 1996) e *Agenda 21 on Sustainable Constuction* (CIB, 1999). Essa última, foca primordialmente no aspecto ambiental, uma vez que economicamente e socialmente esses países já se desenvolveram.

Em países em desenvolvimento os aspectos sociais e econômicos ainda carecem de investimentos e, além disso, possuem uma grande demanda de construção de edificações e moradias, aumentando o impacto ambiental que o setor da construção terá. As diferenças entre os países trazem outras prioridades e desafios para os países em desenvolvimento e inviabilizam as estratégias da Agenda 21 (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

Essa diferença não se restringe à economia. O impacto ambiental também difere entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Esses últimos têm um ambiente natural mais amplo, ainda inexplorado e geram um impacto ambiental menor do que países os industrializados. A geração per capita de CO<sub>2</sub> na América Latina e Caribe corresponde a menos de 20% da produzida nos Estados Unidos e Canadá (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

A maior parte do crescimento populacional nos últimos 50 anos do século XX ocorreu em países em desenvolvimento, sendo



que, nas maiores cidades, 20 a 30% do crescimento ocorreram informalmente (UNITED NATIONS 21, 2002). A falta de infraestrutura urbana, já consolidada nos países desenvolvidos, gera poluição das reservas hídricas devido à carência de tratamento de esgoto. No Brasil, cerca de 50% das edificações não possui rede de tratamento de efluentes (BRASIL, 2016), taxa que se verifica entre 5 a 10% na América Latina (FOSTER, 1996), contaminando, assim, os recursos hídricos (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

A Agenda 21 (UNITED NATIONS, 1999) coloca alguns desafios para uma construção sustentável, priorizando a redução de usos de recursos através de algumas estratégias:

a) Redução de desperdício de materiais de construção, reduzir o consumo e, conseqüentemente, a quantidade de resíduos de construção e em longo prazo resíduos de demolição. Reforça também a necessidade de redução de custos na construção;

b) Aumento de utilização de materiais reciclados como materiais de construção, por suas vantagens de reduzir o consumo de matérias-primas, reduzir aterros sanitários e o consumo de energia na produção de novos materiais;

c) Eficiência energética das edificações, alcançada reduzindo o consumo de energia e a energia embutida na produção dos materiais em toda cadeia da construção civil;

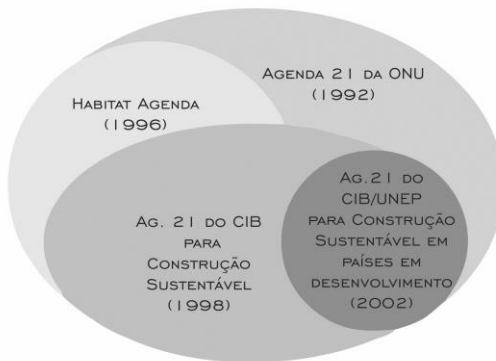
d) Preservação das águas, com mudanças no consumo de água para produção dos materiais e técnica construtiva, além de promover o aproveitamento da água proveniente da chuva, águas cinza, dispositivos redutores de vazão e consumo consciente;

e) Durabilidade e manutenção, com o aumento da VU da edificação e capacidade de gerenciá-la, esse tido como um dos maiores desafios para alcançar uma construção mais sustentável.

Devido a esses desafios, bem como às diferenças entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento para as questões de sustentabilidade, em 2002 foi publicada a Agenda 21 *for Sustainable Construction in Developing Countries* (CIB, 2002) no encontro da Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, na África do Sul. O documento tem o caráter de discussão lançado pelo *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB) e pelo Centro Internacional de Tecnologia Ambiental do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP-ITEC), onde há a

colaboração de autores da Ásia, África e América Latina. O relatório identifica que “para os países em desenvolvimento, os objetivos da sustentabilidade futura estão inexoravelmente vinculados com a necessidade de atingir um presente sustentável fundamentado no crescimento econômico” (UNITED NATIONS, 2002, p. 10). Na Figura 11 é possível verificar a relação entre as agendas.

Figura 11: Reinterpretação da Agenda 21 relacionada ao setor de construção



Fonte: Adaptado de Silva (2003).

A *Agenda 21 Sustainable Construction in Developing Countries* (UNITED NATIONS, 2002) discute o impacto da construção civil e reflete como mitigá-lo. Os assuntos discutidos são restritos a iniciativas relacionadas ao ambiente construído. Grande parte das atividades degradadoras do meio ambiente estão relacionadas previamente ou posteriormente com a construção civil. O documento afirma que o maior impacto da construção civil é o ambiental, ainda que não sejam negados os impactos sociais e econômicos. A diferença entre os países em desenvolvimento para os demais é que nesses o foco é a construção civil, o desenvolvimento humano, o crescimento econômico, sendo os aspectos ambientais deixados em segundo plano, gerando degradação severa do meio ambiente. A sustentabilidade ainda é vista como um item extra, enquanto deveria ser incorporada integralmente às tomadas de decisões do setor e ser uma prática de negócios (CIB, 2002).

### 2.2.2.2 Avaliações e certificações

A avaliação da sustentabilidade das edificações é realizada através de selos, certificações, etiquetas e guias. Atualmente, muitos países possuem selos próprios de avaliação de edificações, esses já fazem parte da legislação nacional em alguns países, como é o caso do *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (Breeam) na Inglaterra, criado na década de 1990.

Não é possível, no entanto, copiar os métodos devido ao seu sucesso em outros países, pois inúmeros critérios perdem a validade e alguns itens não considerados em sistemas internacionais são de suma importância para o País (SILVA, 2003), mas são possíveis adaptações. No Brasil, as certificações foram inicialmente importadas de modelos estrangeiros, o internacionalmente reconhecido *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), lançado em abril de 2015 é um exemplo. No momento atual o País está realizando estudos e pesquisas com intuito de estabelecer sistemas específicos para a realidade nacional.

Nacionalmente surgiram, ainda, certificações como o Alta Qualidade Ambiental (AQUA), selo Procel Edifica e, o mais recente, Selo Azul da Caixa Econômica Federal. Esse último, por exemplo, é uma ferramenta gratuita para avaliação da sustentabilidade de um projeto, com critérios baseados nas características nacionais, dando um maior peso ao aspecto social da sustentabilidade e considerando a matriz renovável de energia elétrica.

O sistema de rotulagem e certificação para edifícios e mais recentemente bairros é uma das estratégias mais amplamente utilizadas. A maioria desses rótulos prioriza o aspecto ambiental da edificação, contudo, recentemente passaram a abordar os outros dois aspectos do tripé: econômico e social. Assim passam de rótulos de eficiência energética para rótulos de sustentabilidade.

### 2.2.2.3 Impacto ambiental das edificações

Apesar de o conceito de sustentabilidade abranger três grandes esferas (ambiental, econômica e sociocultural), a

importância da sustentabilidade no setor da construção civil recai especialmente sobre a esfera ambiental. Essa constatação ampara-se na pesquisa de diversos autores (relacionados no parágrafo seguinte) e na NBR 15.575 (ABNT, 2013a), e está em oposição a outras normas como a ISO 9.000 e as séries ISO 14.000 e ISO 26.000.

As pesquisas realizadas abordando sustentabilidade, impacto ambiental e construção civil têm como temas desde estudos sobre reutilização de resíduos (JOHN, 2000; ROCHA; CHERIAF, 2003; ROCHA, 2008; ROCHA; SATTLER, 2009), flexibilidade (BRANDÃO; HEINECK, 2007; BRANCO et al., 2012; ESTEVES, 2013), novos materiais (LIBRELOTTO, 2005), manutenção (POSSAN, 2010; MARQUES, 2013; POSSAN; DEMOLINER, 2013), eficiência energética (LAMBERTS; WESTPHAL, 2000; GRIGOLETTI; SATTLER, 2003; CARLO; LAMBERTS, 2008) e pesquisas abrangentes tratando do conceito de sustentabilidade e o paradigma atual da construção (MCDONOUGH, 1992; MACDONALD, 2007; AZAMBUJA, 2013).

Sublinha-se novamente que o foco deste trabalho é na dimensão ambiental, não por considerar os demais aspectos como secundários, mas por compreender que a construção tem um grau de comprometimento maior com o meio ambiente. Essa abordagem é justificada, também, por ser a atividade humana que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva (SATTLER; PEREIRA, 2006).

A construção civil é responsável pelo consumo de um terço das matérias-primas produzidas, em países em desenvolvimento o setor é uma das maiores geradoras de resíduos sólidos, sendo responsável por aproximadamente 40% de todos os resíduos gerados, a maior parte de demolição (UNEP, 2010). Um dos maiores consumidores dos recursos naturais no ambiente são as edificações, que através do seu uso e construção, consomem aproximadamente 16% de água pura, um quarto da madeira e 40% de combustíveis fósseis e materiais manufaturados (WINES, 2000).

A construção civil moderna utiliza duas vezes mais concreto do que o total de outros materiais como madeira, aço, plástico e alumínio. Dentro da mistura do concreto, o cimento é um dos grandes emissores de gases de efeito estufa devido à queima de combustíveis fósseis para sua fabricação. (CIB, 1999). O concreto armado ainda tem em sua constituição o aço que é um dos

materiais que mais consomem energia para a sua fabricação e que, além disso, também faz um uso intensivo de água.

Devido ao alto consumo de energia, é evidente a necessidade de repensar a tecnologia do setor para minimizar a utilização de recursos naturais e a emissão de resíduos e CO<sub>2</sub> (CARVALHO, 2009). O consumo de materiais, no entanto, não é o único fator de impacto, já que o transporte e a extração de agregados também contribuem para agravar o quadro. Além dessas questões de consumo, as atividades da construção civil são poluidoras e geradoras de resíduos, frequentemente, contaminados com materiais perigosos (CIB, 1999; AZAMBUJA, 2013). Ou, ainda, compostos por uma grande diversidade de materiais associados, ou seja, compostos de materiais diversos engastados uns aos outros. Essa contaminação impede o tratamento especializado para cada um dos componentes (AZAMBUJA, 2013) o que leva à utilização de aterros ou reciclagem. Contudo, devido à contaminação, geram materiais de menor qualidade, conhecido como *downcycling* (MCDONOUGH, 1992).

A grande quantidade de resíduos gerados pela construção civil decorre dos itens abordados anteriormente neste trabalho: projeto (detalhamento, manutenção e durabilidade), sistema construtivo e baixa qualidade de mão de obra, dentre outros. Assim, a sustentabilidade das edificações deve ser abordada desde o projeto de uma obra, onde deverão ser considerados critérios ambientais para materiais e sistemas construtivos (YEANG, 1999). Nessa direção, para a análise do impacto ambiental deve-se identificar dentro das fases de produção e uso da edificação quais ações podem diminuir o impacto ambiental, ao longo da VU da edificação (planejamento, construção, uso e desuso).

Alguns dos desafios para a sustentabilidade do setor da construção civil estão sintetizados no caderno da coleção Habitare intitulado “Construção e Meio Ambiente” e apontados na Agenda 21 da Construção da seguinte forma: a) redução e otimização de consumo energético e de materiais; b) redução da geração de resíduos; e, c) preservação e melhora do ambiente natural e construído (SATTLER; PEREIRA, 2006).

As medidas de redução de consumo de materiais estão diretamente associadas ao sistema construtivo e técnicas construtivas, ao projeto e planejamento da edificação, à

durabilidade dos componentes e dos materiais (SATTLER; PEREIRA, 2006). No entanto, o sistema construtivo mais disseminado no Brasil faz uso do concreto armado e da alvenaria de vedação, o que inclui o uso intensivo e dependência de cimento, por exemplo. Conta, ainda, com uma técnica rudimentar, em boa parte não especializada, resultando em baixa produtividade, altos índices de desperdício - devido à falta de planejamento e de um projeto para produção gerando erros-, retrabalho e grandes quantidades de resíduos de construção.

Assim, a redução do consumo de materiais pode ser alcançada através do planejamento ambiental da edificação, redução de consumo de materiais escassos e desenvolvimento de componentes e materiais de maior durabilidade (SATTLER; PEREIRA, 2006). Quanto à redução do consumo energético as recomendações são quanto à utilização de estratégias bioclimáticas, redução de consumo de materiais com alto valor energético agregado e utilização de fontes energéticas sustentáveis na produção e uso das edificações. No entanto, e na direção do que convencionou-se considerar neste estudo, são importantes as ações que impactam sobre o CV das edificações. Assunto que se trata a seguir.

#### 2.2.2.4 Ciclo de vida na construção civil

A função da construção civil é transformar o ambiente natural para o desenvolvimento das demais atividades, dentro de uma cultura desbravadora (LIDDLE, 1994) onde há uma contraposição entre meio ambiente e natureza. A cultura industrial enxerga uma quantidade irreal e infinita de recursos que podem ser utilizados de forma contínua sem absorver todos os resíduos gerados (JOHN, 2000).

Esse modelo chamado linear (CURWELL; COOPER, 1998), recebeu crítica de vários autores (BRUNDTLAND, 1987; BRAUNGART; MCDONOUGH, 2014; JOHN, 2000; SILVA, 2004; AZEVEDO, 2011). E, talvez, esteja contribuindo para a precária situação ambiental atual, que se deve, também, ao acesso ilimitado aos recursos não renováveis (energia e matéria-prima), ao fato de a energia ser pouco dispendiosa e, ainda, à enorme capacidade de o meio ambiente receber de resíduos (AZAMBUJA, 2013).

As propostas apresentadas, até o momento, para reverter esse quadro de impactos ambientais são basicamente soluções de baixo impacto ambiental e baixa densidade tecnológica (SATTLER, 2007; SANTOS et al., 2014), reciclagem e reuso de resíduos (JOHN, 2000; ROCHA, 2003; ROCHA; JOHN, 2004), redução de consumo de matéria-prima e redução do impacto durante o uso com utilização de fontes renováveis (SATTLER, 2007, entre outros), eficiência energética da envoltória (LAMBERTS, 2007) e prolongamento da VU (MCDONOUGH, 1992; AZAMBUJA, 2013). É sobre esse último direcionamento que se deseja ampliar a descrição, em face aos objetivos deste estudo.

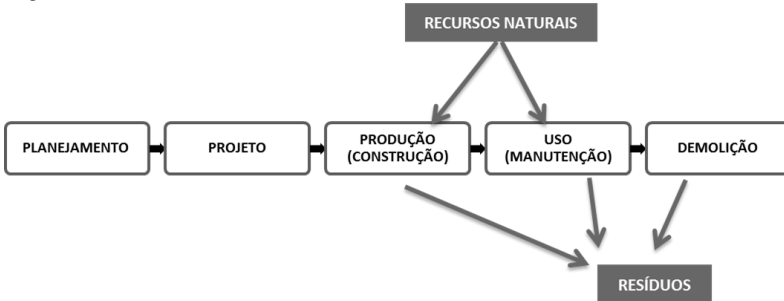
O fluxo linear de materiais e o uso convencional em edifícios levam à transformação linear de recursos em resíduos em um período relativamente curto (YEANG, 1999). Assim, o impacto gerado pelas edificações deve ser avaliado durante todo seu CV. Desta forma, é possível identificar o impacto gerado pela escolha de dados materiais, o consumo de recursos (energia e materiais) e a geração de resíduos resultantes da construção, manutenção, uso e demolição.

Cada material tem um CV útil, após o qual, é necessário substituí-lo. Dessa forma, é imprescindível pensar em um projeto que preveja o CV dos componentes, permitindo-lhes adaptação e flexibilidade para tornar o seu CV o mais longo possível. Antes de os materiais das edificações serem reciclados, eles deverão ser desmontados. Para permitir que sejam facilmente removidos deverá haver uma mudança na maneira como as edificações são planejadas e detalhadas (MACDONALD, 2007).

Nessa direção, as inovações no setor construtivo são vistas como integrando o século de superfícies e monocamadas com novas funcionalidades (ASHBY, 2012). Da mesma forma, MacDonald (2007) afirma que os componentes deverão ser constituídos de um único material, facilitando a sua desmontagem. Espera-se um século XXI de estruturas “multi-nível biodegradáveis, multifuncionais, com variabilidade da forma, constituição heterogênea, especificidade local e drástica redução na aceitação do erro” (AZAMBUJA, 2013, p.33).

Observa-se, assim, que um novo modelo se contrapõe ao modelo linear do “berço ao túmulo” (ciclo aberto, conforme Figura 12), é o modelo “berço ao berço” (ciclo fechado, de acordo com a Figura 13) (JOHN, 2000; BRAUNGART; MCDONOUGH, 2014).

Figura 12: Ciclo aberto

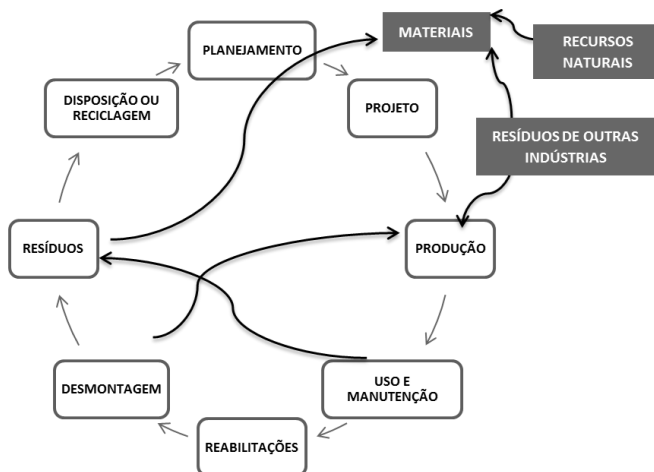


Fonte: Adaptado de John (2000).

A visão ultrapassada de que uma edificação nasce no projeto e termina na construção (ciclo aberto), é equivocada dentro da visão de sustentabilidade contemporânea. Uma edificação inicia no projeto e termina no desmonte e correta destinação para a reciclagem ou reuso dos seus componentes (ciclo fechado). Segundo a NBR 14.037 (ABNT, 2011), a edificação construída deixou de ser a realização do objetivo do processo. As etapas posteriores ao processo de construção (uso e desmonte) merecem maior importância na gestão de processo de produção de edificações, uma vez que a etapa de uso representa a maior parte do tempo de sua VU.



Figura 13: Ciclo fechado



Fonte: Adaptado de John (2000).

A visão do ciclo fechado analisa o CV dos produtos para além do túmulo, ou seja, todo derivado ou subproduto de uma edificação, seja por produção, uso ou demolição, deverá servir de insumo para um novo processo (MCDONOUGH, 1992). Essa, visa identificar impactos ao longo do ciclo e posteriormente mitigá-los e reduzi-los, não somente durante o CV, mas também após o término da edificação. Ainda, essa perspectiva não busca apenas a reciclagem dos resíduos de produção, construção e demolição, mas sim uma mudança de paradigma na maneira de construir.

Este conceito faz um paralelo com o que ocorre no meio ambiente natural, onde nada se perde. Assim, se utiliza um termo como “*waste is food*” que determina que os subprodutos de qualquer indústria devam ser incluídos como matéria-prima tecnológica ou biológica, contribuindo com a qualidade do novo produto (Figura 13). Os edifícios devem ser construídos de forma que possam ser desconstruídos, ou seja, permitindo que seus componentes possam ser aproveitáveis ou como insumos tecnológicos ou como insumos biológicos de qualidade (MACDONALD, 2007).

Nessa direção, as indústrias em geral têm utilizado um conceito de sinergia entre elas, a comunidade e a agricultura, onde

a integração desses atores permite que uma utilize o resíduo da outra como matéria-prima, dentro de um conceito chamado “sinergia através de resíduos, simbiose industrial, resíduos zero – emissões zero – 100% produto e simbiose verde” (JOHN, 2000, p. 31).

Relacionam-se, assim, diretamente ao ciclo fechado as questões referentes a uso e ao desuso dos edifícios, tanto em termos de obsolescência da edificação em relação ao uso quanto em relação à durabilidade dos elementos construtivos durante o uso. Direcionamentos amparados na Norma de Desempenho ao tratar da durabilidade e manutenibilidade e, também, a conceitos da literatura como flexibilidade e adaptabilidade (Figura ).

Através do aumento da durabilidade e consequente aumento da VU dos sistemas espera-se aumentar o CV das edificações e reduzir a geração de resíduos e extração de matéria-prima. O aumento da VU não ocorre apenas com o aumento de durabilidade dos componentes e elementos que compõem o edifício, mas, também, com o aumento da durabilidade dos espaços. Assim, conceitos como flexibilidade e adaptabilidade estão relacionados ao uso dos espaços e podem impactar positivamente no aumento da durabilidade das edificações. A norma ISO 6241 (ISO, 1984) já traz esse conceito de elementos estruturais e espaços, o que é interessante para analisar a durabilidade.

Apesar das evidências positivas da utilização dos métodos e ações do ciclo fechado na construção civil, muitas são as barreiras a serem suplantadas. O conceito “do berço ao berço” afirma que “ser menos ruim não, é ser bom” (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2015). Ou seja, os produtos com qualidade inferior advindos da reciclagem são apenas um adiamento do impacto ao meio ambiente. Na construção civil, especialmente, os produtos reciclados não atendem aos requisitos de desempenho do produto original que permanecem sendo fabricados e, portanto, extraídos da natureza. Isso ocorre devido à alta contaminação entre os diferentes materiais que, utilizados em uma maneira de construir rudimentar, utiliza materiais diferentes aderidos uns aos outros (cerâmica de barro e argamassa de cimento, por exemplo). O ideal seria a geração de subprodutos como insumos de qualidade, em teoria, eliminando a necessidade de retirar mais matéria-prima do meio ambiente ou de depositar mais entulho.

### 2.2.2.5 Análise do ciclo de vida

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) ou *Life Cycle Analysis* (LCA) foi definida pela *Society for Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) e consolidado nas normas ISO 14.000, com a primeira versão em 1996 e recentemente revista em 2015. Assim, a ACV pode ser definida como o “procedimento de analisar formalmente a complexa interação de um sistema - que pode ser um material, um componente ou um conjunto de componentes - ao longo de todo o seu ciclo de vida” (SILVA, 2004, p. 58), caracterizando o enfoque do “berço ao túmulo” ou *cradle-to-grave* (Figura 12).

Figura 14: Modelação do sistema e obtenção dos dados que constituem o LCA (inputs+outputs)



Fonte: Adaptado de Brown, Matos e Sullican (1998).

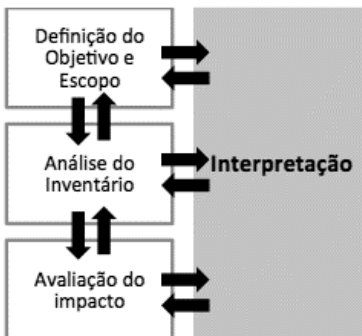
A ACV é um procedimento que permite averiguar o impacto ambiental de um material (sistema) no meio ambiente durante todo o seu CV, conhecido como “berço ao túmulo” (SILVA, 2003). Os materiais da construção civil causam impactos e mudanças importantes tanto na economia quanto no meio ambiente. A escolha de materiais de construção é um dos critérios importantes de decisão para uma construção civil ambientalmente responsável. Através da ACV é possível escolher entre dois materiais, com a mesma função, que tenham ao longo do seu CV impacto diferente, como um bloco cerâmico e um bloco de

concreto, por exemplo, através de uma perspectiva ambiental (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006).

O objetivo da ACV é relatar da forma mais completa e abrangente as interações do produto com o meio ambiente (SILVA, 20043). Essa análise é realizada a partir de um inventário de entradas e saídas (*inputs e outputs*) que incluem matérias-primas, energia, produto, subprodutos (resíduos) e devem abranger a extração, transporte, beneficiamento, fabricação, uso e descarte, conforme a Figura 14 (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006).

No Brasil, a norma ISO 14.040 (2006) que estabelece os requisitos gerais, define escopo e inventário e, ainda, interpreta o ciclo de vida, são as referências para a ACV. Assim, determinam uma metodologia para ACV dividida em quatro etapas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**): definição do objetivo e escopo (1); inventário, que analisa fluxos de energia, inputs e outputs ambientais (2); avaliação do impacto (3); e, por fim, a medição dos fluxos através de indicadores de impacto ambiental (4) (SILVA, 2003). A ACV vista sob a vertente ambiental pode ser definida como a avaliação dos diversos impactos ambientais que um produto ou sistema gera ao longo do seu ciclo dentro das quatro fases distintas da avaliação.

Figura 15: Procedimento de ACV



Fonte: Adaptado de Soares, Souza e Pereira (2006).

O início de uma ACV acontece através da definição de um escopo, onde são delegados objetivos, limites (geográficos, tecnológicos e tempo) e a unidade funcional. O propósito da análise e quais serão suas aplicações permite a obtenção de

resultados mais confiáveis e precisos (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006).

Após essa primeira etapa é construído o inventário, onde se quantificam os recursos e cargas ambientais ao longo do CV do produto. Ao final dessa etapa, cada processo terá seus fluxos de entrada e saída bem definidos para, na última etapa, serem classificados e caracterizados conforme as classes de impacto (SILVA, 2003). Essa caracterização permitirá visualizar o perfil ambiental do item analisado, se ele terá mais efeitos no aquecimento global, toxicidade ou eutrofização, por exemplo.

Apesar dessa notória importância da ACV e das já existentes metodologias, são evidentes também as dificuldades em sua operacionalização. Definir o impacto total causado por uma edificação, em todos os estágios de produtos e subprodutos da sua construção, torna-se excessivamente dispendioso, limitando a aplicação dessa análise em sua forma original (SILVA, 2003). Assim, na construção civil o produto em análise é a unidade funcional, podendo ser toda uma edificação ou uma parte ambiental (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006).

Nessa direção, um dos problemas é o ciclo em análise (aberto ou fechado). Essa análise poderá ser realizada do berço ao túmulo, abrangendo boa parte do ciclo da edificação, incluindo projeto, uso e descarte. Contudo é limitada para o setor da construção civil, uma vez que os CV da maioria dos componentes das edificações iniciam muito antes e terminam muito depois do ciclo convencional do projeto. Para a compreensão global do quadro da construção civil, essa análise precisa de um chamado terceiro nível de definição: a construção como um setor da economia moderna. Nessa concepção, a construção é vista como uma cadeia de eventos originados na extração de materiais e passando pelo seu processamento, distribuição, demolição, chegando à geração de resíduos resultantes (UNITED NATIONS, 1992).

Para definir o escopo da presente pesquisa foram analisadas, durante a etapa de existência da edificação, quais características podem influenciar o CV, ainda que elas devessem ter sido pensadas durante a fase de projeto, “as consequências de um projeto deveriam ser consideradas no início do processo e não no final” (MACDONALD, 2007, p.5). Compreender, portanto, como a incorporação desses conceitos ocorre no ato projetual é

essencial para a ampliação do CV útil de obras desde a sua concepção.

Outro entrave para aplicação da ACV na construção civil é a variedade de materiais utilizados. Diferentemente de outros produtos, as edificações são, na maioria das vezes, produzidas no local de implantação, ou pelo menos parcialmente montadas. Dessa forma, um mesmo material, de um mesmo produtor, terá um impacto distinto dependendo do local de implantação e logística possível. A confiabilidade das fontes dos dados para definição da ACV é um dos maiores desafios, já que boa parte dos bancos de dados é internacional (ferramentas como: Sima-pro, Gabi IV, Team e o banco de dados Ecoinvent, Buwal e Franklin).

Outra questão que impacta na dificuldade em realizar ACV, é o fato de que as edificações não ocorrem apenas no curto espaço de tempo de produção, elas se estendem por anos. Os impactos e, da mesma forma, as ações, deverão ser realizadas em cada etapa com o intuito de mitigar ou eliminar esses impactos. A Comissão Europeia (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006) separa os processos da construção civil por tempo de duração média e determinam tempos de VU das diversas etapas (Tabela 1).

Tabela 1: Processos de construção civil e duração das etapas

Duração média	Processos de construção
1 a 3 anos	Projeto e construção do edifício/obra da engenharia civil
3 a 5 anos	Tempo de manutenção e uso
10 a 15 anos	Tempo médio de uso e renovação parcial
30 a 50 anos	Tempo longo de uso e renovação total
80 a 120 anos	Tempo de VU de sistemas estruturais de edificações
Superior a 150 anos	Tempo de VU de monumentos

Fonte: Adaptado de (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006)

É possível identificar que durante os oitenta anos de existência do sistema estrutural das edificações, proposto em consonância com o parâmetro superior de durabilidade de sistemas construtivos da Norma de Desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013a), o tempo longo de uso e renovação total corresponde a mais de 50% de todo o tempo da edificação.

Ainda através da Tabela 1, percebe-se que dentro do CV da edificação existem processos de renovação e manutenção. Logo,

após os cinco anos de existência iniciam-se os processos de renovação, decorrentes do final de VU de alguns elementos da edificação. Esse processo de substituição das partes é cíclico e perdura até o final da VU da estrutura. Deveria ser considerada também a VU do espaço (relacionado à obsolescência funcional do espaço). A manutenção é uma ação periódica que garante a VUP estimada e deve ocorrer durante toda a existência da edificação para alcançar a VU projetada. Ressalva-se aqui que a Norma de Desempenho considera atingida a VUP quando lograse 50% da VUP (Item 14.2.2 da NBR 15.575-1) com as observações necessárias.

O impacto ambiental gerado na etapa de uso é proporcional à sua duração. Esse impacto é decorrente do próprio uso (consumo de energia, água, contaminação do solo, entre outros) e também está relacionado à manutenção (consumo de matéria-prima, geração de resíduos, poluição sonora), representando juntos cerca de 75% do valor global de construção (TAVARES, 2009). No mesmo sentido, Tavares e Lamberts (2008) afirmam que uma nova proposta de projeto deverá ser feita para edificações sustentáveis, incluindo os custos de operação, uso e manutenção e, por fim, desmontagem e não apenas custos iniciais.

As medidas relacionadas à sustentabilidade no meio construído devem ser relacionadas tanto aos estágios iniciais quanto aos estágios intermediários como a construção (UNITED NATIONS, 1992). Entende-se que dentro do ciclo de vida, a etapa de uso é a mais longa durante o período de existência da edificação (os materiais de construção e resíduos tem uma existência que podem perdurar centenas de anos no meio ambiente, mesmo após a edificação deixar de existir).

Diante de tais considerações, o presente trabalho investiga a etapa de uso e manutenção da edificação, em especial, as residenciais. Portanto, relaciona a sustentabilidade à durabilidade através da manutenibilidade dos sistemas (estrutura e espaço) e ampliação da VU, desde a etapa de projeto, de modo a aumentar o desempenho da construção civil. Espectro esse que se desenvolve a seguir.

## 2.3 DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O conceito de desempenho é objeto de estudos há anos, e possui um significado bastante amplo para a sociedade. É importante ressaltar que o conceito de desempenho muda conforme a área. Para a língua portuguesa assume o papel de desempenhar, um objetivo a ser cumprido e pode levar a estabelecer indicadores (MICHAELIS, 2017) de processo, produto e resultado. Quando relacionado à construção civil, a pesquisa sobre o assunto foi impulsionada pela revolução industrial, uma vez que muitos países buscavam a redução de custos e inovavam tendo em vista a racionalização e a industrialização dos sistemas construtivos, necessários para suprir o déficit habitacional (BORGES, 2008).

Porém, o conceito de desempenho na construção de edificações existe há mais de 4.000 anos, quando o Código de Hamurabi afirmava que se um construtor constrói uma casa para um homem e essa cair sobre esse e matar o proprietário, o construtor deverá morrer. Este Código dá origem a um requisito de desempenho, pois está associado a um requisito de segurança estrutural, sem mencionar forma, material ou dimensões da edificação. Da mesma forma, o arquiteto romano Marcus Vitruvius Pollio nos seus *Dez Livros de Arquitetura*, especifica o desempenho dos edifícios para atender aos requerimentos dos usuários (GROSS, 1996).

Apesar das antigas recomendações baseadas em desempenho, apenas recentemente os países estabeleceram ações relacionadas a códigos de construção baseados nesse conceito. Na América do Norte o *National Bureau of Standards* (NBS), atualmente *National Institute of Standards in Technology* (NIST), recomendava que os códigos de construção deveriam possuir requisitos baseados em desempenho, com o intuito de desobstruir o progresso da indústria da construção. Da mesma forma, no Reino Unido, em 1936, recomendava-se que os regulamentos determinassem o desempenho deixando em aberto os meios para atingi-los. A França, em 1947, cria o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB) como um centro estatal para dar suporte para os produtos inovadores. Mais tarde (em 1976) os países Nórdicos (Dinamarca, Finlândia, Noruega, Suécia e Islândia) instituíram um comitê Nórdico para



Regulamentação da Construção (BONIN, 2017). A partir da década de 1970 encontros entre entidades ligadas à comunidade técnica internacional juntaram esforços para cooperar na pesquisa relacionada ao desempenho na construção.

Com iniciativa do *Research Laboratories for Materials and Structures* (RILEM), da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) e do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB), realizou-se o primeiro Simpósio Internacional sobre o Conceito de Desempenho nas Edificações, na Filadélfia em 1972. O resultado desse encontro foi publicado em cadernos e teve ênfase na pesquisa, conceito e desenvolvimento de programas, quando ainda não havia atenção para o desenvolvimento de normas de construção baseadas em desempenho (GROSS, 1996).

Nas últimas décadas o destaque é para o CIB, que desde os anos 1970 estuda o tema de maneira estruturada. O conceito de desempenho consolidado no meio acadêmico, atualmente, foi definindo em 1982 no Relatório número 64 do CIB (apud GIBSON, 1982, p.4) como sendo a “abordagem de desempenho é, primeiramente e acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios” A definição considera, ainda, que “a preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como esta deve ser construída” (op. cit., p.4).

O relatório também destaca que a abordagem baseada em desempenho é a aplicação de uma análise rigorosa e um método científico do estudo do funcionamento das edificações. Os requerimentos de desempenho contrastam com as especificações prescritivas, uma vez que os requisitos de desempenho se concentram no resultado final enquanto as especificações descrevem os meios em detrimento dos fins e preocupa-se com o tipo e qualidade do material. Nessa direção, o referido Relatório compara as especificações prescritivas com receitas, contudo, ainda que de mais fácil compreensão os requisitos prescritivos prejudicam o desenvolvimento de soluções mais eficientes e econômicas para o setor (GIBSON, 1982).

O desempenho de um produto é, portanto, a capacidade de atender às funções para as quais foi projetado, apresentando as características necessárias para cumprir a finalidade de uso. Na construção civil, o desempenho é entendido como o atendimento ao usuário ao longo do CV das edificações, ou seja, está

associado ao comportamento do edifício quando em utilização (BORGES, 2008).

Tanto a ISO 6241 (ISO,1984) quanto a NBR 15.575 (ABNT, 2013a) definem uma lista de requisitos de desempenho para os usuários de edificações. A ISO pretende ser um guia para a seleção dos requisitos para o desenvolvimento de normas de desempenho. São 14 requisitos: estabilidade, resistência ao fogo, segurança em uso, estanqueidade, umidade, pureza do ar, desempenho acústico, visual, tátil e antropodinâmico, higiene, durabilidade e requisitos econômicos. Essa Norma, apesar de sua data de publicação, já tratava de assuntos relevantes para a atualidade, como VU e o aspecto econômico, contudo o aspecto ambiental ficou de fora dos requisitos de desempenho.

O CIB criou a uma agenda de trabalho com o tema *Performance Based Building* (PeBBu), em português, Construção Baseada no Desempenho, que é um programa de estudo de desempenho na construção, prioridade na agenda de 1998 até 2006 (LEE; BARRETT, 2003). Assim, a Comunidade Europeia funda a Rede PeBBu em 2000, para desenvolver ações e pesquisas com foco na aplicação de desempenho nas construções em um ambiente competitivo e sustentável, liderada pelo CIB. No Relatório Internacional do Estado da Arte sobre Construções Baseadas no Desempenho (BECKER; FOLIENSTE, 2005) é feita uma caracterização das ações do PeBBu, como por exemplo:

a) descrição de como um edifício irá operar e não especificações de como ele deve ser construído;

b) focar mais nos requisitos do usuário final do que nos do construtor;

c) quantificar o nível de desempenho que um material, sistema, montagem, componentes, projeto e método construtivo deve obter para satisfazer as necessidades da sociedade e dos clientes;

d) considerar os custos de todo o CV;

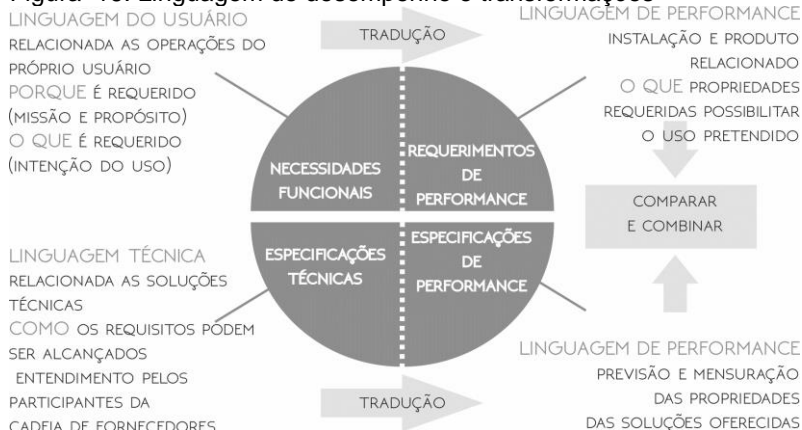
e) evitar superdimensionamento e subdimensionamento através da combinação exata dos requisitos do usuário e da edificação;

f) incentivar a inovação de materiais, componentes, sistemas e projetos;

g) determinar o desempenho de acordo com normas e padrões que refletem as expectativas sociais.

A PeBBu definiu uma linguagem de desempenho intermediária entre os requisitos funcionais e as soluções técnicas. Os requisitos relacionados com o produto devem expressar as propriedades que os recursos devem ter para possibilitar o uso pretendido. As necessidades funcionais são traduzidas em requisitos de desempenho e as especificações técnicas são traduzidas em especificações de desempenho (Figura 16).

Figura 16: Linguagem de desempenho e transformações



Fonte: Adaptado de BECKER; FOLIENTE (2005).

A definição dos requisitos dos usuários é baseada em pesquisas sobre o comportamento e necessidade desses. Os requisitos dos usuários das edificações são por eles fornecidos de maneira vaga e usualmente qualitativa (linguagem do usuário), como, por exemplo, ambiente silencioso. Para poder ser medida deve ser transformada em um requisito do usuário (linguagem de performance) traduzindo-se o enunciado para um parâmetro (qualitativo ou quantitativo) relacionado à edificação como, por exemplo, o nível de ruído máximo durante o horário de estudo deve ser 30 dB (A). Ao combinar um requisito do usuário com o contexto da edificação e seu uso, é possível elaborar uma lista de requisitos de desempenho (linguagem de performance) - o nível máximo de ruído durante a aula deverá ser de 30dB (A) quando o ruído externo é de 65dB (A). Transforma-se, assim, uma informação vaga (silencioso) para um requisito averiguável de vedações com 40dB (A), por exemplo, relacionando usuário e necessidades em um contexto de uso.

Quanto às definições de desempenho da NBR 15.575 (ABNT, 2013a), responsável por orientar as avaliações de desempenho no Brasil, essa estabelece requisitos e critérios para o sistema construtivo e seus componentes, independente do material com que são compostos. Os requisitos são qualitativos (como função) e quantitativos (VU). O desempenho dentro da NBR 15.575 (ABNT, 2013a) atende aos requisitos do usuário: segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

A primeira parte da Norma de Desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013a) determina os métodos de avaliação para verificação de requisitos, podendo ser por meio de protótipos, simulação, análise de projeto e inspeções. Os requisitos apresentados pela Norma são relacionados ao desempenho do edifício habitacional, de forma prescritiva quanto ao comportamento da edificação e não do sistema construtivo. Em função da importância dessa normativa nos contornos deste estudo, outros itens relativos à Norma de Desempenho NBR 15.575 são abordadas no Capítulo na sequência.

### **2.3.1 A norma brasileira de desempenho: a NBR 15.575**

Na década de 1970, o Banco Nacional da Habitação (BNH) era a maior instituição financiadora de habitação social no Brasil. O BNH contratou no final de sua existência o IPT que produziu uma série de pesquisas relacionadas a desempenho, normalização e avaliação de desempenho de sistemas e habitações de interesse social (BORGES, 2008; BONIN, 2017).

Extinto em 1986, o BNH repassou as suas atribuições à Caixa Econômica Federal que, em 1997 contrata novamente o IPT para elaborar, em 2000, manuais relacionados a Normas Técnicas para Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações, com apoio da agência Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (BORGES, 2008). Em 2004, iniciaram as atividades da Comissão de Estudos do Projeto da Norma Brasileira de Desempenho, que foi publicada, em uma primeira versão, em 2008, tendo entrado em vigência 24 meses após publicação. Em 2010, a ABNT suspendeu a vigência da norma por 12 meses para fins de revisão, chegando a um novo texto publicado em 2012, atualmente em vigência (BONIN, 2017).

Assim, a Norma brasileira busca atender às exigências dos usuários de edificações residenciais, independente do material

constituente das edificações e do sistema construtivo utilizado. O foco da Norma é a avaliação do comportamento em uso, através de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação (ABNT, 2013a). Dessa forma, a normativa busca a diminuição das incertezas, o disciplinamento da cadeia produtiva do setor, a rastreabilidade entre os elos da cadeia produtiva, o estímulo à concorrência e à instrumentação do código de defesa do consumidor (CBIC, 2013).

A Norma Brasileira não é uma lei, porém, a legislação brasileira reconhece a ABNT como entidade responsável pela determinação de desempenho e o seu cumprimento é determinado pelo Código Civil, Código de Defesa do Consumidor, Códigos de Ética Profissional, entre outros. Assim, a NBR 15.575 (ABNT, 2013a) tem como título geral *Edificações habitacionais - Desempenho*, e é dividida em seis partes:

- a) Parte 1: Requisitos gerais;
- b) Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- c) Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;
- d) Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- e) Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- f) Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Além de tais requisitos, a Norma prevê três níveis de desempenho: mínimo (M), intermediário (I) e superior (S), com o intuito de servir de referência para a comparação de custo/benefício entre diferentes edificações disponíveis no mercado. O requisito mínimo deve ser atendido para os diferentes sistemas, sendo o intermediário e o superior eletivos.

Além dos requisitos e dos níveis de desempenho, são estabelecidos pela NBR 15.575 (ABNT, 2013a) os agentes intervenientes e as incumbências técnicas de cada um, com base na NBR 5671 (ABNT, 1991):

- a) Fornecedores: caracterizar o desempenho de acordo com a norma e fornecer o resultado comprobatório do desempenho de seus produtos;
- b) Projetistas: estabelecer a VUP de cada sistema da norma, especificar materiais que cumpram o desempenho mínimo estabelecido na norma com base nas normas prescritivas e no desempenho declarado do fabricante;
- c) Incorporador: identificar os riscos, realizar estudos para alimentar os projetistas;

d) Construtor e incorporador: elaborar manual de operação, uso e manutenção (conforme NBR 14037 e NBR 5674) das Unidades Habitacionais (UH) e áreas comuns;

e) Usuários: realizar a manutenção como condição para assegurar a garantia e VU, utilizar corretamente a edificação.

Nota-se que as regras ficam mais claras quanto às responsabilidades de cada sujeito com a entrada em vigência da NBR 15.575. A Norma traz a responsabilidade para os projetistas de estabelecer, de comum acordo com o empreendedor e, em certos casos, usuários, a VUP de cada elemento e sistema da edificação. Todos os materiais deverão ser compatíveis com a VUP e as atividades de manutenção para atingi-la deve ser garantida (CBIC, 2013).

Por outro lado, para o efetivo seguimento da Norma, os projetistas necessitam do respaldo dos fornecedores na disponibilização de catálogos de caracterização de desempenho dos seus produtos. Esses ainda não são encontrados com facilidade junto aos fabricantes, mesmo nos setores que já obedeciam aos requisitos de desempenho, como os de janelas, por exemplo, não estando à disposição de engenheiros e arquitetos o desempenho de tais produtos.

Síndicos e proprietários devem se basear na NBR 5674 (ABNT, 2012), especialmente em relação ao que está disposto sobre os requisitos de gestão de manutenção do sistema da edificação. Porém, a exigência normativa de manutenção de um sistema complexo (edificação), para um público leigo (moradores e síndicos), com base em um documento de seis páginas (NBR 5674) é um tanto incoerente, tendo em vista a baixa qualidade dos manuais entregues e da falta da capacitação dos executores da manutenção (os usuários).

Na direção dos objetivos deste estudo, salienta-se, por fim, que a Norma Regulamentadora brasileira NBR 15.575 (ABNT, 2013a), tem seus capítulos organizados por elementos da construção, com exigências relativas à:

a) Segurança: segurança estrutural, segurança contra incêndio, segurança de uso e operação;

b) Habitabilidade: estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade e conforto tátil; e, por fim, quanto à

c) Sustentabilidade: impacto ambiental, durabilidade e manutenibilidade.

Embora já abordado, infere-se que em relação à sustentabilidade a referida Norma possui uma visão limitada. Isso, pois não estabelece requisitos e critérios específicos de adequação ambiental e conta somente com recomendações e indicações gerais relativas à consideração de riscos de assoreamento de cursos d'água, racionalização do consumo de recursos naturais, degradação ambiental, consumo de água e energia, certificação de madeira, implementação de Sistema de Gestão de Resíduos nos canteiros de obra (Conforme resolução do CONAMA 307 e 448), verificação e avaliação dos inventários de CV dos componentes e equipamentos, utilização de iluminação e ventilação natural e sistemas alternativos de aquecimento, e, ainda, economia de energia durante a obra (CBIC, 2013). Assim, a sustentabilidade de obras de construção civil segue sendo terreno lacunar e exigente de compreensão e estudos sobre relações com o desempenho. Em face disso, descreve-se prioritariamente sobre essa dimensão, expondo-se com maior zelo sobre desempenho e impacto ambiental, desempenho e durabilidade e, por fim, e o que mais importa aos contornos deste trabalho, desempenho e manutenibilidade.

### 2.3.1.1 Desempenho e impacto ambiental

O desempenho de edificações está relacionado diretamente com a sua sustentabilidade. Os desafios colocados pela Agenda 21 da construção civil estão relacionados, especialmente, ao desempenho das edificações, como o aumento da VU e a eficiência energética. Porém, conceitos relacionados à desempenho na sustentabilidade, como a seleção de materiais ou de uma solução que consuma menos energia ou gere menos resíduos na concepção do projeto, por exemplo, não são abordados na literatura (BORGES, 2008).

Nesse sentido, normas baseadas em desempenho permitem a evolução dos sistemas construtivos, sendo uma das principais vantagens de normatização, aspecto já levantado nas primeiras publicações do NIST nos EUA com o intuito de permitir avanços na indústria da construção.

Quando se fala em sustentabilidade de edificações e novos edifícios mais sustentáveis, Curwell e Cooper (1998) perguntam

se elas realmente precisariam ser construídas. Edificações existentes poderiam atender a novos usos, desde que a partir de seu planejamento houvesse a preocupação com: flexibilidade, adaptabilidade, manutenibilidade e durabilidade. A NBR 5.674 (ABNT, 2012) afirma que a edificação cujo desempenho atingiu níveis inferiores aos mínimos possui um custo social elevado, refletido na qualidade de vida das pessoas.

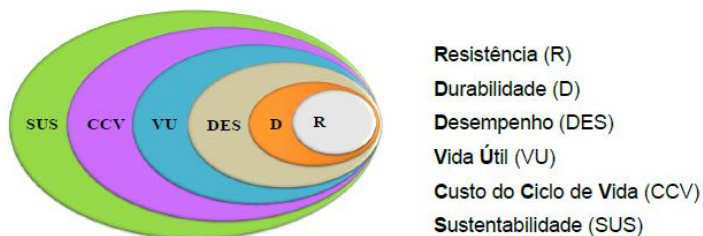
Assim como apontado para a Agenda 21, na Norma de Desempenho brasileira NBR 15.575 (ABNT, 2013a), a abordagem da sustentabilidade e do impacto ambiental é superficial por ser genérica. Apesar de todo o conhecimento desenvolvido nessa área, os dados não revelam uma parametrização e transformação em requisitos de desempenho ambiental exigidos ao longo da VUP, tal como a diminuição de consumo de energia e de matérias-primas (BORGES, 2008).

Estudos voltados a estruturas de concreto, por exemplo, que é o material mais consumido no mundo e predomina nos sistemas estruturais brasileiros, identificaram que ter a resistência (R) como o parâmetro principal às exigências de projeto não é suficiente (POSSAN, 2010). A esse parâmetro, então, foi acrescentado o conceito de durabilidade (D), desempenho (DES) relacionados à variável “uso”. A variável “tempo” foi acrescentada através do conceito de VU (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Posteriormente, em busca de uma maior sustentabilidade foi necessário incluir uma visão mais holística do processo, através do CV, tendo sido incluídos os fatores econômicos e ambientais. O Custo do Ciclo de Vida (CCV) é um conceito que estima o custo de manutenção ao longo da VU, auxilia na melhoria de alternativas de projeto para manutenção e reparos e destinação final de estruturas existentes. Essa evolução é apresentada por Possan e Demoliner (2013) através da Figura 17, onde o projeto sustentável se torna viável.



Figura 17: Evolução conceitual do projeto de estruturas de concreto



Fonte: Possan e Demoliner (2013).

No mesmo sentido, ainda analisando estruturas de concreto, estudos demonstram que um revestimento maior da armadura de estruturas de concreto armado aumentaria a VU deste componente, reduzindo o impacto ambiental, já que o maior mecanismo de degradação do concreto é a corrosão da armadura devido ao processo de carbonatação deste. Sendo assim, um revestimento extra de 5mm em uma estrutura de 20mm de seção, poderia aumentar a VU em cerca de 56%, ou seja, estendê-la de 50 para 78 anos. Ao mesmo tempo esse aumento de espessura geraria um aumento da carga ambiental durante a construção de apenas 8,25% (JOHN; AGOPYAN, 2016).

Do ponto de vista ambiental, a maior durabilidade de edificações leva a um menor consumo de materiais e geração de resíduos, causando menor impacto. Economicamente, uma edificação, com manutenção adequada, permite que componentes e elementos atinjam suas VUP trazendo, também, benefício econômico, já que os elementos não terão de ser substituídos antes da VUP para qual foram projetados.

### 2.3.1.2 Desempenho e durabilidade

A durabilidade, segundo a NBR 15.575-1 (ABNT, 2013a), é definida como a capacidade de uma edificação desempenhar sua função ao longo do tempo, considerando uso e manutenção adequada. Como já posto, no item 4.4 dessa Norma, dentre as exigências do usuário, a durabilidade é um dos fatores relacionados à sustentabilidade.

Assim, a Norma de Desempenho brasileira NBR 15.575 (ABNT, 2013a) entende durabilidade como uma exigência econômica, devido à ligação direta com o custo global do imóvel. O prazo de VU de um projeto deve ser estabelecido pelo projetista e se extingue quando o imóvel “deixa de cumprir as funções que lhe foram atribuídas, seja por degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, seja por obsolescência funcional” (ABNT, 2013 a, p.27).

A durabilidade da edificação através da correta manutenção é um dos meios de reduzir a quantidade de matéria-prima consumida e de resíduo gerado, impactando positivamente no meio ambiente. O aumento da durabilidade também é uma opção para desvincular o desenvolvimento do consumo e, conseqüentemente, reduzir as cargas ambientais (JOHN; AGOPYAN, 2016).

A ISO 13.823 (ABNT, 2008) define a durabilidade como a capacidade de satisfazer, com manutenção, os requisitos de desempenho necessários por um determinado período de tempo. Em algumas línguas (alemão, francês ou romeno, por exemplo) sustentável é traduzido como durável (BORDEAU apud AGOPYAN, 2016). O aumento da durabilidade é uma forma de aumentar a VU dos produtos, o que resulta em uma diminuição de consumo de matérias-primas e reduz a quantidade de resíduos de construção e demolição (incluindo atividades de manutenção) (JOHN; AGOPYAN, 2016).

A durabilidade não é uma propriedade de um material (JOHN; AGOPYAN, 2016) ela depende da qualidade e dos detalhes de projeto, ou seja, é uma questão de conhecimento muito mais do que de recursos. Na produção dos materiais são causadas as maiores cargas ambientais, aumentar a VU tem um impacto de carga ambiental relativamente pequeno em comparação ao da produção.

O conceito de durabilidade é um conceito qualitativo que está associado a um conceito quantitativo, tempo. O período de tempo em que o sistema ou produto deverá cumprir suas funções em bom estado é definido como VU, conforme determina a NBR 15.575 (ABNT, 2013a). Mehta e Monteiro (2008 apud POSSAN; DEMOLINER, 2013) afirmam que durabilidade é uma VU longa. Um produto que manteve as características necessárias para o seu desempenho, frente às condições ambientais, pode ser considerado um produto durável, por ter uma VU longa. O

envelhecimento desse produto é provocado pela alteração das características físico e químicas, deixando de atender a sua função.

Além da degradação do produto a durabilidade também pode ser relacionada à obsolescência (ISO,1984). Essa é decorrente da alteração das exigências do usuário (JOHN; AGYOPAN, 2016) e do ambiente. Assim, a obsolescência é considerada um aspecto sociocultural da durabilidade e não pode ser determinada, uma vez que depende de aspectos não controlados fica difícil de defini-la com precisão. Recomenda-se que produtos ou sistemas com obsolescência mais rápida devam ter a sua substituição facilitada.

Um edifício inteiro pode se tornar obsoleto. A postergação ou prevenção da obsolescência depende das decisões de projeto orientados por princípios de flexibilidade e adaptabilidade. O projeto também deverá prever maneiras de demolição, desmonte (*Design for Disassembly*) e reutilização dos componentes para quando a edificação atingir o final de sua VU. Desse modo, os conceitos de VU, VUP e as adequadas escolhas de soluções tecnológicas, de sistemas, elementos e componentes devem mudar a forma de projetar as edificações, que deve não apenas prever, explicitar e documentar as referidas VUP, mas, também, considerar sobre a manutenibilidade dos sistemas (OKAMOTO, 2015).

### 2.3.1.3 Desempenho e manutenibilidade

As edificações são produtos de consumo que possuem um valor social fundamental, pois permitem a realização da maioria das atividades humanas. Além disso, as edificações possuem um longo tempo de duração (com exceção das edificações efêmeras). Durante esse período deverão atender às necessidades dos usuários de forma adequada e deverão resistir às intempéries e aos agentes ambientais. As habitações são, por muitas vezes, produtos de aquisição única na vida.

A construção tem um alto impacto sobre o ambiente, é inviável que se produzam produtos descartáveis e, assim como outros bens de consumo duráveis, deve ter previsão de dispositivos que facilitem a sua manutenção. As edificações tiradas de uso antes da sua VUP causam transtornos e oneram

custos em recuperação ou demolição, bem como, de necessidade de construção de novas edificações (ABNT, 2012).

A durabilidade de uma construção está associada diretamente à sua manutenibilidade, conforme o item 14.1 da Norma de Desempenho brasileira NBR 15.575 (ABNT, 2013a), ao estabelecer que a VUP será “influenciada positivamente ou negativamente pelas ações de manutenção, intempéries e outros fatores internos de controle do usuário e externos (naturais)” (ABNT, 2013, p.27). A degradação de materiais de construção é inevitável, contudo, muitos de seus agentes causadores podem ser controlados através dessas ações programadas (JOHN; AGOPYAN, 2016).

O conceito de manutenibilidade é definido pela norma inglesa BS 3811(1984 apud CHEW; TAN; KANG, 2004), como a habilidade de um item, em uso, ser mantido ou restaurado a um estado onde os requisitos de desempenho sejam mantidos, através de procedimentos prescritos. A manutenibilidade também é definida como uma característica inerente a um projeto de sistema ou produto (BLANCHARD, 1992). Refere-se, assim, à facilidade, precisão, segurança e economia na execução de ações de manutenção nesse sistema ou produto. A manutenibilidade é a facilidade que se tem de substituir ou reparar algum componente sem ter que danificar ou quebrar demais componentes através de ações programadas.

Os requisitos para a manutenção/manutenibilidade de um edifício e de seus sistemas, de acordo com a Norma de Desempenho brasileira NBR 15.575 (ABNT, 2013a), são:

- a) Manter a capacidade do edifício e sistemas;
- b) Permitir ou favorecer as inspeções prediais;
- c) Permitir ou favorecer intervenções de manutenção previstas no manual de operação, uso e manutenção.

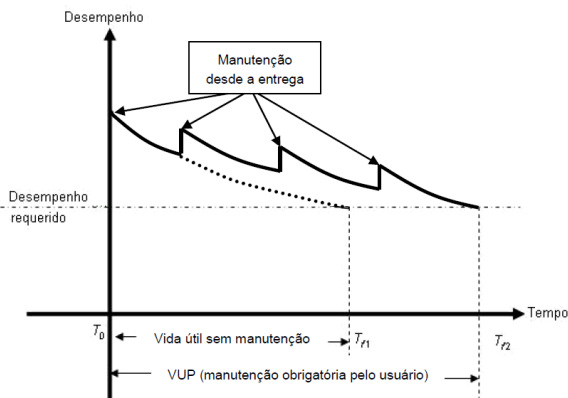
A referida Norma dispõe, embora minimamente, também sobre critérios para avaliação da manutenção/manutenibilidade, consistindo na facilidade ou meio de acesso, previsão em projeto de meios de facilitação de inspeção predial através de suporte para andaimes, balancins ou outro meio que permita a realização da manutenção. O método de avaliação é a análise de projeto e está baseado na concepção dos sistemas e meios que favoreçam a inspeção (ABNT, 2013a). A norma de desempenho é sucinta em relação ao critério de avaliação de manutenibilidade, pois não

menciona outros mecanismos facilitadores que devem ser previstos em projeto como *shafts* inspecionáveis, por exemplo.

A Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) (2012) estabelece que, para avaliação da manutenção e uso da edificação e seus sistemas, deverá ser considerado o aspecto relativo à garantia da condição de execução das atividades propostas no Plano de Manutenção por meio do acesso aos equipamentos e sistemas. A Norma ainda estabelece que as condições de segurança para o mantenedor e o usuário deverão ser preservadas durante a execução da manutenção.

É preciso destacar, novamente, que a Norma de Desempenho (NBR 15.575) determina uma durabilidade mínima para os sistemas e componentes. Esse desempenho é garantido com manutenções periódicas e uso adequado da edificação. Conforme o tempo passa, o desempenho cai e as manutenções se tornam necessárias periodicamente para que seu desempenho atenda às necessidades dos usuários (Figura 18).

Figura 18: Desempenho da edificação ao longo do tempo



Fonte: ABNT (2013).

Como é possível verificar na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o desempenho inicial decai e, ao longo do tempo, as manutenções mantêm a VUP ( $T_2$ ) por meio da manutenção. Porém, se o desempenho inicial for próximo ao requerido, mesmo com a manutenção não é possível manter o desempenho mínimo. O desempenho inicial de uma edificação deverá ser superior ao

mínimo exigido pela norma, para que no final da VU atenda à função para a qual foi projetado. Elementos com desempenho requerido mínimo terão uma VUP pequena e deverão ser facilmente substituídos (manutenção devido à perda da durabilidade).

Apesar das necessidades de avanço, a preocupação com a manutenção vem crescendo, com uma nova cultura de construção voltada para a sustentabilidade, primando pelo desempenho, durabilidade e prolongamento da VU. Nessa cultura é necessário que se pense o processo de construção não apenas até a obra entregue, mas quando enquanto ela estiver sendo utilizada e até o seu desmonte ou demolição e destino correto para cada componente.

Assim, a manutenibilidade também está associada ao conceito de confiabilidade. Esse tem origem na indústria de aeronaves na década de 1960, e orientava a manutenção das máquinas. No final do século XX e início do século XXI estudos foram direcionados para a otimização de custos, focando na confiabilidade e nos esforços de manutenção, através da medição de ciclos de falha e frequência necessária de manutenção (CHEW; TAN; KANG, 2004; GARG; DESHMUKH, 2006). A confiabilidade é, assim, a probabilidade de um sistema realizar a função para a qual foi projetado, dentro de condições específicas e pelo período de tempo previsto.

## 2.4 VIDA ÚTIL E VIDA ÚTIL DE PROJETO

Os edifícios são compostos de materiais diversos com CV diversos, sendo que os mais deterioráveis deverão ter sua substituição mais facilitada do que os com maior durabilidade. A previsão de VU de um material implica o conhecimento da durabilidade do mesmo (SANTOS, 2010).

A NBR 15.575-1 (ABNT, 2013a) trata do desempenho das edificações e especifica as durabilidades mínimas dos componentes e sistemas das edificações residenciais. Assim, a VU (*service life*) é uma maneira de mensuração da expectativa de duração de um produto, definida pela referida Norma como o tempo em que um edifício ou sistema atende à função para a qual foi projetado e construído, mantendo a periodicidade de manutenção e correto uso. A definição utilizada nesta pesquisa é a da Norma de Desempenho brasileira NBR 15.575 (ABNT,

2013a) ainda que necessite de revisão. Porém, possibilita um melhor entendimento das demais normas brasileiras (NBR 5674 e NBR 14.037).

A ISO 13.823 define VU como o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura qualquer de seus componentes satisfaz os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo. A ASTM E 623-81 (apud BRANCO; GARRIDO, 2012) define VU como um período de tempo que um produto/material, depois de entrar em utilização, permanece com todas as suas propriedades relevantes acima de níveis mínimos aceitáveis, considerando uma manutenção corrente.

A par desses conceitos, retomando-se a Norma de Desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013a), tem-se que a VU depende do projeto, ou da VUP, dos materiais, do uso e operação correto e manutenção periódica de acordo com o Manual do Usuário. Além disso, existem os intervenientes que não se podem controlar, como alterações climáticas e mudanças no entorno. A ISO 6.241 (ISO, 1984) ressalta que os materiais, sistemas e subsistemas da edificação deverão ter características como durabilidade, resistência mecânica e às intempéries e ao fogo. Um procedimento específico é adotado na ISO 15.686-1 (ISO, 2011) para a determinação de VU.

Depreende-se do conceito de VU, outros dois, vida útil funcional (VUF) e vida útil estrutural (VUE). O primeiro refere-se ao tempo em que um sistema atende a função para que foi projetado com o desempenho exigido. O sistema, contudo, é projetada para ter uma VU superior, à qual se chama VUE, referindo-se ao tempo que o sistema suporta a função projetada (BRANCO; PAULO; GARRIDO, 2013). A VUF deverá, através dos benefícios da sua função, superar economicamente o custo de construção. É nesse sentido que se conceitua e destaca a importância da VUP.

O planejamento da VU deve conter as etapas de: definição da VUP, previsão da VU dos componentes e a seleção de componentes através de VU estimada para minimizar o custo global (JOHN; AGOPYAN, 2016). Nessa direção, a NBR 15.575 (ABNT, 2013a) define a VUP (*design life*) como uma estimativa teórica de tempo que compõe o tempo de VU (item 3.43). E, da mesma forma com que a VU é um período de tempo para qual o sistema foi projetado para atender os requisitos mínimos de

desempenho, o seu planejamento busca garantir que a VUP seja alcançada e, ainda, otimiza o custo global que inclui todos os custos (planejamento, projeto, compra, operação, manutenção e demolição). A VUP é, basicamente, uma expressão de caráter econômico de uma exigência dos usuários. Consiste, assim, em uma relação prévia entre custo global *versus* usufruto do bem, estimando um prazo mínimo para proteção do usuário (ABNT, 2013a).

Surge, assim, o conceito de Vida Útil Estimada de Componentes (VUEC), definido pela ISO 15.686-2 (ISO, 2012) e calculado como produto da Vida Útil de Referência do Componente (VURC) por fatores pré-definidos: quantidade de componentes, nível de projeto, nível de execução de serviço, ambiente interno, ambiente externo, condições de uso e nível de manutenção.

Quanto à VUP, a Norma de Desempenho (ABNT, 2013a) determina que é de inteira responsabilidade dos projetistas, construtores e incorporadores determiná-la. Porém, esses não poderão ser responsáveis pela VU, uma vez que ela depende do correto uso e operação do edifício que deverá ser realizado pelo proprietário. O valor da VU é uma composição do valor teórico de VUP influenciado positivamente ou negativamente pelas ações de manutenção.

O valor teórico de VUP mínimo é definido pela norma NBR 15.575 (ABNT, 2013a) em seu Anexo C, conforme Tabela 2, considerando a periodicidade e processo de manutenção de acordo com o Manual do Usuário e NBR 14.037 (ABNT, 2011).

Tabela 2 : Vida útil de projeto (VUP)

SISTEMA	VUP – mínima (anos)	VUP – Intermediário	VUP- superior
Cobertura	≥20	≥25	≥30
Estrutura	≥ 50 (ABNT NBR 8681-2003)	≥63	≥ 75
Hidrossanitário	≥20	≥25	≥30
Pisos internos	≥ 13	≥17	≥20
Vedação vertical externa	≥40	≥50	≥60
Vedação vertical interna	≥20	≥25	≥30

Fonte: Adaptado da NBR 15.575-1 (ABNT, 2013a).



Os prazos de VUP da norma são estabelecidos em três níveis, assim como os demais critérios da norma: mínimo, intermediário e superior. O estabelecimento de critérios de VUP maiores que o mínimo pretendem ser balizadores do que é possível ser obtido tanto tecnicamente quanto economicamente. VUP superiores colaboram para a redução do custo de manutenção ao longo do tempo e induzem o mercado a desenvolver soluções que atendam, além da VUP mínima, uma busca por melhor custo-benefício (CBIC, 2013).

A NBR 15.575 (ABNT, 2013a) estabelece que ao atingir 50% da VUP, desde que não tenha sofrido intervenções significativas fora as manutenções previstas, considera-se atendido o requisito da VUP. As intervenções significativas são as que possuem custo de reposição superior ao custo inicial ou quando o comprometimento da durabilidade afeta as demais partes do edifício (ABNT, 2013a).

Para determinação da VUP os projetistas devem considerar o material, as características do entorno (urbanísticas, ambientais, climáticas), o tipo de uso e o cronograma físico financeiro para definição de tecnologias e VUP adequadas para a obra. É necessário considerar a facilidade necessária para manutenção das soluções ao longo do tempo e, ainda, é recomendado o planejamento para desconstrução ao final da VU (CBIC, 2013).

A norma canadense CSA S478-95 *Guideline on Durability in Buildings* (apud SANTOS, 2010) estabelece uma relação mais próxima entre a VUP e as expectativas (requisitos) dos usuários ou donos da edificação, conforme tem-se na Tabela 3. Os requisitos de durabilidade variam com as características dos edifícios dependendo da categoria do componente, dividindo as categorias de VUP em: temporárias, curta duração, média duração, longa duração e permanente.

Tabela 3: Categorias de VUP (CSA, 1995 apud SANTOS, 2010)

Categoria	VUP para edifícios	Exemplos de edifícios enquadrados
Temporários	Até 10 anos	Construções não permanentes, escritórios de venda, construções para exposições temporárias.
Curta duração	10 a 24 anos	Salas de aula temporárias.
Média duração	25 a 49 anos	Construções industriais, estacionamentos.
Longa duração	50 a 99 anos	Habitações, edifícios comerciais.
Permanente	Mínimo 100 anos	Monumentos, galerias de arte, patrimônio.

Fonte: Adaptado de CSA (1995 apud SANTOS, 2010).

A norma canadense CSA S478-95 prevê, ainda, uma VUP mínima de edificações residenciais de 50 anos, como sugere também a norma ISO 15686-1 (Tabela 4). Quando os parâmetros de durabilidade e VUP são propriamente considerados, a previsão de VUP não é tão simples seguindo um tipo de uso ou durabilidade mínima de componentes prevista em norma. É necessário considerar o tipo de sistema construtivo, a energia incorporada e de uso ao longo do tempo. Um galpão de madeira com 100 anos, por exemplo, que ainda atende aos requisitos de uso, tem uma VU que permite que as árvores replantadas no lugar das que foram cortadas para sua produção alcancem a maturidade e absorvam o impacto ambiental gerado para a sua produção. Se o galpão possuísse a VUP estabelecida, conforme os padrões atuais, provavelmente não estaria em uso (KESIK, 2002).

Tabela 4: Duração mínima da VUP como sugerida pela norma ISO 15686-1

VUP	Elementos inacessíveis ou estruturais	Elementos de manutenção difícil ou onerosa	Elementos facilmente substituíveis	Instalações de serviços e trabalhos exteriores
<b>Ilimitada</b>	Ilimitada	100	40	25
<b>150</b>	150	100	40	25
<b>100</b>	100	100	40	25
<b>60</b>	60	60	40	25
<b>25</b>	25	25	25	25
<b>15</b>	15	15	15	15
<b>10</b>	10	10	10	10

Fonte: Adaptado de ISO 15.686-1 (ISO, 2011).

Comparando-se a Tabela 3, utilizada pela norma canadense CSA S478-95 com a Tabela 4, estabelecida pela ISO 15686-1, é possível verificar diferentes tipos de propostas de VUP sugeridos. A norma canadense sugere, além da classificação conforme o tipo de edificação, a VUP dos elementos e componentes em outra planilha. Enquanto a norma brasileira de desempenho classifica a VUP de cada elemento, componente e sistema, através de critérios como efeito da falha e custo de manutenção, a ISO (Tabela 4) determina as durabilidades dos elementos e instalações de acordo com a VUP de projeto (de 10 anos a ilimitado) e facilidade de manutenção. A diferença entre a VUP do

edifício e das instalações externas (que teriam fácil acesso) é de no máximo seis vezes (para VUP de um edifício de 150 anos, por exemplo) ou 16%.

Na norma brasileira NBR 15.575-1 tem-se componentes que podem ter até 5% da VUP da estrutura (Quadro 3), que seria a maior VUP correspondente a de um edifício, somente válida para componentes, sistemas e elementos que podem ter 8% da VUP do edifício. Essa grande diferença de VUP entre edificação e de seus componentes, que chega a vinte vezes para componentes, requer que o componente seja substituído diversas vezes durante o período de VUP da edificação. Apesar de classificado como substituível e com baixo custo de manutenção, não é especificada a facilidade de acesso a esse componente, o que pode gerar a danificação de outros elementos da edificação conectados ao componente em final de VU.

Quadro 3: Adaptação da tabela C.4 da NBR 15.575-1: critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício

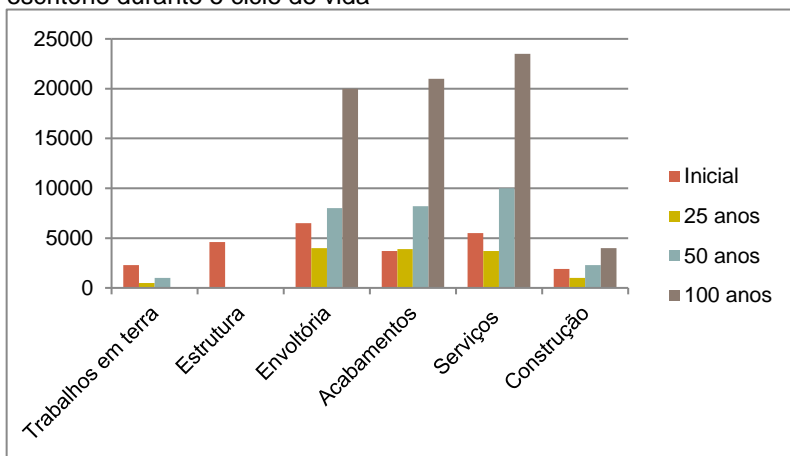
Valor sugerido de VUP para os sistemas	Efeito da falha	Categoria de VUP	Categoria de custos
<b>Elementos e componentes</b>	<b>(Tabela C.1)</b>	<b>(Tabela C.2)</b>	<b>(Tabela C.3)</b>
Entre 5% e 8% da VUP da estrutura	Sem problemas excepcionais.	Substituível.	<i>Baixo custo de manutenção.</i>
Entre 8% e 15% da VUP da estrutura	Sem problemas excepcionais.	Substituível.	<i>Médio custo de manutenção ou reparação.</i>
Entre 15% e 25% da VUP da estrutura	Comprometer a segurança de uso.	Substituível.	<i>Médio ou alto custo de manutenção ou reparação.</i>
Entre 25% e 40% da VUP da estrutura	Interrupção do uso do edifício.	Manutenível.	<i>Custo de reposição superior ao custo inicial.</i>
Entre 40% e 80% da VUP da estrutura	Perigo a vida Risco de ser ferido; Perigo à saúde.	Manutenível.	<i>Custo de reposição muito superior ao custo inicial.</i>
Igual a 100% da VUP da estrutura	Risco de ser ferido; Perigo à saúde; Interrupção do uso do edifício.	Não-manutenível.	Qualquer.

Fonte: Adaptado de NBR 15.575-1 (ABNT, 2013a).

A determinação da VUP para componentes e elementos conforme esse critério para a edificação como um todo, dependerá da facilidade de acesso para manutenção, o que permite ao projetista especificar os valores. Além disso, elementos e componentes com uma VUP reduzida requerem substituição e alta manutenção, o que predispõe o sistema a falhas devido ao baixo fator de confiabilidade do usuário (responsável pela manutenção) (GOMIDE, 2007a).

Um estudo canadense simulou a energia incorporada em edifício de escritórios ao longo dos cem anos da VUP, conforme as especificações da norma canadense CSA S478-95 (Figura 19). Normalmente, edifícios não teriam energia incorporada ao longo da VU. É o caso da estrutura que tem a mesma VU do edifício. Contudo, passados 25 anos, um prédio de escritório terá um aumento de quase 57% na energia inicial incorporada. Isso se deve aos sistemas de envoltória, por exemplo, os que têm elementos com VUP de 25 anos. Aos cem anos de existência, a edificação, com essa diferença de VU entre os principais sistemas que compõem o edifício, terá um aumento de 325% na energia incorporada inicialmente, resultado da durabilidade subutilizada e prematuramente gasta (KESIK, 2002).

Figura 19: Comparação de energia incorporada inicial para edifício de escritório durante o ciclo de vida



Fonte: Adaptado de Cole e Keman (1996 apud KESIK, 2002).

### 2.4.1 Prazo de garantia

Para alcançar o desempenho desejável os sistemas, que compõem o edifício, devem ser submetidos às condições de uso para as quais foram projetados. A norma de desempenho estabelece diretrizes de garantia para os sistemas da edificação. Apesar de a norma não tratar de prazos de garantia para elementos e componentes, ela traz no seu “Anexo D” uma tabela com os prazos de garantias recomendadas e usualmente praticados pelo setor da construção civil para os diferentes sistemas, elementos e componentes (ABNT, 2013; CBIC, 2013).

Segundo a NBR 15.575-1 o prazo de garantia é o período de tempo previsto em lei que o consumidor possui para reclamar de vícios verificados em produtos duráveis adquiridos. Ela ainda define o prazo de garantia certificada que é o período de tempo acima do prazo de garantia legal oferecido voluntariamente pelo fornecedor em forma de certificado ou contrato para cada componente do produto (ABNT, 2013a).

O prazo de garantia é um prazo de responsabilidade legal definido pelo Código Civil, artigo 618 como cinco anos pela solidez (BRASIL, 2002). A contagem do prazo é a partir da expedição da certidão de “habite-se”. Durante o prazo de garantia o ônus da

prova é do construtor, que deverá provar que o problema não é originário da construção. Poderia ser um período de desempenho assegurado pelos construtores (BORGES, SABBATINI, 2008).

O Código de Defesa do Consumidor (CDC) define nos artigos de 12 à 25 os vícios de qualidade em dois: de inadequação e de insegurança (PROCON, 1999). Os vícios de construção relacionados a qualidade estão entre os principais problemas de relacionamento entre consumidores e construtores (SILVA, 2003).

#### **2.4.2 Obsolescência**

A obsolescência é um problema da durabilidade e está relacionado, portanto, à Vida Útil. A durabilidade de um produto acaba quando ele deixa de cumprir as funções que lhe foram atribuídas (ABNT, 2013a), a perda de capacidade de cumpri-las pode ser por degradação e diminuição do desempenho ou mudança nos requisitos dos usuários.

O conceito e tipos de obsolescência diferem entre autores. Para a norma de desempenho brasileira a degradação da edificação e de suas partes é a obsolescência funcional e determina o fim da Vida Útil (AZAMBUJA, 2013). A obsolescência funcional pode ser também um processo de mudança nas exigências do usuário e não uma degradação física (SANTOS, 2010). A sociedade passa por diversas mudanças e estas não são facilmente previstas, o que dificulta o controle sobre a obsolescência funcional (JOHN, AGOPYAN, 2016).

Sob o ponto de vista do desempenho a obsolescência é a incapacidade de satisfazer requisitos, geralmente maiores, de desempenho (CIB, 2003). A ISO 15.686-1 define obsolescência como a perda de aptidão para desempenhar as funções devido a alterações no nível de exigência. A norma distingue três tipos de obsolescência:

- a) Obsolescência Funcional: quando a função já não é requerida. Ex.: Instalações desnecessárias, processo industrial obsoleto.
- b) Obsolescência Tecnológica: novas alternativas com melhor desempenho, mudança de padrão de uso. Ex.: mudança de isolamento térmico com melhor desempenho.

- c) **Obsolescência Econômica:** item permanece funcional, porém menos eficiente e econômico que novas alternativas. Ex.: mudança no sistema de resfriamento (ISO, 2011).

A continuidade de uso e produção das edificações prolonga também a utilização das tecnologias em prejuízo às novas tecnologias disponíveis (AZAMBUJA, 2013). Este conceito está relacionado à obsolescência tecnológica: uma solução em uso é ultrapassada por uma nova tecnologia que permite um melhor desempenho. Ainda que esta tecnologia ainda satisfaça os requisitos funcionais (COOPER, 1994). Como é o caso de tecnologias relacionadas aos sistemas de iluminação, por exemplo, que passaram ao final do século XX das luminárias com lâmpadas incandescentes, para fluorescentes e LED introduzidas em 1999.

Outro conceito é a obsolescência estética ou da moda que é quando o padrão estético do produto sai da moda (COOPER, 1994). Na edificação os componentes de acabamentos, especialmente os revestimentos, tem forte relação com obsolescência estética. Os padrões de revestimentos mudam a cada ano, ainda que não ocorra a evolução tecnológica (AZAMBUJA, 2013). Isto muito se assemelha com a indústria da moda e coleções sazonais que visam a maximização de lucro. Apesar das edificações alcançarem um longo ciclo de vida (50/60 anos), sistemas e acabamentos tem um ciclo de alteração de 7 à 10 anos (Curwell e Cooper, 1998). A facilitação de substituição de componentes que podem se tornar ultrapassados com mais facilidade é uma das maneiras de minimizar as ações ambientais relativas à obsolescência (SANTOS *et al*, 2011).

## 2.5 MANUTENÇÃO E MANUTENIBILIDADE

Segundo a norma brasileira de desempenho para se alcançar a VUP é dever dos usuários a realização da manutenção prevista no Manual de manutenção, uso e operação, de acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012).

A manutenção pode ser definida como a preservação do edifício construído em condições semelhantes às do estado inicial (SELLY *apud* BONIN, 1988). Entretanto, o objetivo de manutenção não deve ser apenas manter as condições originais de desempenho, mas acompanhar a dinâmica dos requisitos do

usuário e a modernização da edificação e componentes, podendo ultrapassar o desempenho original da edificação (BONIN, 1988).

A evolução do conceito de manutenção acompanha as mudanças no sistema de produção. Até a década de 1970 a manutenção era vista como um mal necessário, uma questão técnica de reparo, mas não integrada ao projeto do produto (WAYENBERGH; PINTELON, 2002 *apud* SANCHES *et al*, 2015). Na construção civil, a manutenção é o trabalho para manter, restaurar e melhorar a edificação, seus sistemas, componentes e elementos (EL-HARAM; HORNER, 2002 *apud* SANCHES *et al*, 2015).

A manutenção influencia no ciclo de vida da edificação. As decisões tomadas em projeto determinam a **manutenibilidade** e as demandas de serviços de manutenção. A manutenção é um fator determinante para a qualidade do ciclo de vida da edificação (SANCHES *et al*, 2015).

A busca por tecnologias na construção civil prioriza a redução de custos e aumento da produtividade, sendo as questões relacionadas à etapa de uso (desempenho e manutenção) deixadas em segundo plano (SANCHES *et al*, 2015).

A manutenção de edifícios envolve múltiplos aspectos relativos ao tipo ou finalidade, origem do problema, estratégias, periodicidade e origem da necessidade de manutenção (BONIN, 1988) (Quadro ).

Quadro 4 - Classificação da manutenção segundo BONIN (1988)

Classificação	Subclassificação	Objetivo
Tipos de manutenção	Conservação	Manter condições adequadas de uso. Rotineira
	Reparação	Manter nível de desempenho acima do mínimo, sem ultrapassar o desempenho inicial. Preventiva e corretiva.
	Restauração	Recuperar nível de desempenho de componente/elemento/sistema que atingiu nível mínimo. Envolve substituição. Corretiva.
	Modernização	Superar nível de desempenho inicial para satisfazer as alterações necessidades dos usuários; Preventiva e corretiva.
Estratégia de manutenção	Preventivas	Manutenção propriamente dita, evita o aparecimento de problemas.
	Corretivas	Corrige problemas de componentes/elementos/sistemas que atingiram nível mínimo de desempenho.
	Preditivas	Antecipação de problemas de difícil detecção antes da necessidade de ações corretivas.

(continua)



(continuação) Quadro 4 - Classificação da manutenção segundo BONIN (1988)

Classificação	Subclassificação	Objetivo	
Origem dos problemas	Evitáveis	Decorrentes de falhas na concepção/execução do edifício.	
	Inevitáveis	Decorrentes de fatores de degradação.	
Origem da necessidade	Perda de durabilidade	Relacionada com a VU dos componentes degradados com o desgaste natural pelos intervenientes previstos	
	Presença de patologias	Degradação imprevista que acelera o processo de degradação.	
	Mudança de necessidade de usuários	Dinamismo das necessidades dos usuários ao longo do tempo e alteração dos requisitos dos usuários.	
Periodicidade	Rotineira	Conservação, operações diárias executadas pelos usuários.	
	Periódica	Programas pré-estabelecido, equipes fixas para serviços programados.	
	Emergencial	Atividades não programadas de necessidade imediata para permitir continuidade no uso. Atividade corretiva.	

Fonte: Adaptado de BONIN (1988)

A Norma que define as ações de manutenção no Brasil é a NBR 5.674 (ABNT, 2012) “Manutenção de edificações – Procedimento”. Define a manutenção como atividades a serem realizadas para recuperar a capacidade de funcionamento de uma edificação ou suas partes para atender com segurança à necessidade de seus usuários. A manutenção tem um custo

relevante em relação ao custo global da edificação e, portanto não deverá ser feito de improviso. Trata-se de um serviço técnico especializado que para obter uma maior eficiência deve ser organizado através de procedimentos organizados segundo a NBR 5.674 (ABNT, 2012).

A mesma definição da NBR 5674 é adotada na NBR 15575, fazendo menção a VU: atividades realizadas ao longo da VU para conservar ou recuperar a capacidade funcional (ABNT, 2013a). Esse conceito pode ser complementado com a definição do *British Standards Institute* como o trabalho realizado para além de manter e restaurar, ou seja, melhorar cada parte da edificação para conservar a utilidade e o valor da edificação (BSI, 1984 *apud* CHEW; TAN; KANG, 2004).

### **2.5.1 Manual do usuário**

A Norma NBR 14.037 (ABNT, 2011) “Manual de operação, uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação” foi lançada em 1998 e sofreu atualizações em 2011. A norma contém um manual de operação e uso que descreve os procedimentos e as diretrizes que devem compor o manual do usuário. O Manual do Usuário é uma ferramenta que deve conter todos os procedimentos para a manutenção e operação da edificação, incluindo manutenção de equipamentos, componentes, revestimentos, instalações.

O manual do usuário define as responsabilidades do construtor e fornece aos usuários informações relevantes para o correto uso e manutenção da edificação. Além disto, determina os prazos mínimos de manutenção previstos para que a edificação alcance a VU prevista em projeto (SANTOS, 2003).

O fornecimento do Manual das Edificações visa minimizar ocorrência de reclamações originadas por mau uso do imóvel e evita a responsabilização do fornecedor por falhas ocasionadas por desgaste natural ou falta de manutenção (SANTOS, 2003).

No Manual de Operação, Uso e Manutenção são definidas as finalidades deste como:

- d) Informar as características técnicas da edificação;
- e) Descrever procedimentos para uso da edificação;
- f) Orientar as atividades de manutenção;

- g) Prevenir acidentes decorrentes de falhas causadas por uso inadequado;
- h) Contribuir para o aumento da durabilidade da edificação (ABNT, 2011)

A norma também estabelece os conteúdos mínimos do manual:

- a) Descrição da edificação construída (gráfica e escrita) com informações sobre sistema construtivo, limites de uso da edificação, etc;
- b) Procedimentos para colocação em uso da edificação (ligação de serviços públicos, instalação de equipamentos, etc);
- c) Procedimentos para operação e uso da edificação (localização de controles, riscos inerentes ao uso e operação, procedimento quando do mau funcionamento, etc.);
- d) Procedimento para situações de emergência;
- e) Recomendações para inspeções técnicas;
- f) Recomendações de manutenção;
- g) Informações de responsabilidades e garantias.

Também devem ser entregues ao síndico os documentos de data de conclusão de estrutura, habite-se e elaboração do manual e o conjunto de projetos completos atualizado e o síndico ficará responsável pela atualização do manual quando da realização de modificações do edifício original (ABNT, 2011). É necessário destacar que a responsabilidade de elaboração do manual é da empresa construtora, a fornecedora. Para a correta elaboração do Manual é necessária à coleta de informações durante todas as fases da edificação (SANTOS, 2003).

Em estudo realizado em 2005 o pesquisador aponta má qualidade das informações dadas em manuais de operação. No sistema de classificação do autor nove de 13 manuais são classificados como ruins. O que demonstra um descaso com a etapa de mais longa duração no processo construtivo (o uso) (MICHELIN, 2005). Na mesma linha outra pesquisa identificou a partir da visão do usuário que todos 19 manuais coletados no Estado do Rio Grande do Sul atendiam a aproximadamente 25% dos requisitos da ABNT NBR 14.037 (SANTOS, 2003).

Agravando este cenário estão as modernas tecnologias incorporadas às edificações que necessitam de um maior conhecimento técnico para realização (GOMIDE, 2007b). Não basta para o incorporador/construtor entregar o manual para o cliente, é necessário prestar informações para o cliente como instruções *in loco* de demonstração de operação e uso (MICHELIN, 2005).

A manutenção predial tem suma importância nos aspectos jurídicos e sustentáveis das edificações e depende de uma pessoa leiga para realização. A confiabilidade do fator humano deveria acompanhar a evolução dos sistemas. Além das informações de dados gerais da edificação para uma manutenção adequada são necessários conhecimentos e habilidades, dentre elas habilitação técnica, ferramentas adequadas, treinamento atualizado, capacidade física, equilíbrio psicológico e destreza, características muito variáveis na população de usuários (GOMIDE, 2007b).

A inexperiência em manutenção predial revela em estudos que a maioria das edificações brasileiras tem falhas enquadradas como críticas conforme a norma de Inspeção Predial Nacional 2012 do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE, 2012). Segundo o item 13 da referida norma a Classificação do grau de urgência de uma anomalia, a **falha crítica** é quando o impacto é irreversível, relativo ao risco contra a saúde, segurança do usuário e do meio ambiente, além da perda excessiva de desempenho. Este estado pode ser causado pela incipiência e visão corretiva da manutenção predial residencial no país, que é vista pelos usuários como despesa inconveniente (GOMIDE, 2007b).

Um dos itens que devem ser entregues com o Manual do Usuário são os projetos atualizados conforme construídos, conhecidos como “*as built*”. O projeto “*as built*” é uma atualização do projeto original conforme foi construído. Ou seja, decorre do não seguimento do projeto original, contento as alterações feitas em obra etc. Um dos resultados do método de construção brasileiro que ainda contém por um lado projetos executivos incompletos com falta de informação que resultam em imprevisto no canteiro de obra e em projetos meramente formais ou legais que não são seguidos a risca na obra. Também é resultado da alta permissividade de improvisação que o sistema construtivo convencional permite por ser um processo artesanal e, portanto, inexato.

O “*as built*” tem a função de relatar como foi confeccionada a edificação especialmente os subsistemas que ficam ocultos (instalações elétricas, hidrossanitárias e gás).

Uma alternativa para a diminuição da imprecisão é a industrialização dos processos construtivos, a fabricação de conjuntos de banheiros em fábricas por exemplo. Em um ambiente fabril as tubulações seriam embutidas com precisão conforme projeto, sem desperdício ou espaço para improvisações. No mesmo sentido, baseado nos processos industriais o projeto para produção proporcionaria um projeto completo para ser seguido e assim permitiria que o executado seguisse exatamente o projetado. Melhado (1994) define o projeto para produção como:

“conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e sequência de atividades de obra e frentes de serviço; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora”. (MELHADO, 199, p. 196)

É importante ressaltar que o controle da emissão de ruídos está prevista em norma. A NBR 5674, “Manutenção de edificações – Procedimento”, determina no item 6.1 que os sistemas de manutenção devem levar em consideração as características da edificação tais como: “d) relações especiais de vizinhança e implicações do entorno.” (ABNT, 2012, p. 3).

## 2.6 NBR 15.575: PARÂMETROS DE MANUTENIBILIDADE E DURABILIDADE

A NBR 15.575 estabelece os requisitos que servirão de parâmetros para aferição do desempenho das edificações. A norma cita em suas seis partes (item 0) os requisitos e critérios correspondentes para cada sistema e a forma de avaliação do item. Quando necessário é feita referência a outras Normas Técnicas. Para possibilitar a avaliação do desempenho, é necessário transformar as necessidades dos usuários em objetivos qualitativos (requisitos) que possam ser mensurados,

preferencialmente, em termos quantitativos (critérios) e verificados de forma objetiva por meio de avaliação dentro de determinadas condições de uso (métodos de avaliação) (Figura 3).

Figura 3 - Avaliação da durabilidade.



Fonte: adaptado de Borges (2008).

A norma traz os requisitos, critérios e métodos referentes à durabilidade e **manutenibilidade** em cada uma das seis partes, sendo:

- a) Requisitos de desempenho: tradução das necessidades do usuário em requisitos qualitativos;
- b) Critérios de desempenho: tradução dos requisitos quantitativos em geral, mas que podem ser qualitativos em casos especiais. Ex: visão para o exterior;
- c) Métodos de avaliação: define o método a ser utilizado para identificar o atendimento ao critério da norma (CBIC, 2013).

Os métodos de avaliação de desempenho podem ser de quatro tipos:

- a) Ensaios: laboratoriais, de tipo, em campo;
- b) Inspeção: em protótipos e em campo;
- c) Simulação e
- d) Análise de projeto.

O atendimento aos requisitos da norma é feito pelas partes interessadas. Em caso de discussão entre as partes, é necessária a comprovação do desempenho que é realizada através de documentos. Os resultados das investigações de análise de

desempenho podem ser comprovados através de documentação, como:

- a) Laudos sistêmicos (resultados de ensaios da construtora, por exemplo);
- b) Laudo do fornecedor (resultados de ensaios do fornecedor, por exemplo);
- c) Relatório de inspeção;
- d) Declaração de projetistas;
- e) Especificações técnicas (constando em memorial descritivo ou outro documento) e
- f) Solução descrita em projeto.

É importante ressaltar que os documentos como laudos e relatórios devem ser arquivados para fins de comprovação de desempenho. Para possibilitar a averiguação do desempenho através de análise do projeto as informações como declarações, soluções e especificações técnicas devem ser documentadas por meio de desenhos técnicos, memoriais descritivos, memoriais de execução, etc.

Os requisitos devem ser exigidos dos principais agentes de desenvolvimento do produto (construtora, incorporadora, projetistas, fornecedores e usuário) (CBIC, 2013). Além de estabelecer os requisitos, critérios e método de avaliação, a norma identifica os responsáveis (na parte 1 – Requisitos Gerais). O CBIC também estabelece, em complemento, os responsáveis pelos requisitos apontados na norma. Os agentes envolvidos na construção de edifícios habitacionais definidos pela NBR 15.575 e com uma subdivisão do CBIC entre os tipos de projetista conforme atribuições específicas (Quadro).

Quadro 5 - Agentes do envolvidos.

Agente	Definido por ABNT NBR 15.575 (2013)	Definido por CBIC (2013)
Construtor	X	X
Incorporador	X	
Projetista de Arquitetura	X	
Projetista de Engenharia	X	
Projetista de Instalações	X	
Projetista Específico	X	
Usuário		X
Projetista		X

Fonte: adaptado de (ABNT, 2013a) e (CBIC, 2015).

### 2.6.1 Requisitos gerais

Estabelece os requisitos que se aplicam às edificações habitacionais, como um todo integrado e os requisitos presentes nesta parte não se aplicam a edificações existentes e em “*retrofit*”. Os requisitos, critérios e métodos de avaliação são expostos no Quadro 6.

Quadro 6 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.575-1:2013.

Requisito	Critério	Método de avaliação
Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas	Vida Útil de Projeto especificada em projeto, conforme tabela 14.1 da NBR 15.575:2013	Análise de projeto. Pode ser utilizada a metodologia proposta na ISO 15.686-1 a 15.686-3 e ISO 15.686-5 a 15.686-7.
	Durabilidade potencial dos sistemas compatível com a VUP	Análise de projeto. Pode ser utilizada a metodologia proposta na ISO 15.686-1 a 15.686-3 e ISO 15.686-5 a 15.686-7. Verificação do cumprimento de normas prescritivas vigentes na data e cumprimento integral do projeto pela construtora.
	O edifício e seus componentes devem apresentar durabilidade compatível com a VUP estabelecida.	Cumprimento a normas específicas: NBR 6118, NBR 8800, NBR 9062 e NBR 14762; Comprovação de durabilidade e utilização conforme: NBR 5649, NBR 6136, NBR 8491, NBR 9457, NBR 10834, NBR 11173, NBR 13281, NBR 13438, NBR 13858-2, NBR 15210-1, NBR 15319, NBR 6565; NBR 7398; NBR; Análise de campo do sistema, inspeção em protótipos e edificações; Análise em ensaios de durabilidade do sistema;

(continua)



Quadro 6 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.5757-1:2013.

(continuação)

Requisito	Critério	Método de avaliação
Manutenibilidade do edifício e suas partes. (manter a capacidade do edifício e permitir/favorecer inspeções prediais e intervenções de manutenção)	Facilidade ou meios de acesso.	Análise de projeto; Manual do usuário conforme NBR 14037; A atender a NBR 5674;

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2013a).

## 2.6.2 Requisitos do sistema estrutural

Os requisitos e critérios do sistema estrutural se aplicam a edificações habitacionais com respeito ao desempenho estrutural, analisando estados limites-último e de serviço. O estado limite de serviço tem a premissa de assegurar a durabilidade da estrutura e evitar a ocorrência de falhas que possa prejudicar o desempenho previsto para estrutura e demais sistemas (Quadro 7). A VUP mínima para o sistema estrutural é de 50 anos e a superior de 75 anos (ABNT, 2013a).

Quadro 7 - Requisitos, critérios e métodos NBR 15.5757-2.

Requisito	Critério	Método de avaliação
Durabilidade do sistema estrutural (conservar a segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante a VU)	Vida útil de projeto do sistema estrutural.	Análise de projeto; Ensaios físico-químicos; Aplicação de modelos de previsão.
Manutenção do sistema estrutural	Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural (contendo: recomendações gerais, periodicidade de inspeções e manutenções e técnicas, processos e equipamentos).	Verificação do atendimento às diretrizes das ABNT NBR 5674, ABNT 15575-1 e ABNT NBR 14037.

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2013a).

## 2.6.3 Requisitos do sistema de piso

Os requisitos de piso têm atraído cada vez mais atenção da comunidade científica e técnica devido às consequências graves de acidentes relacionados à especificação de sistemas de piso incorreta. Os acidentes são previsíveis e podem ser evitados por meio de requisitos de segurança no sistema. A VUP mínima para o sistema de piso é de 13 anos e a superior de 20 anos (ABNT, 2013a).

A norma determina que o sistema não pode apresentar sensibilidade às condições de uso que alterem características estéticas ou funcionais que prejudiquem a manutenção ou uso como: bolhas, fissuras, manchas, empolamentos, destacamentos, descolamentos, delaminações, eflorescências e desagregação superficial (MARQUES, 2013) (Quadro ).

Quadro 8 - Requisitos, critérios e métodos conforme ABNT NBR 15.5757-3:2013.

Requisito	Critério	Método de avaliação
Resistência a umidade em áreas molhadas.	Ausência de danos em sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis pela presença de umidade.	Ensaio conforme Anexo C NBR 15.575-3.
Resistência ao ataque químico.	Ausência de danos em sistema de pisos pela presença de agentes químicos.	Ensaio conforme Anexo D NBR 15.575-3 Normas específicas do produto.
Resistência ao desgaste em uso;	Desgaste por abrasão.	Análise de projeto; Ensaio conforme as normas prescritivas: NBR 7686, NBR 8810, NBR 9457, NBR 13818, NBR 14833-1, NBR 14851-1, NBR 14917-1, NBR 7374, e outras, conforme o caso.

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2013a)

## 2.6.4 Requisitos do sistema vedações verticais internas e externas

A VUP mínima para o sistema de vedações verticais externas é de 40 anos e a superior de 60 anos, enquanto a de vedações verticais internas é de 20 anos a mínima e 30 anos a superior (ABNT, 2013a). É importante que a diferença de VUP nas vedações seja considerada em projeto, é incoerente a utilização do mesmo material/acabamentos em sistemas com VUP com anos de diferença (Quadro 9).

Quadro 9 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.575-4.

Requisito	Critério	Método de avaliação
Paredes externas – SVVE	Ação de calor e choque térmico (deslocamento horizontal e ocorrência de falhas)	Ensaio em laboratório conforme Anexo E NBR 15.575-4 (ABNT, 2013a)
Vida útil de projeto dos sistemas de vedação vertical externa e interna – SVVEI	Vida Útil de Projeto	Análise de projeto; Manual de operação, uso e manutenção;
Manutenibilidade dos sistemas de vedação vertical externa e interna – SVVEI	Manual de operação, uso e manutenção dos SVVEI	Análise de projeto; Manual de operação, uso e manutenção (NBR 5674 e NBR 14037).

\* o requisito não possui título na norma.

Fonte: adaptado de (ABNT, 2013a)

## 2.6.5 Requisitos do sistema de cobertura

Os sistemas de cobertura possuem funções importantes na edificação, desde a manutenção da saúde dos usuários até a durabilidade dos demais sistemas uma vez que impedem infiltração de umidade, intempéries, proliferação de organismos, entre outros. A sua correta execução serve de proteção para os demais sistemas da edificação.

Além de proteção dos sistemas da edificação a cobertura é um dos sistemas mais expostos às ações do tempo e possui grande influência no conforto térmico dos usuários. Os critérios a serem atendidos em projeto são determinantes pelo alto grau de influência nos demais sistemas. A VUP de cobertura mínima é de 20 anos e a superior de 30 anos (Quadro 10)(ABNT, 2013a).

Quadro 10 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.575-4.

Requisito	Critério	Método de avaliação
Manutenibilidade do Sistema de Cobertura	Manual de operação, uso e manutenção das coberturas.	Análise do Manual de operação, uso e manutenção (NBR 5674 e NBR 14037).
Vida útil de projeto dos sistemas de cobertura	Atendimento a VUP estabelecida em NBR 15.575-1:2013.	Inspeção; Manual de operação, uso e manutenção;
	Estabilidade da cor das telhas e outros componentes	Avaliação conforme NBR ISO 105-A02 e Anexo H NBR 15.575-4:2013.

Fonte: adaptado de (ABNT, 2013a)

## 2.6.6 Requisitos do sistema hidrossanitário

O sistema hidrossanitário é responsável pelo abastecimento da edificação com água potável fria e/ou quente, água de reuso e coleta e destinação de esgoto sanitário e pluvial. A VU do sistema depende da agressividade do meio e características de solo e materiais, alguns componentes poderão ter VU inferior ao VU do sistema. A VUP do sistema hidrossanitário mínima é de 20 anos e a superior de 30 anos (Quadro 11) (ABNT, 2013a).

Quadro 11 - Requisitos, critérios e métodos conforme NBR 15.575-6:2013

Requisito	Critério	Método de avaliação
VUP das Instalações Hidrossanitárias	Atendimento aos prazos da NBR 15575-1	Inspeção; Manual de operação, uso e manutenção;
	Projeto e execução das instalações hidrossanitárias	Análise de projeto (conforme Check List Anexo A NBR 15575-6:2013).
	Compatibilidade entre a durabilidade dos sistemas e componentes com a VUP;	Análise de Projeto; Ensaio;
Manutenibilidade das instalações Hidrossanitárias	Previsão de dispositivo de inspeção conforme NBR 8160 e NBR 1084	Análise de Projeto; Inspeção
	Especificação das condições de uso, operação e manutenção.	Análise de Projeto;
	As Built	Análise de Projeto;

Fonte: adaptado de (ABNT, 2013a)

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve o método adotado para a execução da pesquisa, as técnicas e estratégias utilizadas para atingir os objetivos explicitados no Capítulo 1. Após, são delineadas as etapas que compõem a pesquisa e as técnicas associadas a cada uma. Por se tratar de uma temática contemporânea, devido à recente publicação da Norma de Desempenho, o procedimento metodológico adotado é a abordagem qualitativa, uma vez que esta tem uma visão sistêmica do objeto de estudo (OLIVEIRA, 2014).

#### 3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Através da revisão da literatura constata-se que a construção civil é responsável por grande parte dos resíduos gerados, e entre as causas, o uso e desuso das edificações (através de reforma, manutenção e demolição) são responsáveis por um percentual alto destes resíduos e do impacto ambiental do setor. Acredita-se que, ao aumentar a Vida Útil das edificações, estas consequências seriam amenizadas. Para isto é necessário analisar as variáveis que determinam a durabilidade das edificações para refutar ou acatar esta hipótese. Estas variáveis, primeiro, pressupostos empíricos e, posteriormente, constatados em pesquisa bibliográfica.

Para procurar compreender como as características do atual paradigma da construção civil podem influenciar benéficamente e diminuir o impacto ambiental ao prolongar a Vida Útil da edificação, é necessário fazer a decomposição do fenômeno (atual paradigma) em elementos (conceitos como flexibilidade, adaptabilidade, manutenibilidade, entre outros) “cuja variação, por menor que seja, produzam modificações no conjunto” (RICHARDSON, 2007, p. 42). Sendo assim quanto ao método de procedimentos, a pesquisa é estruturalista, pois busca caracterizar um sistema, onde os elementos estão conectados de maneira sistemática de forma que “uma modificação de um dos elementos produza modificações nos outros” (RICHARDSON, 2007, p. 42).

A publicação recente da Norma de Desempenho “Edificações Habitacionais – Desempenho” NBR 15.575 (2013) e portanto a **manutenibilidade** é tema carente de pesquisa especialmente como requisito de **sustentabilidade** então, este

estudo tem caráter exploratório. Para isto a primeira estratégia adotada é a pesquisa bibliográfica em normas e trabalhos previamente realizados em âmbito nacional e internacional sobre os temas relacionados. Desta forma é possível estabelecer o ponto de partida, os parâmetros e os dados referenciais encontrados em estudos antecedentes.

Para a validação dos dados encontrados na revisão bibliográfica é realizado estudo de caso para melhor compreender o cenário da construção civil local. Nesta etapa do estudo de caso, a pesquisa é descritiva pois são descritas as estratégias adotadas no caso em paralelo com a bibliografia. Assume assim as formas de Pesquisa Bibliográfica e Estudo de Caso.

O capítulo final, por sua vez, é explicativo, procura-se explicar os fenômenos encontrados, por meio da análise do estudo de caso e a abordagem da Norma de Desempenho quanto a VU dos componentes e elementos e as consequências destas determinações.

### 3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A estrutura da pesquisa está dividida em sete etapas divididas em três grandes fases: compreensão, desenvolvimento e consolidação (Figura 4) conforme a estratégia da pesquisa explicada no capítulo anterior. Cada etapa é subdividida em passos.

Na primeira etapa, com o intuito de definir um marco teórico, foi realizada a busca por informações quanto ao cenário atual da construção em relação ao impacto ambiental, Vida Útil de edificações, ciclo de vida, RCD, reciclabilidade, resiliência, entre outros. Também foi feito um levantamento dos conceitos em normas, NBR e ISO, relacionadas a desempenho de edificações. As principais publicações da rede temática PeBBu e do *Conseil International du Bâtiment* (CIB) também foram analisados a fim de compreender o histórico de desempenho na construção civil e definições internacionais sobre o assunto. Nacionalmente, o foco foi na NBR 15.575 “Edificações habitacionais - Desempenho” e suas definições quanto aos requisitos de **sustentabilidade** (durabilidade, **manutenibilidade** e impacto ambiental) assim como as publicações da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), relativas à Norma, foram utilizadas para definir os requisitos, conceitos e agentes adotados na pesquisa.

Na segunda etapa foram sintetizados os requisitos quanto à durabilidade e **manutenibilidade** dos sistemas, elementos e componentes da edificação segundo as normas nacionais de desempenho e manutenção, onde foram formatadas três planilhas para uma melhor leitura:

- a) Planilha I: classificação dos sistemas, componentes e elementos da edificação quanto a VUP superior e mínima, efeito de falha, custo de manutenção, tipo de VUP conforme NBR 15.575.
- b) Planilha II: sintetização dos prazos de garantia conforme NBR 15.575, NBR 5674 e NBR 14.037.
- c) Planilha III: análise do estudo de caso por meio dos requisitos de durabilidade e manutenibilidade para os seis sistemas abordados na norma NBR 15.575.

As planilhas foram uma forma de sintetizar o texto das normas para uma melhor compreensão, facilitando a comparação das diferentes classificações. Também são utilizadas para a verificação, em formato de *check list*, do atendimento dos requisitos ou análise do cumprimento de solicitações nos estudos de caso (a formulação das planilhas é detalhada no Capítulo 3).

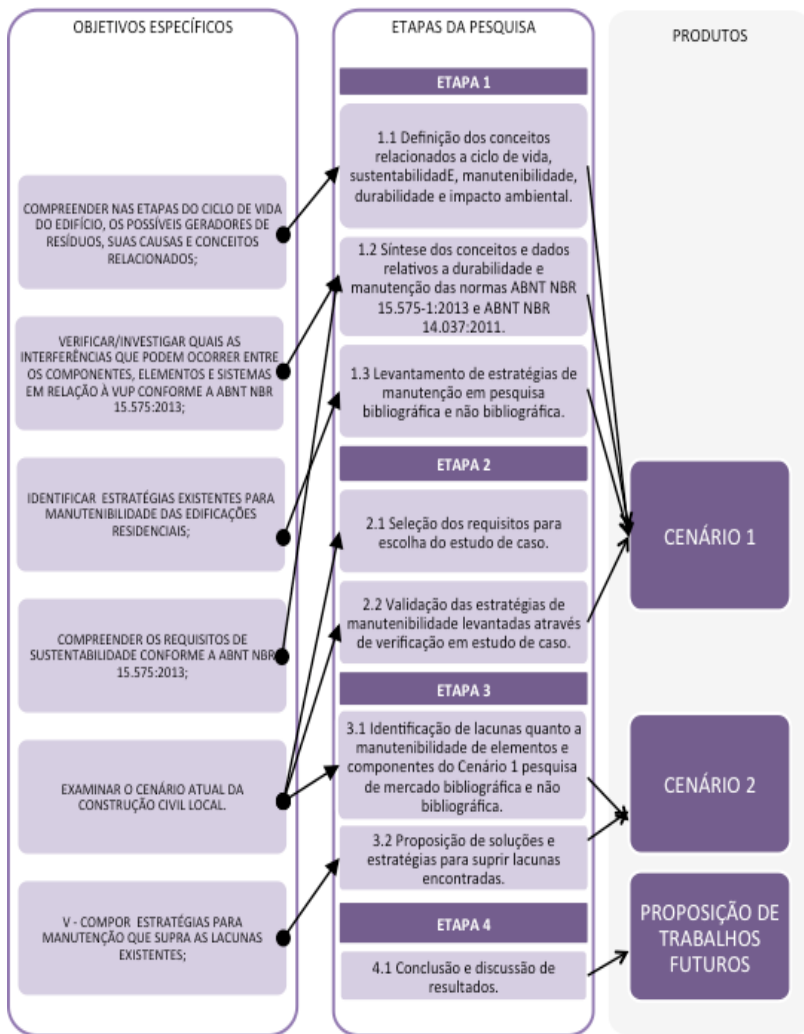
Com a primeira planilha foi possível identificar quais componentes e sistemas sofrem interferência na realização de manutenção/substituição por meio da comparação do prazo de VU, a periodicidade de manutenção recomendada entre os diferentes elementos e componentes e a quantidade de vezes que um elemento deverá ser substituído ao longo da VUP da edificação. Com a planilha é possível comparar se a classificação da VUP e o custo de manutenção, por exemplo, são compatíveis (Figura 5).

A Planilha II permite verificar qual o prazo de garantia em relação a VUP dos elementos e componentes que compõem a edificação e a durabilidade dos mesmos.

Após a compreensão dos requisitos da norma e do cenário atual, são definidos os critérios para escolha do estudo de caso exploratório para validar o cenário atual da construção civil. É realizada uma primeira seleção das edificações residenciais e o contato com os responsáveis técnicos para verificar interesse na participação do estudo. Havendo interesse, é definido o exemplar para estudo. O estudo exploratório permite a compreensão das estratégias adotadas pelos agentes da construção civil residencial

nos estudos de caso selecionados por meio de: entrevistas semiestruturadas, análise de documentos (projetos e memoriais) e visitas técnicas.

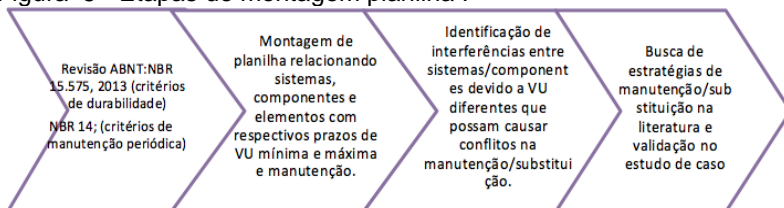
Figura 4- Desenvolvimento da pesquisa





Fonte: Autora.

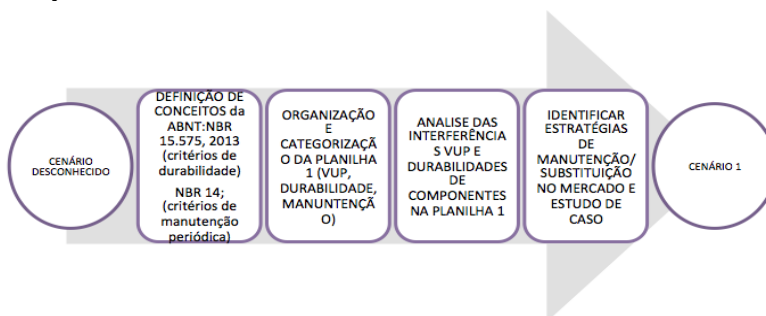
Figura 5 - Etapas de montagem planilha I



Fonte: Autora

A terceira planilha foi analisado o empreendimento do estudo de caso com base na planilha oriunda da revisão bibliográfica (Planilha I – Apêndice F). Esta foi utilizada com critério para investigar e validar as estratégias encontradas na revisão bibliográfica (Figura 5). Através do levantamento bibliográfico e não bibliográfico juntamente com o estudo de caso foi definido o Cenário 1, identificando o que existe no mercado da construção em relação aos critérios normativos para **manutenibilidade**.

Figura 6 - Etapa de investigação de estratégias e proposição de soluções.

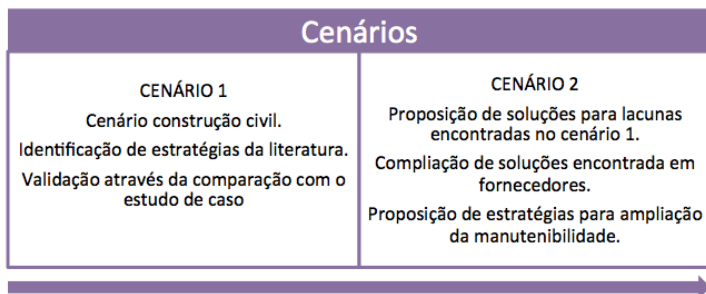


Fonte: Autora.

A terceira etapa, permitiu avaliar os resultados do estudo de caso e após identificar lacunas nos demais setores da construção civil, em termos de estratégias utilizadas que poderiam contribuir para suprir as lacunas identificadas e ampliar o desempenho e durabilidade das edificações residenciais. Desta forma foi formulado um cenário ideal, com a sugestão de propostas para

que facilitem da manutenção e com recomendações de estratégias de **manutenibilidade** e durabilidade (Figura 6) originando o Cenário 2. Os dois cenários formulados são ilustrados na Figura 7.

Figura 7 - Cenários da durabilidade e **manutenibilidade** na construção civil.



Fonte: Autora.

Na sexta etapa foi possível conhecer a realidade e identificar entre as diferentes estratégias de **manutenibilidade** do mercado residencial e do estudo de caso, aquelas contribuintes para uma maior durabilidade. Além disto, foram constatadas as oportunidades de outros setores e estratégias facilitadoras que estejam sendo negligenciadas pela construção civil residencial (Cenário 2).

### 3.3 ESTUDO DE CASO

A Norma de Desempenho (NBR 15.575) entrou em vigor em julho de 2013. O estudo de caso teve como objetivo comparar as informações coletadas na literatura com o encontrado na construção civil local, com a finalidade de analisar qual o impacto da referida norma quanto à manutenção predial e consequente durabilidade em edifícios já construídos.

O estudo de caso investiga um fenômeno dentro do contexto da vida real. É um método exploratório e qualitativo adotado para perguntas do tipo “como” e “porque”, onde o autor da pesquisa não possui controle sobre a situação (YIN, 2001).

Para a composição de um cenário inicial (denominado cenário 1), o estudo de caso busca identificar as soluções

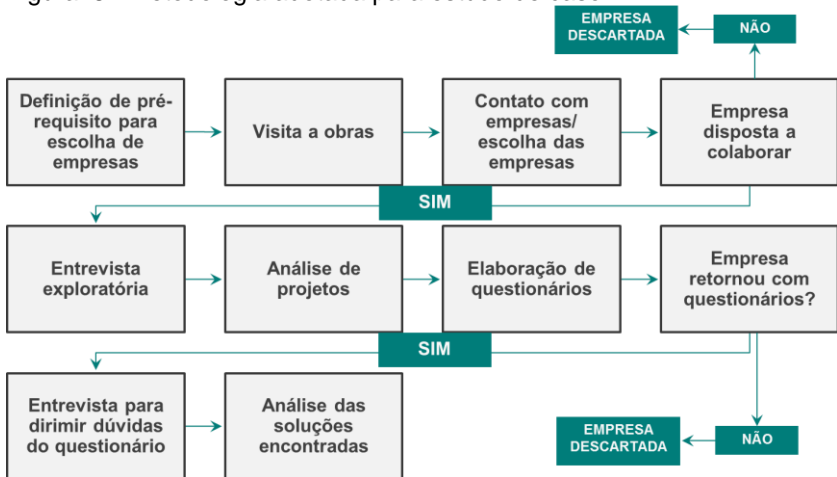
encontradas no mercado da construção civil voltadas à **manutenibilidade** de edificações. Objetivou-se investigar quais ações facilitadoras estão realmente sendo utilizadas nas edificações residenciais com o propósito de aumento de durabilidade, redução de impacto ambiental e **manutenibilidade**.

Inicialmente é apresentada a metodologia utilizada para escolha do estudo de caso. Em seguida é feita a caracterização geral da empresa onde foi desenvolvido o estudo de caso. Por fim descrevem-se os procedimentos utilizados na preparação, desenvolvimento e análise do estudo.

### 3.3.1 Metodologia

Estudos de caso servem para compreender fenômenos complexos (RICHARDSON, 2007). Os casos selecionados devem estar relacionados com o assunto que estudado. A metodologia adotada para a realização da pesquisa foi a metodologia ilustrada na Figura 25.

Figura 8 - Metodologia adotada para estudo de caso



Fonte: Autora.

Para seleção das empresas foram definidos critérios de seleção baseados na revisão da literatura. Os seguintes critérios foram adotados para a seleção das empresas: obra de edifício residencial multifamiliar em altura, localizada na cidade de Passo

Fundo-RS, obra concluída, com construtor-incorporadora/projetistas locais, com processo construtivo racionalizado com incorporação de alguma tecnologia inovadora e adoção de estratégias que aumentem a durabilidade conforme bibliografia estudada. A edificação e a empresa selecionadas passaram pelas etapas ilustradas na Figura 10.

### 3.3.2 Caracterização da empresa

A obra estudada está localizada na cidade de Passo Fundo, norte do Estado do Rio Grande do Sul. A empresa construtora do projeto é uma empresa de pequeno porte e tem características de empresa familiar, uma vez que cargos gerenciais são ocupados por membros com vínculo familiar. A empresa conjuga as funções de incorporadora e construtora, possui experiência de 10 anos em incorporação e construção de empreendimentos residenciais. A estrutura da empresa conta com um diretor (arquiteto e dono da empresa) e um corpo técnico de arquitetos e engenheiros e profissionais que varia conforme a demanda de projetos e empreendimentos. Os projetos executados são de autoria do arquiteto proprietário da empresa e são incorporadas e construídas pela empresa. A empresa é certificada pelo PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) desde 2010 e executa obras residenciais multifamiliares em alvenaria estrutural.

A edificação em estudo faz parte de um complexo com duas torres residenciais, porém com estruturas e condomínios distintos. Desta forma o estudo é restrito a torre residencial 2 identificada na Figura 9. A construção das torres e das áreas comuns foi realizada em etapas distintas o que caracteriza a independência das torres e possibilita o estudo individual da torre 2.

Figura 9 – Implantação estudo de caso.



Fonte: autora adaptada de Construtora X.

Devido ao sistema construtivo adotado em alvenaria estrutural para a torre de apartamentos, não existe a possibilidade de alterações em divisórias internas e aberturas, por exemplo, o que o torna menos flexível quanto ao layout de ambientes. Porém para maior durabilidade possui dispositivos que facilitam a manutenção.

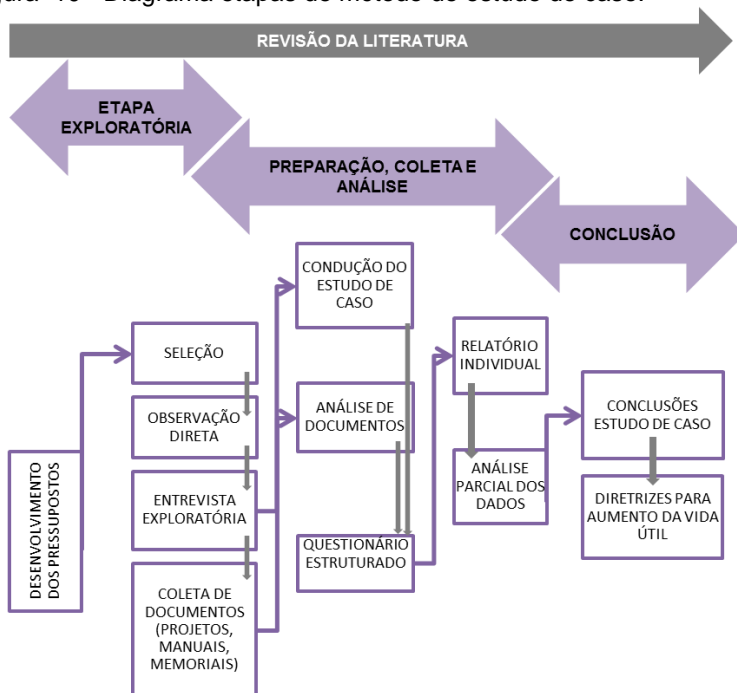
Quadro 2- Caracterização do estudo de caso

Estudo	Sistema construtivo	Principal estratégia identificada para maior VU.
Estudo de caso	Alvenaria estrutural	Manutenibilidade

Fonte: autora.

O estudo de caso foi dividido em três grandes etapas: exploratória, coleta de dados e análise de dados conforme Figura 8.

Figura 10 - Diagrama etapas de método de estudo de caso.



Fonte: Adaptado de (YIN, 2001).

### 3.3.3 Etapa exploratória

Inicialmente foi realizada uma entrevista exploratória com o proprietário da empresa com o intuito de identificar estratégias utilizadas no empreendimento residencial. Após a pré-seleção das amostras foram realizadas visitas técnicas, empregando técnica de observação direta, na edificação pré-selecionada para verificação dos critérios de seleção. Após escolhida foram realizados contatos através de correio eletrônico e telefonemas com os construtores e projetistas.

Nesta etapa também foram realizadas entrevistas não estruturadas, ou entrevistas em profundidade (RICHARDSON, 2007) por ser um meio de obter do entrevistado o que ele considera mais importante, por meio de uma conversa guiada, onde se objetivou obter informações que pudessem ser utilizadas em uma análise qualitativa. Na entrevista a pesquisadora expôs o

tema da pesquisa e questionou sobre o assunto abordado (Vida Útil das edificações, **manutenibilidade** e durabilidade) e o construtor pode discorrer a respeito sendo guiado pela pesquisadora quando necessário para uma melhor compreensão. Os tópicos abordados na entrevista podem ser encontrados no Apêndice H O resumo da caracterização do estudo de caso é apresentado no Quadro 13.

Quadro 13- Resumo estudo de caso

Localização	Área total	Área UH	Data de habite-se	Sistema construtivo	Manual do usuário
Passo Fundo/RS	15.242,2 1 m <sup>2</sup>	De 60,00 m <sup>2</sup> à 70,00 m <sup>2</sup>	Março/ 2016	Alvenaria estrutural	Possui

Fonte: Autora.

### 3.3.4 Etapa de preparação, coleta de dados e análise.

A coleta de dados para um estudo de caso pode ser derivada de várias fontes de evidência, entre elas: documentação, registros em arquivos, observação direta e participante, entrevistas e artefatos físicos. Utilizar diversas fontes de evidência é extremamente importante para dar maior confiabilidade ao estudo de caso uma vez que as várias fontes foram complementares (YIN, 2001). Como fontes de evidências são utilizadas nesta pesquisa: documentação, entrevistas e observações diretas (Figura 23). As etapas de coleta de dados foram as seguintes:

- a) Observação direta: visita ao local de estudo para observações e coleta de evidências;
- b) Entrevista em profundidade: com os projetistas e proprietários da empresa construtora e incorporadora;
- c) Documentos: coleta e análise dos documentos, projeto arquitetônico e complementares, memorial descritivo, manual de operação uso e manutenção e o projeto *as built*.

Figura 11 - Convergência de várias fontes de evidência



Fonte: Adaptado de COSMOS Corporation *apud* YIN, 2001.

A análise documental é uma fonte de evidência que possibilita corroborar os dados obtidos por meio das entrevistas e observação direta. Os documentos analisados foram: projeto arquitetônico, projetos complementares, memorial descritivo, manual de operação, uso e manutenção e demais documentos relacionados à edificação.

Posteriormente foi realizada uma segunda etapa de entrevista com questionários para os construtores e projetistas do edifício a fim de dirimir as dúvidas e lacunas por falta de informações nos projetos e assim confirmar as análises (Quadro 14).

Quadro 3 - Resumo dos sistemas/elementos/componentes do estudo de caso

Sistema	Caracterização
SISTEMA ESTRUTURAL	alvenaria estrutural; lajes pré-moldadas em concreto;
SISTEMA DE PISO	laje pré-moldada em concreto armado; contrapiso em concreto; revestimento externo em blocos de concreto "paver"; escadas em concreto armado;

(continua)



(continuação) Quadro 4 - Resumo dos sistemas/ elementos/ componentes do estudo de caso.

Sistema	Caracterização
SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA	alvenaria estrutural em bloco de concreto estrutural; reboco em argamassa mista em ambos os lados; massa acrílica; áreas molhadas com revestimento em cerâmica 30 x60cm; portas internas semi-ocais em MDF revestimento melamina liso branco; paredes de shafts com estrutura de aço com vedação em gesso acartonado;
SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA	alvenaria estrutural em bloco de concreto estrutural; reboco interno argamassa mista e massa acrílica; reboco externo texturizado; pintura externa tinta acrílica bege; pintura interna tinta acrílica gelo; aberturas em alumínio; vidros 4mm;
SISTEMA DE COBERTURA	laje pré-moldada em concreto armado; estrutura de madeira e telha termo-acústica sanduiche; algerosa em aço galvanizado; forro em gesso banheiro; forro interno argamassa aderida ;
SISTEMA HIDROSSANITÁRIO	Instalações água quente CPVC; instalação água quente pex; instalação água fria condominal PVC; instalação água fria uh pex; instalação esgoto sanitário PVC; instalação gás PEX; instalação coleta de água pluvial coletores verticais e condutores horizontais pvc; fossa e filtro em polietileno; ralos em PVC; cubas em louça branca; aparelhos sanitários em louça branca; torneiras metálicas cromadas; registros e misturadores metálicos; acabamento cromado;
SISTEMA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS*	eletroduto corrugado reforçado, fio flexível; caixas parede 5 entradas metálica de embutir; caixa de luz sextavada plástica; caixas de distribuição plásticas; tomadas e interruptores embutidos plásticos; espelhos de tomadas e interruptores plásticos; luminárias áreas comuns sobrepor metálicas;

Fonte: autora com base nos arquivos da construtora.

Outra importante fonte de evidência foi a observação direta, onde o pesquisador observa os fenômenos passivamente sem interferir nos eventos estudados. Dentre as principais atividades foram realizadas visitas durante a execução e após a conclusão. A observação direta permite ao pesquisador visualizar as informações obtidas com a análise documental *in loco* e confirmar e compreender as estratégias levantadas.

### 3.4 ETAPAS

Para a criação dos cenários 1 e 2, foram construídas três planilhas. O detalhamento das informações registradas e construção das planilhas é descrito nos itens a seguir.

#### **3.4.1 Planilha I – classificação de sistemas, elementos e componentes.**

Com auxílio das tabelas da NBR 15.575 foi criada uma planilha resumo para análise da edificação quanto aos critérios referentes à **Manutenibilidade**, Durabilidade e Vida Útil (Apêndice F). O conteúdo da planilha teve como base as seguintes tabelas da Norma de Desempenho (NBR 15.575):

- a) Vida Útil mínima (VUP Mínima): Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013a);
- b) Vida Útil superior (VUP Superior): Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013a);
- c) Efeito no desempenho da Edificação: Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013a);
- d) Categoria de Vida Útil: Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013a);
- e) Custo de Manutenção ao longo da Vida Útil: Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013a).

Foi necessário acrescentar um sistema aos sistemas identificados na Norma de Desempenho devido a alguns itens dos verificados quanto à durabilidade serem relativos a instalações elétricas e/ou aparelhos e equipamentos não podendo ser inclusos dentro dos cinco sistemas da Norma. Estes componentes foram classificados como integrantes do sistema “Instalações” totalizando sete sistemas identificados no Quadro 15.

Quadro 15 - Classificação dos sistemas.

Sistemas	
1	Cobertura
2	Estrutura
3	Hidrossanitário
4	Pisos
5	Vedação vertical interna e externa
6	Instalações

Fonte: Autora.

Dentre os distintos sistemas estão locados 95 elementos e componentes de toda a edificação (APÊNDICE D) categorizados dentro dos critérios analisados (VUP, Efeito no desempenho da edificação, categoria de manutenção, custo de manutenção e prazos de garantia).

O estabelecimento de VUP é feito por meio de porcentagens da VUP da estrutura, de acordo com o tipo de Efeito da Falha, Categoria de VUP e Categoria de custos (Quadro 16). Na tabela C.4 do Anexo C da Norma de Desempenho (ABNT, 2013a) a Norma determina que VUPs entre 5% e 15% poderão ser utilizadas apenas para componentes e as demais poderão ser aplicadas a todas as partes do edifício. Aplicando os percentuais de VUP sobre a VUP mínima da estrutura foram estabelecidas as VUPs mínimas, em anos, para as diferentes categorias, conforme o Quadro 16.

Quadro 5 – Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício. Tabela C.4 da NBR 15.575.

Critérios para o estabelecimento da VUP				Resultado cálculo (adaptado autor)	
Valor sugerido de VUP para os sistemas	Efeito da falha	Categoria de VUP	Categoria de custos	VUP mínima (anos)	VUP superior (anos)
Elementos e componentes	(Tabela C.1)	(Tabela C.2)	(Tabela C.3)	Autor	Autor
Entre 5% e 8% da VUP da estrutura	Sem problemas excepcionais	Substituível	Baixo custo de manutenção	2,5	4

(continua)

(continuação) Quadro 16 – Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício. Tabela C.4 da NBR 15.575.

Valor sugerido de VUP para os sistemas	Efeito da falha	Categoria de VUP	Categoria de custos	VUP mínima (anos)	VUP superior (anos)
Elementos e componentes	(Tabela C.1)	(Tabela C.2)	(Tabela C.3)	Autor	Autor
Entre 8% e 15% da VUP da estrutura	Sem problemas excepcionais	Substituível	Médio custo de manutenção ou reparação	4	7,5
Entre 15% e 25% da VUP da estrutura	Comprometer a segurança de uso	Substituível	Médio ou alto custo de manutenção ou reparação	7,5	12,5
Entre 25% e 40% da VUP da estrutura	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	12,5	20
Entre 40% e 80% da VUP da estrutura	Perigo a vida; Risco de ser ferido; Perigo à saúde	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	20	40
Igual a 100% da VUP da estrutura	Risco de ser ferido; Perigo à saúde; Interrupção do uso do edifício	Não-manutenível	qualquer	50	50

Fonte: adaptado de Tabela C.4 NBR 15.575 (ABNT, 2013a)

As partes do edifício são classificadas em três categorias de acordo com o prazo de VUP em relação a VUP da edificação. A categoria de Vida Útil de cada componente, elemento, subsistema ou sistema é descrita como: substituível, manutenível e não manutenível. Conforme o Anexo C.1 NBR 15.575 (ABNT, 2013a) as partes da edificação são classificadas como:

- a) Substituível: Vida Útil mais curta que o edifício, sendo sua substituição fácil e prevista na etapa de projeto.
- b) Manutenível: São duráveis, mas necessitam de manutenção periódica, e são passíveis de substituição ao longo da Vida Útil do edifício;
- c) Não manutenível: Devem ter a mesma Vida Útil do edifício por não possibilitarem manutenção.

O parâmetro relacionado ao efeito da falha no desempenho da edificação classifica a categoria de VUP de determinado sistema conforme o efeito da falha no desempenho. As falhas individuais do sistema podem ser classificadas em seis categorias,

de A à F, sendo A, a de maior risco e F a de menor. As falhas podem ser classificadas em mais de uma das seguintes categorias (Tabela C.1 da NBR15.575:2013):

- a) Perigo a vida (ou de ser ferido);
- b) Risco de ser ferido;
- c) Perigo à saúde;
- d) Interrupção do uso do edifício;
- e) Comprometer a segurança de uso;
- f) Sem problemas excepcionais (ABNT, 2013a).

Através das VUPs dos elementos e componentes especificados pela Norma de Desempenho (Tabela C.6 da NBR 15.575-1) e a Classificação por porcentagem correspondente da VUP da estrutura (Tabela 19) os elementos e componentes foram classificados quando ao Efeito da Falha, Categoria de VUP e Categoria de Custos. As VUPs entre 5% e 15% da VUP da estrutura somente podem ser aplicáveis a componentes.

A planilha (Quadro 17) é subdividida em itens em linha, onde são listados os elementos e componentes conforme a classificação na Norma de Desempenho, e a qual sistema pertencem. Cada linha faz referência ao:

- a) Sistema;
- b) Elemento;
- c) Componente.

Nas colunas, cada item da linha (elemento e componentes dos sistemas) é classificados conforme a Norma de Desempenho em:

- a) VUP mínima
- b) VUP superior;
- c) Efeito no Desempenho da edificação;
- d) Categoria de VUP;
- e) Custo de Manutenção ao longo da VU;
- f) Prazo de garantia conforme a NBR 15.575 (ABNT, 2013a).

Quadro 17 - Cabeçalho da planilha de coleta de dados/avaliação

ITENS DA NORMA							PROJETO		INFERÊNCIAS		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES ELEMENTOS CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MÍNIMA DA VUP DA VUP SUPERIOR TRIMÉIS DA VUP	DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO	CATEGORIA DE VUP	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO DO VUP	PRAZO DE GARANTIA MÍNIMO DA NORMA	PRAZO GARANTIA FORNECEDOR	TIPO	ELEMENTOS QUE SOFREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VUP ESTRUTURA

Fonte: Autora.

Para compreender melhor a relação e consequências entre os componentes foram criadas mais duas colunas, preenchidas conforme o projeto:

- a) Prazo de garantia do fornecedor;
- b) Elementos que sofrem interferência durante a manutenção;
- c) Substituição ao longo da VUP da estrutura.

Os itens referentes à Norma de desempenho foram preenchidos com as informações da norma, o item “k” foi preenchido de acordo com a percepção da autora e referência na bibliografia consultada. Já o item “j” é somente preenchido na análise do projeto da edificação e manual do proprietário. O item “i” é o resultado da VUP da estrutura dividido pela VUP do componente ou elemento, resultando na possível quantidade de vezes que o elemento ou componente deverá ser substituído ao longo da VUP da edificação ou, ainda, quantas vezes a VUP da estrutura é maior que a VUP do elemento e componente.

Para cada sistema (a), foram levantados os elementos (b) e componentes (c) conforme a NBR 15.575, classificados quanto a VUPm (d) e VUPs (e), efeito no desempenho (f), categoria de VUP (g), custo de manutenção (h), prazo de garantia mínimo da norma (i). Após na avaliação do projeto do estudo de caso foram levantados o prazo de garantia do fornecedor (j). Ainda foram realizadas inferências através da análise da planilha quanto aos elementos que podem sofrer interferência na manutenção dos elementos avaliados (k) e quanto a quantidade de vezes que poderá ser substituído durante a VUP da edificação se os prazos de VUP forem os mínimos estabelecidos em norma (l).

No Quadro 18 é possível ver um exemplo de classificação para o elemento Lambri, elemento de revestimento interno aderido do sistema de cobertura e demais classificações oriundas da norma e inferências. A análise de projeto é feita no estudo de caso,

portanto não é demonstrada aqui pois é preenchida em uma segunda etapa.

Quadro 18 - Planilha com exemplo elemento e componente e classificações.

ITENS DA NORMA								
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES /ELEMENTOS CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MÍNIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VUP SUPERIOR Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)
COBERTURA	-	Calha de beiral	4	6	sem problemas excepcionais	substituível	Baixo Custo de Manutenção	1

Fonte: Autora.

No sistema de cobertura a calha de beiral, por exemplo, tem VUP mínima (VUPm) de 4 anos e VUP superior (VUPs) de 6 anos de acordo com a Tabela C.6 da norma (ABNT, 2013a). Através do conhecimento da VUP, é possível determinar a classificação da norma quanto ao Efeito na Falha, Categoria de VUP e Custo de Manutenção (através do Quadro 16). A VUPm do componente de 4 anos corresponde a 8% da VUP da estrutura. O Efeito da Falha das calhas de beiral é classificado como “F” (no Quadro 18) “sem problemas excepcionais”. A categoria de VUP que pertence é a “categoria 1”, substituível, ou seja, tem sua VU mais curta que o edifício, e a substituição deve ser fácil e prevista na etapa de projeto. Quanto ao custo de manutenção e reposição ao longo da VUP, é classificada como “baixo custo de manutenção”. Esta classificação resultante é visualizada no Quadro 18.

Após a classificação de um item de acordo com a norma, são verificadas dentre os elementos e componentes quais os classificados como: “substituíveis” e “manuteníveis”. Para estes é analisado quais são as possíveis interferências que podem gerar na sua substituição ou manutenção (coluna k) e de acordo com a VUP quantas vezes deverão ser substituídos ao longo da VU da edificação (coluna l). Para análise das interferências foi considerado o sistema construtivo convencional (concreto armado e alvenaria de vedação).

Quadro 19- Exemplo de classificação de componente de acordo com a Tabela C.4 da Norma de Desempenho.

ITENS DA NORMA								PROJETO		INFERÊNCIAS		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES/ ELEMENTOS CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MINIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VUP MÁXIMA Tabela 14.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)	PRAZO DE GARANTIA FORNECEDOR	TIPO	ELEMENTOS QUE SOFREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VUP ESTRUTURA
cobertura	revestimento interno não aderido	lambri	8	12	compromete a segurança de uso	substituível	custo de reposição equivalente ao inicial	1			instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	6

Fonte: Autora.

No caso descrito, o revestimento interno não aderido “lambri”, possui VUP de 8 a 12 anos (coluna “d” e “e”), é considerado substituível (Quadro 19), uma vez que sua VUP é inferior à da edificação, porém para substituição de um forro é necessário remover as instalações elétricas, luminárias embutidas, luminárias de sobrepor, por exemplo. O forro lambri deverá ser substituído pelo menos 6 vezes ao longo da VU da edificação se considerarmos uma VUP de 8 anos e manutenção adequada ao longo da VU.

### 3.4.2 Planilha II- manual do usuário e prazos de garantia

Para analisar o conteúdo do manual do usuário foi criada uma planilha de verificação com base na NBR 14.037 (ABNT, 2011), no Manual de Uso, operação e manutenção das edificações: Orientações para construtoras e incorporadoras do CBIC (2013). A planilha é no estilo *check list* (Apêndice A) para auxiliar no levantamento dos itens previstos na NBR 14.037 (ABNT, 2011) são classificados:

- d) SIM (atende)
- e) SIMp (atende parcialmente)
- f) NÃO (não atende)
- g) N.A. (não se aplica)

Assim o projeto é analisado quantitativamente e qualitativamente conforme o atendimento a Norma. A *check list* (Figura 29) é composta por sete itens:

- a) Apresentação;



- b) Fornecedores;
- c) Garantias;
- d) Informações complementares;
- e) Memorial descritivo e
- f) Operação, uso e limpeza.

Figura 29 -Cabeçalho da planilha de avaliação Manual do Usuário

ITEM	SUB ITEM	SIM	SIM P	NÃO	NA
Apresentação	Índice				
Apresentação	Introdução				
Apresentação	Definições				

Apresentação;  
Fornecedores;  
Garantias;  
Informações complementares;  
Memorial descritivo e  
Operação, uso e limpeza.

SIM (atende)  
SIMp (atende  
parcialmente)  
NÃO (não atende)  
N.A. (não se aplica)

Fonte: Autora.

### 3.4.3 Planilha III- avaliação estudo de caso

Com o intuito de facilitar a coleta, compreensão e sistematização dos dados foram utilizadas como base as Planilhas I e II para coleta de dados referente a estratégias de **manutenibilidade** e a manutenção predial, respectivamente, originando a Planilha III (Apêndice G). A planilha foi preenchida com base nos dados coletados nas diferentes fontes de evidência e resulta no cenário 1: estudo de caso e mercado. A análise de cumprimento de **manutenibilidade** é realizada através de Análise de Projeto, para isto foram utilizados como base os documentos:

- a) Projeto arquitetônico completo;
- b) Projeto Hidrossanitário;
- c) Projeto estrutural;
- d) Memorial Descritivo;
- e) Manual do Usuário.

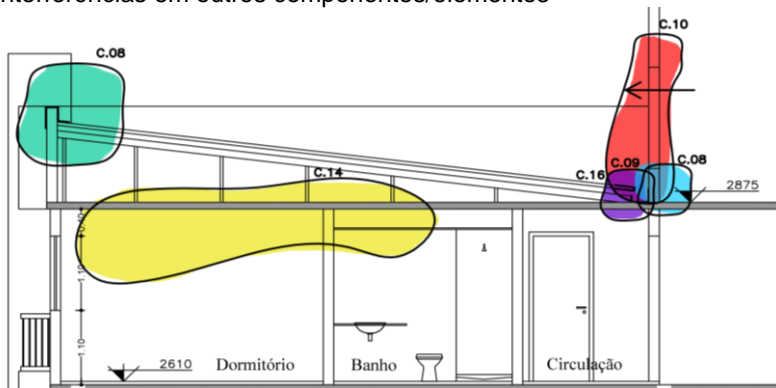
Para avaliação foram utilizados os elementos e componentes da Planilha I (Apêndice F), colunas de (a) a (l) e adicionadas colunas de análise de projeto (m) a (s). (Quadro 19).

A tabela é preenchida através de uma sequência de passos que segue a ordem das colunas:

- a) (m) interferência na unidade privativa: se para a manutenção ou substituição do elemento ou componente analisado é necessário interferir em algum elemento ou componente dentro da Unidade Privativa;
- b) (n) Interferência nas áreas comuns: se para a manutenção ou substituição do elemento ou componente analisado é necessário interferir em algum elemento ou componente dentro da área comum;
- c) (o) há manutenibilidade (sim, não, parcial): se no projeto tem alguma estratégia de manutenção prevista;
- d) (p) a estratégia prevista necessidade demolição (sim/parcial/não): se a estratégia prevista requer a demolição de alguma parte;
- e) (q) descrição da situação existente: descrição da situação para manutenção ou substituição;
- f) (r) observação: quaisquer observações que possam qualificar a análise da situação do componente analisado;
- g) (s) marcação planta (nome do arquivo e cor de marcação do item): marcação em planta/corte de situações descritas de elementos e componentes.

No item (m) e (n) o projeto é analisado para verificação de elementos que podem causar interferência em outros na manutenção e/ou substituição. Por exemplo, uma calha de beiral precisar ser substituída e para fazer ser necessário remoção da última fiada de telhas. O item (o) refere-se a previsão de manutenção no projeto através de facilitação de acesso ou outra estratégia. O item (p) refere-se a necessidade de demolição (total, parcial ou sem necessidade) de um elemento para realizar a manutenção/substituição de outro elemento. O item (q) descreve a situação em projeto, como foi prevista a manutenção e como é o acesso. Na coluna (r) são feitas as observações quando necessárias, na coluna (s) é a referência do nome do arquivo analisado e qual a cor da marcação feita para ressaltar a situação avaliada.

Figura 30 - Localização de componentes avaliados e marcação de interferências em outros componentes/elementos



Fonte: autora adaptado de Desenhos da Construtora X.

Na Figura 30, em um corte da edificação possível identificar 4 marcações: C6, C9, C10 e C14. A letra C corresponde ao subsistema de Cobertura (C) e o número faz referência ao componente ou elemento evidenciado. A nomenclatura da marcação no projeto, é composta por letra e número. A letra corresponde aos seis subsistemas: C- Cobertura, E- Estrutura, H- Hidrossanitário, I – Instalações, V- Vedações, P- Piso. O número corresponde ao componente na figura identifica o elemento conforme o significado sintetizado no Quadro 20.

Quadro 20- Significado da marcação identificada no projeto arquitetônico

Marcação	Sistema	Cor	Elemento	Interferência Identificada
C6	Cobertura	Verde	Rufo	O rufo e algerosa são peças únicas.
C9	Cobertura	Verde	Calha interna	Para remoção da calha/substituição parcial é necessário desmontar parte do telhado.
C10	Cobertura	Verde	Telhamento	Para manutenção é necessário remover a cobertura pois não há acesso
C14	Cobertura	Verde	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Para manutenção é necessário remover a cobertura pois não há acesso

Fonte: Autora.

### **3.4.4 Cenários**

As Planilha I e III permitem verificar em um primeiro momento o cenário 1, onde são levantadas as possíveis interferências entre sistemas e componentes e o encontrado no caso estudado. Para o cenário 2, busca-se dentre as principais interferências levantadas encontrar soluções disponíveis no mercado tanto na construção civil residencial quanto na comercial ou industrial. Identificando lacunas no cenário 1 (atual) e no mercado da construção, são também propostas soluções de projeto/produto para reduzir interferências entre sistemas e, assim, possibilitar o aumento da VU dos componentes envolvidos.

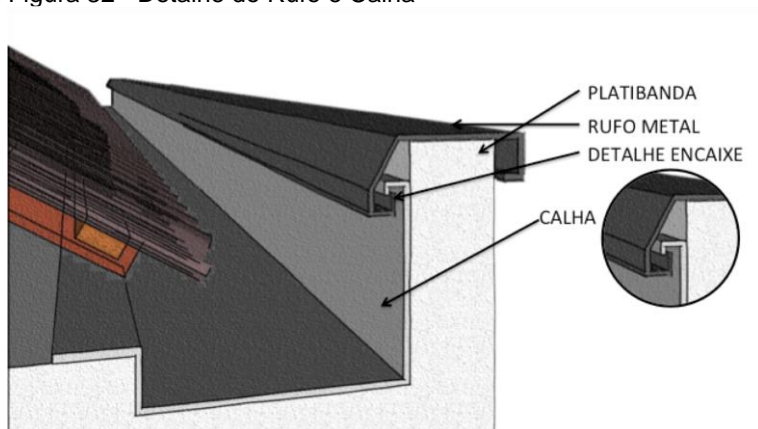
Figura 12 - Inserção do cenário 1 e 2 por componente

ITEMS DA NORMA			PROJETO			INFERÊNCIAS			PROJETO			CENÁRIOS									
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)	
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VLP MINIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VLP SUPERIOR Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VLP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO DA VIDA Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)	PRAZO DE GARANTIA FORNECEDOR (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTOS QUE CORREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO/SUBSTITUIÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VIDA DA ESTRUTURA	INTERFERÊNCIA em unidades previstas	INTERFERÊNCIA em áreas comuns	HA MANUTENIBILIDADE (SIM, NÃO, PARCIAL)	A ESTRATÉGIA PREVISTA NECESSARIA (SILABRIFICADO)	DESCRIÇÃO Da situação existente	OBSERVAÇÃO	MARCAÇÃO PLANETA (nome do arquivo)	SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO (CENÁRIO 1)	POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO TECNOLÓGICA (CENÁRIO 2)	SOLUÇÕES FUTURAS PARA PROJETO. (CENÁRIO 1)
												CENÁRIOS			CENÁRIOS						
												(t)			(u)						
												SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO (CENÁRIO 1)			POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO TECNOLÓGICA (CENÁRIO 2)			SOLUÇÕES FUTURAS PARA PROJETO.			
												Rufos e calha interna separados com detalhamento para não infiltrar água			Peças separadas fixadas com elemento rosqueável						

Fonte: Autora.

No exemplo para rufos e calhas de beiral (Figura 12) é evidenciado que a substituição de um dos componentes requer a troca ou alteração de outro componente. Para evitar que a falha em um componente afete outro é sugerido a utilização do sistema de calha e rufo separados, conforme detalhe (Figura 32) prática de projeto existente. Visto que em casos de pouca altura da platibanda é inviável separar calha e rufo e, ainda, que um material único pode permitir maior estanqueidade do elemento formado, sugere-se a fixação dos dois elementos (calha e rufo) através de elementos rosqueáveis, por exemplo.

Figura 32 - Detalhe do Rufo e Calha



Fonte: Autora.

Através da classificação realizada de interferência nos demais subsistemas é possível identificar quais elementos e componentes necessitam de uma solução tecnológica ou de projeto para ampliar a **manutenibilidade** e VU da edificação. Para estes casos são demonstrados os exemplos de soluções disponíveis no mercado ou sugestões de soluções.

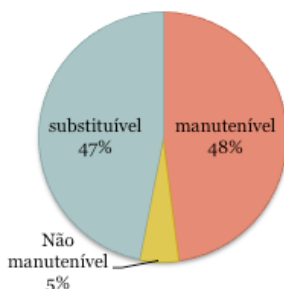
## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A NORMA DE DESEMPENHO

A norma classifica os elementos e componentes de acordo com a VUP em relação a VUP da estrutura. A Figura 36, ilustra o fluxo de classificação em relação à VUP do elemento ou componente. Percebe-se que a classificação não está relacionada à localização, mas à VUP. Esta classificação não induz a escolha da VU do elemento de acordo com a sua posição. A VUP deveria ser determinada de acordo com a facilidade de acesso; assim, elementos com maior dificuldade de acesso, de acordo com o projeto teriam maior VUP.

Através do estabelecimento da VUP conforme recomendação da Norma de Desempenho foi possível classificar os 17 subsistemas entre as diferentes categorias conforme a Apêndice D. Dentre os elementos e componentes dos sistemas classificados pela Norma de Desempenho, 95% são considerados manuteníveis ou substituíveis, ou seja, são elementos e componentes com VU inferior à VU da edificação (50 anos); portanto, deverão sofrer manutenção e/ou substituição ao longo da VU. Dentre os elementos, 5% são classificados como “não manuteníveis” que correspondem aos elementos e componentes do sistema de Estrutura (Figura 33).

Figura 33 - Classificação subsistemas quanto à categoria de VUP segundo NBR 15.575 (ABNT, 2013a)

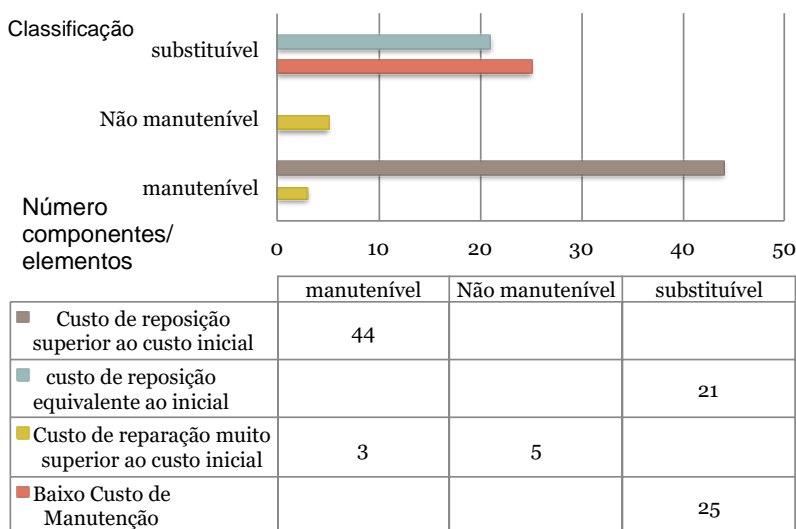


Fonte: Autora.

A tabela C.4 da Norma de Desempenho “Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício” relaciona o Custo

de Reposição (tabela C.3 da NBR 15.575) com a Categoria de VUP (tabela C.2 da NBR 15.575). Ao cruzar os dados das tabelas C.2 e C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013a) é possível identificar que a os elementos e componentes que classificados como “Custo de reposição muito superior ao custo inicial” são classificados, em sua maioria, como “Não manutenível” (5 elementos/componentes). Dentre os elementos classificados como “manuteníveis” o custo é superior ao custo inicial (44 elementos/componentes), o que evidencia que o custo de reposição requer a remoção do componente, no mínimo como adicional de custo (Figura 34).

Figura 13 – Classificação de elementos e componentes Conforme NBR 15.575-1:2013



Fonte: Autora.

Em relação ao Efeito no Desempenho da edificação a classificação é ligada à VUP. Dentre o conjunto dos elementos e componentes, 44 podem causar a interrupção no uso do edifício; 21, podem comprometer a segurança ao uso; 25, não possuem problemas excepcionais em caso de falha; e 8, não possuem classificação segundo a Norma. Dentre estes 8 elementos ou componentes estão cinco elementos considerados “não



manuteníveis” pela Norma: estruturas periféricas, fundações, muro de contenção e arrimo, paredes estruturais e pilares, vigas e lajes (Figura 35).

Figura 35 – Efeito no desempenho

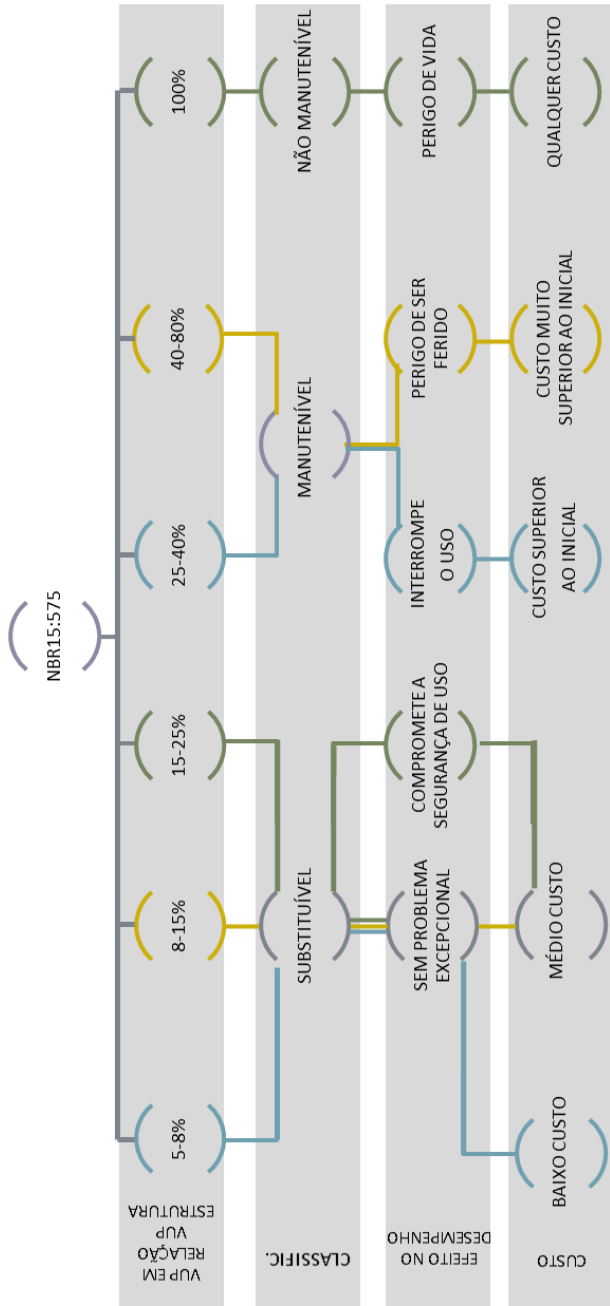


Fonte: Autora.

Quanto à durabilidade e **manutenibilidade**, foram elencados os sistemas que possuem maior custo na substituição e que são considerados manuteníveis para análise conforme a classificação feita obedecendo aos critérios da Norma de Desempenho. Através da análise da literatura, foram levantados quais os elementos e componentes que possuem: necessidade de manutenção periódica com menores intervalos de tempo; comprometimento à segurança e uso da edificação; e custo de reposição elevado; para verificar as quais estratégias adotadas nos estudos.

No que concerne à VU e substituição de elementos e componentes, irá depender do sistema construtivo; para a substituição do item causará interferência em outro sistema, componente ou elemento. Desta forma é possível identificar em quais pontos é necessário prever dispositivos de acesso para manutenção e substituição.

Figura 36 - Diagrama de classificação de sistemas, elementos e componentes conforme VUP.



Fonte: autora com base nos dados da NBR 15.575:2013

Os componentes classificados como substituíveis e com baixo custo de manutenção, são, em sua maioria, acabamentos ou equipamentos instalados externamente, tais como: calhas de beiral; coletores de água aparentes; subcoberturas substituíveis; ferragem de manobra e fechamento de esquadrias; trilhos; mosquiteiros; alisares, arremate e guarnição; impermeabilização de calha de beiral; componentes de arremate; componentes de juntas e rejuntamentos; mata-juntas; sancas; golas; rodapés; disjuntores; fiações; interruptores; tomadas; louças; luminárias; mangueira; metais sanitários; sifões e engates flexíveis; sprinklers; tampas de caixas; torneiras; tubulações; componentes desgastáveis (gaxeta, guarnições, vedações); subcoberturas substituíveis; papel de parede e pintura interna.

O custo de substituição destes componentes é baixo, uma vez que para sua troca não é necessário remover outro elemento ou componente. Esta facilidade diminui os custos de manutenção e de substituição. A VUPm está dentro da primeira faixa do Quadro 3, correspondendo a 6% da VUPm da estrutura, ou seja, 3 anos. Percebe-se que alguns dos componentes estão relacionados a tendências de decoração, o que aumenta a chance de obsolescência estética em curto prazo.

Os elementos e componentes substituíveis podem ter ainda custo de reposição equivalente ao inicial. São eles: vedações internas; complementos da cobertura (ventilação, iluminação, vedação); rufos; equipamentos de aquecimento de água; condicionamento de ar e recalque; pressurização; boxes de banheiro; gradis internos; janelas internas; portas; portas corta-fogo; impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos) de áreas externas com jardins; caixa d'água; cobertura não utilizável; jardineiras; reservatório de água de fácil acesso; pintura de fachada; revestimento sintético texturizado; forros e lambris. A VUPm desta categoria fica entre 8 e 12 anos, correspondendo a 16% a 25% da VUPm da estrutura.

Percebe-se que dentre os elementos e componentes substituíveis estão os localizados nas camadas mais externas, de acabamento o que permite que tenham VUPm muito inferior ao da estrutura e possam ser substituídos ao longo da VU da edificação. Por se tratar de componentes ou elementos nas camadas mais externas, não é necessário remover outro elemento para a realização da manutenção. Em geral, também tem sua fixação

através de encaixe (tomadas e interruptores) e não através de ligação química, como argamassa.

Elementos, como o reservatório de água, só podem ser considerados substituíveis e com custo de reposição equivalente ao inicial (custo de um novo reservatório), se ele for acessível e se tiver espaço para remoção e reposição que não envolva demolição de partes da edificação. Desta forma, reservatórios inferiores, por exemplo, no subsolo, com a laje da garagem sobre ele não podem ser considerados como substituíveis. As informações quanto à durabilidade de um reservatório de polietileno, por exemplo, não são exatas, estima-se que durem de 30 a 50 anos. O prazo de garantia dos reservatórios é de dois anos a cinco anos quanto a defeitos de fabricação. Porém não se encontrou nos manuais dos fornecedores documentos prevendo a VU dos reservatórios (ASFAMAS, 2013).

Os reservatórios de polietileno seguem as normas NBR 14.799, quanto às exigências de desempenho e durabilidade e a NBR 14.800, quanto aos procedimentos de instalação, manutenção e limpeza para atender a VUPm. A NBR 14.799 (ABNT, 2011), no capítulo de durabilidade preconiza ensaios de 3.600h de exposição artificial o que corresponde a 150dias, e após aprovação no ensaio artificial, os reservatórios devem passar por ensaios de 5 anos de duração com exposição ao intemperismo natural.

Os reservatórios até 2000 litros entram no âmbito do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) através do Programa de Qualidade Setorial (PQS) de Reservatórios Poliolefinicos. O Manual de Uso Operação e Manutenção (ASFAMAS, 2013) determina a VUP de oito anos, conforme os requisitos da Norma de Desempenho para durabilidade de reservatórios em locais facilmente acessíveis.

A Norma de Desempenho, na parte Requisitos Gerais especifica duas VUPm para reservatórios considerando a localização e grau de facilidade de acesso e manutenção. A VUPm é de oito anos para facilmente substituíveis e 13 anos para os não facilmente substituíveis (ABNT, 2013a). Tanto no manual da ASFAMAS quanto nos sites dos fabricantes não há menção de diferenciação de durabilidade dos reservatórios, de acordo com o seu posicionamento em projeto. Se não há diferenciação os reservatórios deveriam ter a VUPm mais elevada (13 anos), pois

assim ela contemplaria a ambos os casos (fácil acesso e difícil acesso).

A determinação de VUPm e escolha de um elemento ou componente de acordo com a especificação de projeto é dificultada pela falta de fornecimento de informações dos fornecedores. Da mesma forma, a norma que determina os métodos de ensaio para durabilidade de reservatórios (ABNT, 2011) é anterior à publicação da versão atual da Norma de Desempenho e não prevê ensaio que avalie a durabilidade por 7,5 anos, correspondente a 50% da VUPm dos reservatórios em locais não facilmente substituíveis (VUPm de 13 anos), e deverá sofrer alteração.

Na categoria de VUP classificada como manuteníveis, estão elementos e componentes com custo de reparação superior ao inicial e custo muito superior ao custo inicial. Os elementos e componentes com custo de reparação superior ao inicial são os que possuem VUPm de 13 a 20 anos, correspondendo a 26% e 40% da VUPm da estrutura, respectivamente. Os elementos são: coletores de água embutidos; estrutura da cobertura, telhamento; equipamento de calefação; SPDI; transporte vertical; brises; cobogós; ferragem de manobra e fechamento de esquadrias externas; gradis e grades de proteção externos; janelas (componentes fixos e móveis); peitoris; soleiras e pingadeiras; portas-balcão; estrutura de escadas externas; muros divisórios; impermeabilização manutenível (com quebra de revestimentos) de áreas externas com piso; áreas internas; coberturas utilizáveis; piscinas; rampas; fossa séptica e negra, rede alimentadora água, rede coletora, reservatórios de água não facilmente substituíveis; sistema de drenagem não acessível; tubulações e demais componentes águas pluviais; tubulações e demais componentes combate ao incêndio; tubulações e demais componentes elétricos; tubulações e demais componentes gás; tubulações e demais componentes hidrossanitários; pisos cerâmicos; pisos cimentados de concreto; pisos pétreos; cobre muros; componentes decorativos de fachada; molduras; revestimentos de fachada; revestimento interno aderido de parede; piso e teto; escadas internas; guarda-corpos e paredes divisórias leves.

Nesta categoria estão elementos e componentes que pertencem a sistemas embutidos ou em *shafts* não acessíveis, como tubulação de coleta pluvial, onde é necessário interferir em outro sistema para substituição o que eleva o custo para

substituição, uma vez que é maior do que o custo de reposição e instalação do próprio componente.

Neste caso é importante observar no projeto e especificação dos componentes, que elementos e componentes embutidos devem ter a mesma VUPm do elemento onde estão embutidos. O projetista deve atentar para a manutenção do elemento embutido, se for um elemento ou componente que requeira manutenções periódicas ou que requeira inspeções com frequência é necessário prever o acesso para os elementos. Se não for previsto o acesso para manutenção, é necessário que a VUPm e o desempenho do elemento sejam mantidos sem manutenção. Os elementos e componentes considerados manuteníveis com custo de manutenção superior ao inicial possuem VUPm de 40 anos, correspondendo à 80% da VUPm da estrutura. Os elementos são vedações externas como painéis de fachada, parede de vedação e painel cortina.

A norma também classifica elementos e componentes como não manuteníveis: são elementos do sistema estrutural, como estruturas periféricas, fundações, muros de contenção e arrimo, paredes estruturais, pilares, vigas e lajes. Estes elementos tem a mesma VUPm da edificação 50 anos, conforme NBR 8681.

Ao analisar uma edificação tradicional, é desejável verificar a correspondência entre alguns elementos e componentes com diferentes VUPm. Por exemplo, uma parede externa tem VUPm de 40 anos; uma tubulação de água fria tem VUPm de 13 anos e VUPs de 30 anos. Se embutida na alvenaria externa, a instalação hidrossanitária teria seu desempenho reduzido e não atenderia os requisitos dos usuários, quanto à qualidade da água por exemplo. Entende-se que, com a Norma de Desempenho, elementos e componentes somente podem ser embutidos em elementos com a mesma VUPm.

A nomenclatura “não manutenível” transmite a ideia que o elemento ou componente não necessite de manutenção ao longo da VU. Elementos como paredes estruturais, por exemplo, necessitam de manutenção, como está previsto na NBR 15.5757-2 “Requisitos para os sistemas estruturais”. Para preservar o desempenho e alcançar a VUP devem ser previstas manutenções preventivas de acordo com o Manual de Uso, Operação e Manutenção, conforme especificado na NBR 5674.

É possível considerar como não manuteníveis os sistemas não acessíveis, como a fundação. Contudo, deverão ser

projetados para que durante os 50 não atinjam níveis de desempenho inferior ao estabelecido em projeto e sem manutenção. Por outro lado, algumas edificações alcançam VU que ultrapassam os 50 anos. A não manutenção do sistema de fundações após os 50 anos poderia acarretar a perda de desempenho devido à falta de manutenção ao superar a VUP.

A denominação “substituível”, por outro lado, conduz a um entendimento de que o elemento possa ser substituível, mesmo que ao longo da VU não sofra manutenção periódica. Esta compreensão distorcida se acentua devido à outra classificação de VUP da norma, a categoria “manutenível”.

A abordagem dada pela ISO 15686-1 (ISO, 2011) é interessante, já que classifica os sistemas e elementos entre: inacessíveis, de manutenção difícil ou onerosa e facilmente substituíveis. Esta classificação não especifica a possibilidade de um elemento não ser manutenível, tanto daqueles inacessíveis, quanto os substituíveis. Subentende-se que os inacessíveis não possuem acesso e portanto, sua VUP deve ser igual ao da edificação, seria o caso das fundações. Elementos estruturais como parede estrutural, não são inacessíveis, apesar de ter a mesma VUP da edificação e estrutura. Entrariam, portanto na categoria de Manutenção difícil ou onerosa. A categorização da ISO não aborda os componentes que na Norma de Desempenho possuem VUP de até 4% da VUP da estrutura.

Como apoio a ISO recomenda ao determinar a VUP de um elemento e ela for inferior à VUP da edificação, analisar se o custo ao longo do ciclo de vida é aceitável, caso contrário, deve-se retornar à base de projetos e especificações. A Nova Zelândia possui em seu Código de Construções NZBC (New Zealand Building Code) critérios para a classificação e determinação da VUP de acordo com a natureza do elemento se:

- a) Fornece estabilidade estrutural;
- b) Difícil de substituir;
- c) Falha indetectável em regime de manutenção normal;
- d) Moderadamente difícil de substituir;
- e) Falha indetectável durante a ocupação diária do edifício;
- f) Facilmente substituíveis e
- g) Falhas aparentes (CODE, 2004).

O código NZBC guia o projetista por meio de perguntas e conduz à determinação da VUP mínima de 50, 15 ou 5 anos de acordo com o risco e **manutenibilidade**. Dentre as perguntas, questiona-se se o elemento é de difícil, médio ou fácil acesso para manutenção ou substituição gradativamente conduzindo, então, para o estabelecimento da VU. Questionar os meios de acesso aos elementos é uma forma mais clara e consciente para o projetista determinar a VUP dos elementos.

O NZBC também observa que os elementos não devem ter VU que exceda à VUP do edifício (CODE, 2004). Desta forma se pretende evitar que elementos dentro da sua VU sejam descartados quando a edificação atinge o final da sua VU. Ao evitar este superdimensionamento de durabilidade, possibilita a economia de material e evita o desperdício. Tal observação não é feita pela Norma Brasileira.

Para cada componente e elemento existem VUP mínimas e VUP máximas determinadas pela Norma de Desempenho Brasileira variando conforme Tabela 5. A VUP superior dos componentes é em média 50% maiores que as VUP mínimas dos mesmos componentes.

Tabela 5- VUP Mínimas e Superior

VUP mínima (anos)	VUP Superior (anos)
3	4
4	5
8	12
12	20
13	20
20	30
40	60

Fonte: Autora, com base nos dados da NBR 15.575 (ABNT, 2013a).

É importante, aqui, atentar para a discrepância que pode ocorrer, por exemplo, em uma edificação que tenha uma VUP Superior para o Subsistema de Vedação Interna e uma VUP mínima para o sistema de Instalações Prediais Embutidas. A VUP Superior para o subsistema de vedação Interna é de 30 anos, enquanto a VUP mínima para Instalação Predial Embutida é de 13 anos. Durante o prazo de Vida Útil do sistema de vedação será necessário realizar a substituição do componente de instalação predial, pelo menos duas vezes. Se aumentarmos a VUP do subsistema de Instalação Predial Embutida para superior poderá



chegar a 30 anos, correspondente ao subsistema no qual está inserido. A norma ressalta a necessidade de compatibilizar as VUP de elementos e componentes que interagem.

Ao analisar o método construtivo tradicional residencial multifamiliar (concreto armado e alvenaria de vedação) percebe-se que é necessária uma mudança na forma de projetar as instalações, pois estas não podem mais ficar internas em elementos com VUP superior a elas. A manutenção do subsistema de Instalação Predial Embutida depende de acesso, devendo ser prevista manutenção/substituição que interfira o menos possível nos demais subsistemas.

Por meio dos dados relativos a prazos de garantia e VUP foi possível comparar o prazo de garantia com o prazo de VUP do elemento. O maior prazo de garantia estabelecido na norma é de 5 anos. Se compararmos com a maior VUP do sistema estrutural é possível verificar que é de 10% da VU dos elementos do sistema. A Norma ressalta que para um nível de desempenho intermediário é necessário crescer 25% ao prazo de garantia e, para o nível superior, 50% (ABNT, 2013a).

Elementos com VUP de 20 anos como as ferragens de manobras e fechamento das esquadrias externas do Sistema de Vedação Vertical Interno e Externo (SVVIE) têm garantia de 1 ano, o que corresponde a 5% da sua VU. O prazo de garantia para reservatórios de água não é sugerido na norma de desempenho, porém são encontrados como prática de mercado prazos de 3 a 5 anos para defeitos de fabricação. A VUPm deste elemento é de 8 anos a 13 anos dependendo da facilidade de acesso, se comparado à garantia de mercado chega a mais de 30% da VUP do elemento. A impermeabilização é que possui o maior prazo de garantia em relação a VUP. Para VUP de 8 anos, por exemplo, possui a garantia de 5 anos.

Equipamentos com alto custo de manutenção e substituição, como os elevadores e o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), possuem garantia de 1 ano, ainda que sua VUPm seja de 13 anos. O SPDA, apesar de classificado com manutenível, quanto à categoria de VUP, tem alto custo de substituição e, como efeito de falha a interrupção do edifício. No entanto, o prazo de garantia em relação à VUP, não

chega a 10% (7,6%) - uma relação incoerente com a importância do elemento para a segurança do usuário.

## 4.2 CENÁRIO 1

O cenário 1 é composto pelas informações do estudo de caso e informações de fabricantes da construção civil residencial em um primeiro momento. No segundo momento, é associada às soluções presentes no estudo de caso e construção civil residencial os elementos e componentes desenvolvidos para outros setores (industriais, comerciais entre outros).

### 4.2.1 Estudo de caso

As fontes de dados utilizadas para o estudo de caso foram: entrevista exploratória, observação direta e análise documental (projeto e manual do usuário). O interesse em realizar este estudo partiu do contato inicial da pesquisadora com o projeto em visita profissional à edificação. A empresa construtora quando contatada se mostrou interessada em participar do estudo, devido ao enfoque nos princípios de durabilidade e **manutenibilidade** da Norma de Desempenho.

A construtora e a incorporadora integram uma mesma empresa com quadros societários iguais, porém CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica) diferentes de acordo com a atividade da tabela CNAE (Classificação Nacional de Atividade Econômica).

O projeto é um empreendimento residencial com 15.242,21 m<sup>2</sup>, composto por duas torres de apartamentos. As torres possuem 13 pavimentos dos quais: o térreo abriga instalações, áreas comuns, e infraestrutura. Cada torre possui 11 pavimentos tipo de apartamentos cada uma com quatro apartamentos de dois dormitórios e dois apartamentos com suíte e um dormitório além de: sala, cozinha, área de serviço, sacada com churrasqueira e circulação. No 13º pavimento estão localizados os reservatórios e o sistema de combate ao incêndio. As áreas de lazer são compostas por dois salões de festas e duas quadras de esportes sobre o edifício garagem.

A estrutura do edifício residencial é em alvenaria estrutural, onde as paredes possuem função de suporte de carga da edificação. As estruturas dos edifícios garagens são em concreto

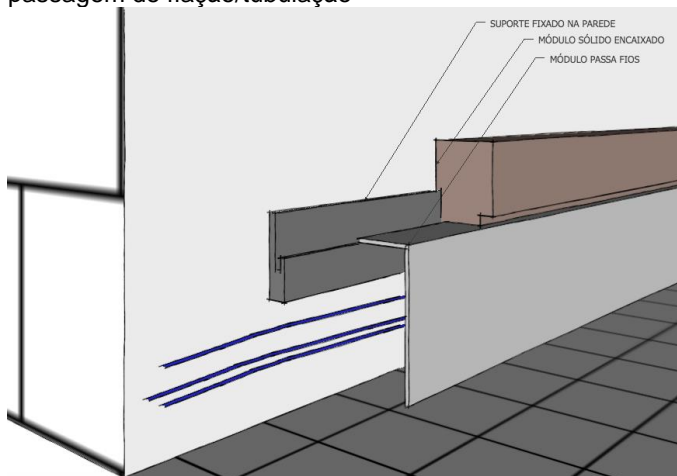
armado e possuem vigas e pilares de sustentação. A obra teve início em março de 2014 e concluída em março de 2016.

A primeira etapa foi de observação direta em visita técnica, entre agosto de 2015 enquanto em obra e março de 2016 após conclusão. Nas visitas procurou-se observar quais os itens com menor Vida Útil e de menor facilidade de acesso e que seriam identificados na Planilha I: instalações de água fria e quente, instalação de esgoto sanitário e pluvial, rede de gás, rede elétrica e espera de ar condicionado.

#### **4.2.2 Manutenibilidade**

Dentre os 46 itens considerados substituíveis pela norma de desempenho, primeiramente foram analisados os 21 elementos e componentes com custo de reposição equivalente ao inicial. Destes 21 apenas 4 itens não necessitam a remoção de outro elemento/componente para sua reposição. Para a substituição dos demais 17 elementos e componentes, é necessário interferir em outro elemento, ou seja, para a reposição terá o custo adicional de remoção e recolocação do componente. No Sistema de Piso, por exemplo, os pisos não aderidos, para a troca dos pisos, é necessário a remoção dos rodapés e alisares de portas. Neste caso, rodapés devem ser de encaixe, por permitirem a remoção e recolocação sem maiores danos (Figura 37).

Figura 37 – Exemplo de rodapé de encaixe, com módulo para passagem de fiação/tubulação



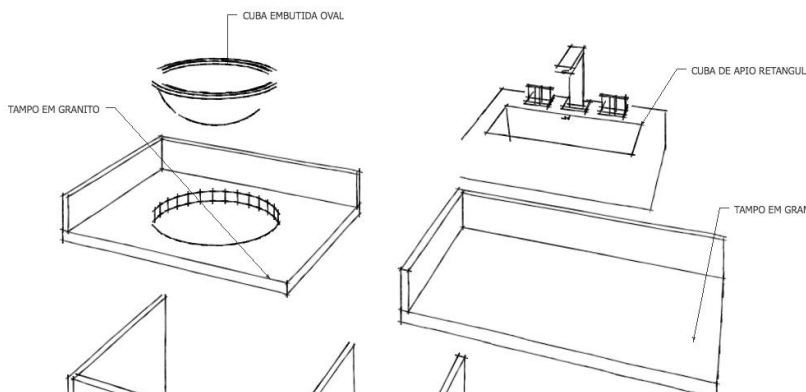
Fonte: autora.

Dentre os itens substituíveis com baixo custo de manutenção (25 elementos e componentes) apenas 6 não geram interferência nos demais para a sua manutenção. Um exemplo é o Sistema de Vedação Vertical Interna e Externa (SVVIE) a pintura das paredes internas, onde, para a renovação, é necessária a remoção dos espelhos das tomadas, alisares e rodapés. Os espelhos de tomada já possuem fixação por encaixe, os rodapés e alisares também devem ser fixados através de encaixe, evitando a utilização de colas e adesivos. No estudo de caso, os rodapés são fixados com silicone adesivo nas paredes, o que dificulta a remoção para a troca do piso interno não aderido (piso laminado).

No Sistema de Instalações Hidrossanitárias, dentre os componentes em local de fácil acesso, as louças sanitárias, cubas de embutir e sobrepor, são coladas na pedra ou tampo. Para remoção e substituição é necessário remover a cola, o que pode danificar o tampo. As cubas de apoio, por exemplo, dão maior liberdade de alteração/atualização/renovação de modelo, pois são apoiadas no tampo (Figura 38). No estudo de caso as cubas são de embutir, coladas no tampo de granito. Caso seja necessário

alterar o tamanho da cuba ou modelo seria necessário descolar do tampo.

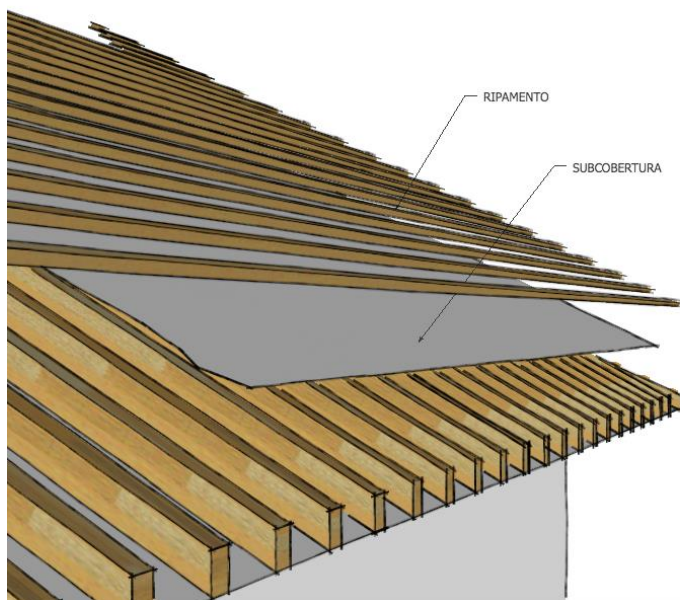
Figura 38- Diferença entre cubas de apoio e cuba embutida



Fonte: autora

No sistema de cobertura, as subcoberturas substituíveis, como mantas, requerem acesso ao telhado, em toda sua extensão, e a possibilidade de remoção da subcobertura. As subcoberturas (VUPm = 4 anos) tradicionais utilizadas no mercado são fixadas entre os caibros e ripas, desta forma, para substituí-los é necessário a remoção de parte da estrutura (VUPm = 20 anos) ou das telhas (VUPm = 13 anos) podendo gerar danos a esta estrutura. No estudo de caso a altura abaixo da estrutura do telhado é insuficiente para acesso total, porém não possui subcobertura. Telhados com inclinação voltada para o centro da edificação também dificultam o acesso a toda extensão da cobertura, pois na parte central possuem menor altura, requerendo acesso através de dois pontos. (Figura 39).

Figura 39 - Subcobertura



Fonte: Autora.

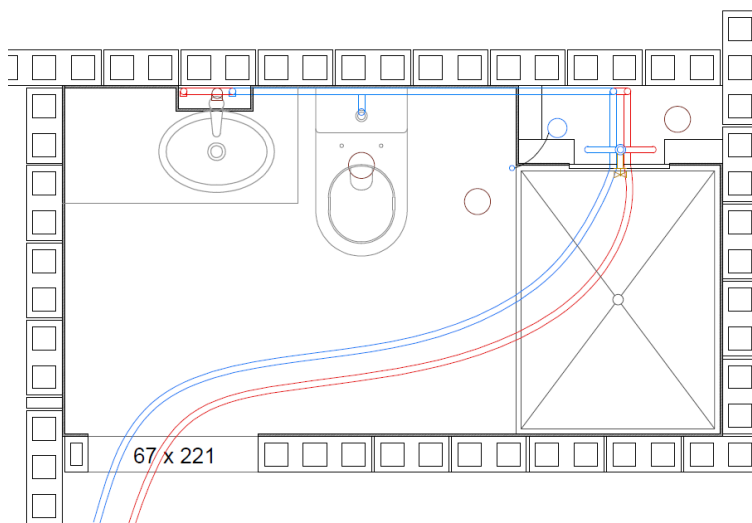
Dentre os elementos, manuteníveis com custo de reposição superior ao inicial, 6 elementos e componentes não tiveram interferência em outros elementos para sua manutenção. No subsistema de cobertura, a estrutura do telhado é caracterizada como alcançando uma VUP de 20, e a sua manutenção é requer a remoção das telhas e da subcobertura. O telhamento (com  $VUP_m = 13$  anos) possui VUP inferior à da estrutura ( $VUP_m$  20 anos). Caso as telhas sejam alteradas, a estrutura da cobertura deverá ser adaptada de acordo com a nova telha, ainda que esteja dentro da sua VUP. Recomenda-se a utilização de telhas e estruturas com VUP compatível, ou telhas autoportantes, com necessidade de estrutura reduzida. As calhas embutidas, requerem a remoção da última fiada de telhas quando reparos e substituições forem necessárias.

Equipamentos como os destinados a transporte vertical (elevadores) possuem uma VUP de 30 anos. São equipamentos de maior porte, que estão usualmente situadas no núcleo da

edificação. Para a sua substituição pode ser necessária a alteração de trechos de SVVIE. No sistema hidrossanitário, as tubulações embutidas da rede de alimentação de água e gás assim como as redes de esgoto pluvial e sanitário, interferem no SVVIE, quando em manutenção. As vedações verticais internas possuem VUPm de 20 anos, compatíveis com a VUPm do sistema de tubulação de água fria. Para as vedações externas, contudo, a VUP m do sistema é de 40 anos incompatível com a das tubulações embutidas segundo o critério de VU.

Ainda que as VUPs sejam as mesmas o sistema de abastecimento de água ou esgotamento necessita de manutenção periódica. Tubulações de água fria embutidas em paredes, necessitam da quebra dos elementos do sistema de vedação, interferindo assim em um elemento que está dentro de sua VU. O edifício do estudo de caso por ser de alvenaria estrutural não possui tubulações de água fria embutidas nas paredes internas. O edifício possui estratégia de manutenção do sistema hidrossanitário e instalações. As tubulações de água fria, água quente, e esgoto sanitário passam por *shafts* de inspeção e forro falso no banheiro (Figura 40). Na cozinha (Figura 41) as tubulações de água fria e água quente passam pelo contrapiso, na horizontal, e na vertical, são conduzidas parcialmente por *shaft*.

Figura 40 – Planta baixa do sistema Hidrossanitário, no banheiro (água fria – azul; água quente – vermelho).

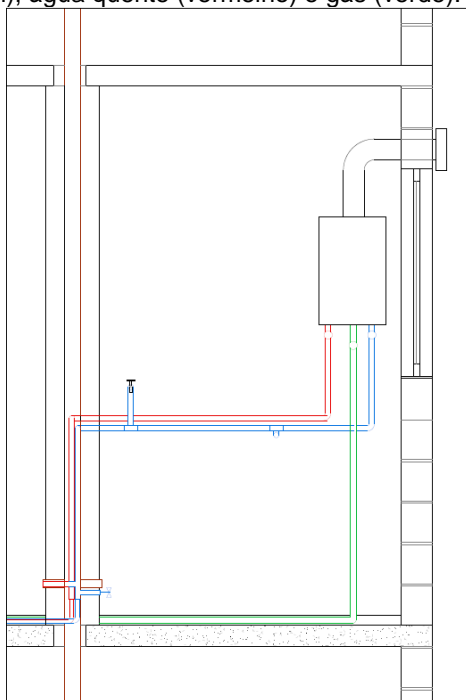


Fonte: Construtora

As colunas de água fria são distribuídas em *shafts* inspecionáveis localizados nas circulações horizontais. Nestes mesmos *shafts* estão os hidrômetros individuais, as tubulações de gás central e os medidores de gás. Dos medidores a tubulação segue pelo contrapiso até o *shaft* localizado entre a cozinha e área de serviço (Figura 26). O ramal de água fria e quente chega ao banheiro juntamente entre a laje e o forro do pavimento inferior ao da instalação.



Figura 41 - Corte detalhe cozinha e área de serviço tubulação de água fria (azul), água quente (vermelho) e gás (verde).



Fonte: Construtora.

Ao chegarem ao banheiro os sub-ramais alcançam os pontos de consumo da pia e chuveiro através de dois *shafts* (Figura 25). Abaixo do tampo da pia fica localizada uma saliência onde estão localizados os sub-ramais de água fria e quente. Esta saliência, contudo é revestida com cerâmica rejuntada, com o subsistema de revestimento interno aderido, impedindo a manutenção do subsistema de instalações prediais embutidas. Para efetuar a manutenção, neste caso, é necessário remover o revestimento e quebrar a estrutura de alvenaria de vedação.

Atrás do chuveiro, onde sobem os sub-ramais para alimentação do chuveiro, foi colocada uma placa de granito parafusada à estrutura atrás. Neste *shaft* também passam as tubulações de esgoto. Desta forma, para a manutenção nas tubulações ou substituir peças é possível realizar sem quebra de

material e sem utilização de novos materiais que não os do sistema substituído.

Neste sistema hidrossanitário é possível perceber que estão presentes estratégias de **manutenibilidade**. Em locais pontuais ainda é necessário quebrar outros subsistemas para alcançar o componente carecendo de manutenção, como nos *shafts* revestidos com cerâmica. Este problema seria facilmente resolvido através de sistema semelhante ao utilizado no box e, por se tratar de uma localização menos visível, ainda se tornaria mais econômico.

O sistema de vedação vertical externa não possui previsão de manutenção, como uma espera para trabalho em altura, tornando mais cara a manutenção do mesmo e gerando conflitos com os outros sistemas com o sistema de cobertura que terá que ser removido parcialmente para fixação dos andaimes.

No sistema de piso, a impermeabilização é classificada com manutenível com custo superior ao inicial quando necessita da quebra de revestimentos. No caso da impermeabilização das áreas molhadas por exemplo, a impermeabilização possui VUPm (20 anos) superior a do revestimento interno aderido (13 anos). O ideal é que ambas tivessem a mesma VUP apenas com um coeficiente de segurança, pois quando o piso atingir o final de sua VU, será necessária a substituição deste elemento que estará aderido à impermeabilização, que terá de ser removida antes de alcançar a sua VUP (aproximadamente 53% maior). Esta é uma situação que gera desperdício de material, já que ele poderia desempenhar sua função por um período maior e será removido precocemente, devido a forma de sua fixação.

No edifício analisado, a impermeabilização do box do banheiro fica sobre uma placa inteiriça de granito, que amplia a VU da impermeabilização, já que diminui as probabilidades de vazamento através de falhas no rejuntamento, por exemplo. Contudo, esta situação não prevê a facilitação da manutenção. O que ocorre é uma ampliação da Vida Útil da impermeabilização, por não possuir rejuntamento dentro do box, como um “piso box”.

Os revestimentos de fachadas externas, possuem VUP de 20 anos, aderidos a vedações com VUP de 50 anos. Deverão ser substituídos, pelo menos, 2 vezes durante a VU da edificação, recebendo manutenção adequada. A garantia mínima do fornecedor é de 3 anos. Para a manutenção da fachada externa é necessário a instalação de sistemas para trabalho em altura, como

balancins, andaimes e cadeirinhas. A fixação deste sistema quando não prevista na cobertura da edificação requer a remoção de telhas ou outros sistemas de cobertura. No projeto analisado não está prevista a fixação destes equipamentos de manutenção.

As vedações externas pertencem à categoria de VUP manuteníveis, com custo de reparação muito superior ao custo inicial. É importante salientar que apesar do alto custo de reparação, frequentemente são embutidas neste elemento tubulações de água, tubulações elétricas e *shafts* externos com tubulações pluviais. Na manutenção destes sistemas embutidos a vedação externa deverá ser reparada. Também são nas vedações externas que ficam as fixações de unidades externas de ar condicionado, drenos e suportes, que são pontos suscetíveis de entrada de umidade e, portanto, suscetíveis à ocorrência de patologias. No estudo de caso, as unidades externas são fixadas nas paredes externas da sacada, sendo o seu acesso facilitado; porém, a fixação é realizada pelo usuário ou mão de obra contratada, sem controle de qualidade da empresa construtora. Em um elemento com custo elevado de reparação, todas as instalações devem ser projetadas e realizadas com controle de qualidade.

Os elementos considerados não manuteníveis são os pertencentes ao sistema de estrutura. Estes possuem a VUP da edificação, porém estruturas de concreto podem e devem ter controle e se necessária a manutenção periódica, especialmente em ambientes agressivos. Na edificação analisada, o SVVIE são componentes da estrutura, e sofrem interferência dos demais componentes, como relatado anteriormente. Muros de arrimo devem receber vistoria e manutenção, por exemplo na camada de impermeabilização de cortinas de concreto armado em subsolos habitáveis como garagens.

A **manutenibilidade** é prevista em 43 elementos e componentes do estudo de caso, destes 14 elementos e componentes possuem **manutenibilidade** parcial, ou seja, necessitam de algum tipo de interferência dependendo da manutenção prevista. Entre os elementos manuteníveis da norma, 9 elementos e componentes no estudo de caso não são considerados manuteníveis. Como exemplo, a impermeabilização interna manutenível, para manutenção da qual seria necessário quebrar o piso, ou seja, não possui **manutenibilidade**.

Entre os itens substituíveis da norma, 8 não possuem **manutenibilidade**. O piso interno é classificado como substituível, porém para sua remoção e recolocação, é necessário remover rodapés, mata juntas e vistas de portas coladas. A pintura da fachada é classificado como substituível, porém no estudo de caso não há no projeto identificação de suporte para balancim ou qualquer tipo de guindaste suspenso.

### 4.2.3 Flexibilidade

Uma estratégia para a ampliação da VU de edificações é a flexibilidade de layout, evitando, assim, a obsolescência funcional. A edificação é em alvenaria estrutural e todas as vedações internas e externas a UH (Unidade Habitacional) são estruturais não podendo ser removidas. Desta forma, não há possibilidade de união entre duas UH, como estratégia de ampliação nem alteração da planta-baixa. A planta do edifício não possui flexibilidade no uso dos espaços - desta forma, a obsolescência funcional poderá ser atingida com brevidade uma vez que não é possível alterar a disposição interna dos ambientes e ampliação.

Quanto aos equipamentos, uma estratégia adotada para não ocorrer a interrupção de uso da edificação é a independência na operação dos equipamentos que possibilita maior flexibilidade na manutenção dos equipamentos. O estudo de caso possui dois elevadores, em situações de manutenção, uma máquina pode permanecer em uso, enquanto a outra é desativada. Da mesma forma as bombas de recalque, onde duas bombas operam em paralelo, e há quatro reservatórios, dois superiores e dois inferiores com. Os reservatórios possuem sistema de fechamento independente por meio de registros de gaveta, possibilitando manutenção e limpeza sem corte no abastecimento de água, tanto de reservatórios superiores, como dos inferiores e das bombas de recalque.

A deshierarquização dos espaços internos como estratégia de durabilidade, também não ocorre, já que os ambientes possuem dimensões muito diferentes, não sendo possível alterar a cozinha e a área de serviço, por exemplo. Para a flexibilidade no uso dos espaços de uma casa é essencial a deshierarquização dos espaços, que ocorre através de dimensões semelhantes nos ambientes, por exemplo, permitindo usos diversos (MONTANER, 2011).

#### 4.2.4 Manual do usuário e garantia

Para verificação do Manual do usuário analisou-se o Manual do Proprietário entregue aos Compradores das Unidades Habitacionais por meio da Planilha de Verificação do APÊNDICE A. O manual do usuário foi entregue impresso aos proprietários, possuindo 44 páginas, mais anexos. Em anexo estão os seguintes itens:

- a) Planta baixa técnica do apartamento (com demarcações de alvenarias estruturais, não estruturais e *shafts*);
- b) Planta baixa da instalação elétrica (com pontos de energia elétrica, tomadas, interruptores, pontos de luz, espera para internet/telefone e televisão);
- c) Detalhe da instalação hidráulica *as built*, do dreno de equipamento de condicionamento de ar (planta baixa e cortes);
- d) Detalhe hidráulico *as built* das instalações de água fria, água quente, aquecedor a gás, tubulação de gás e esgoto da cozinha e área de serviço (planta baixa e cortes);
- e) Detalhe hidráulico *as built* das instalações de água fria, água quente e esgoto dos banheiros (planta baixa e cortes).

O manual possui uma introdução alertando os proprietários da importância do propósito do manual e da responsabilidade de repassar o manual para futuros proprietários no caso de revenda do imóvel. É composto por: introdução, índice, glossário, anexos e 12 capítulos. Os capítulos abordam os seguintes tópicos: descrição do empreendimento (1), conservação, manutenção e responsabilidades (2), garantia e assistência técnica (3), informações sobre operação e uso do imóvel (4), uso e manutenção do imóvel (5), manutenção preventiva (6), Relação de fornecedores de projetos e instalações (7), fornecedores e fabricantes (8), especificação de materiais utilizados (9), sistema de prevenção e combate a incêndio (10), pedido de ligação individual de luz (11) e solicitação de reparos (12).

Quanto aos itens da planilha, o capítulo de **apresentação** e informação geral abrangeria todos os itens apontados pela norma,

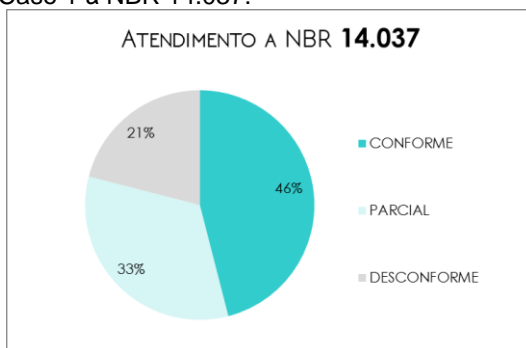
somente apresentando parcialmente as definições dos termos utilizados no glossário.

No item **operação uso e limpeza**, de 16 subitens o manual não abordou quatro subitens e abordou apenas superficialmente três subitens (sistemas de incêndio, jardins, paisagismo e áreas de lazer e pedidos de ligação pública). As **informações complementares** foram abordadas sucintamente, sendo que dos subitens apenas o que se refere a meio ambiente e **sustentabilidade** não foi mencionado ao longo do manual. É importante destacar que o manual solicita a atualização do mesmo em caso de qualquer alteração possível.

O capítulo de **manutenção** contém 34 subitens, dos quais um não se aplica ao projeto analisado, pois é sobre a manutenção da piscina, que não existe na edificação. Dos outros 33 itens, apenas 35% têm a descrição da periodicidade e procedimentos de manutenção, limpeza e conservação de materiais e equipamentos, mão-de-obra necessária e consequências da falta de manutenção. Alguns itens são abordados parcialmente: 35% deles, só possuem citações de conservação e limpeza, mas não indicações de manutenção preventiva e periodicidade. Outros 10 itens (30%) não são abordados, dentre eles o elevador.

Dentre todos os 67 subitens avaliados pela planilha o manual atende criteriosamente a 46%; parcialmente, a 33% e está em desconformidade com a norma em 21%, por não trazer as informações necessárias do item analisado (Figura 42).

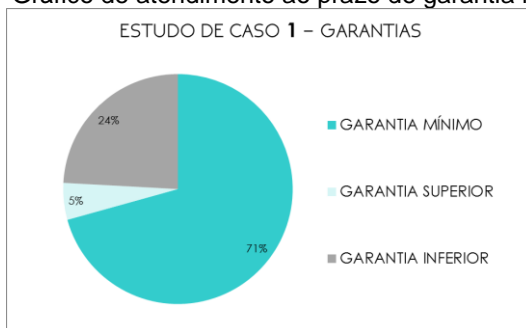
Figura 42 – Gráfico de porcentagem de atendimento do Manual do Usuário do Estudo de Caso 1 à NBR 14.037.



Fonte: Autora.

Foram comparadas as garantias oferecidas pelo construtor no manual do usuário, com os prazos mínimos da Norma de Desempenho. A análise foi feita através do *check list* (APÊNDICE A) e os dados foram obtidos no manual do usuário.

Figura 43 – Gráfico de atendimento ao prazo de garantia mínimo



Fonte: Autora.

No cumprimento das garantias mínimas, a construtora atende 71% das garantias mínimas de Elementos e Componentes conforme estabelecido na NBR 15.575 (ABNT, 2013a). Em 5% (três itens) dos itens pertinentes ao projeto, a garantia é superior à requerida na norma. São garantias fornecidas pelos fabricantes dos metais e louças sanitárias (Figura 43).

Porém em 24% dos casos o projeto não atende as garantias mínimas exigidas. Dentre os itens, alguns não foram mencionados

no manual: cobertura, SPDI, muros divisórios, escadas internas e externas, reservatórios e guarda-corpos. Outros sete itens possuem prazo de garantia menor ao determinado em norma, o que demonstra a falta de conhecimento completo da norma. Dos itens que estão com prazo de garantia inferior ao mínimo, dois são do sistema de cobertura: telhamento e estrutura; dois são do subsistema de vedação externa; janelas e porta-balcão; e dois referentes à impermeabilização de juntas: componentes de juntas e rejuntamento e mata junta.

Dentre os itens que estão previstas quatro tem custo de manutenção superior ao custo inicial; ou seja, são itens importantes, onde uma manutenção não programada terá um custo importante para o condomínio.

#### 4.3 CENÁRIO 2

O cenário 1 foi composto por: análise da norma de desempenho; hipóteses de consequências na construção civil tradicional; e exemplos de situações encontrados no estudo de caso. A partir das interferências e soluções identificadas no Cenário 1, foram desenvolvidas propostas de soluções para facilitar a manutenção dos itens levantados. As propostas desenvolvidas foram explanadas em forma de: croqui; uma ideia de solução a ser desenvolvida; ou de solução já existente na construção civil, adotada em outros setores, como industrial e comercial.

Sendo identificada a falta de **manutenibilidade** para elementos e componentes com VUP inferior ao da edificação, foram buscados em outros setores produtos da construção civil que possam suprir a necessidade de acesso ao elemento ou componente, ou ainda, para facilitar o acesso quando este já é existente. As soluções foram buscadas em diferentes fontes de informação, como: fornecedores, revistas especializadas, dissertações e teses de doutorado, e em exemplos de outras construtoras. Através dos dados coletados as propostas visam gerar uma reflexão no método de projetar e construir edificações. As estratégias são exemplos de combinações de produtos e de técnicas existentes, aplicados de forma a solucionar problemas de acesso, para a manutenção de produtos atuais, como de novos produtos a serem desenvolvidos.



Cinco exemplos demonstram o processo da pesquisa, desde a análise da norma, estudo de caso, proposição de solução presente no mercado (Cenário 1) e solução proposta no Cenário 2.

#### 4.3.1 Exemplo 1 - Reservatório

Os reservatórios de água, segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2013a), pertencem ao sistema hidrossanitário. Este componente possui duas classificações: reservatórios de água de fácil acesso e reservatórios de água não facilmente substituíveis. Estes componentes possuem VUPm de 8 anos e 13 anos, e categoria de VUP substituível e manutenível, respectivamente (Quadro 21).

Quadro 21 - Planilha I classificação componente/elemento de acordo com a NBR 15.575:2013

ITENS DA NORMA								
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MÍNIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013); VUP SUPERIOR Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).		EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)
HIDROSSANITÁRIO	instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	reservatório de água	8	12	compromete a segurança de uso	substituível	custo de reposição equivalente ao inicial	3
HIDROSSANITÁRIO	instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não acessíveis)	reservatórios de água não facilmente substituíveis	13	20	interrupção do uso do edifício	manutenível	custo de reposição superior ao custo inicial	3

Fonte: autora.

A partir da classificação, foi procurado qual a VUP estabelecida pelos fornecedores. Porém, os dados não estão disponíveis. Estima-se que a VU seja de 30 a 50 anos (ASFAMAS, 2013) e os ensaios, segundo a NBR 14.799 (ABNT, 2011) são de 3.600h de exposição artificial, ou de 5 anos de exposição natural. Considerando a VUP mínima da Norma de Desempenho, foi estabelecido o número de vezes que este componente atingiria o final de sua VUP e necessitaria ser substituído (coluna I). Na coluna k são elencados quais os elementos e componentes que sofreriam interferência na substituição do reservatório. Para esta

análise é considerado o método de construção civil tradicional em concreto armado e alvenaria de vedação, reservatório superior no pavimento da cobertura e inferior no subsolo (Quadro 21 Figura ).

Quadro 22 - Planilha I - elementos e componentes que sofrem interferência e número de vezes substituição elemento

ITENS DA NORMA			INFERÊNCIAS	
(a)	(b)	(c)	(k)	(l)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	ELEMENTOS QUE SOFREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO/SUBSTITUIÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VUP ESTRUTURA
HIDROSSANITÁRIO	instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	reservatório de água	vedações externas, estrutura (laje)	6
HIDROSSANITÁRIO	instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não acessíveis)	reservatórios de água não facilmente substituíveis	vedações externas; vedações internas; estrutura (laje)	4

Fonte: autora.

No estudo de caso foi verificada qual a posição dos reservatórios e qual a localização em projeto. No estudo de caso o reservatório inferior está localizado no pavimento térreo, facilitando o aceso para remoção; porém, sendo ainda necessário a remoção de alvenaria externa. O reservatório superior está localizado na cobertura, em um volume em alvenaria estrutural, com cobertura em fibrocimento, estrutura da cobertura em madeira, apoiada sobre laje em concreto armado. O acesso se dá por escada de marinheiro. Para substituição por novo reservatório, será necessário remover a estrutura externa a este, como paredes e/ou laje e cobertura (Quadro 23).

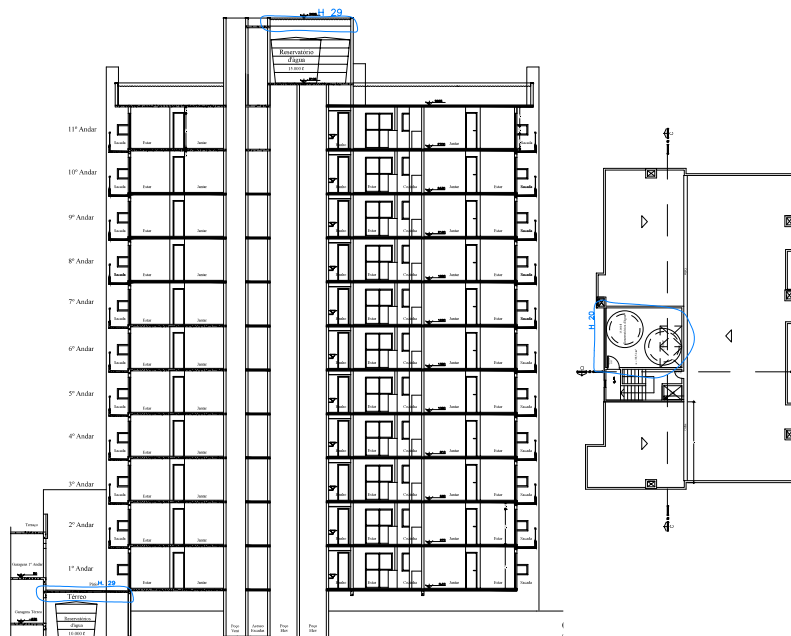
Quadro 23 - Planilha III estudo de caso

ITENS DA NORMA			PROJETO (ESTUDO DE CASO)						
(a)	(b)	(c)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)
SISTEMA, CONFORME NBR 13.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 13.575-1:2013 (ABNT, 2013)	INTERFERÊNCIAS/UNIDADES PRIVATIVAS	INTERFERÊNCIAS/ÁREAS COMUNS	HA MANUTENIBILIDADE (SIM, NÃO, PARCIAL)	A NECESSIDADE DE REPARO PARA NECESSIDADE DEMOLICÃO (SIM, PARCIAL/NÃO)	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ADOPTADA (PROJETOS AUTO CAD)	OBSERVAÇÃO	MARCAÇÃO/PLANTA (NOME DO ARQUIVO) MARCAÇÃO NA COR DO ITEM)
HIDROSSANITÁRIO	instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	reservatório de água	na	vedações externas, cobertura	parcial	parcial	o sistema possui registros para operação independente dos reservatórios permite a manutenção, reservatório superior localizado na cobertura com svvie no entorno.	reservatórios são posicionados antes da execução das vedações externas, para substituição e necessário remover os reservatórios e demolir alvenarias/piso/laje e cobertura	H20 - a20 - torre 1, cortes residencial e a10 - torre 1, reservatórios e cobertura, residencial
HIDROSSANITÁRIO	instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não assessiveis)	reservatórios de água não facilmente substituíveis	na	vedações externas; vedações internas; estrutura (laje)	na		reservatório inferior posicionado no pavimento térreo, svvie no entorno	reservatórios no subsolo requerem a remoção da vedação horizontal e vedações externas e internas para remoção/recolocação	H20 - a20 - torre 1, cortes residencial e a10 - torre 1, reservatórios e cobertura, residencial

Fonte: autora.

Na planta e corte (Figura 43 Figura ) é possível verificar as vedações horizontais (laje) e verticais (alvenaria) no entorno dos reservatórios superior e inferior (H20).

Figura 43 - Corte e Planta Baixa com indicação do item H20



Fonte: autora adaptado de Construtora X

Através da constatação de que, para reposição do reservatório, é necessário quebrar as paredes ou laje, buscou-se estratégias para facilitar esta troca, em caso de falha ou final de VUP. Como solução encontrada no mercado, é possível posicionar o reservatório inferior fora do corpo da edificação, com acesso por portas, ou esquadria com maior largura, cobertura com estrutura em telhas, sem laje. Como proposição de vedação do reservatório, poderia ser realizada com painéis. No exemplo, com um sistema de telhas autoportantes removíveis. Desta forma é possível remover o reservatório caso necessário somente desmontando a estrutura, para o caso de ser Por exemplo, se necessário, por exemplo, reparar a impermeabilização da laje do reservatório (Figura 44).

Quadro 24 - Planilha III - Cenário 1 e Cenário 2

ITENS DA NORMA				CENÁRIOS	
(a)	(b)	(c)	(t)	(e)	(v)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO (CENÁRIO 1) (COM DESENHOS)	POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO TECNOLÓGICA (CENÁRIO 2) SOLUÇÕES FUTURAS PARA PROJETO. (COM DESENHOS)	DESENHO
HIDROSSANITÁRIO	instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	reservatório de água	reservatórios inferiores fora do corpo do edifício com fácil remoção de vedações	porta de reservatório superior com tamanho correspondente ao necessário para remoção (com guindaste), cobertura removível, previsão de sistema de cobertura simples com telha auto-portante fácil remoção, sobreposto sistema de vedação, reservatório externo, espaço para remoção do reservatório internamente e realização da impermeabilização	reservatório o1
HIDROSSANITÁRIO	instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos, inclusive forros falsos e pisos elevados não assessíveis)	reservatórios de água não facilmente substituíveis	porta ou abertura no térreo para substituição	-	reservatório o1

Fonte: autora.

Figura 44 - Reservatório com remoção de painéis.



Fonte: autora.

#### 4.3.2 Exemplo 2 - Instalações embutidas

As tubulações e demais componentes hidrossanitários, segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2013a), possuem duas classificações: instalações prediais embutidas e tubulações prediais aparentes. Estes componentes possuem VUPm de: 20 anos e 4 anos; e categoria de VUP manutenível e substituível, respectivamente (Quadro 25).

Quadro 25 - Planilha I classificação do sistema Hidrossanitário

ITENS DA NORMA								
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MÍNIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VUP SUPERIOR Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes águas pluviais	20	30	Interrupção do uso do edifício	manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	5
			20	30	interrupção do uso do edifício	manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	5
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tubulações e demais componentes	4	6	sem problemas excepcionais	substituível	Baixo Custo de Manutenção	5

Fonte: autora.

A partir da classificação, foram verificados os prazos de garantia fornecido pelos fabricantes. Na coluna k, são elencados os elementos e componentes que sofreriam interferência na substituição do reservatório: SVVIE e revestimento interno aderido e não aderido. Os prazos de garantia indicados para as tubulações são: de 5 anos, para elementos e componentes embutidos; e de 1 ano para elementos e componentes externos.

Considerando a VUP mínima do componente embutido, segundo a Norma de Desempenho, e comparando com os elementos que poderia estar embutido: sistema de vedação externa (VUPm=40anos) e sistema de vedação interna (VUPm=20anos), foi estabelecido o número de vezes que este componente atingiria o final de sua VUP e necessitaria ser substituído. Durante a VUP do sistema de vedação externo as tubulações embutidas devem ser substituídas, pelo menos 1 vez, já que a VUP do sistema de vedação externo é o dobro da VUP da tubulação. Em relação à estrutura, as tubulações embutidas devem ser substituídas duas vezes (Quadro 26).

Quadro 26 - elementos que sofrem interferência.

ITENS DA NORMA			INFERÊNCIAS	
(a)	(b)	(c)	(k)	(l)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	ELEMENTOS QUE SOFREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO/SUBSTITUIÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VUP ESTRUTURA
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes águas pluviais	Revestimento externo aderido, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, painel vertical interno, painel vertical externo,	2
		Tubulações e demais componentes hidrossanitário	Revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, painel vertical interno, painel vertical externo,	2
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tubulações e demais componentes	Revestimento de teto não aderido, revestimento de teto não aderido, revestimento interno não aderido	11

Fonte: autora.

No estudo de caso foi verificada a posição das tubulações embutidas e aparentes e qual a localização em projeto (Quadro 27). Não existem tubulações aparentes no projeto, nem as tubulações embutidas, de esgoto sanitário, pluvial e de distribuição de água fria. As tubulações estão localizadas em um *shaft* (poço de ventilação) no centro do edifício, uma situação mais favorável pois não tem influência nas UH para manutenção. Ao *shaft* somente se tem acesso pelo no pavimento térreo, e o projeto não prevê acesso para manutenção da tubulação, nos demais pavimentos. Assim, será necessário abrir um *shaft*, para a manutenção nestes pavimentos (Quadro 27).

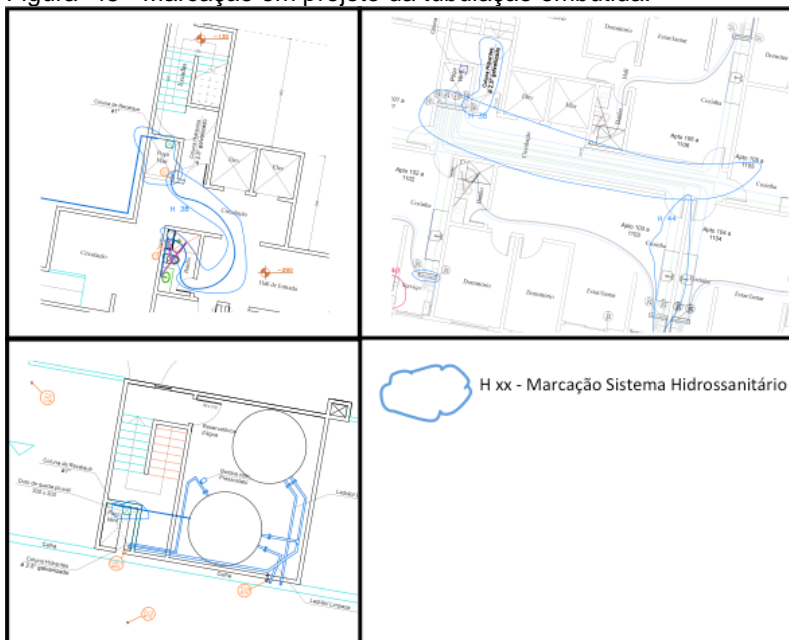


Quadro 27 - Planilha III estudo de caso

ITENS DA NORMA		PROJETO (ESTUDO DE CASO)						
(c)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	
COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	INTERFERÊNCIA unidades privativas	INTERFERÊNCIA ÁREAS COMUNS	HÁ MANUTENIBILIDADE (SIM, NÃO, PARCIAL)	NECESSIDADE DEMOLIÇÃO (SIM, NÃO, PARCIAL)	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ADOTADA (COM DESENHO)	OBSERVAÇÃO	MARCAÇÃO PLANTA (NOME DO ARQUIVO) MARCAÇÃO NA COR DO ITEM)	
Tubulações e demais componentes águas pluviais	Na	Vedação vertical interna, revestimento interno aderido.	Sim	Não	O duto coletor vertical de água pluvial está localizado no poço de ventilação. Portanto para substituição ou reparo podem ser utilizadas janelas de inspeção	Para substituição da tubulação é necessário a demolição da vedação externa e interna; para manutenção dos registros não é necessária a demolição; CAFs passam em shafts e forros falsos na circulação dos pavimentos tipo	005-COBERTURA_Torre Residencial_X_Hidro	
Tubulações e demais componentes hidrossanitário	Embutidos vedação vertical externa; entre laje e forro de gesso	Embutidos vedação vertical externa; entre laje e forro de gesso	Parcial	Sim	Painel banheiro removível acesso shaft		038-E143-A05-Torre_Torre Residencial_X_Hidro 039-ANBAR_Torre Residencial_X_Hidro 042-Estercoogramas Residencial_X_Hidro	
Tubulações e demais componentes	Na	Na	Sim	Sim	Na		038-E143-A05-Torre_Torre Residencial_X_Hidro 039-ANBAR_Torre Residencial_X_Hidro 042-Estercoogramas Residencial_X_Hidro	

Fonte: autora.

Figura 45 - Marcação em projeto da tubulação embutida.



Fonte: autora adaptado de Construtora X.

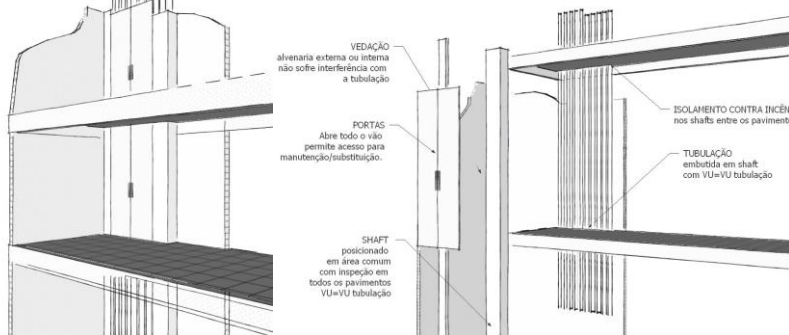
Para facilitar o acesso as tubulações são propostas estratégias de **manutenibilidade**, uma vez que foi constatado que para manutenção e/ou substituição das tubulações necessário quebrar e intervir no sistema de vedação interno do projeto (Quadro 27 e Quadro 28). Uma solução para **manutenibilidade** é o acesso ao *shaft* através de portas nos pavimentos (Figura 46). Desta forma no caso de falha no sistema, manutenção preventiva/rotina é possível acessar o sistema sem danificar outros sistemas.

Quadro 28 - Planilha III propostas Cenário 1 e 2

ITENS DA NORMA			CENÁRIOS		
(a)	(b)	(c)	(t)	(e)	(v)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO (CENÁRIO 1) (COM DESENHOS)	POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO TECNOLÓGICA (CENÁRIO 2) SOLUÇÕES FUTURAS PARA PROJETO. (COM DESENHOS)	DESENHO
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes águas pluviais	Janela de inspeção, tubulações nas áreas comuns. Coletores verticais fora do corpo da edificação / piso elevado	Shaft acessível com vedação entre pavimentos / tubulação externa	shaft 1 + piso elevado
		Tubulações e demais componentes hidrossanitário	Forro removível; shaft no forro; pex com condutor; revestimentos removíveis na altura da tubulação; forro removível no banheiro em material anti-mofo / piso elevado.	Shaft acessível com vedação entre pavimentos / tubulação externa	shaft 1
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tubulações e demais componentes		Shaft acessível com vedação entre pavimentos tubulação externa	shaft 1

Fonte: autora.

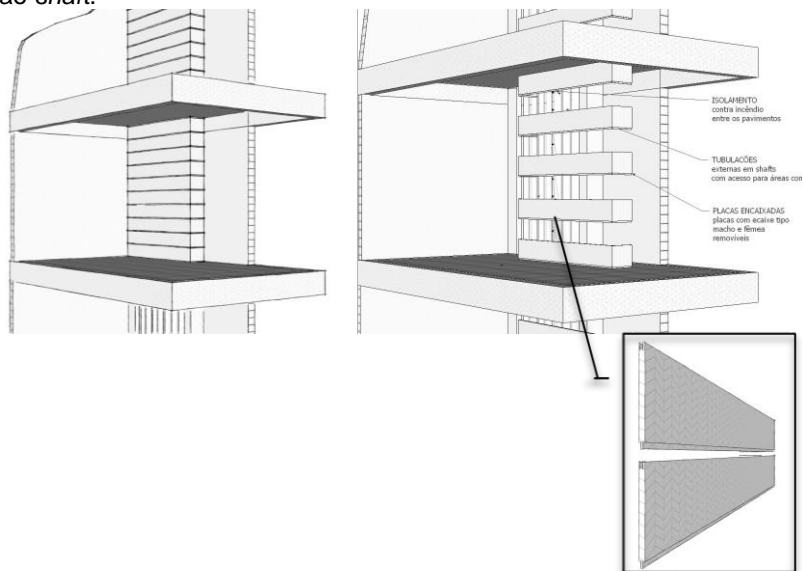
Figura 46 - Proposta portas de acesso ao *shaft* nos pavimentos.



Fonte: autora.

Outra proposta são painéis encaixados desmontáveis, permitindo acesso completo ao vão, além de possibilitar a troca de módulos danificados e reutilização dos painéis em outros projetos (Figura 47).

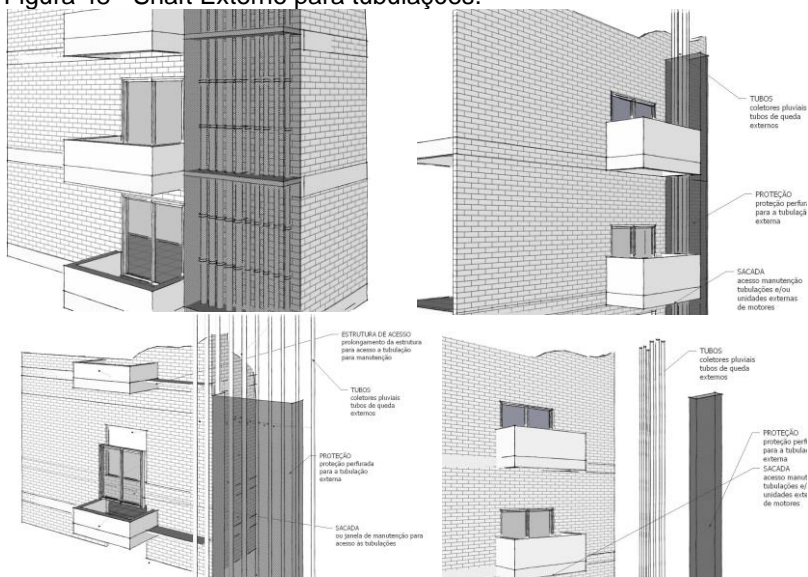
Figura 47 - Proposta de painéis desmontáveis para acesso completo ao *shaft*.



Fonte: autora.

Outra proposta é feita para tubulações externas que possuem VUP de 4 anos. É criada uma vedação com dois propósitos: o intuito de ampliar a VUP através de uma proteção contra intempéries e também compor um elemento arquitetônico de fachada, possibilitando que as tubulações fiquem ocultas porém acessíveis através de sacadas, balcões ou portas exclusivas para manutenção em circulações (Figura 48).

Figura 48 - Shaft Externo para tubulações.



Fonte: autora.

#### 4.3.3 Exemplo 3 - Ramais e subramais de água fria, água quente e esgoto.

As tubulações de água fria, água quente e esgoto pertencem ao sistema Hidrossanitário segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2013a). Os componentes de água fria e água quente, no sistema construtivo tradicional, estão usualmente embutidos em paredes, que por sua vez são pertencentes ao SVVIE. Quando embutidos em paredes externas gera uma incompatibilidade de VU já que que a VUPm do sistema de Vedação Vertical Externa é de 40 anos e a VUPm das tubulações é de 13 anos. Em paredes internas a VUPm é de 20 anos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) a mesma VUPs das tubulações (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). As tubulações de água fria e quente são classificadas como manutenível.

É necessário fazer a ratificação que componentes e elementos não devem ser embutidos em sistemas ou elementos com VUP diferentes (superior ou inferior). Quando a VUP do

elemento é inferior à VUP do elemento que o envolve, prejudica sua manutenção e substituição e o elemento envolvente sofrerá uma intervenção prematura. Da mesma forma, quando a VUP do elemento é superior à VUP do componente que o envolve, irá causar desperdício, pois o elemento externo será removido antes do final da sua VUP. Em banheiros a situação é agravada pois além do elemento de vedação, as paredes possuem revestimento interno aderido (cerâmicas), mais um componente que pode sofrer com a intervenção prematura e com o agravante que as peças cerâmicas são componentes que seguem uma tendência de mercado, desta forma dentro do prazo de 13 anos, é provável que a mesma peça não seja encontrada para reposição.

As tubulações de esgoto horizontais (ramal de esgoto, ramal de descarga e ramal de ventilação) ficam posicionadas abaixo da laje do pavimento onde estão instalados os aparelhos sanitários aos quais atendem. No pavimento inferior, os tubos são protegidos por um revestimento interno não aderido (forro de gesso, PVC, lambri). Em relação a VUPm estes elementos têm VUP compatível com a tubulação, uma vez que sua VUPm é inferior (Quadro 29 e Quadro 30). A manutenção destes tubos pode ser realizados através da abertura destes forros, através de recortes e quebra feitos apenas para acesso durante a manutenção o que gera desperdício pois inutiliza parte do material (ex.:forro em gesso) ou abertura em sistemas que são de encaixe (ex.:forro em PVC, lambri com encaixe macho e fêmea) evitando a perda de material e dando maior **manutenibilidade** ao sistema.

Quadro 29- Classificação tubulações conforme NBR 15.575

		ITENS DA NORMA								
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)		
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MINIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VUP SUPERIOR Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)		
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes hidrossanitário	20	30	Interrupção do uso do edifício	manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	5		

Fonte: autora.

Quadro 30 - Classificação sistemas que sofrem interferência

ITENS DA NORMA								
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MINIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VUP SUPERIOR Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)
COBERTURA	Revestimento interno aderido	Revestimento de teto	13	20	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	1
PISOS	Revestimento interno aderido	Revestimento de piso	13	20	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	2
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA	Revestimento interno aderido	Revestimento de parede	13	20	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	2
COBERTURA	Revestimento interno não aderido	Forros	8	12	Compromete a segurança de uso	Substituível	Custo de reposição equivalente ao inicial	1
VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA	Vedação externa	Paredes de vedação	40	60	Qualquer	Manutenível	Custo de reparação muito superior ao custo inicial	5
COBERTURA	Revestimento interno não aderido	Lambris	8	12	Compromete a segurança de uso	Substituível	Custo de reposição equivalente ao inicial	5
PISOS	Revestimento interno não aderido	Pisos	8	12	Compromete a segurança de uso	Substituível	Custo de reposição equivalente ao inicial	1
VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA	Vedação externa	Painéis de fachada	40	60	Qualquer	Manutenível	Custo de reparação muito superior ao custo inicial	-
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA	Vedação interna	Paredes divisórias leves	20	30	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	-

Fonte: autora.

Em edificações residenciais multifamiliares em altura, a manutenção deste sistema gera uma grande inconveniência: a manutenção, por ocorrer no pavimento inferior da UH dos aparelhos atendidos, é realizada em outra UH. Ou seja, o forro onde é realizada a intervenção para manutenção pertence a outro proprietário, o que pode gerar transtornos na manutenção.

A tubulação vertical de esgoto sanitário (tubos de queda, tubos de gordura e colunas de ventilação) são localizados em *shafts* verticais. Estes *shafts*, são localizados nos banheiros, fechados por alvenaria de vedação e por estar localizado no banheiro, usualmente possui revestimento interno aderido. Desta forma, para acesso ao *shaft* é necessário intervir em 2 elementos: vedação interna e revestimento interno aderido (revestimento cerâmico). Elementos com diferentes VUPs, vedação interna VUP de 20 anos e cerâmica VUP de 13 anos e ambos são classificados como manuteníveis (Quadro 30).

A partir da VUP mínima da Norma de Despenho, foi estabelecido o número de vezes que este componente atingiria o final de sua VUP e necessitaria ser substituído (coluna I) no caso

das tubulações hidrossanitárias 5 vezes durante a VUP do edifício. Na coluna k os elementos e componentes citados anteriormente que sofreriam interferência na substituição do reservatório. Para esta análise é considerado o método de construção civil tradicional em concreto armado e alvenaria de vedação, reservatório superior no pavimento da cobertura e inferior no subsolo (Quadro 31).

Quadro 31 - elementos que sofrem interferência na manutenção das tubulações hidrossanitárias.

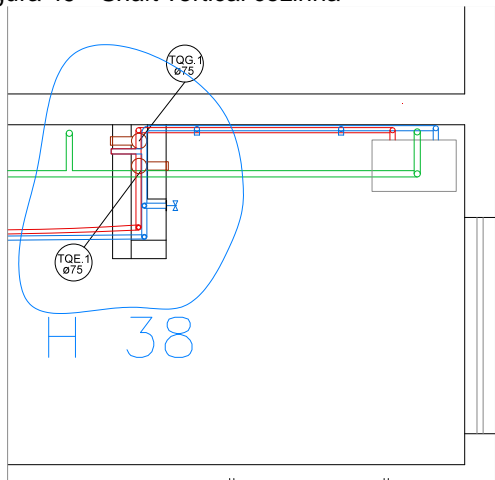
ITENS DA NORMA			INFERÊNCIAS	
(a)	(b)	(c)	(k)	(l)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	ELEMENTOS QUE SOFREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO/SUBSTITUIÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VUP ESTRUTURA
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes Hidrossanitário.	Revestimento interno aderido; revestimento interno não aderido; pisos; painel vertical interno; painel vertical externo.	3

Fonte: autora.

No estudo de caso, foi verificado a posição das tubulações de água fria e esgoto sanitário que atendem ao banheiro e cozinha. O sistema construtivo é alvenaria estrutural portanto as tubulações não são embutidas nas paredes, uma vez que são elementos da estrutura. No estudo de caso, o abastecimento de água fria chega na cozinha através de um *shaft* vertical entre a cozinha e área de serviço (Figura 49). O *shaft* possui vedação interna leve revestido com cerâmica, revestimento interno aderido e os tubos que abastecem a pia da cozinha são externos.



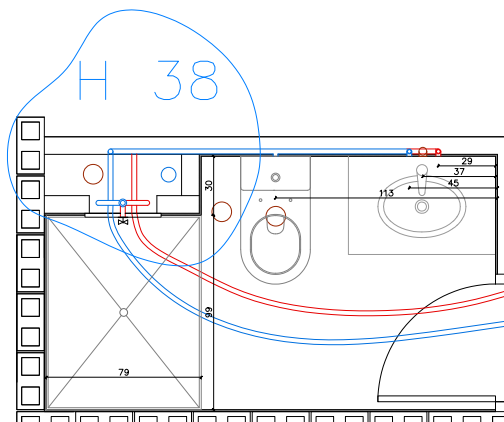
Figura 49 - *Shaft* vertical cozinha



Fonte: Autora com base nos desenhos da Construtora X.

No banheiro as tubulações chegam por um *shaft* localizado no box, atrás do chuveiro. Este *shaft* possui vedação em alvenaria interna e parte revestimento interno não aderido, uma placa de granito removível (Figura 50).

Figura 50 - *Shaft* vertical Banheiro



Fonte: Autora com base nos desenhos da Construtora X.

No estudo de caso foi verificado como se dá o acesso as tubulações. Em relação a tubulação de esgoto sanitário, na cozinha e no banheiro a tubulação que atende aos aparelhos em análise são localizados no forro do pavimento inferior. Para manutenção, é necessário abrir uma janela de inspeção no revestimento interno não aderido (forro do pavimento inferior em gesso). As tubulações de água fria e quente ocorrem de 3 formas diferentes. No banheiro tipo 1 os ramais de água fria são localizados entre a laje do pavimento dos aparelhos ao qual abastece e o revestimento interno não aderido (forro da unidade habitacional inferior) (Figura ). Os subramais ficam em *shafts* protegidos por uma placa (revestimento interno não aderido). No banheiro tipo 2 os ramais e subramais estão posicionados no sistema de vedação vertical, cobertos por revestimento interno aderido, para manutenção requer a quebra do revestimento interno aderido.

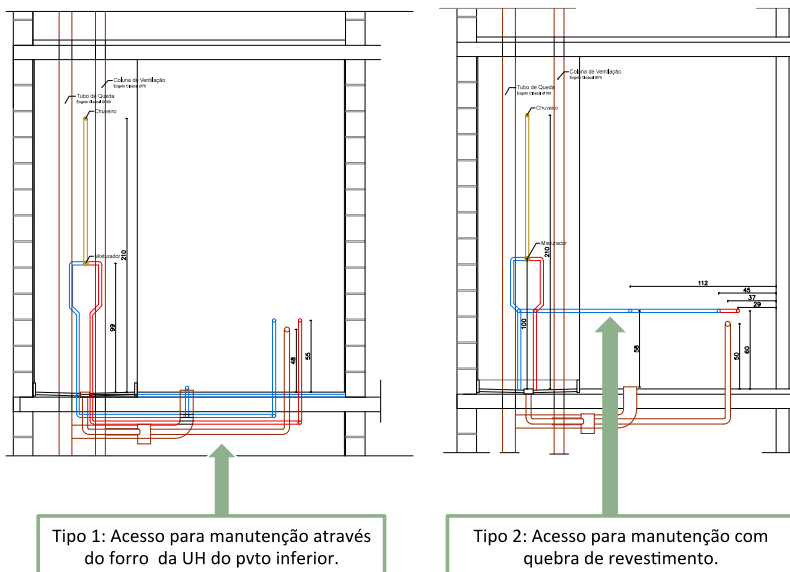
Quadro 32 - Estudo de caso componentes hidrossanitários

ITENS DA NORMA		PROJETO (ESTUDO DE CASO)					
(c)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)
COMPONENTES CONFORME NBR 13.575-1:2013 (ABNT, 2013)	INTERFERÊNCIA unidades privativas	INTERFERÊNCIA ÁREAS COMUNS	HÁ MANUTENIBILIDADE (SIM, NÃO, PARCIAL)	NECESSIDADE DEMOLIÇÃO (SIM, NÃO, PARCIAL)	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ADOTADA (COM DESENHO)	OBSERVAÇÃO	MARCAÇÃO PLANTA (NOME DO ARQUIVO) MARCAÇÃO NA COR DO ITEM
Tubulações e demais componentes hidrossanitário	Embutidos vedação vertical externa; entre laje e forro de gesso	Embutidos vedação vertical externa; entre laje e forro de gesso	Parcial	Sim	Panela banheiro removível acesso shaft	Para substituição da tubulação é necessário a demolição da vedação externa e interna; para manutenção dos registros não é necessária a demolição; os registros passam em shafts e forros falsos na circulação dos pavimentos tipo	H38 e H38 a05 - térreo, torre 1 - L_residencial_x_hidro e a07 - 1º andar, torre 1 - L_residencial_x_hidro e a12 - estereogramas 2 - L_residencial_x_hidro

Fonte: autora.

Na planta (Figura 49 e 50) é possível verificar a posição das tubulações de esgoto sanitário e abastecimento de água fria e água quente (H38). A terceira situação é a proposta na cozinha, onde os ramais de água fria e quente são localizados no *shaft* vertical e os subramais são externos a parede e protegidos pelo mobiliário exceto pelo trecho que atende ao aquecedor de passagem localizado na área de serviço (Figura ).

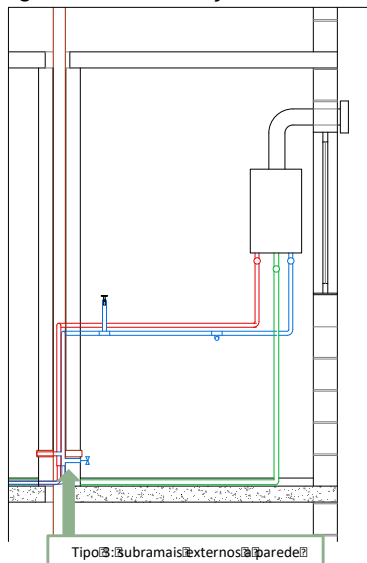
Figura 51 - Acesso para manutenção no banheiro tipo 1 e tipo 2.



Fonte: Autora com base nos desenhos da Construtora X.

De acordo com a posição das tubulações percebe-se que para manutenção é necessário interferir em revestimentos internos aderidos de piso e parede e revestimentos internos não aderidos de teto. Na cozinha apesar dos subramais serem externos, para acesso aos ramais no *shaft* é necessário remover revestimento interno aderido, uma vez que é revestido com cerâmica. Algumas soluções são encontradas no estudo de caso, para os ramais de água fria a vedação do *shaft* com placa removível, subramais localizado externos ao sistema de vedação vertical e subramais localizados entre forro e laje. Em nenhuma das situações; contudo, se tem o acesso completo à tubulação, para manutenção, além de se relegar algumas inconveniências de manutenção para áreas externas a UH analisada, como ocorre com o esgoto sanitário, em todas as situações.

Figura 52 - Tubulação ramais Tipo 3 - cozinha e área de serviço.



Fonte: Autora com base nos desenhos da Construtora X.

A proposta do segundo cenário visa permitir o acesso completo ao sistema reduzindo a necessidade de interferência em outros subsistemas e elementos de outra UH, principais barreiras ou interferências reconhecidas no estudo de caso. O cenário 2 propõe uma solução para banheiro, que possui piso elevado que permite o acesso à tubulação de esgoto através da UH atendida, além de permitir manutenção da camada de impermeabilização. Para o ramal de água fria e quente vertical, é mantida a solução do estudo de caso de *shaft* com placa removível. Para o trecho horizontal dos ramais, a distribuição pode ser através do piso elevado apenas com subramais verticais protegidos por placa removível (barra removível) ou o deslocamento pode se dar embutido na vedação interna, com proteção em formato de barra removível (Figura 53, 54 e 55). A barra removível é um elemento modular, um revestimento interno não aderido, complementando o revestimento cerâmico (revestimento interno aderido) do banheiro (Quadro 32).

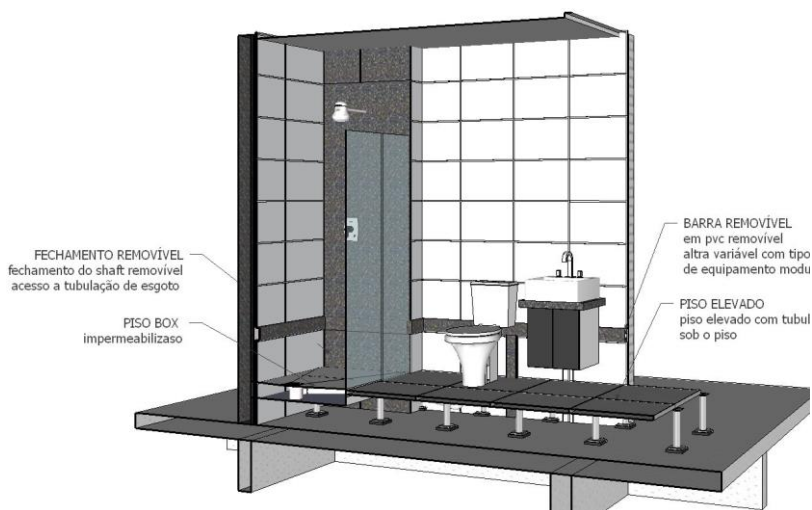
Quadro 32- Cenários 1 e 2 para o sistema de instalação hidrossanitário.

ITENS DA NORMA			CENÁRIOS		
(a)	(b)	(c)	(t)	(e)	(v)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO (CENÁRIO 1) (COM DESENHOS)	POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO TECNOLÓGICA (CENÁRIO 2) SOLUÇÕES FUTURAS PARA PROJETO. (COM DESENHOS)	DESENHO
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manutíveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes hidrossanitário	Forro removível; shaft no forro; pex com condutor; revestimentos removíveis na altura da tubulação; forro removível no banheiro em material não mofo / piso elevado	Shaft acessível com vedação entre pavimentos / tubulação externa	SHAFT 1, BANHEIRO 1

Fonte: autora.

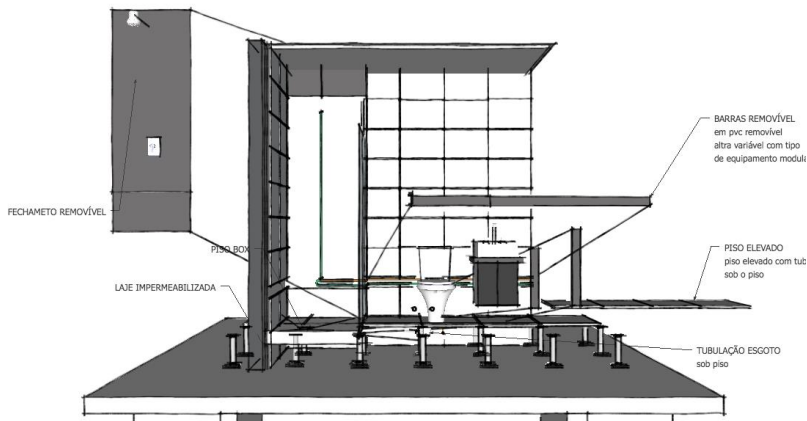
Além das soluções propostas, são encontradas no setor industrial tubulações de água fria e quente externas, ao menos para os trechos de tubulação correspondentes aos sub-ramais e ramais.

Figura 53- Banheiro.



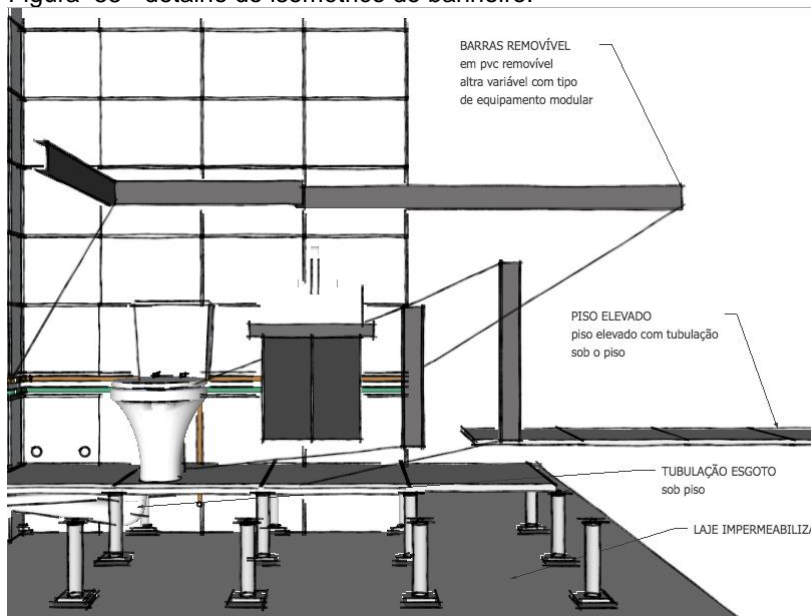
Fonte: autora.

Figura 54 - isométrica do banheiro explodido



Fonte: autora.

Figura 55 - detalhe do isométrico do banheiro.



Fonte: autora.

#### 4.3.4 Exemplo 4 - Instalações elétricas

Apesar de o sistema elétrico não possuir um capítulo específico na norma de desempenho, os seus elementos e componentes possuem classificação quanto à VUP, efeito no desempenho e categoria de VUP. As tubulações e demais componentes elétricos são divididos entre elementos e componentes de fácil acesso e embutidos, apenas acessíveis com quebra de revestimentos. Os elementos de fácil acesso são as fiações, tomadas e interruptores e tubulações, classificados como substituíveis, com VUPm de 3 a 4 anos e com baixo custo de manutenção. Os elementos e componentes embutidos, são classificados como manuteníveis, com VUPm de 20 anos e custo de reposição igual ao inicial (Quadro 33 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Quadro 33 - Planilha I classificação do sistema elétrico

ITENS DA NORMA								
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MÍNIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VUP SUPERIOR Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)
Instalações	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Interruptores, tomadas	3	4	Sem problemas excepcionais	Substituível	Baixo custo de manutenção	3
Instalações		Fiações	3	4	Sem problemas excepcionais	Substituível	Baixo custo de manutenção	3
Instalações		Tubulações e demais componentes	4	6	Sem problemas excepcionais	Substituível	Baixo custo de manutenção	5
Instalações	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes elétricos	20	30	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	3

Fonte: autora.

Os prazos de garantia dos elementos e componentes do sistema elétrico são de 3 anos, o mesmo que dos componentes embutidos que possuem VUPm de 20 anos (coluna k – Quadro 34). As tomadas, interruptores, fiações e demais componentes e tubulações aparentes poderão ser substituídos de 13 a 17 vezes ao longo da VUP da edificação. As tubulações embutidas devem ser substituídas apenas 2 vezes.

Quadro 34- elementos que sofrem interferência elétrica

ITENS DA NORMA			INFERÊNCIAS	
(a)	(b)	(c)	(k)	(l)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	ELEMENTOS QUE SOFREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO/SUBSTITUIÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VUP ESTRUTURA
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Interruptores, tomadas	Revestimento interno aderido	17
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Fiações	Revestimento de teto não aderido; revestimento de teto não aderido; tomadas e interruptores	17
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tubulações e demais componentes	Revestimento de teto não aderido; revestimento de teto não aderido; revestimento interno não aderido	13

Fonte: autora.

As tubulações e elementos do sistema de instalação elétrica do estudo de caso estão embutidos em elementos do sistema de vedação interno (parede) com revestimento interno aderido (reboco). A distribuição é realizada com eletrodutos corrugados que permitem a alteração da fiação sem quebra de outros elementos. Os espelhos das tomadas são de encaixe o que permite a alteração do tipo de tomadas sem trocar todo o módulo da tomada. Em relação às tomadas e interruptores também é relevante verificar a posição e distribuição que permita diferentes layouts. No projeto as tomadas da sala de estar permitem apenas uma configuração de layout por meio da localização do ponto da televisão e tomadas em apenas uma das paredes que se opõem no estar (Figura 56). Na cozinha e dormitórios, a mesma estratégia é adotada; o layout fica restrito a uma opção apenas, devido ao posicionamento da cama (interruptor) e eletrodomésticos na cozinha.

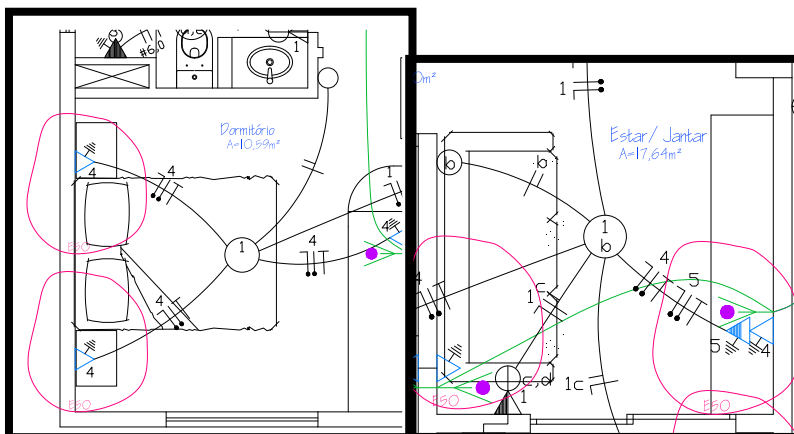


Quadro 35 - Planilha III estudo de caso sistema de instalação elétrica

ITEMS DA NORMA	PROJETO (ESTUDO DE CASO)						
	(c)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)
COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	INTERFERÊNCIA unidades privativas	INTERFERÊNCIA ÁREAS COMUNS	HÁ MANUTENIBILIDADE (SIM, NÃO, PARCIAL)	NECESSIDADE DEMOLIÇÃO (SIM, NÃO, PARCIAL)	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ADOTADA (COM DESENHO)	OBSERVAÇÃO	MARCAÇÃO PLANTA (NOME DO ARQUIVO) MARCAÇÃO NA COR DO ITEM)
Interruptores, tomadas	Vedação vertical externa, vedação vertical externa, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido	Vedação vertical externa, vedação vertical externa, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido	Parcial	Não	As tomadas são externas, porém as tubulações passam por dentro das paredes não há flexibilidade para alteração de posição de tomadas em paredes. A iluminação possui maior flexibilidade pois possui gesso	Alvenaria estrutural: não é possível quebrar para trocar local de tomada.	E-50 - e-07 e-08 e-09 elétrico 2º pav. /terraço. tipo
Fiações	Revestimento interno não aderido (forro de gesso), estrutura (laje), vedação interna e externa	Revestimento interno não aderido (forro de gesso), estrutura (laje), vedação interna e externa	Sim	Não	Utilização de eletrodutos corrugados permite a substituição de fiação sem quebra	Se houver obstrução do eletroduto em pontos estratégicos como curvas (entre parede e laje), não é possível o reparo; se for necessário adicionar um circuito o eletroduto deve ter espaço	e-10 e-11 e-12 e-13 e-14 e-15 e-16 e-17 e-18 e-19 elétrico 2º pav. /terraço. tipo
Tubulações e demais componentes	Na	Na	Sim	Sim	Na	O reparo ou substituição dos eletrodutos pode requerer a demolição parcial de laje e/ou alvenaria externa. O uso de eletrodutos permite passar fios por onde é necessário. Porém se houver obstrução do eletroduto é necessário quebrar o material que o envolve para o reparo	
Tubulações e demais componentes elétricos	Vedação vertical externa, vedação vertical externa, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido	Vedação vertical externa, vedação vertical externa, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido	Parcial	Sim	-		H-08 e H-13 e-05 - térreo, torre 1_residencial_x_hidro e-06 - 1º andar, torre 1_residencial_x_hidro e a12 - estereogramas_2_residencial_x_hidro

Fonte: autora.

Figura 56 - Marcação em projeto da tubulação embutida elétrico e posição das tomadas e interruptores dormitório e sala.



Fonte: autora adaptado de Construtora X.

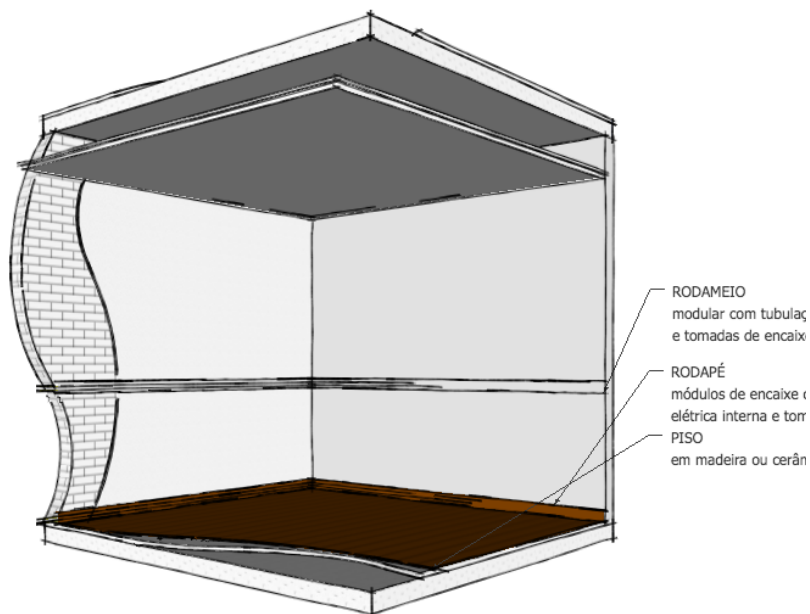
Para ampliar VUP é proposta uma estratégia para ampliar a **manutenibilidade** das tubulações e, concomitantemente, aumentar a flexibilidade de uso. Foi constatado que, para a manutenção e/ou alteração de layout é necessário quebrar e intervir no sistema de vedação interno do projeto (Quadro 36). A solução encontrada é através do sistema de rodapés eletrificados, já utilizados em ambientes corporativos porém com uma linguagem estética adequada para ambiente residencial. Na mesma proposta é traduzido para os “rodameios”, possibilitando a mesma solução para duas alturas. A tubulação vertical que conecta os dois sistemas somente fica embutida no sistema vertical interno ou em molduras posicionadas na vertical. Em caso de falha no sistema, a manutenção preventiva/rotina é possível acessando o sistema, sem danificar outros elementos e ainda é possível realizar alteração no layout, reposicionando os módulos de tomadas e interruptores (Figura 57, 58 e 59).

Quadro 36 - Planilha III propostas Cenário 1 e 2 elétrico

ITENS DA NORMA			CENÁRIOS		(v)
(a)	(b)	(c)	(r)	(s)	
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO (CENÁRIO 1) (COM DESENHOS)	POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO TECNOLÓGICA (CENÁRIO 2) SOLUÇÕES FUTURAS PARA PROJETO. (COM DESENHOS)	DESENHO
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Interruptores, tomadas	Disponibilizar mais de um ponto de TV e tomadas para permitir diferentes layouts. Tubulação aparente, paredes leves não estruturais em locais estratégicos para permitir tomadas.		Sheet 1
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Fiações	Deixar eletrodutos extras para instalação de equipamentos; tubulação externa; janelas de manutenção (através de placas removíveis em pontos estratégicos no forro e vedação)	Eletrodutos com espaço extra; forros removíveis.	
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tubulações e demais componentes		Shaft acessível com vedação entre pavimentos tubulação externa	
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não acessíveis)	Tubulações e demais componentes elétricos	Uso de tubulação externa; uso de eletrodutos com diâmetro maior que permita passagem de mais fios.		

Fonte: autora.

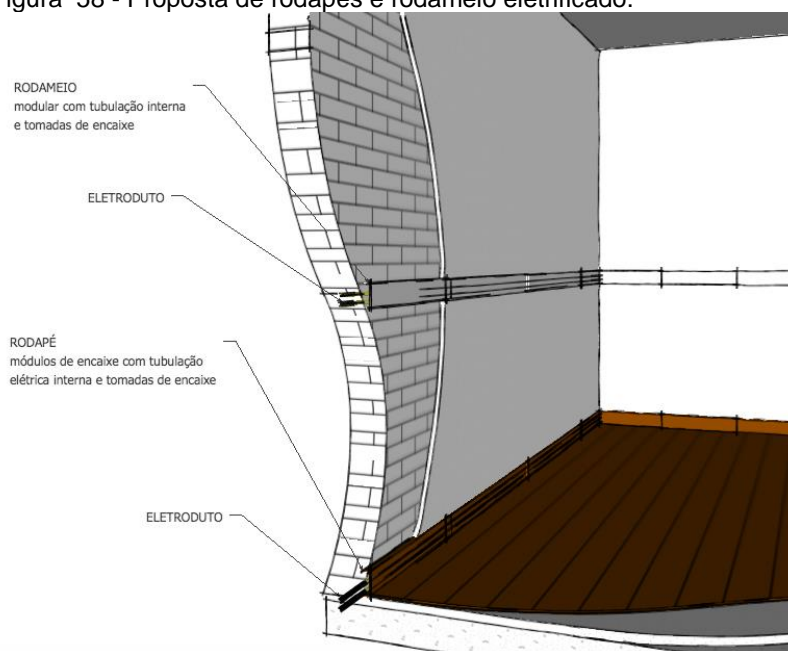
Figura 57 - Proposta rodapé e rodameio.



Fonte: autora.

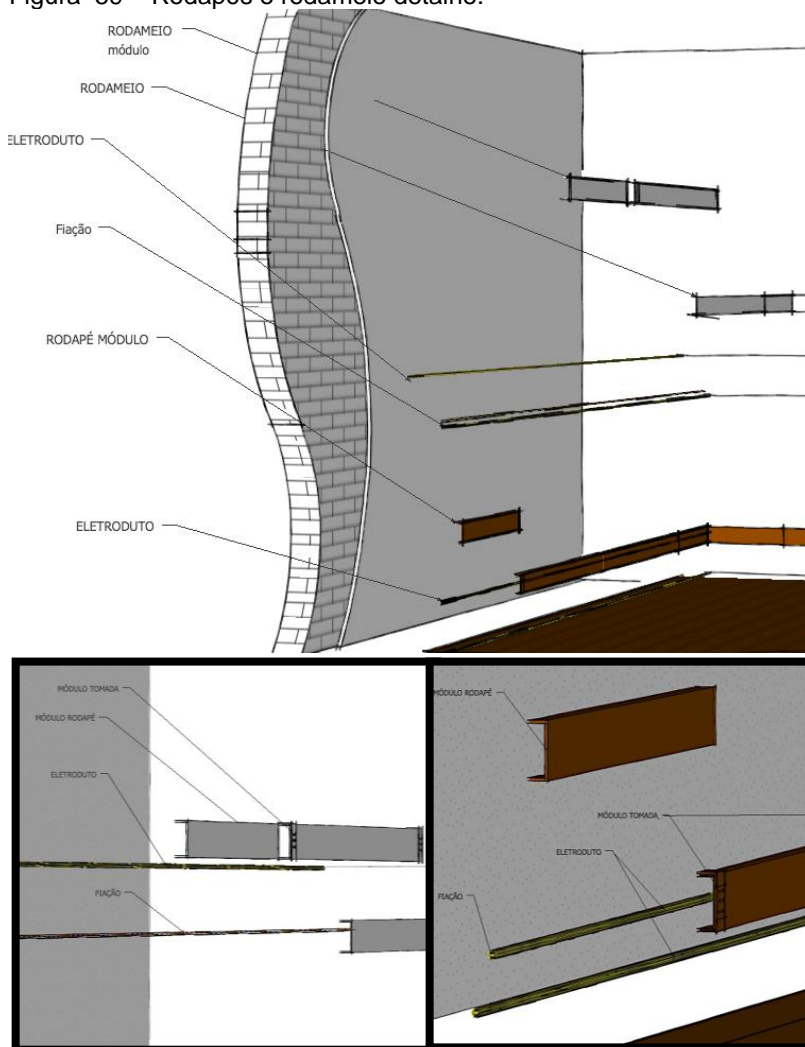
Os rodapés podem ter cores e padrões de acordo com o revestimento de piso utilizado; da mesma forma, o rodameio pode ser pintado de outras cores.

Figura 58 - Proposta de rodapés e rodameio eletrificado.



Fonte: autora.

Figura 59 – Rodapés e rodameio detalhe.



Fonte: autora.

#### 4.3.5 Exemplo 5 - Iluminação

As luminárias, no estudo de caso, são de dois tipos: de sobrepor e de embutir. Isto se deve à diferença de revestimento

de teto interno dos ambientes, nos banheiros e na área de serviço, o revestimento interno é não aderido (forro em gesso); nos demais ambientes o revestimento do teto é aderido (reboco e pintura). Nos locais onde o forro é de gesso, a luminária é de embutir. O revestimento interno não aderido permite a troca de posição da luminária com a quebra do revestimento e reparo, permitindo uma maior flexibilidade de posicionamento da iluminação. A luminária de sobrepôr é utilizada nos ambientes com revestimento interno aderido. Para alterar a posição ou adicionar pontos é necessário intervir no revestimento aderido e na tubulação elétrica embutida (eletroduto), dando menor flexibilidade a iluminação.

Os ambientes que contém o forro em gesso, apesar de ter maior flexibilidade, são ambientes com dimensões reduzidas, onde o posicionamento da iluminação possa ser fixo pois o layout é único. Já os demais ambientes, de permanência prolongada, podem ter diferentes layouts de acordo com a funcionalidade dada a eles. A posição da iluminação possibilita ou restringe os layouts para estes ambientes.

Os elementos e componentes elétricos que podem sofrer interferência neste caso são tubulações embutidas, classificados como manuteníveis, com VUPm de 20 anos e custo de reposição igual ao inicial; elementos de fácil acesso (luminárias) substituíveis, com VUPm de 3 a 4 anos e com baixo custo de manutenção. E os revestimentos internos aderidos e não aderidos que possuem VUPm de 13 e 8 anos, respectivamente. As luminárias são consideradas elementos substituíveis, de baixo custo de manutenção, com VUPm de 3 anos (Quadro 37).

Quadro 37 - Planilha I classificação do sistema elétrico e revestimentos

ITENS DA NORMA								
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	VUP MÍNIMA Tabela 14.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	VUP SUPERIOR Tabela C.5 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	EFEITO NO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO Tabela C.1 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CATEGORIA DE VUP Tabela C.2 da NBR 15.575 (ABNT, 2013);	CUSTO DE MANUTENÇÃO AO LONGO VU Tabela C.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013).	PRAZO DE GARANTIA NBR 15.575 (ABNT, 2013)
COBERTURA	Revestimento interno aderido	Revestimento de teto	13	20	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	1
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Luminárias	3	4	Sem problemas excepcionais	Substituível	Baixo custo de manutenção	3
INSTALAÇÕES	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não assessíveis)	Tubulações e demais componentes elétricos	20	30	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	3
VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA	Revestimento de fachada	Revestimentos	20	30	Interrupção do uso do edifício	Manutenível	Custo de reposição superior ao custo inicial	3
COBERTURA	Revestimento interno não aderido	Lambris	8	12	Compromete a segurança de uso	Substituível	Custo de reposição equivalente ao inicial	5

Fonte: autora.

Os elementos e componentes tem prazos de garantia de 1 ano (revestimento interno aderido), 5 anos (revestimento interno não aderido) e 5 anos (demais componentes). As luminárias e lambris são da categoria de VUP substituíveis, sendo compatível o uso dos dois elementos associados. Em relação a VUP da edificação, as luminárias e forros deverão ser substituídos 17 vezes (Quadro 38).



Quadro 38- elementos que sofrem interferência na manutenção dos elementos e componentes.

ITENS DA NORMA			INFERÊNCIAS	
(a)	(b)	(c)	(k)	(l)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	ELEMENTOS QUE SOFREM INTERFERÊNCIA NA MANUTENÇÃO/SUBSTITUIÇÃO	SUBSTITUIÇÃO AO LONGO DA VUP ESTRUTURA
COBERTURA	Revestimento interno aderido.	Revestimento de teto	Vedações internas (divisórias, pintura)	4
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso.	Luminárias	Revestimento interno não aderido (forro de gesso); estrutura (laje).	17
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não acessíveis).	Tubulações e demais componentes elétricos.	Revestimento de teto não aderido; revestimento de teto não aderido; revestimento interno não aderido; impermeabilização.	3
VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA	Revestimento de fachada	Revestimentos	Pintura; moldura.	3
COBERTURA	Revestimento interno não aderido	Lambris	Vedações internas (divisórias, pintura)	6

Fonte: autora.

## Quadro 39 - Planilha III estudo de caso sistema de instalação elétrica

ITENS DA NORMA		PROJETO (ESTUDO DE CASO)				(l)	(s)
(c)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)
COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	INTERFERÊNCIA unidades privativas	INTERFERÊNCIA ÁREAS COMUNS	HÁ MANUTENIBILIDADE (SIM, NÃO, PARCIAL)	NECESSIDADE DEMOLUÇÃO (SIM, NÃO, PARCIAL)	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ADOTADA (COM DESENHO)	OBSERVAÇÃO	MARCAÇÃO PLANTA (NOME DO ARQUIVO) MARCAÇÃO NA COR DO ITEM)
Revestimento de teto (vedações internas (divisórias, pintura)	Vedações internas (divisórias, pintura), iluminação sobreposta		Sim	Parcial	O revestimento interno aderido é reboco, para manutenção é necessário danificar a pintura e remover as luminárias externas.		
Luminárias	Revestimento interno não aderido (forro de gesso), estrutura (laje)	Revestimento interno não aderido (forro de gesso), estrutura (laje)	Sim	Parcial	Viz as luminárias 5 anos enquanto gesso é de 20 anos. É necessário quebrar gesso e refazer gesso e pintura na sala. Luminárias podem ficar obsoletas nos dormitórios a luminária é de sobrepelo pois não há forro em gesso, o que limita o posicionamento de luminária.	Utilização de luminárias de sobrepelo em forros de gesso; calhas eletrificadas. O reparo ou substituição dos eletrodutos pode requerer a demolição parcial de laje ou alvenaria externa. O uso de produtos para pintura em gesso é necessário. Porém ao fazer o contrito do eletroduto é necessário quebrar o material que o envolve para o reparo.	
Tuboções e demais componentes elétricos	Vedação vertical externa/vedação vertical interna, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido	Vedação vertical externa/vedação vertical interna, revestimento interno não aderido	Parcial	Sim	Para reparo as argamassas de revestimento tornadas são necessárias o corte de argamassa, tatar, refazer e pintar a estrutura.		
Revestimentos	Na	Pintura	Na	Na	Lambris são necessários desmontar parcialmente pois é encaixe macho e fêmea, se for de madeira é necessário ajustar a cor, podendo não encontrar igual pois é natural.		
Lambris	Vedações internas (divisórias, pintura)	Vedações internas (divisórias, iluminação sobreposta)	Na	Na			

Fonte: autora.

A estratégia de flexibilidade é a proposta para ampliação da VUP. A proposta permite a alteração de iluminação para layouts propostos sem quebra de revestimentos internos aderidos e não aderidos. No estudo de caso era necessário quebrar, tanto o revestimento interno aderido, quanto o não aderido, gerando resíduos e danificando material que não havia chegado ao fim da sua VU, seja de durabilidade ou funcional. No cenário 2 são propostas duas soluções com elementos existentes na arquitetura corporativa (Quadro 40).

Quadro 40 - Cenário 1 e 2 para o sistema de iluminação.

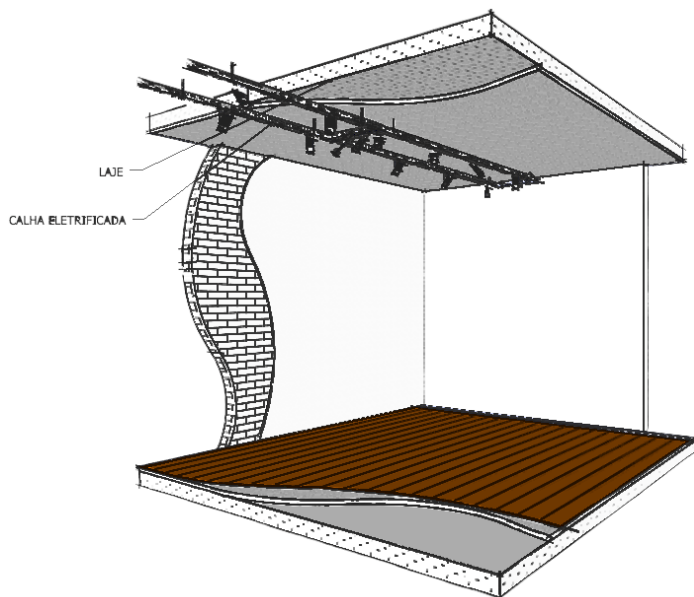
ITENS DA NORMA			CENÁRIOS	
(a)	(b)	(c)	(t)	(e)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	TIPO DE ELEMENTO CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1:2013 (ABNT, 2013)	SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO (CENÁRIO 1) (COM DESENHOS)	POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO TECNOLÓGICA (CENÁRIO 2) SOLUÇÕES FUTURAS PARA PROJETO. (COM DESENHOS)
COBERTURA	Revestimento interno aderido	Revestimento de teto		
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Luminárias	Distribuição das luminárias com fita eletrificada	
INSTALAÇÕES	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não acessíveis)	Tubulações e demais componentes elétricos	Uso de tubulação externa, uso de eletrodutos com diâmetro maior que permita passagem de mais fios	Sistemas de calhas eletrificadas, forro iluminado (todo forro pode ser em placas que podem ser transparentes e localizar a iluminação e podem ser substituíveis), luminárias sem fio (por bateria - fixadas e móveis no forro (led)
VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA	Revestimento de fachada	Revestimentos	Fachadas compostas por placas substituíveis prontas e já coloridas. Ou separar a fachada em painéis com juntas de dilatação, quando é necessário o tratamento não precisa pintar toda a fachada mas apenas o painel tratado	

Fonte: autora adaptado de Construtora X.

A primeira proposta seroa de iluminação, com tubulação aparente, onde as luminárias podem ser deslocadas conforme a necessidade de uso dada ao ambiente, sem quebra de revestimentos (Figura 60). A segunda proposta é um forro, com revestimento interno não aderido, modular. Os módulos podem ser opacos, apenas como revestimento interno, e módulos de iluminação. Os módulos de iluminação podem ser um sistema de

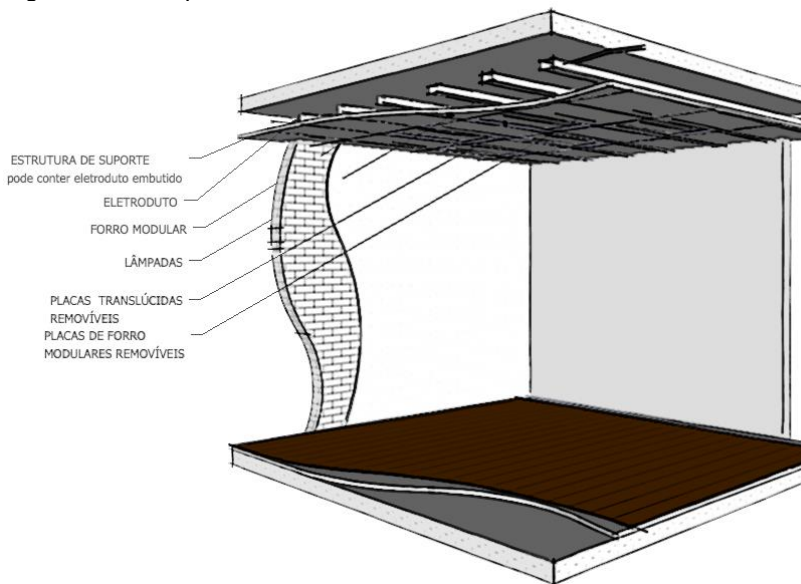
iluminação como uma luminária completa e outro apenas uma com placa translúcida e as lâmpadas fixadas no forro (Figura 61).

Figura 60- Calha eletrificada.



Fonte: autora.

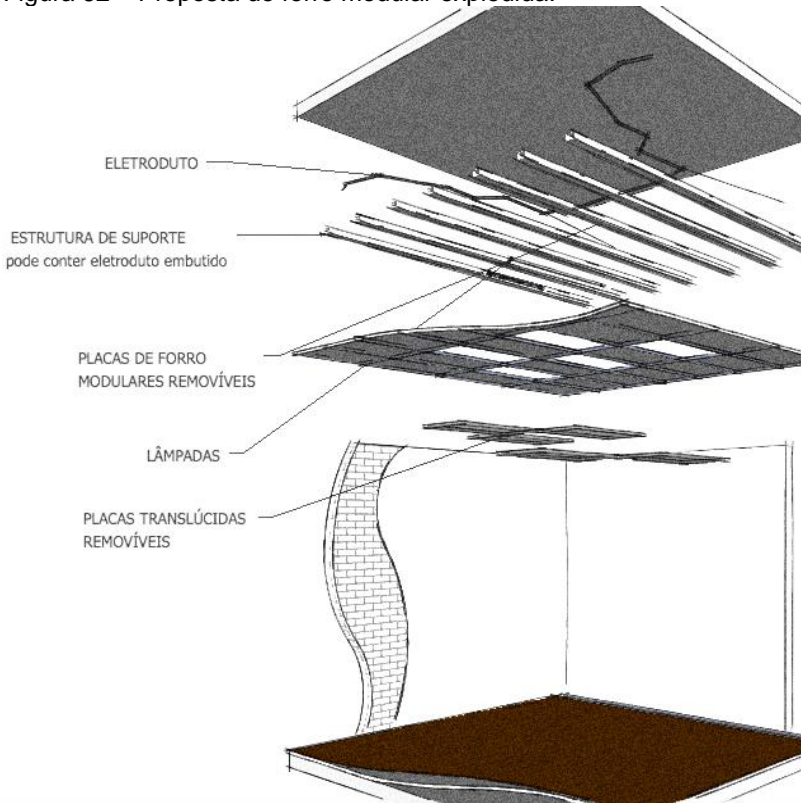
Figura 61 – Proposta forro modular.



Fonte: autora.

A estrutura de fixação dos módulos é metálica, como uma grelha com as dimensões dos módulos. Acima delas passam, livremente, as tubulações, os eletrodutos podem ser fixados na grelha metálica. Os módulos são basicamente de dois tipos, opacos e de iluminação. Os opacos são fornecidos com acabamento na cor final, não necessitando de pintura. A posição dos módulos de iluminação pode ser alterada, removendo e recolocando quantas vezes for necessário, sem quebra de revestimentos ou de outras peças (Figura 62).

Figura 62 – Proposta de forro modular explodida.



Fonte: autora.

#### 4.3.6 Orientações

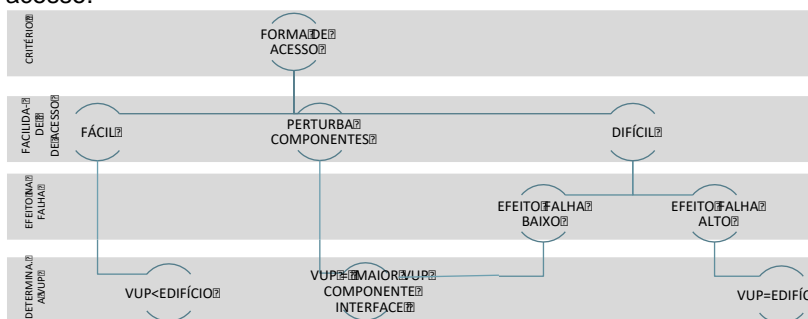
Com a análise da norma e proposições dos cenários 1 e 2 é possível identificar que a falta de **manutenibilidade** dos elementos e componentes se deve especialmente, à falta de acesso aos componentes e elementos embutidos em elementos de VUP superior. Ao verificar os elementos da categoria manutenível, 48% do total, possui custo de reposição superior ao inicial ou muito superior ao inicial. O custo se deve à necessidade de interferência em outros elementos e componentes devido à falta de acesso. Mesmo nos itens substituíveis, somando 46 itens,

identificou-se a necessidade de intervir em outros elementos na manutenção e substituição em 16 itens.

Os requisitos relacionados à VUP da norma de desempenho são atendidos por verificação em projeto. Esta estratégia de decisão se deve ao fato de que o projeto é o primeiro definidor da **manutenibilidade** e durabilidade em uma edificação, uma vez que é o que determina a relação entre os sistemas e seus elementos e componentes.

A Norma de Desempenho brasileira, em vigor, tem os seus elementos e componentes classificados de acordo com a sua VUP em relação a VUP da edificação (Figura 35). A determinação da Categoria de VUP em manutenível, não-manutenível e substituível, é praticamente uma consequência da classificação anterior. Através do estudo desenvolvido nesta dissertação, percebe-se que esta classificação, se necessária, deveria estar relacionada à posição do elemento e componente no edifício e à necessidade, ou não, de manutenção periódica. Em outras palavras, a facilidade ou dificuldade de acesso deveria ser determinante para o estabelecimento da VUPm do componente, elemento e sistema. O fluxo demonstrado abaixo demonstra a relação entre a facilidade de acesso e a determinação da VUP (Figura 63).

Figura 63 – Esquema de determinação da VUP segundo critério de acesso.

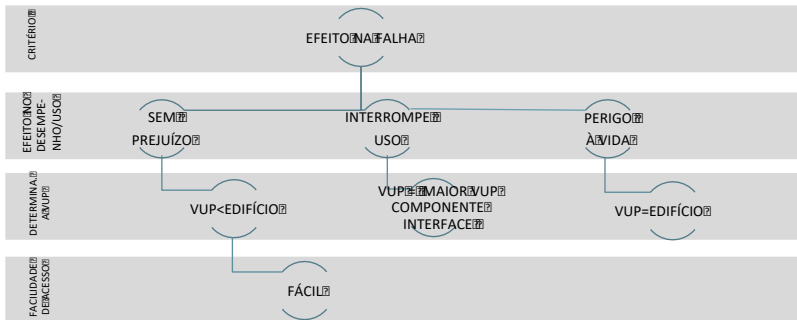


Fonte: Autora.

Da mesma forma, o efeito que a falha de um componente tem no desempenho da edificação, seja na interrupção de uso para sua substituição até de causar risco a vida dos usuários,

deveria ser determinante para a especificação da VUP (Figura 64). Um elemento que oferece perigo à vida quando falha, por exemplo um guarda corpo, deve ter sua VUP e seu acesso determinado de acordo com o risco que oferece e à facilidade de acesso, não ser consequência de uma VUPm pré-determinada para aquele componente pelo tipo de componente. O estabelecimento da VUP deve ser relacionado ao acesso ao elemento, que depende da solução dada no projeto, e ao efeito que a falha possa causar no desempenho da edificação.

Figura 64 – Esquema de determinação da VUP segundo critério de efeito na falha.



Fonte: Autora.

Para ampliar a VUP e manter um baixo custo de manutenção ao longo do período de uso devem ser consideradas regras próprias que guiem o processo de projeto segundo o critério de **manutenibilidade** (ARDITI *et al*, *apud* ARIS, 2006) Com intuito de guiar o projeto para uma maior **manutenibilidade** e consequente Vida Útil, foram criadas perguntas que orientam e/ou lembram de etapas de projeto e relações importantes no projeto que determinam maior ou menor **manutenibilidade** e consequente Vida Útil dos componentes, elementos, sistemas e consequentemente da edificação.

Se a Vida Útil de um componente ou elemento foré conhecida, é possível prever as substituições e evitar que as falhas ocorram. A manutenção dos produtos é criada durante o processo de projeto, não sendo ser adicionada posteriormente no momento de uso (TAYLOR, 2016). Sendo assim, elementos substituíveis e manuteníveis devem ter acesso garantido. Nos estudos é perceptível que elementos manuteníveis estão



embutidos em elementos com VUP distinta, o que acarreta em descartar um material antes de o mesmo atingir sua VU (ao quebrar, para manutenção ou substituição).

Desta forma é proposto um guia com itens a considerar no projeto, acesso e posição de componentes, baseada nas instruções de Taylor (2016) e da NASA (1995) (APÊNDICE E). As premissas são distribuídas entre premissas gerais e premissas por tipo de projeto (Quadro 41).

Quadro 41 - Premissas de projeto

<b>1. PREMISSAS GERAIS</b>
A manutenção deve ser incorporada no projeto desde sua concepção;
Os sistemas para habitações devem ser o mais simplificado possível, sendo possível a substituição ou vistoria por um usuário leigo;
Ao incorporar uma tecnologia inovadora na edificação (na forma de aparelho ou sistema construtivo, por exemplo) que necessite de mão de obra especializada é necessário verificar a disponibilidade desta assistência no local da implantação;
Não utilizar componente não acessível com VUP inferior ao componente ou sistema de sua envoltória;
Evitar utilizar ligação química entre componentes ou elementos de diferentes VUPs;
Priorizar uso de elementos e componentes com associação por encaixe;
Garantir acesso a todos os elementos e componentes com VU inferior a VU do edifício;
Evitar a necessidade de demolição ou interferência em componente associado para manutenção de outro componente.
<b>2. PREMISSAS PARA PROJETO DE SISTEMA DE COBERTURA</b>
Prever acesso para manutenção de calhas internas, calhas de beiral, rufos e complementos;
Evitar utilização de calhas internas;
Garantir acesso à estrutura do telhado de uma pessoa em pé;
Priorizar a utilização de telhados e componentes que possam ser substituíveis;
Dar acesso a coletores e condutores de água sem interferir na UH e sem quebra de revestimentos;
Garantir a durabilidade de impermeabilizações sob revestimentos, reservatórios;
Garantir iluminação sob a cobertura;
O espaço para manutenção deve permitir que o engenheiro de manutenção fique em posição ergonomicamente adequada;
Evitar elementos únicos com dupla função (calha e rufo, por exemplo);
Prever área para caminhar sobre o telhado;
Posicionar coletores de água e tubulações em locais de fácil acesso;
Garantir acesso a todas as áreas impermeabilizadas;
<b>3. PREMISSAS DE PROJETO ESTRUTURAL</b>
Prever acesso para manutenção de muros de arrimo;
Permitir a vistoria de toda estrutura e subestrutura;
Permitir acesso a impermeabilizações que afetem a durabilidade da estrutura;
Proporcionar independência entre estrutura e elementos de revestimento aderido;
<b>4. PREMISSAS DE PROJETO HIDROSSANITÁRIO</b>
Evitar embutir instalações hidrossanitárias;

Evitar embutir instalações em elementos ou componentes como Vedações com VUP superior a tubulação;
Prever pontos de acesso e substituição dos componentes sem necessidade de danificar outro elemento;
Priorizar instalação externa quando possível;
Prever forma de substituição de reservatórios superior e inferior, priorizar estratégias que não necessitem demolição de outro elemento (exemplo, vedação em placas de telha metálica);
Priorizar que a manutenção seja realizada na UH a qual atendem;
A fixação de aparelhos sanitários não deve impedir a manutenção de revestimentos internos aderidos;
Os aparelhos e sistema sanitário devem ser operados com a maior independência possível, quando necessário a manutenção de um dos aparelhos ou parte da tubulação os demais componentes devem continuar operando;
Prever ambiguidade para elementos que necessitem de manutenção periódica que inviabilize o uso (ex. Bomba de recalque, reservatórios);
Posicionar elementos e componentes no subsolo de modo que para manutenção não seja necessário intervir em outros elementos ou componentes;
<b>5. PREMISSAS DE PROJETO DE SISTEMA DE VEDAÇÕES VERTICAIS EXTERNAS E INTERNAS</b>
A manutenção das vedações verticais externas em altura deve ser prevista em projeto;
As vedações verticais internas devem permitir diferentes layouts;
As esquadrias devem ter molduras fixadas por encaixe;
Soleiras e pingadeiras devem ter a mesma VUP das VVE;
A fixação de box e divisórias não deve danificar os revestimentos internos aderidos e deve permitir sua remoção sem prejuízo aos demais elementos e componentes;
Guarda corpos, gradis e demais elementos que forem fixados em outro componente devem ter VUP igual a do elemento ao qual estão fixados;
Portas e aberturas devem permitir a remoção das vistas sem prejuízo ao revestimento interno aderido;
Fachadas cortinas devem possuir sistema para limpeza periódica;
Vidros e elementos com VUP inferior a VUP da esquadria devem ser fixados de modo que possam ser removidos sem quebra.
<b>6. PREMISSAS DE PROJETO DE PISO</b>
Impermeabilizações sob piso interno aderido devem possuir VUP do revestimento sob elas;
Impermeabilizações em áreas molhadas ou áreas em que a falha pode gerar perigo no uso da edificação, deve ter acesso ou VUP da edificação;
Componentes sobressalientes de revestimentos internos aderidos devem ser guardados em quantidade suficiente para a substituição das UH ao longo da VU do material;
Sempre que possível utilizar revestimentos de piso não aderidos, especialmente em locais onde passam tubulações;
Rodapés, mata-juntas e elementos ou componentes fixados sobre pisos não aderidos devem ser de encaixe.

Fonte: Autora adaptado de (Taylor, 2016) e (NASA,1995).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da durabilidade das edificações é essencial para a redução dos impactos ambientais gerados pela construção civil. Dentre as diversas abordagens possíveis da redução de impacto ambiental, o aumento da durabilidade, com foco em estratégias para etapa de uso da edificação mostra-se carente de soluções no mercado atual. A deficiência na manutenção e flexibilidade das edificações é decorrente do paradigma atual da construção onde se constrói para o presente, com componentes para durarem indefinidamente e sistemas e componentes unidos majoritariamente por ligação química que impede a separação sem demolição.

Além de ampliar a durabilidade das edificações, as estratégias de **manutenibilidade** possibilitam a redução no consumo de matérias primas e da geração de resíduos. Resultados importantes para um cenário onde a construção é responsável majoritária pelo consumo predatório de materiais, energia e geração de resíduos perigosos. O desmonte de sistemas ligados por conexões físicas e não químicas permitirá também a reciclagem de qualidade dos materiais da construção.

O objetivo do presente trabalho é avaliar dentro do cenário atual como está o atendimento à Norma de Desempenho e identificar os problemas de manutenção encontrados para propor algumas soluções e estratégias viáveis para a **manutenibilidade** efetiva.

A **manutenibilidade** da edificação e seus componentes é definida em projeto. A compreensão de quais etapas do ciclo de vida do edifício podem gerar resíduos e quais as suas possíveis causas foi alcançada por meio de revisão bibliográfica e verificada durante o estudo de caso.

O objetivo de identificar estratégias existentes para a **manutenibilidade** das edificações residenciais foi atendido ao reconhecer no projeto da edificação do estudo de caso, como os elementos e componentes manuteníveis eram acessados. Foi analisada a norma de desempenho, quanto à classificação de elementos ou componentes com VUP inferior a VUP da edificação e como ocorre o acesso a estes. Também em relação aos demais elementos e componentes contíguos investigou-se como eram impactados pela manutenção. O estudo contemplou a construção civil tradicional e um estudo de caso.

Através da compreensão dos requisitos de **sustentabilidade**, informados pela a NBR 15.575, pode-se perceber que a Norma Brasileira está defasada em ao definir **sustentabilidade**, quando comparada às dos demais países. A publicação da norma é um avanço para a construção civil nacional, porém ainda é incipiente neste aspecto, assim como em suas considerações sobre Vida Útil. A classificação dos elementos e componentes da edificação pode gerar uma compreensão errada, ao caracterizar elementos manuteníveis e não manuteníveis, ao se realizar a manutenção quebrar revestimentos. O conhecimento das normas de desempenho de outros países e a forma como definem a Vida Útil permitem compreender melhor o significado de Vida Útil de um componente, que deve ser determinada de acordo com a sua posição em projeto. Este tipo de classificação evita que elementos com VUP inferior sejam embutidos em elementos com VUP superior, assim dificultando e a manutenção e fazendo com que tenhamos uma “manutenção com quebra de revestimentos”.

Com o intento de solucionar algumas situações de projeto, são propostas as soluções aplicadas em sistemas de outros setores da construção civil, como o uso de forro modular em ambientes corporativos e rodapés eletrificados em ambientes comerciais. Tais estratégias de manutenção são complementadas com projetos para suprir eventuais lacunas da construção residencial, tanto com utilização de novos produtos quanto produtos existentes utilizados de forma não convencional, nas soluções de projeto propostas. As soluções propostas não visam esgotar todas as possibilidades, apenas demonstram que diferentes soluções de projeto podem proporcionar maior **manutenibilidade**.

A pesquisa teve caráter exploratório uma vez que a publicação da norma é recente e o seu conteúdo é ainda interpretado de diferentes maneiras. Dada a limitação da pesquisa é possível fazer sugestões para trabalhos a serem desenvolvidos em continuidade aos estudos aqui realizados, tais como:

- a) avaliar o custo de manutenções de elementos manuteníveis;
- b) avaliar segundo o histórico de manutenções quais elementos necessitam maior facilidade de acesso;
- c) desenvolver um projeto com as recomendações das premissas de projeto e com manutenibilidade completa dos sistemas manuteníveis e,

- d) fazer uma análise das patologias consequentes da falta de manutenção por dificuldade de acesso.

## REFERÊNCIAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Guia Básico de Utilização do Cimento Portland**. ABCP. São Paulo, 2012. 40p

AGOPYAN, V. **Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta**. Globo Ciência. 2013.

AMORIM, S. R. R.; PEIXOTO, L. A. **CDCON: classificação e terminologia para a construção**. In: BONIN, L. C.; AMORIM, S. R. L. (Org.). Coletânea Habitare: inovação tecnológica na construção habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2006. cap. 8, p. 189-219.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, USP, São Paulo, SP.

ARIS, R. **Maintenance factors in building design**. Malasia, 2006. Dissertação de mestrado, Universiti Teknologi Malaysia, Faculty of Civil Engineering..

ASHBY, Michael F. **Materials and the environment: eco-informed material choice**. Elsevier, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674** : Manutenção de edifícios: Procedimento. Rio de Janeiro, 2012

\_\_\_\_\_. **NBR 5.671** – Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura. . Rio de Janeiro, 1991..

\_\_\_\_\_. **NBR 14037**: Manual de operação, uso e manutenção das edificações: Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais: Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013 a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-2:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013 b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-3:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013 c.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-4:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013 d.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-5:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013 e.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-6:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013 f.

AZAMBUJA, J. A. **Incompatibilidade entre o paradigma atual da construção e princípios de sustentabilidade: proposição de novo paradigma.** 2013. 381 Tese (Doutorado). Escola de Engenharia Civil - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil UFRGS, Porto Alegre, RS.

AZEVEDO, M. T. et al. **Concreto: Ciência e Tecnologia.** São Paulo: Ibracon, 2011. 1902p, v.2

BECKER, R.; FOLIENSTE, G. Performance Based Building Thematic Network. **PBB International State of The Art, PeBBu 2nd International SotA report, Final Report, 2005**

BECKER, R; FOLIENSTE, G. Performance Based Building Thematic Network, PBB International State of The Art, PeBBu 2nd International SotA report, Final Report, 2005.

BLANCHARD, B. **Logistics engineering and management.** 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992. p. 15).

BONIN, L. C. **A abordagem de desempenho na edificação.** Notas de Aula. Transcrição da apresentação. 25-26 de jan. de 2017. 56p.

BONIN, L.C. **Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual.** In: **Seminário sobre manutenção de edifícios**, Porto Alegre. Anais – v. I. Porto Alegre: UFRGS, 1988. p. 1-31.

BORGES, C. **O Conceito de desempenho na edificação e sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** Dissertação de Mestrado, politécnica USP. São Paulo, 2008.

BRANCO, F. A.; PAULO, P.; GARRIDO, M. Boletim Técnico ALCONPAT nº 04: **O que é Vida Útil na Construção Civil?**. ICIST/IST – Univ. Técnica de Lisboa, 2012

BRAND, S. **How Buildings Learn: What Happens After They're Built.** Penguin Books, 1995. ISBN 9780140139969. Disponível em: < [https://books.google.com.br/books?id=8O\\_hUjY24AAC](https://books.google.com.br/books?id=8O_hUjY24AAC) >.

BRANDÃO, D. Q.; HEINECK, L. F. M. . **Estratégias de flexibilização de projetos iniciadas na década de 1990 no Brasil: tão-somente um recurso mercadológico?**. Ambiente Construído (Online), v. 7 (4), p. 71-85, 2007.

BRASIL. Lei n. 10.406: **Código Civil Brasileiro**: artigo 618.2002.

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to cradle: Criar e reciclar ilimitadamente.** GGBrasil: São Paulo, 2014.

BROWN, W. M., MATOS, G. R.; SULLICAN, D. E. **Materials and Energy FLOws in the Earth Science Century.** Denver, CO: US. Geological Survey, 1998. 76 p.

BRUNDTLAND, G. H. (editor). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development.** Oxford: Oxford University Press. 398 pp. 1987.



CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. . **Development of envelope efficiency labels for commercial buildings: Effect of different variables on electricity consumption.** Energy and Buildings, v. 40, 2008. p. 2002-2008.

CARSON, R. **Silent Spring.** Greenwich: Fawcett Publications, Inc, Greenwich, Conn, 1962.

CARTER, N. **The policies of the environment: ideas, activism, policy.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

CARVALHO, H. S., J., LIBRELOTTO, L. . **Impacto das modificações de projeto na programação de obras em sistema construtivo tradicional.** Anais IV Ensus v. 1, p. 10, 2016

CARVALHO, M. T. M.. **Metodologia para a avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto.** 2009. 223 f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil)-Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** Câmara Brasileira da Indústria da Construção.—Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CENTER for Aid **Development and Investments – Return Home.** Cadi, 1999-2002. Disponível em: <http://www.cadi.ph/singularity/>. Acesso em: agosto de 2016.

CHEW, M. Y. L.; TAN, S. S.; KANG, K. H.. **Building Maintainability—Review of State of the Art,** 2004 DOI: 10.1061/~ASCE!1076-0431~2004!10:3~80!

CODE, New Zealand Building. Clause B2:“Durability”. **Building Industry,** 2004.

CONAMA, C. N. D. M. A. **Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Resolução nº348. Brasil 2002.

COOPER, T. **Beyond recycling: the longer life option**. Londres: New Economics Foundation, 1994.

CURWELL, S.; COOPER, I. **The implications of urban sustainability**. **Building Research & Information**, Londres, v. 26, n.1, p.17-28, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/096132198370074>>.

DA SILVA, Vanessa Gomes; DA SILVA, Maristela Gomes; AGOPYAN, Vahan. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **CEP**, v. 13083, p. 970, 2003.

DEFRA SUSTAINABLE DEVELOPMENT UNIT. (Ed.). **Sustainable Construction Brief**. Londres: Defra, 2003. 12 p. Disponível em: <<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20060213221826/http://www.dti.gov.uk/construction/sustain/>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

ELKINGTON, J. **Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development**. *California Management Review*, v.36, n.2, p.90-100, 1994.

ELKINGTON, John. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. Oxford: New Society Publishers, 1998.

Environmental Management – **Life Cycle Assessment: principles and framework**. **Draft International Standard 14.040**. 2006.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA/US DEPARTMENT OF ENERGYDOE. **A Review of the Environmental Protection Agency. Technical description**. Maio, 2011. 101p. Disponível em: <<https://www.epa.ie/pubs/reports/other/corporate/EPA%20Review%20Report.pdf>> Acesso em 01 de junho de 2016.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA/US DEPARTMENT OF ENERGYDOE. **Green Engineering - the environmentally conscious design and commercialization of**

**processes and products.** 2015. 62p. Disponível em: < [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/green-engineering-textbook\\_508\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/green-engineering-textbook_508_0.pdf)> Acesso em 01 de junho de 2016.

ESTEVES, A. M. C. **Flexibilidade em Arquitetura: Um contributo adicional para a sustentabilidade do ambiente construído.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura FCTUC. Coimbra, PT, 2013.

FABRÍCIO, M. M.; ONO, R. **Avaliação da manutenibilidade em sistemas construtivos inovadores em Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras [recurso eletrônico].** ANTAC, Porto Alegre, 2015. 1 livro eletrônico ISBN 978-85-89478-42-7

FORMOSO, C. T.; FRANCHI, C. C. ; LANTELME, Elvira Maria Vieira ; SOIBELMAN, Lucio . **Perdas na construção civil: conceitos classificações e indicadores de controle.** Técnica, São Paulo, Pini, , v. 23, p. 30 - 33, 01 ago. 1996.

FOSTER, V. P. **Issues for the Water and Sanitation Sectors.** Inter-American Development Bank, Washington, D.C. August 1996 (No. IFM96-101) 24p.

GARG, A.; DESHMUKH, S.G. **Maintenance management: Literature review and directions Article in Journal of Quality in Maintenance Engineering** · July 2006

GIBSON, E.J., Coord., **Working with the performance approach in building.** Rotterdam. CIB W060. 1982. (CIB State of the Art Report n. 64).

GOMIDE, T. L. F. **Manutenção Predial A importância da capacitação operacional nas intervenções de manutenção O fator humano** \ Ibape-SP Construção Mercado 73. São Paulo, 2007 a.

GOMIDE, T. L. F. **Manutenção predial. Construção e Mercado.** São Paulo, SP 2007 b.

GONÇALVES, O. M.; JOHN, V. M.; PICCHI, F. A. **Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações.** In Porto Alegre, 2003. p. 42-53, il

GRIGOLETTI, G. De C. ; SATTLER, M. A. . **Estudo Comparativo de Temperaturas Internas Obtidas com Simulações e Medições in Loco para um Protótipo Habitacional de Interesse Social.** In: ENCAC-COTEDI 2003 - Confort e Eficiência Energética na Arquitetura Latino-Americana, 2003, Curitiba. Anais do ENCAC - COTEDI 2003. Florianópolis, SC: UFSC, 2003.

GROSS, J. G.. **Developments in the application of the performance concept in building.** 3rd International CIB-ASTM-ISO-RILEM Symposium. Tel Aviv, 1996.

HEINECK, L. F. M.; BRANDÃO, D. Q. **Formas de Aplicação da Flexibilidade Arquitetônica em Projetos de Edifícios Residenciais Multifamiliares.** Revista Produto & Produção, v. 2, n.3, p. 95-106, 1998.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION - CIB; UNITED NATIONS PROGRAMME, INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE – UNEP-IETC (Eds.). **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: a discussion document.** BOUTEK Report no. Bou/E0204. Pretoria: CIB/UNEP-IETC. 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION:ISO Building and construction assets – service life planning. **Part 1: General Principles. ISO 15686-1:2011.** Disponível em <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15686:-1:ed-2:v1:en>. Acessado em 02 de outubro de 2015.

\_\_\_\_. ISO/DIS 6707- 2. **Building and Civil engineering: vocabulary – part 2: contract terms.** Geneva: ISO. 2014. 22p.

\_\_\_\_.ISO/DIS 6707-1. **Building and Civil engineering: vocabulary – part 1: general terms.** Geneva: ISO. 2014. 87p.

\_\_\_\_\_. **Performance Standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered.** ISO 6.241. 1984

JOHN, V. M., AGOPYAN, V. **Durabilidade e Sustentabilidade: Desafios para a Construção Civil Brasileira.** Research Gate, v. 1, p. 11, 2016.

JOHN, V. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. (Livre Docência). Escola Politécnica., USP, São Paulo, SP.

JOHN, Vanderley Moacyr; SILVA, VG da; AGOPYAN, Vahan. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. **Encontro Nacional**, v. 2, p. 91-98, 2001.

KESIK, Ted. Measures of Sustainability. In: **Architectural Science Forum: Perspectives on Sustainability.** 2002.

LAMBERTS, R.; WESTPHAL, F. **Energy efficiency in buildings in Brazil. In: Construction and Environment: from theory into practice.** 23-24 November 2000. Proceedings. São Paulo, CIB/PCC.USP, 2000.

LEE, Angela; BARRETT, Peter. **Performance Based Building: first international state-of-the-art report.** 2003.

LIBRELOTTO. **Modelo para Avaliação da Sustentabilidade na CoNstrução Civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA): Aplicação no setor de edificações.** Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC. Florianópolis, 2005.

LIDDLE, B. T. **Construction for sustainability and the sustainability of the construction industry.** CIB TG, v. 16, p. 6-9, 1994.

MACDONALD, A. **How cradle to cradle design principles can be implemented into architectural construction methods and designing for the lifecycle of a building.** 2007.

MARQUES, C. S. **Análise crítica da norma de desempenho, ABNT NBR 15575: 2013 com ênfase em durabilidade e manutenibilidade.** Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

MCDONOUGH, W. **The Hanover Principles: Design for Sustainability (Online):** Disponível em <<http://www.mcdonough.com/principles.pdf> >, 1992. Acesso em 03 de junho de 2016.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. **The Limits of Growth.** Nova York: Universe Books, 1972. 205 p.

MELHADO, S.B. **Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios: metodologia envolvendo os novos procedimentos de projeto.** In: VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, ENTAC, 1998. Anais. Florianópolis.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa.** Disponível em <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>> Acesso em 10 de julho de 2017.

MICHELIN, Luís Alberto Calegari. Manual de operação, uso e manutenção das edificações residenciais multifamiliares: coleta e avaliação de exemplares de empresas de Caxias do Sul-RS. 2005.

MONTANER, J. M. M., Z.; FALAGÁN, D. H. **Herramientas para habitar el presente.** La vivienda del siglo XXI. Barcelona, Espanha.: Actar D, 2011. 211 p.

MOSER, A. **Eco-technology in industrial practice: implementation using sustainability indices and case Studies.** Ecological Engineering, v. 7, n. 2, p. 117-138, out. 1996.

NASA, NASA-STD-3000: **Volume I - Man-Systems Integration Standards.** National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD, USA (1996). Disponível em: <https://msis.jsc.nasa.gov/volume1.htm>. Acessado em 18 de março de 2017

NOUR, A. A. **Manutenção de edifícios diretrizes para elaboração de um sistema de manutenção de edifícios comerciais e residenciais.** Tese de Mestrado, USP 2003

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL:** Norma de Inspeção Predial Nacional. 1 ed. São Paulo: Ibape, 2012. 17 p. Disponível em: <[http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/Norma-de-Inspecao-Predial\\_Nacional-aprovada-em-assembleia-de-25-10-2012.pdf](http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/Norma-de-Inspecao-Predial_Nacional-aprovada-em-assembleia-de-25-10-2012.pdf)>. Acesso em: 25 dez. 2016.

OKAMOTO, P. S.. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais.** 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, M. A. de. **Método de avaliação de necessidades e prioridades de reabilitação de edifícios de instituições federais de ensino superior.** Dissertação de mestrado, 2013. Goiânia.

OLIVEIRA, M. M. D. **Como fazer pesquisa qualitativa.** 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014. 232 ISBN 978-85-326-3377-4.

POSSAN, E. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano.** 2010. Tese de doutorado (Doutorado em engenharia) - Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral.** Revista Científica CREA-PR, 1 ed. 2013. Disponível em <http://creaprw16.creapr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/14>.

PRESCOTT-ALLEN, R. **The Wellbeing of Nations: a country-by-country index of quality of life and the environment.** Washington: Island Press, 2001.

PROCURADORIA DE PROTEÇÃO E DEFESA DO CONSUMIDOR- PROCON. **Cartilha do consumidor**. DPCP, 1999. Disponível em <http://www.procon.al.gov.br/legislacao/> Acesso em junho de 2016.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 Ed., São Paulo: Atlas, 2007.

ROCHA, C. G da. **Proposição de Diretrizes para Ampliação do Reuso de Componentes de Edificações**. 2008. 172 p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, RS. ISBN 978-84-614-7504-9.

ROCHA, C. G. da. **Aproveitamento de resíduos na construção**. In: ANTAC (Ed.). *Utilização de Resíduos na Construção Habitacional*. Porto Alegre: ANTAC, v.4, 2003. cap. 3.

ROCHA, C. G. da; SATTLER, M. A. . **A discussion on the reuse of building components in Brazil: An analysis of major social, economical and legal factors**. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, 2009. p. 104-112.

ROCHA, J. J., JOHN, V. M. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. Porto Alegre, RS: ANTAC, 2004. 272 ISBN 85-89478-05-X.

ROCHA, J.C; CHERIAF, M. **Aproveitamento de resíduos na construção**. *Coletânea Habitare*. Porto Alegre, 2003.22p.

RODRÍGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L..F.M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: II Simpósio brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído, Anais, Fortaleza, 2001

SANCHES, I. D. FABRÍCIO, M. M.; BUZZAR, M. A.. **Manutenção e percepção dos usuários**. Organizadores: Márcio Minto Fabrício, Rosaria Ono. — [Porto Alegre] : ANTAC, 2015. 1 livro eletrônico ISBN 978-85-89478-42-7



SANTOS, A. de O. **Manual de operação, uso e manutenção das edificações residenciais: coleta de exemplares e avaliação de seu conteúdo frente às diretrizes da NBR 14.037/1998 e segundo a perspectiva dos usuários.** Dissertação de Mestrado. 179 fls. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

SANTOS, C. A. DOS; LIBRELOTTO, L. I. ; JACINTHO, C. . **Building with Earth - Brazil's Most Popular Raw Earth Building Techniques and the Opinion of Experienced Builders.** Key Engineering Materials (Online), v. 600, p. 123-131, 2014.

SANTOS, M. F. N., BATTISTELLE, R. A. G., HORI, C. Y., JULIOTI, P. S., **Importância da avaliação do ciclo de vida na análise de produtos: possíveis aplicações na construção civil.** GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas, 2 (2011) P. 57-63

SANTOS, R.P. **Metodologias de previsão da vida útil de materiais, sistemas ou componentes da construção: Revisão bibliográfica.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia do Porto. Porto, 2010. 149p.

SATTLER, M. A.. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis.** Porto Alegre: ANTAC, 2007. v. 1. 488p .

SATTLER, M. A.; PEREIRA, F. O. R. (Org.) . **Construção e Meio Ambiente.** 1. ed. Porto Alegre: ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2006. v. 1. 296p

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e bases metodológicas.** Departamento de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese (Doutorado)–EPUSP, São Paulo, 2003

SILVA, V. G. et al. Environmental assessment of buildings: towards an appropriate approach to Brazilian environmental Agenda. In: **Sustainable Building.** 2002.

SOARES, S. R.; SOUZA, D. M.; PEREIRA, S. W. **Avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil**. Coletânea Habitare - vol. 7 - Construção e Meio Ambiente. Porto Alegre, 2006.

TAVARES, A. da C. **Gestão de Edifícios: informação comportamental**. Dissertação de Mestrado. 90 fls. Porto, Universidade do Porto, 2009.

F.; LAMBERTS, R. . **CO2 embutido em edificações residenciais brasileiras**. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008, Fortaleza. Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre: Antac, 2008. p. 1-8.

TAYLOR, A. **Design for maintainability: principles, modularity and rules**. Disponível em: [https://www.design1st.com/Design-Resource-Library/design\\_tips/design-for-maintainability.pdf](https://www.design1st.com/Design-Resource-Library/design_tips/design-for-maintainability.pdf). Acesso em 20 de dezembro de 2016.

**THE 11th hour**. Direção de Conners, Leila; Conners, Nadia. Produção de Chuck Castleberry, Leila Conners, Leonardo Dicaprio, Brian Gerber,. Intérpretes: Leonardo Dicaprio. Roteiro: Leila Conners, Nadia Conners, Leonardo Dicaprio.. [s.i.]: Appian Way, Greenhour Tree, Media Group, 2007. 1 (95 min.), DVD, color. Legendado. Disponível em: <<http://11thhourfilm.com/>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

TILL, J. E. S., T.. **Flexible housing: the means to the end**. Arq. , v. 9, n. Theory, p. 10, 2005 2005.

TILLMANN, P. A. **Diretrizes Para a Adoção da Customização em Massa na Construção Habitacional Para Baixa Renda**. Porto Alegre, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP **Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials, A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products**

**and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management.** França, 2010. Disponível em: <[http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1262xPA-PriorityProductsAndMaterials\\_Report.](http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1262xPA-PriorityProductsAndMaterials_Report.)>. Acesso em 01 de julho de 2016.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME – UN-HABITAT. **The Habitat Agenda (Agenda Habitat II).** Istanbul: UN-HABITAT, 1996.

UNITED NATIONS. **Earth Summit Agenda 21.** United Nations Conference on Environment and Development – UNCED. Rio de Janeiro. June 1992. (versão em português: Agenda 21 - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992 - Rio de Janeiro. Brasília: Senado Federal, 1996. 585 pp.)

\_\_\_\_\_ (Ed.). **Agenda 21 on Sustainable Construction.** CIB Report Publication 237. Rotterdam: CIB, July 1999

VANIER, D. J.; LACASSE, M. A.; PARSONS, A. **Using product models to represent user requirements.** CIB, W 78, Information Technology in Construction, Bled, Slovenia, 1996. p.511–524;

WINES, J. **Green Architecture.** Milan: Taschen, 2000. 240p.

YEANG, K. **Proyeter con la naturaliza: bases ecológicas para el proyecto arquitectónico.** Espanha. Gustavo Gili. 1999. p.198.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos.** Porto Alegre, RS.: Bookman, 2001. 205.

## APÊNDICE A - Planilha de verificação do manual do usuário conforme critérios da NBR 14.037 (ABNT, 2011), CBIC (2013) e SANTOS (2003)

Figura 65 – Resultado Planilha I (parte 1)

ITEM	SUB ITEM	INFORME	PARCIAL	DESCONFORME
Manutenção	equipamento de proteção contra incêndio			
Manutenção	equipamentos de piscina			
Manutenção	esquadrias (alumínio, madeira, ferro, outra)	X		
Manutenção	ferragens (fechaduras e dobradiças)		X	
Manutenção	iluminação de emergência		X	
Manutenção	instalações de calefação			X
Manutenção	instalações de gás			X
Manutenção	instalações elétricas	X		
Manutenção	instalações hidráulicas	X		
Manutenção	interruptores		X	
Manutenção	louças sanitárias		X	
Manutenção	metais sanitários		X	
Manutenção	ralos	X		
Manutenção	pará-raios		X	
Manutenção	pintura	X		
Manutenção	portão eletrônico		X	
Manutenção	portas	X		
Manutenção	portas corta – fogo		X	
Manutenção	reservatório d'água	X		
Manutenção	revestimento de fachada		X	
Manutenção	revestimento de paredes (pintura, cerâmica, outro)		X	
Manutenção	revestimento de piso (cerâmica, pedra, carpete, madeira, outro)		X	
Manutenção	revestimento de tetos (pintura, forro de gesso, forro de madeira, etc.)		X	
Manutenção	rodaforro			X
Manutenção	rodapé			X
Manutenção	sistema de antena coletiva/TV por assinatura			X
Manutenção	sistema de impermeabilização			X
Manutenção	sistema de telefonia/interfone			X
Manutenção	tomadas	X		
Manutenção	ventilação/exaustão mecânica	X		
Manutenção	vidros	X		
Manutenção	outros (ajardinamento, funilaria, cerca elétrica e sensores eletrônicos)			
Garantias	O Manual apresenta informações sobre as responsabilidades dos usuários e garantias existentes sobre a edificação, contendo:			
Garantias	identificação das empresas e responsáveis técnicos pelos projetos, incluindo nome, registro profissional e/ou empresarial, endereço e telefone	X		
Garantias	especificações técnicas de fornecedores de materiais, componentes e serviço (nome, endereço, telefone, etc.)	X		
Garantias	serviços e instalações cobertos por garantia e/ou com assistência técnica gratuita (prazos e como fazer a solicitação)	X		
Garantias	descrição das garantias adicionais dadas pelos fornecedores de componentes, instalações e equipamentos da edificação		X	
Garantias	manuals e garantias de equipamentos, acessórios		X	
Garantias	Responsabilidades do proprietário	X		

Fonte: autora.

Figura 66 – Resultado Planilha I (parte 2)

ITEM	SUB ITEM	↕INFORME	↕ARCIAL	↕SCONFORME
Apresentação				
Apresentação	Índice	X		
Apresentação	Introdução	X		
Apresentação	Definições		X	
Memorial descritivo			X	
Memorial descritivo	as built	X		
Fornecedores		X		
Fornecedores	Relação de fornecedores	X		
Fornecedores	Relação de projetistas	X		
Fornecedores	Serviços de utilidade pública			X
Operação, uso e limpeza				
Operação, uso e limpeza	Sistemas hidrossanitários	X		
Operação, uso e limpeza	Sistemas eletroeletrônicos	X		
Operação, uso e limpeza	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas			
Operação, uso e limpeza	Sistemas de ar condicionado, ventilação e calefação	X		
Operação, uso e limpeza	Sistemas de automação			X
Operação, uso e limpeza	Sistemas de comunicação			X
Operação, uso e limpeza	Sistemas de incêndio		X	
Operação, uso e limpeza	Fundações e estruturas	X		
Operação, uso e limpeza	Vedações	X		
Operação, uso e limpeza	Revestimentos internos e externos	X		
Operação, uso e limpeza	Pisos	X		
Operação, uso e limpeza	Coberturas			X
Operação, uso e limpeza	Jardins, paisagismo e áreas de lazer		X	
Operação, uso e limpeza	Esquadrias e vidros	X		
Operação, uso e limpeza	Pedidos de ligações públicas		X	
Informações complementares				
Informações complementares	Meio ambiente e sustentabilidade			X
Informações complementares	Segurança		X	
Informações complementares	Operação dos equipamentos e suas ligações		X	
Informações complementares	Documentação técnica e legal	X		
Informações complementares	Elaboração e entrega do manual	X		
Informações complementares	Atualização do manual		X	
Manutenção	periodicidade e procedimentos de manutenção, limpeza e conservação de materiais e equipamentos, mão-de-obra necessária e consequência da falta de manutenção			
Manutenção	aquecedores de água			X
Manutenção	bancada de mármore/granito	X		
Manutenção				
Manutenção	bombas de recalque d'água			X

Fonte: autora.

## APÊNDICE B - Classificação dos sistemas, elementos e componentes segundo a Norma de Desempenho

Figura 67 - Classificação dos subsistemas em relação à Categoria de VUP

TIPO DE ELEMENTO EM RELAÇÃO A CATEGORIA DE VUP
manutenível
COBERTURA
EQUIPAMENTOS FUNCIONAIS MANUTENÍVEIS E SUBSTITUÍVEIS (alto
ESQUADRIAS EXTERNAS
ESTRUTURA AUXILIAR
IMPEMEABILIZAÇÃO MANUTENÍVEL (com quebra de revestimentos)
INSTALAÇÕES PREDIAIS EMBUTIDAS (manuteníveis apenas por quebra das
vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não
PISO EXTERNO
REVESTIMENTO DE FACHADA
REVESTIMENTO INTERNO ADERIDO
VEDAÇÃO EXTERNA
VEDAÇÃO INTERNA
Não manutenível
ESTRUTURA
substituível
COBERTURA
EQUIPAMENTOS FUNCIONAIS MANUTENÍVEIS E SUBSTITUÍVEIS (baixo
ESQUADRIAS INTERNAS
IMPEMEABILIZAÇÃO MANUTENÍVEL (sem quebra de revestimentos)
INSTALAÇÕES APARENTES OU EM ESPAÇOS DE FÁCIL ACESSO
INSTALAÇÕES PREDIAIS EMBUTIDAS (manuteníveis apenas por quebra das
vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não
PINTURA
REVESTIMENTO INTERNO NÃO ADERIDO

Fonte: Autora.

## APÊNDICE C - Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade

Quadro 42 –Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade

<b>Sistemas (NBR 15.575)</b>	<b>Requisito (NBR 15.575)</b>	<b>Critério (NBR 15.575)</b>	<b>Método de avaliação (NBR 15.575)</b>	<b>Método de comprovação (NBR 15.575)</b>	<b>Responsável (CBIC, 2013)</b>
Requisitos gerais	Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas	Vida Útil de Projeto especificada em projeto, conforme tabela 14.1 da NBR 15.575? (14.2.1)	Análise de projeto. Pode ser utilizada a metodologia proposta na ISO 15.686-1 a 15.686-3 e ISO 15.686-5 a 15.686-7.	Declaração do projetista	Projetista de Arquitetura, Projetista de Engenharia, Projetista de instalações
		Durabilidade potencial dos sistemas compatível com a VUP? (14.2.1)	Análise de projeto. Pode ser utilizada a metodologia proposta na ISO 15.686-1 a 15.686-3 e ISO 15.686-5 a 15.686-7. Verificação do cumprimento de normas prescritivas vigentes na data e cumprimento integral do projeto pela construtora.	Declaração do projetista	Projetista de Arquitetura; Projetista de Engenharia; Projetista de instalações

(continua)

(continuação) Quadro 42 –Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade

<b>Sistemas (NBR 15.575)</b>	<b>Requisito (NBR 15.575)</b>	<b>Critério (NBR 15.575)</b>	<b>Método de avaliação (NBR 15.575)</b>	<b>Método de comprovação (NBR 15.575)</b>	<b>Responsável (CBIC, 2013)</b>
Requisitos gerais	Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas	O edifício e seus componentes devem apresentar durabilidade compatível com a VUP estabelecida. (14.2.3)	Cumprimento a normas específicas: NBR 6118, NBR 8800, NBR 9062 e NBR 14762; Comprovação de durabilidade e utilização conforme: NBR 5649, NBR 6136, NBR 8491, NBR 9457, NBR 10834, NBR 11173, NBR 13281, NBR 13438, NBR 13858-2, NBR 15210-1, NBR 15319, NBR 6565; NBR 7398; NBR; Análise de campo do sistema, inspeção em protótipos e edificações; Análise em ensaios de durabilidade do sistema;	Especificação técnica; Laudo do fornecedor.	Projetista de Arquitetura; Projetista de Engenharia; Construtor
	Manutenibilidade de do edifício e suas partes.	Facilidade ou meios de acesso. (14.3.1)	Análise de projeto; Manual do usuário conforme NBR 14037; A atender a NBR 5674;	Especificação técnica; Manual do usuário.	Projetista de Arquitetura; Projetista de Engenharia; Construtor

(continua)



(continuação) Quadro 42 –Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade

<b>Sistemas (NBR 15.575)</b>	<b>Requisito (NBR 15.575)</b>	<b>Critério (NBR 15.575)</b>	<b>Método de avaliação (NBR 15.575)</b>	<b>Método de comprovação (NBR 15.575)</b>	<b>Responsável (CBIC, 2013)</b>
Sistema estrutural	Durabilidade do sistema estrutural	Vida útil de projeto do sistema estrutural. (14.1.1)	Análise de projeto; Ensaios físico-químicos; Aplicação de modelos de previsão.	Laudo do fornecedor; Declaração em projeto.	Construtor; Projetista Estrutural;
	Manutenção do sistema estrutural	Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural (contendo: recomendações gerais, periodicidade de inspeções e manutenções e técnicas, processos e equipamentos).	Verificação do atendimento às diretrizes das ABNT NBR 5674, ABNT 15575-1 e ABNT NBR 14037.	Declaração em Projeto.	Construtor; Projetista Estrutural;

(continua)

(continuação) Quadro 42 –Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade

<b>Sistemas (NBR 15.575)</b>	<b>Requisito (NBR 15.575)</b>	<b>Critério (NBR 15.575)</b>	<b>Método de avaliação (NBR 15.575)</b>	<b>Método de comprovação (NBR 15.575)</b>	<b>Responsável (CBIC, 2013)</b>
Sistema de Pisos	Resistência à umidade em áreas molhadas.	Ausência de danos em sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis pela presença de umidade.	Ensaio conforme Anexo C NBR 15.575-3	Laudo sistêmico.	Construtor
	Resistência ao ataque químico.	Ausência de danos em sistema de pisos pela presença de agentes químicos.	Ensaio conforme Anexo D NBR 15.575-3 Normas específicas do produto.	Laudo Fornecedor; Especificação técnica.	Construtor; Projetista Arquitetura.
	Resistência ao desgaste em uso;	Desgaste por	Análise de projeto; Ensaio conforme as normas prescritivas: NBR 7686, NBR 8810, NBR 9457, NBR 13818, NBR 14833-1, NBR 14851-1, NBR 14917-1, NBR 7374, e outras, conforme o caso.	Laudo Fornecedor; Especificação Técnica	Construtor; Projetista Arquitetura.

(continua)

(continuação) Quadro 42 –Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade

<b>Sistemas (NBR 15.575)</b>	<b>Requisito (NBR 15.575)</b>	<b>Critério (NBR 15.575)</b>	<b>Método de avaliação (NBR 15.575)</b>	<b>Método de comprovação (NBR 15.575)</b>	<b>Responsável (CBIC, 2013)</b>
Sistema de vedações internas e externas	Paredes externas de SVVE	Ação de calor e choque térmico (deslocamento horizontal e ocorrência de falhas)	Ensaio em laboratório conforme Anexo E NBR 15.575-4 (ABNT, 2013a)	Laudo Sistêmico	Construtor
	Vida útil dos projetos de sistemas	Vida Útil de Projeto	Análise de projeto; Manual de operação, uso e manutenção;	Declaração em Projeto	Projetista de Arquitetura; de Engenharia; de Instalações; Construtor
	Manutenibilidade dos sistemas de SVVEI	Manual de operação, uso e manutenção dos SVVEI	Análise de projeto; Manual de operação, uso e manutenção (NBR 5674 e NBR 14037).	Declaração em Projeto.	Construtor

(continua)

(continuação) Quadro 42 –Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade

<b>Sistemas (NBR 15.575)</b>	<b>Requisito (NBR 15.575)</b>	<b>Critério (NBR 15.575)</b>	<b>Método de avaliação (NBR 15.575)</b>	<b>Método de comprovação (NBR 15.575)</b>	<b>Responsável (CBIC, 2013)</b>
Sistema de Cobertura	Vida útil de projeto dos sistemas de cobertura	Atendimento a VUP estabelecida em NBR 15.575-1:2013. (14.1.1)	Inspeção; Manual de operação, uso e manutenção;	Declaração em projeto.	Projetista de Arquitetura; Projetista de Engenharia; Projetista de Instalações; Construtor
		Estabilidade da cor das telhas e outros componentes. (14.2.1)	Avaliação conforme NBR ISO 105-A02 e Anexo H NBR 15.575-4:2013.	Laudo fornecedor; Especificação Técnica;	Construtor; Projetista Arquitetura.
		Manual de operação, uso e manutenção das coberturas. (14.3.1)	Análise do Manual de operação, uso e manutenção (NBR 5674 e NBR 14037.	Declaração em Projeto	Construtor

(continua)

(continuação) Quadro 42 –Atendimento aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade Fonte: adaptado de (ABNT, 2013a) e (CBIC, 2016)

Sistemas (NBR 15.575)	Requisito (NBR 15.575)	Critério (NBR 15.575)	Método de avaliação (NBR 15.575)	Método de comprovação (NBR 15.575)	Responsável (CBIC, 2013)
Sistema de instalações hidrossanitárias	Instalações das Hidrossanitárias VUP	Atendimento aos prazos da ABNT NBT 15575-1:2013	Inspeção; Manual de operação, uso e manutenção;	Laudo fornecedor.	Projetista de Instalações;
		Projeto e execução das instalações hidrossanitárias	Análise de projeto (conforme Check List - Anexo A - NBR 15575-6).	Laudo fornecedor.	Projetista de Instalações;
		Compatibilidade entre a durabilidade dos sistemas e componentes com a VUP;	Análise de Projeto; Ensaio;	Declaração em projeto; Laudo fornecedor.	Projetista de Instalações; Construtor
	Manutenibilidade das instalações Hidrossanitárias	Previsão de dispositivo de inspeção conforme NBR 8160 e NBR 1084	Análise de Projeto; Inspeção	Relatório; Declaração em Projeto	Construtor; Projetista de Instalações;
		Especificação das condições de uso, operação e manutenção.	Análise de Projeto;	Solução descrita em projeto	Construtor
		<i>As Built</i>	Análise de Projeto;	Solução descrita em projeto	Construtor

Fonte: adaptado de (ABNT, 2013a) e (CBIC, 2016)

## APÊNDICE D - Classificação de componentes e elementos de acordo com VUPm

Componentes e Elementos classificados de acordo com a VUPm- categoria de VUP– custo de manutenção – efeito na falha, conforme a Norma de Desempenho NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013a).

Quadro 43 – Classificação de acordo com a NBR 15.575.

VUPm	CATEGORIA DE VUP	CUSTO DE MANUTENÇÃO	EFEITO NO DESEMPENHO	ELEMENTOS E COMPONENTES.
3 ANOS	SUBSTITUÍVEL	SEM PROBLEMAS EXCEPCIONAIS	SEM PROBLEMAS EXCEPCIONAIS	Componentes desgastáveis (gaxeta, guarnições, vedações)
				Disjuntores
				Fiações
				Interruptores, tomadas
				Louças
				Luminárias
				Mangueira
				Metais Sanitários
				Papel de parede
				Pintura interna
				Sifões e engates flexíveis
				Sprinklers
				Tampas de caixas
4 ANOS	SUBSTITUÍVEL	BAIXO CUSTO DE MANUTENÇÃO	SEM PROBLEMAS EXCEPCIONAIS	Torneiras
				Calhas de beiral
				Coletores de água aparentes
				Componentes de arremate
				Componentes de juntas e rejuntamentos
				Ferragem de manobra e fechamento
				Mata-juntas
				Sancas, golas, rodapés
				Subcoberturas substituíveis
				Trilhos, mosquito, alisares, arremate e guarnição
Tubulações e demais componentes				

(continua)

(continuação) Quadro 43 – Classificação de acordo com a NBR 15.575.

8 ANOS	SUBSTITUÍVEL	CUSTO DE REPOSIÇÃO EQUIVALENTE AO INICIAL	COMPROMETE A SEGURANÇA DE USO	Aquecimento de água
				áreas externas com jardim
				Boxes de banheiro
				Caixa d'água
				Calhas internas
				Cobertura não utilizável
				Complementos (ventilação, iluminação, vedação)
				Condicionamento de ar
				Forros
				Janelas internas
				Jardineiras
				Lambris
				Pintura de fachada
				Pisos
				Portas
				Recalque, pressurização
Reservatório de água				
Revestimento sintético texturizado				
Rufos				
12 ANOS	SUBSTITUÍVEL	CUSTO DE REPOSIÇÃO EQUIVALENTE AO INICIAL	SEGURANÇA DE USO	Gradis internos
				Portas corta-fogo
13 ANOS	MANUTENÍVEL	CUSTO DE REPOSIÇÃO SUPERIOR AO CUSTO INICIAL	INTERRUPÇÃO DO USO DO EDIFÍCIO	Calefação
				Cerâmico
				Cimentado de concreto
				Fossa Séptica e Negra
				Pétreo
				Rede alimentadora Água
				Rede coletora
				Reservatórios de água não facilmente substituíveis
				Revestimento de parede
				Revestimento de piso
				Revestimento de Teto
				Sistema de drenagem não acessível
				SPDA
				Telhamento
Transporte vertical				

(continua)

(continuação) Quadro 43 – Classificação de acordo com a NBR 15.575

20 ANOS	MANUTENÍVEL	CUSTO DE REPOSIÇÃO SUPERIOR AO CUSTO INICIAL	INTERRUPÇÃO DO USO DO EDIFÍCIO	Áreas externas com piso
				Áreas internas
				Brisas
				Coberturas utilizáveis
				Cobogós
				Cobre muros
				Coletores de água embutidos
				Componentes decorativos
				Escadas internas
				Estrutura da cobertura
				Estrutura de escadas externas
				Ferragem de manobra e fechamento
				Gradis e grades de proteção
				Guarda-corpos
				Janelas (componentes fixos)
				Janelas (componentes móveis)
				Molduras
				Muros divisórios
				Paredes divisórias leves
				Peitoris, soleiras e pingadeiras
				Piscinas
				Portas-balcão
				Rampas
				Revestimentos
				Tubulações e demais componentes Águas Pluviais
Tubulações e demais componentes Combate ao Incêndio				
Tubulações e demais componentes Elétricos				
Tubulações e demais componentes Gás				
Tubulações e demais componentes Hidrossanitário				
40 ANOS	MANUTENÍVEL	CUSTO DE REPARAÇÃO MUITO SUPERIOR AO CUSTO INICIAL	QUALQUER	Fachadas-cortina
				Painéis de fachada
				Paredes de vedação

(continua)



(continuação) Quadro 43 – Classificação de acordo com a NBR 15.575

50 ANOS	MANUTENÍVEL	CUSTO DE REPARAÇÃO MUITO SUPERIOR AO CUSTO INICIAL	QUALQUER	Estruturas periféricas
				Fundações
				Muros de contenção e arrimo
				Paredes estruturais
				Pilares, vigas e lajes

Fonte: Autora.

## APÊNDICE E – Orientações de projeto para manutenção.

Quadro 44 – Orientações para manutenção.

Regras gerais	Item	Autor
	A manutenção deve ser estabelecida no projeto.	(TAYLOR, 2016).
	Estabelecer onde será realizada a manutenção.	(TAYLOR, 2016).
	Definir se a filosofia de manutenção será de reparo ou substituição.	(TAYLOR, 2016).
	Consultar o engenheiro de manutenção durante o projeto.	(TAYLOR, 2016).
	Manter os arranjos simples.	(TAYLOR, 2016).
	Tornar as falhas visíveis, pontos de teste.	(TAYLOR, 2016).
	Itens de manutenção difícil devem ter alta confiabilidade.	(TAYLOR, 2016).
	Colocar avisos de perigo quando há riscos na manutenção.	(TAYLOR, 2016).
	Deixar visível indicadores de prazos de manutenção de rotina.	(TAYLOR, 2016).
	Projetar equipamentos para que a falha seja em segurança, "fail-safe" não oferecendo riscos para os usuários.	(TAYLOR, 2016).
	Evitar necessidade de ferramentas especiais para Manutenção.	(TAYLOR, 2016).
	Manutenção preventiva deve minimizada e ter mão de obra reduzida.	(NASA, 1995)
	Manutenção preventiva deve ser flexível na programação.	(NASA, 1995)
	Quando a manutenção de um elemento requer a interrupção no uso, o elemento deve ser redundante.	(NASA, 1995)
	O projeto deve permitir o crescimento e atualização.	(NASA, 1995)
	Sistemas e subsistemas devem possuir funcionamento independentes.	(NASA, 1995)
	Os pontos de manutenção devem ser acessíveis nos pontos mais prováveis de falha ou em local específico para manutenção.	(NASA, 1995)
	O projeto deve possuir a menor necessidade de manutenção preventiva ou corretiva.	(NASA, 1995)
	A manutenção deve ser um processo simplificado.	(NASA, 1995)
Situações de perigo durante a manutenção devem ser evitadas.	(NASA, 1995)	
Sistemas críticos devem continuar operando durante a manutenção.	(NASA, 1995)	
Sistemas não críticos devem poder operar danificados enquanto aguardam manutenção.	(NASA, 1995)	

(continua)

(continuação) Quadro 44 – Orientações para manutenção.

	Item	Autor
Regras gerais	O tempo para manutenção deve ser mínimo.	(NASA, 1995)
	Conexões devem ser de fácil remoção.	(NASA, 1995)
	Automação deve ser utilizada para identificar falhas.	(NASA, 1995)
	Manutenção que necessite de habilidades especiais devem ser minimizadas.	(NASA, 1995)
	A capacidade de repor itens substituíveis deve ser maior do que o mínimo necessário.	(NASA, 1995)
Acesso	Ajustes não devem requerer a remoção de componentes para acessar o ponto de ajuste.	(TAYLOR, 2016).
	Acesso significa espaço suficiente para o componente, ferramentas, braços, mãos e cabeça ou corpo do engenheiro de manutenção.	(TAYLOR, 2016) (NASA, 1995).
	Quando uma ferramenta é necessária para remover o componente o acesso deve permitir a inserção correta da ferramenta.	(TAYLOR, 2016).
	Os espaços para manutenção devem permitir o acesso de todos os tamanhos de ser humano	(TAYLOR, 2016) (NASA, 1995).
	Deve ser possível visualizar o componente em manutenção durante o processo de manutenção.	(TAYLOR, 2016).
	Elementos com a menor VU devem ter o acesso mais fácil. Da mesma forma equipamentos com maior frequência de manutenção de rotina.	(TAYLOR, 2016) (NASA, 1995).
	O acesso para manutenção deve ser ter visibilidade e ser provido de iluminação.	(TAYLOR, 2016).
	A manutenção não deve requerer levantamento de elementos pesados.	(TAYLOR, 2016).
	Assegurar que durante a manutenção outros elementos e componentes não serão danificados.	(TAYLOR, 2016).
	Para acessar um componente não deve ser necessário remover mais de um item .	(NASA, 1995)
	Arestas devem ser protegidas no acesso para manutenção para não machucar o responsável pela manutenção.	(NASA, 1995)
	As estruturas e equipamentos devem permitir acesso nas superfícies do interior e exterior.	(NASA, 1995)
	Devem ser determinados os limites de acesso.	(NASA, 1995)
	O cabeamento deve ser acessível.	(NASA, 1995)
Deve haver sobra de cabo nos painéis de controle para permitir a troca de conectores	(NASA, 1995)	

(continua)

## (continuação) Quadro 44 – Orientações para manutenção.

	Item	Autor
Acesso Visual	Onde é necessário o acesso visual deve permitir uma abertura com visão geral; onde a sujeira ou umidade deve ser evitada, deve haver janela transparente para visualização.	
	Quando é necessário visualizar o processo durante a manutenção, deve ser deixado espaço suficiente para executar e enxergar a tarefa simultaneamente	(NASA, 1995)
	Os componentes devem ser identificados	(NASA, 1995)
	Conexões de gás devem ser posicionados em locais onde possam ser verificados quanto a vazamento.	(NASA, 1995)
Componentes e módulos	Sistemas que podem falhar devem ser removidos sem danificar ou perturbar outros componentes. Não deveria ser necessário perturbar um componente saudável para substituir um componente defeituoso.	(NASA, 1995) (TAYLOR, 2016)
	Independência onde for possível, não deve ser necessário remover ou desmontar uma unidade em operação para acessar uma unidade defeituosa.	(NASA, 1995)
	Componentes de curta Vida Útil devem ter acesso fácil para substituição.	(NASA, 1995)
	Os elementos que necessitarem de substituição devem ser projetados de forma que não possam ser repostos em posição errada. Onde apenas um componente exclusivo deve ser instalado, crie a interface para vencer a tentativa Instalação de alternativas inaceitáveis.	(NASA, 1995) (TAYLOR, 2016)
	Itens que tiverem formas similares com funções diferentes não devem permitir o intercâmbio. Onde a orientação do componente é importante, use um padrão exclusivo de pontos de fixação ou adicione a localização pinos para evitar uma orientação errada durante a montagem. Projete todas as interfaces para que as partes só podem ser montado no caminho certo.	(NASA, 1995) (TAYLOR, 2016)
	Componentes e elementos em fase de teste não devem ser utilizados.	(TAYLOR, 2016).
	Se os acabamentos de tinta podem ser alterados, deve-se proceder de forma que não danifique a camada da base.	(TAYLOR, 2016).

(continua)

(continuação) Quadro 44 – Orientações para manutenção.

Componentes e módulos	Sempre que dois componentes forem unidos é um ponto para potencial manutenção. A forma de junção deve prever a provável frequência de substituição. Modularizar onde apropriado. Não use técnicas de fixação permanente (fixação adesiva, rebites ou soldagem) onde a separação dos componentes será necessária para a manutenção. Onde existem vários componentes alternativos aceitáveis, a interface deve permitir que algumas das alternativas viáveis sejam instaladas.	(TAYLOR, 2016).
-----------------------	--	-----------------

Fonte: adaptado de Taylor (2016), NASA (1995).

## APÊNDICE F- Planilha I.

Quadro 45 – Planilha I.

Itens da norma										Inferências	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(k)	(l)	
Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura	
COBERTURA	Cobertura	Calhas de beiral	4	6	Sem problemas excepcionais	0	0	-	Painéis de fachada, cobertura.	13	
	Cobertura	Coletores de água aparentes	4	6	Sem problemas excepcionais	0	0	-	Na	13	
	Cobertura	Complementos (ventilação, iluminação, vedação)	8	12	Compromete a segurança de uso	0	\$\$\$	-	Telhamento, calhas	6	
	Cobertura	Calhas internas	8	12	Compromete a segurança de uso	0	\$\$\$	-	Calhas	6	
	Cobertura	Rufos	8	12	Compromete a segurança de uso	0	\$\$\$	-	Na	6	
	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Calhas	8	12	Compromete a segurança de uso	0	\$\$\$	5	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	6	

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
COBERTURA	Cobertura	Estrutura da cobertura	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Subcobertura, telhas	3
	Cobertura	Subcoberturas substituíveis	4	6	Sem problemas excepcionais	S	₺	5	Telhamento	13
	Cobertura	Telhamento	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Complementos, ventilação, iluminação), calhas internas, rufos	4
	Cobertura	Coletores de água embutidos	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	-	Painéis de fachada, paredes internas, revestimentos	3
	Impermeabilização manutenível (com quebra de revestimentos)	Coberturas utilizáveis	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Telhamento	3
	Revestimento interno aderido	Revestimento de teto	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	1	Vedações internas (divisórias, pintura)	4

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
COBERTURA	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Cobertura não utilizável	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	5	Forros	6
	Revestimento interno não aderido	Forros	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	1	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	6
	Revestimento interno não aderido	Lambris	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	5	Vedações internas (divisórias, pintura)	6

## LEGENDA

Categoria de VUP:

<b>S</b>	Substituível	<b>\$</b>	Baixo Custo de Manutenção	<b>\$\$\$+</b>	Custo de reposição superior ao custo inicial
<b>M</b>	Manutenível	<b>\$\$</b>	Médio Custo de manutenção ou reparação	<b>\$\$\$++</b>	Custo de reposição muito superior ao custo inicial
<b>N.M.</b>	Não Manutenível	<b>\$\$\$</b>	Custo de reposição equivalente ao inicial		

(continua)



(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
ESTRUTURA	Estrutura auxiliar	Estrutura de escadas externas	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento de piso aderido, revestimento aderido	3
	Estrutura	Estruturas periféricas	50	75	Qualquer	N.M.	\$\$\$++	5	Revestimentos externos aderidos,	1
	Estrutura	Fundações	50	75	Qualquer	N.M.	\$\$\$++	5	Pilares, vigas e lajes, paredes estruturais, muros de contenção e arrimo, muros divisórios. Revestimento interno aderido (piso e contra piso)	1
	Estrutura	Muros de contenção e arrimo	50	75	Qualquer	N.M.	\$\$\$++	-	-	1
	Estrutura	Paredes estruturais	50	75	Qualquer	N.M.	\$\$\$+++	5	Revestimentos internos aderidos, tubulação elétrica, tubulação hidráulica, revestimento interno não aderido	1

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
	Estrutura	Pilares, vigas e lajes	50	75	Qualquer	N.M.	\$\$\$++	5	Revestimento interno e externo aderido, revestimento interno não aderido, painéis verticais	1
	Estrutura auxiliar	Muros divisórios	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	-	3

(continua)

## LEGENDA

Categoria de VUP:

**S** Substituível**M** Manutenível**N.M.** Não Manutenível

Custo de manutenção ao longo VU

**\$** Baixo Custo de Manutenção**\$\$** Médio Custo de manutenção ou reparação**\$\$\$** Custo de reposição equivalente ao inicial**\$\$\$+** Custo de reposição superior ao custo inicial**\$\$\$++** Custo de reposição muito superior ao custo inicial

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
HIDROSSANITÁRIO	Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis (baixo custo)	Aquecimento de água	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	1	Painéis de vedação, painéis verticais	6
	Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis (baixo custo)	Recalque, pressurização	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	1		6
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes gas	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, painel vertical interno, painel vertical externo,	3
	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Caixa d'água	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	5	Na	6
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Sprinklers	3	4	Sem problemas excepcionais	S	₺	5	Na	17

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
HIDROSSANITÁRIO	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Mangueira	3	4	Sem problemas excepcionais	S	§	3		17
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Reservatório de água	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	3	Vedações externas, estrutura (laje)	6
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Louças	3	4	Sem problemas excepcionais	S	§	3	Pedras em louças embutidas. Pisos. Pannel vertical. Revestimentos interno aderidos	17
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes águas pluviais	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento externo aderido, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, pannel vertical interno, pannel vertical externo,	3

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Rede alimentadora água	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento interno não aderido (forro de gesso), revestimentos internos aderidos, vedação vertical interna, vedação vertical externa.	4
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Fossa séptica e negra	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	-	Revestimento externo aderido, lajes, contrapisos	4
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Sistema de drenagem não acessível	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	-	Revestimento externo aderido, lajes, contrapisos	4

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Rede coletora	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento interno não aderido (forro de gesso), revestimentos internos aderidos, vedação vertical interna, vedação vertical externa.	4
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Torneiras	3	4	Sem problemas excepcionais	S	5	3	Na	17
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Reservatórios de água não facilmente substituíveis	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	3	Vedações externas; vedações internas; estrutura (laje)	4
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes combate ao incêndio	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento externo aderido, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, painel vertical interno, painel vertical externo,	3

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
HIDROSSANITÁRIO	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes hidrossanitário	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, painel vertical interno, painel vertical externo,	3
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Metais sanitários	3	4	Sem problemas excepcionais	S	\$	3	Revestimento interno aderido.	17
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Sifões e engates flexíveis	3	4	Sem problemas excepcionais	S	\$	3	Na	17

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
INSTALAÇÕES	Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis (baixo custo)	Condicionamento de ar	8	12	Compromete a segurança de uso	5	\$\$\$	1	Vedação vertical externa	6
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tampas de caixas	3	4	Sem problemas excepcionais	5	5	3	Revestimento interno aderido	17
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Luminárias	3	4	Sem problemas excepcionais	5	5	3	Revestimento interno não aderido (forro de gesso), estrutura (laje)	17
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Tubulações e demais componentes	4	6	Sem problemas excepcionais	5	5	5	Revestimento de teto não aderido, revestimento de teto não aderido, revestimento interno não aderido	13
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Disjuntores	3	4	Sem problemas excepcionais	5	5	3	Na	17

(continua)



(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
INSTALAÇÕES	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Interruptores, tomadas	3	4	Sem problemas excepcionais	S	§	3	Revestimento interno aderido	17
	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos)	Tubulações e demais componentes elétricos	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	§§§+	3	Revestimento de teto não aderido, revestimento de teto não aderido, revestimento interno não aderido, impermeabilização	3
	Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Fiações	3	4	Sem problemas excepcionais	S	§	3	Revestimento de teto não aderido, revestimento de teto não aderido, tomadas e interruptores	17
	Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis (alto custo)	Calefação	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	§§§+	1	Revestimento externo aderido, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, painel vertical interno, painel vertical externo,	4

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
INSTALAÇÕES	Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis (alto custo)	Spdi	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	1	Revestimento externo aderido, revestimento interno aderido, revestimento interno não aderido, pisos, painel vertical interno, painel vertical externo,	4
	Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis (alto custo)	Transporte vertical	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	-	Vedação vertical externa, vedação vertical interna, estrutura (pilar, vigas e lajes)	4

(continua)

## LEGENDA

Categoria de VUP:

<b>S</b>	Substituível	<b>\$</b>	Baixo Custo de Manutenção	<b>\$\$\$+</b>	Custo de reposição superior ao custo inicial
<b>M</b>	Manutenível	<b>\$\$</b>	Médio Custo de manutenção ou reparação	<b>\$\$\$++</b>	Custo de reposição muito superior ao custo inicial
<b>N.M.</b>	Não Manutenível	<b>\$\$\$</b>	Custo de reposição equivalente ao inicial		

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
PISOS	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Áreas externas com jardim	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	5	Na	6
	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Componentes de arremate	4	6	Sem problemas excepcionais	S	₡	5	Revestimento interno aderido, pisos, alisares	13
	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Mata-juntas	4	6	Sem problemas excepcionais	S	₡	5	Pisos, revestimento aderido,	13
	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Sancas, golas, rodapés	4	6	Sem problemas excepcionais	S	₡	5	Revestimento interno aderido, pisos, alisares	13
	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Jardineiras	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	5	Painel vertical externo, revestimento externo aderido	6

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
PISOS	Impermeabilização manutenível (com quebra de revestimentos)	Áreas externas com piso	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Pisos	3
	Revestimento interno não aderido	Pisos	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	1	Rodapé, alisares	6
	Impermeabilização manutenível (com quebra de revestimentos)	Rampas	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Pisos	3
	Impermeabilização manutenível (com quebra de revestimentos)	Áreas internas	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Pisos	3
	Piso externo	Cerâmico	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	3	Rodapé	4
	Impermeabilização manutenível (com quebra de revestimentos)	Piscinas	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Pisos	3

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
PISOS	Impermeabilização manutenível (sem quebra de revestimentos)	Componentes de juntas e rejuntamentos	4	6	Sem problemas excepcionais	S	\$	1	Piso	13
	Revestimento interno aderido	Revestimento de piso	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	2	Rodapé, alisares	4
	Piso externo	Cimentado de concreto	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	3	Na	4
	Piso externo	Pétreo	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	-	Na	4

(continua)

## LEGENDA

Categoria de VUP:

**S** Substituível**M** Manutenível**N.M.** Não Manutenível

Custo de manutenção ao longo VU

**\$** Baixo Custo de Manutenção**\$\$** Médio Custo de manutenção ou reparação**\$\$\$** Custo de reposição equivalente ao inicial**\$\$\$+** Custo de reposição superior ao custo inicial**\$\$\$++** Custo de reposição muito superior ao custo inicial

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA	Esquadrias externas	Portas-balcão	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Na	3
	Esquadrias externas	Janelas (componentes móveis)	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$	5	Vidros, componentes fixos	6
	Esquadrias externas	Cobogós	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Na	3
	Esquadrias externas	Brises	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Na	3
	Esquadrias externas	Ferragem de manobra e fechamento	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	1	Perfil da janela	3
	Esquadrias externas	Gradis e grades de proteção	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento externo aderido, pisos, impermeabilização	3

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA	Esquadrias externas	Janelas (componentes fixos)	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$\$	5	Perfil da janela, revestimento interno aderido, pingadeira	3
	Revestimento de fachada	Cobre muros	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$\$	-	Pintura	3
	Esquadrias externas	Peitoris, soleitas e pingadeiras	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Janelas, portas	3
	Vedação externa	Paredes de vedação	40	60	Qualquer	M	\$\$\$++	5	Janelas, portas, instalações elétricas embutidas, instalações hidrossanitárias embutidas	1
	Revestimento de fachada	Revestimentos	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	3	Pintura, moldura	3

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA	Instalações prediais embutidas (manuteníveis apenas por quebra das vedações ou revestimentos - inclusive forros falsos e pisos elevados não acessíveis)	Componentes desgastáveis (gaxeta, guarnições, vedações)	3	4	Sem problemas excepcionais	S	5	-	Portas	17
	Pintura	Pintura de fachada	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	2	Janelas (componentes móveis), cobogós, brises, gradis	6
	Pintura	Revestimento sintético texturizado	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	2	Pintura, janelas, portas	6
	Revestimento de fachada	Molduras	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	3	Pinturas	3
	Revestimento de fachada	Componentes decorativos	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	-	Pintura, revestimento externo aderido	3

(continua)



(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA	Vedação externa	Painéis de fachada	40	60	Qualquer	M	\$\$\$++	-	Janelas, portas, instalações elétricas embutidas, instalações hidrossanitárias embutidas, isolamento térmico/acústico	1
	Vedação externa	Fachadas-cortina	40	60	Qualquer	M	\$\$\$++	-	Janelas, portas, instalações elétricas embutidas, instalações hidrossanitárias embutidas	1
	Esquadrias internas	Boxes de banheiro	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	-	-	6
	Esquadrias internas	Ferragem de manobra e fechamento	4	6	Sem problemas excepcionais	S	₺	-	Gradis e grades de proteção, portas	13
	Esquadrias internas	Gradis internos	12	20	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	-	Revestimento interno aderido	4

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA	Esquadrias internas	Janelas internas	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	1	Revestimento interno aderido	6
	Esquadrias internas	Portas	8	12	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	1	Pintura, revestimento interno aderido	6
	Esquadrias internas	Trilhos, mosquitoirei, alisares, arremate e guarnição	4	6	Sem problemas excepcionais	S	₡	-	Gradis e grades de proteção, portas	13
	Esquadrias internas	Portas corta-fogo	12	20	Compromete a segurança de uso	S	\$\$\$	5	Revestimento interno aderido	4
	Revestimento interno aderido	Revestimento de parede	13	20	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	2	Pintura, tomadas, janelas	4
	Pintura	Pintura interna	3	4	Sem problemas excepcionais	S	₡	2	Tomadas, portas, janelas	17
	Pintura	Papel de parede	3	4	Sem problemas excepcionais	S	₡	-	Tomadas, portas, janelas	17

(continua)

(continuação) Quadro 45 – Planilha I.

Sistema conforme NBR 15.575-1	Tipo de elemento conforme NBR 15.575-1	Componentes conforme NBR 15.575-1	VUP mínima	VUP superior	Efeito no desempenho da edificação	Categoria de VUP	Custo de manutenção	Prazo de garantia	Elementos que sofrem interferência na manutenção/ substituição	Substituições ao longo da VUP da estrutura
VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA E EXTERNA	Vedação interna	Escadas internas	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Esquadrias interna, pintura, revestimento interno aderido (piso e contra piso) (cerâmico)	3
	Vedação interna	Guarda-corpos	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	5	Revestimento interno aderido	3
	Vedação interna	Paredes divisórias leves	20	30	Interrupção do uso do edifício	M	\$\$\$+	-	Esquadrias interna, pintura, revestimento interno aderido (piso e contra piso) (cerâmico), instalações elétricas embutidas, instalações hidrossanitárias embutidas	3

Fonte: autora.

## LEGENDA

Categoria de VUP:

Custo de manutenção ao longo VU

<b>S</b>	Substituível	<b>\$</b>	Baixo Custo de Manutenção	<b>\$\$\$+</b>	Custo de reposição superior ao custo inicial
<b>M</b>	Manutenível	<b>\$\$</b>	Médio Custo de manutenção ou reparação	<b>\$\$\$++</b>	Custo de reposição muito superior ao custo inicial
<b>N.M.</b>	Não Manutenível	<b>\$\$\$</b>	Custo de reposição equivalente ao inicial		

## APÊNDICE G – Planilha III - Estudo de Caso.

Quadro 46 – Planilha III

TENS DA NORMA		ITENS PROJETO (ESTUDO DE CASO)		
(a)	(c)	(o)	(p)	(q)
SISTEMA CONFORME NBR 15.575-1	COMPONENTES CONFORME NBR 15.575-1	Há manutibilidade Sim(S); Não (N); Parcial (P)	Necessidade de demolição Sim(S); Não (N); Parcial (P)	Descrição da solução adotada pela construtora.
	Calhas internas	S	S	Terá que ser desmontado somente o telhamento e os rufos
	Rufos	P	N	O rufo e a calha interna são uma peça única, para fazer manutenção no rufo, como impermeabilização é necessário mover a calha interna.
	Calhas	Na	P	Para acesso a impermeabilização é necessário desmontar somente o telhamento, a estrutura do telhado (tesouras apoiadas) e a calha interna
	Estrutura da cobertura	P	S	Desmontar o telhamento para substituição, não há acesso a cobertura
	Telhamento	P	P	A parte do telhamento da cobertura não tem acesso direto
	Coletores de água embutidos	S	S	O coletor vertical está embutido em um shaft
	Revestimento de teto	S	P	O revestimento interno aderido é reboco, para manutenção é necessário danificar a pintura e remover as luminárias externas
	Cobertura não utilizável	Na	P	Para acesso a impermeabilização é necessário desmontar somente o telhamento, a estrutura do telhado (tesouras apoiadas) e a calha interna
	Forros	N	S	Para realizar manutenção no forro será necessária a remoção de luminárias embutidas.
Estrutura	Lambris	Na		Lambris são necessários desmontar somente, pois é encaixe macho e fêmea, se for de madeira é necessário ajustar a cor, podendo não encontrar igual pois é natural
	Estrutura de escadas externas	P	P	Remoção do piso, guarda-corpo
	Paredes estruturais	N	S	As paredes são rebocadas e pintadas, recebem em áreas molhadas revestimento interno cerâmico, possuem eletrodutos

	Muros divisórios	o	o	Acesso por ambos lados
--	------------------	---	---	------------------------

## (continuação) Quadro 46 – Planilha III

(a)	(c)	(o)	(p)	(q)
Hidrossanitário	Aquecimento de água	o	z	O aquecedor a gás é individual e é externo a parede
	Recalque, pressurização	o	z	Flexibilidade com 2 bombas, acesso por porta à casa de máquinas
	Tubulações e demais componentes gás	o	o	CAF passam em shafts e forros falsos na circulação dos pavimentos tipo
	Caixa d'água	o	o	Flexibilidade
	Reservatório de água	o	o	O sistema possui registros para operação independente dos reservatórios permite a manutenção. Reservatório superior localizado na cobertura com svvie no entorno.
	Louças	o	o	As louças são externas porém são embutidas nos granitos para substitui-las é necessário remove-las do granito podendo ocasionar quebra
	Tubulações e demais componentes águas pluviais	o	z	O duto coletor vertical de água pluvial está localizado no poço de ventilação. Portanto para substituição ou reparo podem ser utilizadas janelas de inspeção
	Rede alimentadora água	o	o	Caf passam em shafts (duto de ventilação) não sendo necessário demolição para substituição ou manutenção. Já nos forros falsos na circulação dos pavimentos tipo, é necessário demolir parte do forro para manutenção
	Fossa séptica e negra	o	z	As fossas sépticas e negras são no subsolo abaixo do gramado do edifício
	Sistema de drenagem não acessível	z	o	Tubulação pluvial embutida no shaft
	Rede coletora	o		Ralos sifonados são embutidos no contrapiso/laje, para manutenção é necessário remover o forro de gesso do apartamento inferior
	Reservatórios de água não facilmente substituíveis	N/a		Reservatório inferior posicionado no pavimento térreo. SSVVIE no entorno
	Tubulações e demais componentes combate ao incêndio	o	o	Tubulação de hidrantes passam em shafts e forros falsos na circulação dos pavimentos tipo
	Tubulações e demais componentes Hidrossanitário	o	o	Painel banheiro removível acesso shaft
Sifões e engates flexíveis	o	z	São externas	

(continua)

(continuação) Quadro 46 – Planilha III

(a)	(c)	(o)	(p)	(q)
Hidrosanitário	Aquecimento de água	s	z	As torneiras são externas e podem ser substituídas sem maiores danos. É necessário registro de gaveta para possibilitar a manutenção/substituição independente
	Luminárias	s	p	VUP das luminárias 5 anos enquanto gesso é de 20 anos. Para substituição de modelo pode ser necessário quebrar gesso e refazer gesso e pintura na sala. Luminárias podem ficar obsoletas nos dormitórios a luminária é de sobrepor pois não há forro em gesso, o que limita o posicionamento da luminária.
Instalações	Disjuntores	s	z	Quadro de inspeção CD
	Interruptores, tomadas	p	z	As tomadas são externas, porém as tubulações passam por dentro das paredes não há flexibilidade para alteração de posição de tomadas em paredes. A iluminação possui maior flexibilidade pois possui gesso
	Fiações	s	z	Utilização de eletrodutos corrugados permite a substituição de fiação sem quebra
	Transporte vertical	s	z	Flexibilidade
	Mata-juntas	z	s	Mata juntas são fixados através de encaixe
Pisos	Sancas, golas, rodapés	z	s	O rodapé utilizado é colado na parede para manutenção da impermeabilização é necessário remover o rodapé.
	Pisos	z	s	Rodapés são colados
	Áreas externas com piso	z	s	Remoção do piso, guarda corpo, rodapé
	Rampas	z	s	Remoção do piso, guarda-corpo
	Áreas internas	z	s	Possui revestimento único no box, remoção do piso, louças sanitárias, rodapés e molduras de portas
	Revestimento de piso	z	s	Rodapés são colados
	Portas-balcão	s	p	Janela de correr, acesso vidros
Vedação vertical interna e externa	Janelas (componentes móveis)	s	p	Janela de correr e maxim ar. Janela de correr - limpa vidros fora fácil vão pequeno, janela maxim ar, limpeza dificultada do pano externo. Não possui guindaste acoplado a estrutura do edifício ou espera para andaime,
	Ferragem de manobra e fechamento	s	z	A ferragem de acionamento é externa a esquadria, porém é de um material plástico muito mais fácil de quebrar
	Gradis e grades de proteção	s	z	Gradil feito com vidros temperados

(continua)

(continuação) Quadro 46 – Planilha III

(a)	(c)	(o)	(p)	(q)
Vedação vertical interna e externa	Janelas (componentes fixos)	S	ϕ	A janela possui contramarco fixado no reboco. As molduras são fixadas através de encaixe podendo ser removidas sem maiores danos
	Cobre muros	Z a	ϕ	Gradis fixados sobre o cobre muros em granito,
	Peitoris, soleiras e pingadeiras	Z	Z	Pingadeira colada com argamassa na estrutura
	Paredes de vedação	Z	ϕ	Se necessária a manutenção nas paredes é necessário remover a pintura e o revestimento aderido. As instalações também são internas as paredes
	Revestimentos	Na	Z	Para reparo na argamassa de revestimento texturizada será necessário remover parte da argamassa, tratar, refazer e refazer a pintura/textura
	Componentes desgastáveis (gaxeta, guarnições, vedações)	S	Z	Guarnição de encaixe, gaxeta encaixada
	Pintura de fachada	Z	Z	Não possui guindaste acoplado a estrutura do edifício ou espera para andaime
	Revestimento sintético texturizado	Z	Z	Não possui guindaste acoplado a estrutura do edifício ou espera para andaime
	Molduras	Na	Z	Não possui guindaste acoplado a estrutura do edifício ou espera para andaime
	Fachadas-cortina	Na		Limpeza de vidros de panos muito compridos de vidros, impossibilitada. Vidros que não abrem - guindaste no topo do edifício, vidro autolimpante. Portas de giro e tomba
	Boxes de banheiro	S	Z	Box é removível o vidro temperado, fixação do perfil com parafusos e vedação impermeabilizante externa.
	Gradis internos	P		Os guarda corpos são fixados aparafusados nas vedações. Para manutenção é necessário remover os gradis

(continua)

(continuação) Quadro 46 – Planilha III

(a)	(c)	(o)	(p)	(q)
Vedação vertical interna e externa	Revestimento de parede	P	P	Para manutenção de uma peça de revestimento cerâmico é necessária a remoção da placa que é colada com argamassa. A placa quebra e é necessário repor a peça. Na remoção de cerâmicas ou rebocos, os espelhos de janelas, portas e componentes elétricos devem ser retirados. Os espelhos elétricos já possuem adaptação na placa de cobertura para encaixe. As janelas e portas, não possuem ajuste de largura. Se removido o revestimento fica uma fresta.
	Pintura interna	S	P	Para pintura necessário remover espelhos de tomadas, rodapés e guarnições
	Paredes divisórias leves	Z	S	As divisórias internas por se tratar de sistema construtivo de alvenaria estrutural, são estruturais na maioria. Alguns locais que possuem divisória leve são revestidos com cerâmica.

Fonte: Autora.



## APÊNDICE H – Tópicos para entrevista

Quadro 47 – Listagem de tópicos abordados na entrevista guiada.

Realizada por: Eliká Deboni Ceolin
Obs. Os tópicos não precisam ser abordados necessariamente na ordem proposta.
<b>CONHECIMENTO DA NORMA DE DESEMPENHO.</b>
Utiliza a Norma de Desempenho. Quais as principais alterações nos projetos.
Sustentabilidade nos projetos.
Se há preocupação com manutenção predial.
Se há conhecimento das diferentes VUP de elementos e componentes.
Quais as ações para melhorar a manutenção.
Quais exemplos de soluções em edifícios existentes. E no edifício do estudo de caso.
<b>PERGUNTAS GERAIS</b>
Qual a autoria dos projetos.
Como são feitos os projetos complementares.
Qual a idade da empresa.
Existem outros arquitetos?

Fonte: Autora.

## ANEXO A – Análise dos Critérios de Atendimento à Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575 (CBIC, 2016).

Figura 67 – Critérios de atendimento à NBR 15.575.

Requisitos Gerais			Normas	Métodos de avaliação	Responsáveis	Comprovações	Atende (S/N/A)	Justificativa	Projeto	Comentários	Observação
<b>14 Durabilidade e manutenibilidade</b>											
Req.	14.2 - PT 1	VIDA ÚTIL DE PROJETO DO EDIFÍCIO E DOS SISTEMAS QUE O COMPÕEM									
Crit.	14.2.1 - PT 1	O projeto especifica o <b>valor teórico para a vida útil de projeto (VUP)</b> para cada um dos sistemas que o compõem, não inferiores aos estabelecidos na Tabela 7 (NBR 15575-1)? Ele é elaborado para que os sistemas tenham uma <b>durabilidade potencial compatível com a vida útil de projeto (VUP)</b> a serem considerados nos projetos elaborados a partir da exigibilidade desta parte da NBR 15575?	14.2.2 da NBR 15575-1	A4	PA	C4					Caso não haja declaração da V.U.P, assume-se como garantido o valor mínimo
					PE	C4					
					PI	C4					
					C	C4				Manual do Usuário	
Crit.	14.2.3 - PT 1	O edifício e seus sistemas apresentam <b>durabilidade compatível com a vida útil de projeto (VUP)</b> preestabelecida em 14.2.1 (NBR 15575-1)?	14.2.2 da NBR 15575-1	A4	PA	C6					
					PE	C6					
					PI	C6					
					A1	C	C2				Responsabilidade do setor de compra da Construtora
Req.	14.3 - PT 1	MANUTENIBILIDADE DO EDIFÍCIO E DE SEUS SISTEMAS									
Crit.	14.3.1 - PT 1	Os projetos são desenvolvidos de forma que o edifício e os sistemas projetados tenham o favorecimento das condições de acesso para <b>inspeção predial</b> através da instalação de suportes para fixação de andaimes, balancins ou outro meio que possibilite a realização da <b>manutenção</b> ?	14.3.3 da NBR 15575-1	A4	PA	C6					
					PE	C6					
					PI	C6					
					C	C6				Manual do Usuário	

Fonte: (CBIC, 2016)