

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Método de avaliação da qualidade construtiva de unidades habitacionais de interesse social na etapa de uso: análise técnica e percepção dos usuários

Letícia Ramos Berr

Porto Alegre
2016

LETÍCIA RAMOS BERR

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE CONSTRUTIVA
DE UNIDADES HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL
NA ETAPA DE USO: ANÁLISE TÉCNICA E PERCEPÇÃO
DOS USUÁRIOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para
obtenção do título de **Doutora em Engenharia Civil**.

Porto Alegre
2016

CIP - Catalogação na Publicação

Berr, Leticia Ramos

Método de avaliação da qualidade construtiva de unidades habitacionais de interesse social na etapa de uso: análise técnica e percepção dos usuários / Leticia Ramos Berr. -- 2016.

308 f.

Orientador: Carlos Torres Formoso.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. confiabilidade. 2. desempenho. 3. qualidade percebida. 4. habitação de interesse social. I. Formoso, Carlos Torres, orient. II. Título.

LETÍCIA RAMOS BERR

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE CONSTRUTIVA
DE UNIDADES HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL
NA ETAPA DE USO: ANÁLISE TÉCNICA E PERCEPÇÃO
DOS USUÁRIOS**

Esta tese de doutorado foi julgada adequada para a obtenção do título de DOUTORA EM ENGENHARIA, Área de concentração - Construção, e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 22 de junho de 2016.

Prof. Carlos Torres Formoso
Ph.D. pela University of Salford, Grã Bretanha
Orientador

Prof. Carlos Torres Formoso
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Ângela Borges Masuero (UFRGS)
Doutora (UFRGS) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^ª. Marcia Elisa Soares Echeveste (UFRGS)
Doutora (UFRGS) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^ª. Fernanda Aranha Saffaro (UEL)
Doutora (UFSC) pela Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Carla Schwengber ten Caten (UFRGS)
Doutora (UFRGS) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus amores Cláudio e Lucas
por aceitarem minhas ausências.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Carlos Torres Formoso, pela orientação e oportunidades de estudos que me proporcionou, mas principalmente pela amizade que se construiu nestes anos.

Agradeço aos Professores Márcia Echeveste, Eduardo Luis Isatto, Luciani Lorenzi e Fábio Kellerman Schramm pela disponibilidade em contribuir com este trabalho.

Agradeço aos demais professores do NORIE pelas contribuições para minha formação.

Agradeço à Jordana Bazzan pelo apoio e companheirismo em diferentes estágios deste trabalho.

Agradeço ao Arquiteto Luiz Carlos Valdes Flores por suas contribuições e experiências transmitidas.

Agradeço ao meu amigo e colaborador, Arquiteto Guilherme Von der Heyde Fernandes, pelo apoio durante este trabalho.

Agradeço à CAPES pela bolsa de estudos em meu primeiro ano de doutorado e ao CNPq pelo fomento à pesquisa em construção civil.

Agradeço aos moradores de empreendimentos do PMCMV que possibilitaram a obtenção dos dados desta pesquisa, bem como aos pesquisadores de campo Josana Wesz, José Villamayor, Pablo Rangel, Jeferson Shigaki, e aos auxiliares de pesquisa do NORIE-UFRGS João Soliman Júnior, Isadora Pedrollo, Pedro Gorsky, Germano Gelain, Caroline Malaggi e Carlos Vieira.

Agradeço aos técnicos da Caixa Econômica Federal pelas contribuições que possibilitaram o refinamento dos resultados, particularmente da GIHAB/PL, GIHAB/NH e GIHAB/PO.

Agradeço aos colegas do NORIE, que me apoiaram, contribuíram e incentivaram.

Agradeço à ala infantil e suas famílias pelas alegrias proporcionadas: Rafa e Theo Fernandes, Francisco Bulhões Formoso, Augusto Zucchetti Vieceli, Artur Bonatto Barbedo, Guilherme Schramm, Rodrigo da Silveira Maurício, Esther Mattos, Omar Mohamad e Max Bonilha.

Aos bolsistas de iniciação científica, Débora Dadalt e Márcio Martins, pelo empenho e seriedade.

Aos desenvolvedores de soluções em estatística e de softwares livres pelo conhecimento compartilhado.

Agradeço à minha Família pelo apoio emocional e operacional para que eu concluísse esse trabalho, em especial a Cláudio Peng, Lucas Berr Peng, Ilka H. Peng, Rudolfo Peng (*in memorian*), Regina P. Krüger, Ana Maria Peng e Janine Ramos.

Agradeço aos amigos e irmãos que me acolheram na longa caminhada até esta conquista.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1.	MOTIVAÇÃO DA PESQUISADORA.....	16
1.2.	CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	17
	Déficit habitacional no Brasil.....	17
	Dificuldades de gerenciar o conhecimento no setor da construção civil e suas consequências.....	18
	Defeitos das construções – diferentes abordagens e resultados.....	20
	Diferentes visões de qualidade sobre um mesmo objeto.....	22
1.3.	QUESTÃO DE PESQUISA.....	24
1.4.	OBJETIVO.....	26
1.5.	DELIMITAÇÕES.....	26
1.6.	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	27
2.	A QUALIDADE, SUAS ABORDAGENS E DIMENSÕES.....	28
2.1.	CONCEITO DE QUALIDADE E SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DO TEMPO.....	28
2.2.	A QUALIDADE COMO UM CONCEITO DE MÚLTIPLAS ABORDAGENS E DIMENSÕES.....	31
2.3.	UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.....	39
2.4.	AS DIMENSÕES DA QUALIDADE E SUAS INTER-RELAÇÕES.....	44
	Conformidade.....	44
	Confiabilidade.....	45
	Desempenho.....	47
	Qualidade percebida.....	49
2.5.	OUTROS CONCEITOS RELEVANTES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA HABITAÇÃO.....	50
3.	SISTEMAS COMPLEXOS E QUALIDADE.....	52
3.1.	RELAÇÕES ENTRE AS ETAPAS DE UM EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO.....	52
3.2.	IMPORTÂNCIA DO PENSAMENTO SISTÊMICO NA GESTÃO DA QUALIDADE.....	55
3.3.	PENSAMENTO SISTÊMICO.....	57
3.4.	COMPLEXIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	59
4.	MÉTODO DE PESQUISA.....	63
4.1.	ABORDAGEM DE PESQUISA.....	63
4.2.	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	65
4.3.	ENTENDER O PROBLEMA.....	69
4.4.	DESENVOLVER E APLICAR A SOLUÇÃO.....	79
	Concepção do método.....	79
4.5.	AVALIAR A SOLUÇÃO.....	91
5.	DESCRIÇÃO DO CONTEXTO E PROPOSTA DE MÉTODO.....	96
5.1.	DESCRIÇÃO DO CONTEXTO.....	96
5.2.	PROPOSTA DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE CONSTRUTIVA DAS UNIDADES HABITACIONAIS.....	104
5.2.2.1.	A fidedignidade estatística de testes.....	107
5.2.2.2.	Discussão sobre amostras desbalanceadas.....	108

5.3.	POSSÍVEL INSERÇÃO DO MÉTODO NA ESTRUTURA DE MONITORAMENTO EXISTENTE	
	116	
5.4.	DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PROPOSTO	118
	Categorização das falhas	121
	Definição do modelo conceitual de medição	122
	Proposta de instrumentos de coleta de dados combinados	124
6.	RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO	133
6.1.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	133
6.2.	ANÁLISE DESCRITIVA - PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS.....	137
	Gravidade percebida	137
	Nota da qualidade construtiva das habitações.....	141
6.3.	ANÁLISE DESCRITIVA – ANÁLISE TÉCNICA.....	144
6.4.	ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA E À <i>PRIORI</i>	161
6.4.4.1.	Análise fatorial exploratória – Ajuste final para três fatores	190
6.4.4.2.	Análise fatorial <i>a priori</i> – Constructos por função para dois fatores	191
6.4.4.3.	Análise fatorial exploratória - Ajuste final para um fator	191
6.4.5.	Discussão sobre os resultados da análise fatorial	193
6.5.	RESULTADOS OBTIDOS COM O MÉTODO PROPOSTO	195
6.6.	ANÁLISE DO MÉTODO A PARTIR DOS RESULTADOS OBTIDOS E DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS POTENCIAIS	235
6.6.1.1.	Comparação entre diferentes categorias de produtos.....	235
6.6.1.2.	Obtenção de uma visão sistêmica dos resultados	236
6.6.2.	Aplicabilidade.....	241
6.6.2.1.	Esforço envolvido no desenvolvimento, coleta, processamento e análise dos dados	241
6.6.2.2.	Facilidade de compreensão dos resultados apresentados.....	244
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	245
7.1.	PRINCIPAIS CONCLUSÕES.....	245
7.2.	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	249
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	250
	Apêndice 1	259
	Apêndice 2	263
	Apêndice 3	302
	Apêndice 4	306

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do uso de conceitos de qualidade (adaptado de Conti (2013)).....	29
Figura 2 - Qualidade na percepção do cliente (adaptado de Kano <i>et al.</i> (1984)).....	37
Figura 3 - Modelo conceitual para avaliação de EHIS baseada na hierarquia de valor para o cliente final (adaptado de Bonatto; Miron e Formoso (2011)).....	41
Figura 4 - Questões relacionadas ao constructo unidade habitacional (adaptado de Brasil (2014)).....	42
Figura 5 - Curva relacional entre confiabilidade e custos adaptado de (adaptado de Wu <i>et al.</i> (2006)).....	47
Figura 6 - Proposta de ciclo de desenvolvimento do produto desenvolvida por Lima <i>et al.</i> (2009).....	53
Figura 7 - Sistema de uma organização e sua relação com o meio (adaptado de CONTI (2006)).....	56
Figura 8 - Delineamento da pesquisa	65
Figura 9 - Trecho referente às falhas do subsistema paredes do estudo original	74
Figura 10 - Trecho referente às falhas do subsistema paredes do estudo exploratório.....	74
Figura 11 – Cruzamento de informações em trabalhos anteriores - itens de controle da conformidade (BERR, 2010) e reclamações dos usuários (BONATTO <i>et al.</i> , 2009).....	78
Figura 12 - Tipologia Apartamentos	85
Figura 13 - Tipologia Casas	86
Figura 14 – Distribuição da Amostra - tipologia Apartamentos.....	86
Figura 15 - Distribuição da Amostra - tipologia Casas	86
Figura 16 - Amostra de empreendimentos selecionados - tipologia apartamentos.....	87
Figura 17 – Amostra de empreendimentos selecionados - tipologia casas e sobrados.....	87
Figura 18 - Construtos, critérios, evidências e fontes de evidência.....	92
Figura 19 - Diagrama de relações entre intervenientes e suas atribuições - PMCMV.....	97
Figura 20 - Diagrama de relações - intervenientes do PMCMV no PDOQ – danos físicos.....	101
Figura 21 - Diagrama de relações - PMCMV e o PDOQ – danos físicos.....	103
Figura 22 - Método de avaliação sistemática da qualidade construtiva de unidades habitacionais.....	105
Figura 23 - Proposta de avaliação sistemática da qualidade construtiva.....	117
Figura 24 - Estrutura da base de dados em formato de diagrama de afinidades.....	119
Figura 25 - Constructos propostos pela ABNT NBR15575/2013 para a análise do desempenho de uma edificação habitacional	120
Figura 26 - Conceitos estabelecidos para a avaliação de falhas de desempenho na etapa de uso	121
Figura 27 - Modelo conceitual de medição da qualidade construtiva - inicial	123
Figura 28 - Modelo conceitual de medição da qualidade construtiva - final.....	124
Figura 29 - Trecho do questionário sobre a percepção de qualidade dos usuários – parte 1	125
Figura 30 - Trecho do questionário sobre a percepção de qualidade dos usuários – parte 2	126
Figura 31 - Trecho do questionário sobre a percepção de qualidade dos usuários – parte 3	126
Figura 32 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – fissuras em alvenarias, lajes e revestimentos	127
Figura 33 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – demais falhas em alvenarias, lajes e revestimentos.....	128
Figura 34 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – falhas na cobertura de casas e sobrados..	129
Figura 35 - Trecho do formulário observacional de análise técnica - formato de itens de pesquisa	129
Figura 36 - Trecho do formulário observacional de análise técnica– instalações elétricas	130
Figura 37 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – instalações hidrossanitárias.....	130
Figura 38 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – pintura.....	131
Figura 39 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – janelas	131
Figura 40 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – portas	132
Figura 41 - Número de unidades para as tipologias casa e apartamento	133
Figura 42 - Quantidade de unidades analisadas por município.....	134
Figura 43 - Estatística de unidades observadas por pavimento.....	135
Figura 44 - Quantidade de unidades observadas por pavimento e por empreendimento.....	135
Figura 45 – Percentual de falhas consideradas graves na percepção do usuário por subsistema.....	137
Figura 46 - Escore de Gravidade percebida por subsistemas da edificação da amostra	140
Figura 47 - Histograma da nota da qualidade construtiva – geral	141
Figura 48 - Nota média da qualidade construtiva - empreendimentos estratificados por região.....	142
Figura 49 - Média de falhas por unidade habitacional – por empreendimento e faixa do PMCMV	144
Figura 50 - Média de falhas por unidade habitacional – organizadas por empreendimento e região.....	145
Figura 51 – Média de falhas por unidade habitacional – organizadas por empreendimento e tipologia.....	145
Figura 52 - Falhas de maior frequência de ocorrência na amostra	147

Figura 53 – Proporção de falhas de menor ocorrência na amostra	148
Figura 54 - Vedações verticais - fissuras	149
Figura 55 - Vedações verticais e horizontais - revestimentos.....	150
Figura 56 - Vedações horizontais - fissuras e deslocamentos	151
Figura 57 - Alterações de <i>layout</i> das unidades habitacionais.	151
Figura 58 - Instalações elétricas - frequência de ocorrência de falhas por unidade habitacional em elementos expostos	152
Figura 59 - Instalações elétricas - frequência de ocorrência de falhas em componentes	153
Figura 60 - Instalações elétricas – tipos de falhas por componentes	153
Figura 61 - Instalações hidrossanitárias - frequência de ocorrência de problemas	154
Figura 62 - Instalações hidrossanitárias - frequência de ocorrência de falhas por componentes.....	155
Figura 63 - Instalações hidrossanitárias – especificação da falha.....	155
Figura 64 - Esquadrias (portas) - frequência de ocorrência	156
Figura 65 - Esquadrias (portas) - frequência de ocorrência por componentes.....	157
Figura 66 - Esquadrias (portas) – especificação da falha	157
Figura 67 - Esquadrias (janelas) - frequência de ocorrência.....	158
Figura 68 - Esquadrias (janelas) - frequência de ocorrência por componentes	159
Figura 69 - Esquadrias (janelas) - especificação da falha.....	159
Figura 70 - Pintura – frequência de ocorrência	160
Figura 71 - Cobertura – frequência de ocorrência	161
Figura 72 – Variáveis dicotômicas conjugadas do item V84 - acionamento das janelas funciona?.....	165
Figura 73 - Variáveis dicotômicas conjugadas do item V88 - acionamento das portas funciona?.....	165
Figura 74 - Gráfico <i>Scree</i> - extração de fatores.....	166
Figura 75 - Variáveis organizadas por subsistema da edificação e pelos requisitos da norma de desempenho (NBR15575/2013)	173
Figura 76 - Variáveis organizadas por subsistema da edificação e pelos requisitos da norma de desempenho (NBR15575/2013) continuação.....	174
Figura 77 - Reorganização dos dados – agrupamentos, reagrupamentos e exclusões	176
Figura 78 - Reorganização dos dados – agrupamentos, reagrupamentos e exclusões. Continuação	177
Figura 79 – Classificação dos dados por requisitos de desempenho conforme a percepção dos pesquisadores .	178
Figura 80 - Distribuição dos dados em agrupamentos simplificados por funções da edificação.....	183
Figura 81 - Diagrama de agrupamentos constructos por funções da edificação.....	186
Figura 82 - Evolução dos ajustes do modelo de medição da qualidade técnica a partir do modelo original	194
Figura 83 - Percepção do usuário sobre uma falha na interface de subsistemas.....	197
Figura 84 - Proporção e fração atribuível populacional para itens relacionados às vedações verticais e horizontais	198
Figura 85 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados às esquadrias	199
Figura 86 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados à cobertura	200
Figura 87 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados à pintura	201
Figura 88 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados aos sistemas prediais.....	202
Figura 89 - Curva de confiabilidade – falha de umidade ascensional – amostra de casas e apartamentos térreos	206
Figura 90 - Curva de confiabilidade – falha de umidade ascensional – para a amostra de casas	207
Figura 91 - Curva de confiabilidade – falha de infiltração na região do box – amostra geral	211
Figura 92 - Curva de confiabilidade – falha de infiltração na região do box – para a duas amostras - casas e apartamentos.....	211
Figura 93 - Curva de confiabilidade – falha de infiltração na região do box – para a duas amostras – RMPA e AUSul.....	214
Figura 94 - Curva de confiabilidade – falha de fissuras no entorno de esquadrias – para a amostra geral.....	216
Figura 95 - Curva de confiabilidade – falha de fissuras no entorno de esquadrias – para duas amostras – casas e apartamentos.....	218
Figura 96 - Curva de confiabilidade – falha de fissuras no entorno de esquadrias – para duas amostras – RMPA e AUSul.....	220
Figura 97 - Curva de confiabilidade –fissuras no entorno de esquadrias para duas amostras – Faixa I e II.....	221
Figura 98 - Estrutura do indicador de qualidade geral a partir dos constructos latentes por função da edificação	222
Figura 99 - Estrutura do indicador de qualidade a partir dos constructos latentes por habitabilidade.....	223
Figura 100 - Proporção e fração atribuível populacional – tipologias de casas e apartamentos – falhas de funcionamento de sistemas e esquadrias	229
Figura 101 - Estratificações propostas para o método	236

Figura 102 - Estrutura de resultados obtidos com o método237

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da avaliação da satisfação dos moradores com relação às unidades habitacionais (adaptado de Brasil (2014)).....	43
Tabela 2 – Características gerais dos empreendimentos da base de dados K.....	71
Tabela 3 – Características dos empreendimentos da amostra.....	72
Tabela 4 – Categorização das reclamações da base de dados K por subsistema da edificação.....	72
Tabela 5 – Fidedignidade do instrumento de coleta - <i>Alpha de Crombach</i> – SPSS10.....	75
Tabela 6 - Perfil dos profissionais colaboradores.....	80
Tabela 7 - Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas da amostra com empreendimentos organizados por faixa e sistema construtivo.	83
Tabela 8 - População do estudo.....	84
Tabela 9 - Municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre com empreendimentos organizados por faixas do Programa Minha Casa Minha Vida.....	84
Tabela 10 - Municípios do Aglomerado Urbano do Sul com empreendimentos organizados por faixas do Programa Minha Casa Minha Vida.....	85
Tabela 11 - Eventos e atividades externas que contribuíram na avaliação do método.....	95
Tabela 12 - Quantitativo do canal de atendimentos do PDOQ 2014 (adaptado de BRASIL (2014b)).....	102
Tabela 13 - Tabela de contingência bivariada – Exposição x Desfecho – combinação de visões.....	114
Tabela 14 - Frequência e intensidade de gravidade percebida por subsistema da edificação.....	138
Tabela 15 - Gravidade percebida estratificada por tipologia, faixa do PMCMV e região.....	140
Tabela 16 - Nota média da qualidade construtiva da habitação percebida pelos usuários.....	141
Tabela 17 - Idade e a nota média da qualidade dos empreendimentos.....	143
Tabela 18 - Avaliação dos subsistemas da edificação - proporção e a qualidade percebida.....	143
Tabela 19 - Distribuição das falhas por unidade habitacional de cada subsistemas – todos os empreendimentos da amostra.....	146
Tabela 20 - Proporção de ocorrência e tratamento das variáveis dos Itens pesquisados na observação técnica .	162
Tabela 21 - Testes de adequação da base de dados – KMO, Bartlett, <i>Alpha</i> de Cronbach e <i>Ômega</i> de McDonald para diferentes números de fatores.....	167
Tabela 22 - Índices de adequação dos dados a partir da análise fatorial.....	167
Tabela 23 - Análise fatorial com retenção de sete fatores da base de dados geral.....	168
Tabela 24 - Análise fatorial com retenção de cinco fatores da base de dados geral.....	169
Tabela 25 - Análise fatorial para os constructos por subsistemas pré-determinados neste estudo.....	171
Tabela 26 - Índices de adequação dos dados á análise fatorial <i>a priori</i> – ciclo um.....	172
Tabela 27 - Fatores com a categorização dos dados por requisitos de desempenho.....	179
Tabela 28 - Fatores com a categorização dos dados por requisitos de desempenho – índices de ajuste.....	180
Tabela 29 - Fatores com a categorização dos dados por constructos de desempenho.....	180
Tabela 30 - Fatores com a categorização dos dados por constructos de desempenho – índices de ajuste.....	181
Tabela 31 - Análise fatorial <i>a priori</i> – constructo “habitabilidade” para dois fatores.....	181
Tabela 32 - Análise fatorial <i>a priori</i> –constructo “habitabilidade” para três fatores.....	182
Tabela 33 - Índices de adequação à análise fatorial – categorização por função.....	187
Tabela 34 - Índices de adequação à análise fatorial <i>a priori</i> por constructos reagrupados por função.....	187
Tabela 35 - Índices de adequação e ajuste do modelo por constructos reagrupados por função.....	188
Tabela 36 - Configurações escolhidas para análise fatorial – agrupamentos por funções da habitação.....	188
Tabela 37 - Análise fatorial <i>a priori</i> – agrupamentos por funções da habitação – ajustes de modelo.....	189
Tabela 38 - Análise fatorial exploratória - ajustada por função - sem os agrupamentos de falhas em estruturas e cobertura.....	189
Tabela 39 - Análise fatorial exploratória - ajustada por função – sem agrupamento de falhas em estruturas e cobertura – ajustes de modelo.....	190
Tabela 40 - Análise fatorial exploratória - ajuste final para três fatores.....	190
Tabela 41 - Análise fatorial exploratória - ajuste final para dois fatores.....	191
Tabela 42 - Análise fatorial exploratória- ajuste final para um fator.....	192
Tabela 43 - Análise fatorial exploratória - ajustada final reduzida.....	192
Tabela 44 - Análise fatorial exploratória - ajustada final reduzida - ajustes de modelo.....	193
Tabela 45 - Relação entre partes da edificação, VUP (ABNT NBR15575/2013) e os itens falhos pesquisados	203
Tabela 46 - Idade dos empreendimentos da amostra.....	204
Tabela 47 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascencional - com o emprego do estimador <i>Kaplan-Meier</i> para a amostra de casas e apartamentos térreos.....	206

Tabela 48 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascencional - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a amostra de casas	207
Tabela 49 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascencional - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras RMPA e AUSul	208
Tabela 50 - Testes de independência entre amostras – umidade ascencional - RMPA e AUSul	209
Tabela 51 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascencional - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras Faixa I e Faixa II	209
Tabela 52 - Testes de independência entre amostras – umidade ascencional - Faixa I e Faixa II	210
Tabela 53 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para amostra geral	210
Tabela 54 - Testes de independência entre amostras - falha de infiltração na região do box – casas e apartamentos	212
Tabela 55 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras - casas e apartamentos	212
Tabela 56 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras - RMPA e AUSul	213
Tabela 57 - Testes de independência entre amostras - falha de infiltração na região do box – RMPA e AUSul	213
Tabela 58 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras - Faixa I e II	215
Tabela 59 - Testes de independência entre amostras - falha de infiltração na região do box – Faixa I e Faixa II	215
Tabela 60 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para amostra geral	216
Tabela 61 - Dados de confiabilidade - falha de fissuras no entorno de esquadrias - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para duas amostras – casas e apartamentos	217
Tabela 62 - Testes de independência entre amostras - falha de fissuras no entorno de esquadrias – casas e apartamentos	217
Tabela 63 - Dados de confiabilidade - falha de fissuras no entorno de esquadrias - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras – RMPA e AUSul	219
Tabela 64 - Testes de independência entre amostras - falha de fissuras no entorno de esquadrias – RMPA e AUSul	219
Tabela 65 - Dados de confiabilidade - falha de fissuras no entorno de esquadrias - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para duas amostras - Faixa I e II	220
Tabela 66 - Testes de independência entre amostras - falha de fissuras no entorno de esquadrias – Faixa I e II	221
Tabela 67 - Tabela de contingência bivariada – item ”manchas de umidade, sujidade e biodeterioração” e a função de “revestimentos em áreas úmidas”	225
Tabela 68 - Dados utilizados no cálculo do indicador do constructo – falhas de revestimentos em áreas úmidas	226
Tabela 69 - Constructos latentes de avaliação por função - valores Σ FAP, proporção*FAP e I_c	227
Tabela 70 – Indicador por constructos latentes e por função estratificados	228
Tabela 71 - Estatísticas descritivas dos indicadores por constructo latente	230
Tabela 72 - Tabela de frequência de valores aleatórios de proporções com distribuição beta	231
Tabela 73 - Gravidade percebida para agrupamentos por função identificados na AFE.	232
Tabela 74 - Cálculo da ponderação dos indicadores por constructo latente por função	233
Tabela 75 - Indicador de Qualidade Geral (IQg) e nota média da qualidade – geral e agrupamentos de análise	234
Tabela 76 - Análise de associação entre a nota da qualidade atribuída pelos usuários e o Indicador de Qualidade Geral - IQg.	235

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFE – Análise Fatorial Exploratória
AUSul - Aglomerado Urbano do Sul
CEF - Caixa Econômica Federal
EHIS - Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social
FAR - Fundo de Arrendamento Residencial
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
GEC - Gerenciamento e Economia da Construção
HIS - Habitação de Interesse Social
IC - Instrumento de coleta de dados
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
PMCMV - Programa Minha Casa Minha Vida
NORIE - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação
PAR - Programa de Arrendamento Familiar
PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PNH - Política Nacional de Habitação
PPGEC - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil
QualiHIS - Sistema de Indicadores de Qualidade e Procedimentos para retroalimentação na Habitação de Interesse Social
REQUALI - Projeto de Gerenciamento de Requisitos e Melhoria da Qualidade na Habitação de Interesse Social
RMPA - Região Metropolitana de Porto Alegre
RMSG - Região Metropolitana da Serra Gaúcha
SiAC - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil
SPATIA - Simulação da Produção para Apoio à Tomada de Decisão na Indústria da Construção
TI - Tecnologia da informação
TQM - *Total Quality Management*
UFPEL - Universidade Federal de Pelotas
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

BERR, L. R. **Método de avaliação da qualidade construtiva das unidades habitacionais de interesse social na etapa de uso – análise técnica e percepção dos usuários.** 2016. 330 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Em que pese o esforço de redução do déficit habitacional por parte do Governo Federal nas últimas décadas, as ações que visam à melhoria da qualidade da construção e à redução de custos ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos são críticas para a melhoria da qualidade de vida da população de baixa renda. A indústria da construção civil, no entanto, tem dificuldades em gerenciar o conhecimento adquirido ao longo de seus processos, em especial com relação à confiabilidade de seus produtos ao longo da vida útil, bem como no que se refere à percepção de seus usuários sobre a qualidade construtiva. Diversos trabalhos vêm contribuindo para o entendimento da qualidade na indústria da construção civil a partir da formulação de modelos, métodos e ferramentas que abordam o emprego de diferentes dimensões da qualidade, nas diferentes etapas dos empreendimentos de construção. Contudo, estes estudos com frequência resultam em análises fragmentadas da qualidade, no que se refere às diferentes dimensões da qualidade ou etapas do empreendimento, sem buscar uma relação entre os diferentes tipos de avaliação. O objetivo do presente trabalho consiste em desenvolver um método de avaliação sistemática da qualidade de empreendimentos habitacionais de interesse social, baseado em uma análise técnica dos edifícios e na percepção dos usuários das habitações. Para a análise técnica foi desenvolvido um diagrama de afinidades que relaciona: (a) as partes da edificação; (b) possíveis origens de falhas nos estágios de projeto e produção; (c) falhas que podem ser observadas na etapa de uso; e (d) possível comprometimento do desempenho da habitação, devido à ocorrência de uma falha. Os dados foram coletados em empreendimentos habitacionais de interesse social no estado do Rio Grande do Sul. Para o processamento dos dados foram empregadas as técnicas estatísticas de análise de confiabilidade e análise fatorial exploratória. Para as análises sobre a percepção dos usuários foi empregada uma técnica estatística denominada de Fração Atribuível Populacional. Adotou-se a abordagem de pesquisa denominada *constructive research*, em que se desenvolve um artefato para a solução de classes de problemas práticos. O desenvolvimento desta pesquisa foi dividido nas seguintes etapas: (a) revisão bibliográfica; (b) compreensão do problema de pesquisa; (c) desenvolvimento e aplicação da solução; e (d) avaliação da solução. Como contribuição teórica, o estudo propõe uma conceitualização da qualidade na habitação de interesse social, com base nas dimensões de confiabilidade, desempenho e qualidade percebida, bem como discute as relações entre as referidas dimensões da qualidade, a partir do desenvolvimento de um conjunto de medidas para a análise combinada entre o desempenho técnico e a percepção dos usuários. Como resultado prático tem-se o próprio método de avaliação da qualidade, o qual pode apoiar a tomada de decisão de gerentes envolvidos na concepção de programas habitacionais de interesse social, ou na avaliação de empreendimentos habitacionais, bem como projetistas e gerentes de construção.

Palavras-chave: confiabilidade, desempenho, qualidade percebida, habitação de interesse social.

ABSTRACT

BERR, L. R. **Method for the evaluation construction quality of social housing units in the use phase - technical analysis and perception by users.** 330 p. Thesis (Doctorate in Engineering) - Graduate Program in Civil Engineering, UFRGS, Porto Alegre.

Despite the effort of reducing the housing shortage by the Federal Government in the last few decades, measures aimed at improving construction quality and reducing project life-cycle are critical for improving the quality of life of the low-income population. The construction industry, however, has difficulties in managing the knowledge acquired throughout its processes, especially regarding the reliability of products along their life-cycle, as well as the perception of the users on construction quality. Several studies have contributed to the understanding of quality in the construction industry by developing models, methods, and tools that address different quality dimensions, at different project stages. However, studies on quality of social housing have often resulted in fragmented analyses in relation to quality dimensions or project stages, without searching for a relationship between different types of evaluation. The aim of this study is to devise a systematic evaluation method of the quality of social housing projects, based both on a technical assessment of the buildings and on the housing users' perception. An affinity diagram was developed for the technical assessment, which relates: (a) parts of the building; (b) possible causes of failures in the design and production stages; (c) failures observed in the use phase; and (d) negative impact in housing performance due to the occurrence of failures. Data were collected in social housing projects from the State of Rio Grande do Sul. Data processing involved the application of statistical techniques for reliability analysis and exploratory factor analysis. Moreover, the Population Attributable Fraction (FAP) technique was used to analyze users' perceptions. The research approach adopted in this research work was Constructive Research, in which an artifact was devised to solve classes of practical problems. The development of this research was divided into the following steps: (a) a literature review; (b) understanding of the research problem; (c) development and implementation of the solution; and (d) evaluation of the solution. As a theoretical contribution, the study proposes a conceptualization of quality in social housing based on the reliability, performance, and perceived quality dimensions, as well as discusses the relationships between those dimensions based on a set of measures that can be used to perform joint assessments involving technical performance and users' perception. The main practical contribution is the quality assessment method itself, which can support decision making for managers involved in the conception of social housing programs or in the assessment of housing projects, as well as designers and construction managers.

Keywords: reliability, performance, perceived quality, social housing.

1. INTRODUÇÃO

1.1.MOTIVAÇÃO DA PESQUISADORA

O interesse da autora sobre o tema qualidade acompanha-a desde a época da graduação, quando era bolsista de iniciação científica em diferentes projetos de pesquisa relacionados ao tema (PBQP-H¹, SPATIA² e SISIND-NET³), culminando com o trabalho de conclusão do curso de engenharia civil (BERR, 2007). Este último estudo propôs diretrizes para aumentar a eficácia no desenvolvimento e implementação de padrões operacionais em processos construtivos, como forma de melhor transferir informações e incrementar a qualidade de empreendimentos de construção. Nesta mesma linha propôs, na dissertação de mestrado (BERR, 2010), um método para coleta, processamento e análise de dados de qualidade em obras de habitação de interesse social por parte de agentes externos à produção. Nesse trabalho, vinculado ao projeto de pesquisa QualiHIS⁴, o propósito foi uniformizar a forma de coleta de dados para análises sistemáticas, considerando a visão dos agentes (empresas construtoras e agentes financeiros) que efetuam inspeções de qualidade durante a etapa de execução das obras. Complementarmente, durante as atividades acadêmicas do mestrado, a autora desenvolveu um estudo sobre a qualidade construtiva das habitações na visão dos usuários na etapa de uso (BONATTO *et al.*, 2009), o qual trouxe *insights* para o que está proposto nesta tese.

¹ PBQP-H - Projeto de pesquisa desenvolvido entre 2005 e 2006. Teve por objetivo conceber e desenvolver uma estrutura para monitoramento das informações dos diferentes projetos desenvolvidos no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), com ênfase nos projetos SiAC e SiMat.

² SPATIA - Projeto de pesquisa desenvolvido entre 2007 e 2008. Propôs um método para a adaptação de técnicas de simulação computacional, em especial Simulação Interativa Visual, ao contexto da gestão da produção de empreendimentos da construção civil.

³ SISIND-NET – Projeto de pesquisa desenvolvido entre 2003 e 2007. O objetivo foi “Desenvolver e implementar um Sistema de Indicadores de Desempenho para a indústria da construção através de utilização de instrumentos de tecnologia da informação, para apoiar ações de *benchmarking*”.

⁴ QualiHIS – Projeto de pesquisa desenvolvido entre 2006 e 2009, financiado com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), com o objetivo de “Desenvolver um sistema de indicadores para EHIS que permita aos principais agentes envolvidos avaliar a qualidade do processo e do produto final em projetos e programas habitacionais”.

O desenvolvimento desta tese fez parte do Projeto de pesquisa intitulado “Avaliação de empreendimentos do PMCMV: percepção de valor dos usuários em relação ao projeto, entorno imediato e qualidade construtiva”, financiado com recursos do CNPq (Chamada MCTI/CNPQ/MCidades 11/2012). Este projeto foi realizado entre 2012 e 2014 com o objetivo principal de avaliar uma amostra de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) no Estado do Rio Grande do Sul.

1.2.CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Déficit habitacional no Brasil

O déficit habitacional é um indicador cujo objetivo é orientar os agentes públicos responsáveis pela política habitacional na construção de programas capazes de suprir a demanda estimada. Para medir sua evolução, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2013) tem apresentado estimativas do déficit habitacional, utilizando conceitos propostos pela Fundação João Pinheiro⁵ a partir de dados das PNADs⁶ 2007, 2008, 2009 e 2011. Em termos absolutos, os resultados obtidos pelo IPEA indicam a queda do déficit habitacional de 5,6 milhões em 2007 para cerca de 5,4 milhões em 2011. A mesma pesquisa concluiu, entretanto, que a redução geral do déficit naquele período não foi suficiente para alterar a carência de domicílios para a população na faixa de renda de até três salários mínimos, na qual se concentra cerca de 70% do déficit. Embora a redução do déficit habitacional possa ser relacionada às ações do governo a partir da criação do PMCMV em 2009, os investimentos deste programa podem ser considerados ainda insuficientes para eliminar o problema ou amenizá-lo significativamente.

O PMCMV é formado por diferentes subprogramas habitacionais destinados a públicos distintos e que opera com recursos financeiros de diferentes fundos (CEF, 2016):

- a) Habitação Urbana: há dois tipos de recursos. O PMCMV-FAR estimula o setor da construção civil para a construção de unidades habitacionais com recursos financeiros do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR). O PMCMV- Entidades estimula a organização das famílias em cooperativas habitacionais para a construção de unidades

⁵ BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. Déficit habitacional no Brasil 2008. Brasília: Ministério das Cidades, 2011.

⁶ BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estudos e tratamento da variável rendimento no censo demográfico 2010. Nota Técnica, p. 18, 2012.

habitacionais em diferentes regimes de construção, com recursos financeiros do Fundo de Desenvolvimento Social (FDS).

- b) Habitação Rural: o PMCMV-PNHR – Programa Nacional de Habitação Rural estimula a organização das famílias em cooperativas habitacionais para a construção de moradias em diferentes regimes de construção com recursos financeiros oriundos do Orçamento Geral da União (OGU) e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS).

De acordo com dados disponibilizados pela Caixa Econômica Federal, de 2009 até dezembro de 2015 já foram entregues à população 2.927.168 novas habitações (CEF, 2016). Este número expressa a magnitude e a importância do PMCMV para amenizar o déficit habitacional e estimular a economia. Deve-se considerar que o indicador de déficit habitacional relaciona-se não somente às necessidades de novas unidades, mas também ao fato de que há unidades existentes em condições precárias ou em dimensões inadequadas para o uso (IPEA, 2013). Assim, tanto as ações que visam à redução de custos, quanto à melhoria da qualidade de produção dos empreendimentos são relevantes para atender as necessidades habitacionais. Esta relação entre a quantidade de unidades produzidas e a qualidade geral das habitações é discutida também em outros países que possuem programas habitacionais de produção em larga escala (ALI; KAMETE, 2006; MAHADEVA, 2006).

Dificuldades de gerenciar o conhecimento no setor da construção civil e suas consequências

Para Georgiou (2010) e Yung e Yip (2010), os dados sobre a qualidade das edificações são difíceis de serem obtidos e, mesmo quando estão disponíveis, a informação não está adequadamente padronizada. Para permitir que os dados sejam úteis para fins de investigação, os mesmos devem possuir uma estrutura de armazenamento e organização tal que possibilite análises consistentes (GEORGIU, 2010). Nesta linha, Macarulla *et al.* (2013) propuseram uma estrutura de classificação e validação das informações sobre a qualidade das edificações.

Para a gestão adequada do conhecimento, as informações sobre qualidade - ou ausência dela identificada pela ocorrência de defeitos nas habitações - devem possibilitar a identificação das causas raiz dessas falhas (JINGMOND; ÅGREN, 2015). Dentre os tipos de falhas prováveis existem as de causas operacionais, nas etapas de projeto e de execução, identificadas em

diferentes estudos (CHONG; LOW, 2006; ISMAILA *et al.*, 2015; MACARULLA *et al.*, 2013), bem como, há que se considerar a parcela de falhas com causas gerenciais (JINGMOND; ÅGREN, 2015). Há o entendimento de que, antes da ocorrência do serviço mal executado, pode ter havido falhas gerenciais que impossibilitaram que o mesmo fosse detectado, ou então que decisões ou omissões gerenciais culminaram em falhas construtivas fora do escopo operacional (JINGMOND; ÅGREN, 2015). Ao considerar uma relação multicausal para cada efeito (JINGMOND; ÅGREN, 2015) nas diferentes esferas de decisão, verifica-se a complexidade envolvida na produção da construção civil (BACCARINI, 1996). Esta afirmativa pode estar relacionada às dificuldades de gerenciar o conhecimento no setor.

Para Abdul-Rahman e Wang (2010), vivemos uma transição da era da informação para a era do conhecimento, em que há uma necessidade crescente de gerenciamento desse conhecimento na gestão de engenharia. Segundo Forcada *et al.* (2013), a gestão do conhecimento tem sido amplamente discutida e considerada o recurso mais importante para outras empresas, mas pouco explorada no setor da construção. Assim, a indústria da construção desperdiça recursos e prejudica a qualidade de seus produtos por não gerenciar adequadamente o conhecimento adquirido ao longo do tempo (ABDUL-RAHMAN; WANG, 2010; YUSOF; BAKAR, 2012).

Na construção civil, há um elevado grau de fragmentação das atividades, tanto de projeto quanto de execução no canteiro de obras, o que torna mais difícil implementar a gestão do conhecimento no setor (FORCADA *et al.*, 2013). No caso da gestão da qualidade isto se intensifica, pois há um distanciamento temporal entre a causa de uma falha e a detecção do seu efeito (KOSKELA, 1992).

Josephson e Hammarlund (1999) discutem as relações de dependência entre os conceitos de motivação, conhecimento e informação sobre a causa dos defeitos na construção civil tanto para o nível individual, quanto para o nível organizacional. Para os referidos autores, a carência de informação durante a execução das tarefas pode gerar baixa motivação ao executá-la, conduzindo à ocorrência de defeitos. Nesta linha, verifica-se a necessidade do setor da construção civil gerenciar e operacionalizar o uso da informação de forma estruturada. Porém, o setor tem dificuldades iniciais com a identificação e o entendimento das informações que são estratégicas (CHEN; MOHAMED, 2008). Fong e Choi (2009) propuseram um conjunto de cinco dimensões estruturantes para a gestão do conhecimento das empresas: criação, armazenamento, distribuição, uso e manutenção. Para esses autores, a

criação de conhecimento caracteriza-se pelo entendimento e identificação das informações que são indispensáveis para o ganho e para a manutenção da competitividade das empresas no mercado. Já o armazenamento, busca transformar dados em informações com qualidade, quantidade, validade e formato adequados, considerando que sempre uma parcela do conhecimento adquirido pelos membros da equipe não é captada pelos sistemas das empresas: torna-se conhecimento pessoal (FONG; CHOI, 2009). Assim, faz-se necessário criar dispositivos estruturados para captação destas informações.

As dimensões de distribuição, uso e manutenção são dependentes das duas primeiras. A distribuição e utilização das informações devem estar direcionadas aos interessados para sua efetiva utilização na resolução de problemas e tomadas de decisão. Enquanto isto, as condições de manutenção das informações devem possuir um caráter simplificado para ser incorporado às rotinas diárias dos profissionais (FONG; CHOI, 2009). Outros dois trabalhos abordam estruturas para a gestão do conhecimento das empresas do setor - Chen e Mohamed (2008) e Yusof e Bakar (2012) - com estruturas semelhantes à proposta por Fong e Choi (2009). Para o gerenciamento do conhecimento é necessário uma estrutura que possibilite fluxos de informações nos dois sentidos, ou seja, a organização deve ser abastecida com dados de todos os níveis hierárquicos e possibilitar o retorno de informação, não só no nível gerencial, mas também para a equipe operacional (YUSOF; BAKAR, 2012).

Defeitos das construções – diferentes abordagens e resultados

Segundo Josephson e Hammarlund (1999), para prevenir defeitos de forma eficaz, é necessário ter conhecimento sobre suas origens, causas e custos associados. Os mesmos autores desenvolveram uma pesquisa sobre defeitos de construção, com base em 2879 defeitos de construção, identificados em sete empreendimentos. A estimativa de custos decorrentes dos defeitos identificados durante o tempo do estudo variou entre 2,3% e 9,4% dos custos de produção (JOSEPHSON; HAMMARLUND, 1999). Com relação à origem das falhas, a análise indicou que, em média, 32% dos custos de defeitos foram originados nas fases iniciais, de captação de requisitos e de projeto; 45% dos custos de defeitos estavam vinculados à etapa de produção; e 20% relacionados aos materiais empregados e aos equipamentos instalados (JOSEPHSON; HAMMARLUND, 1999).

Fiess *et al.* (2004) elaboraram uma lista das principais manifestações patológicas em HIS e suas causas prováveis. Estes identificaram que 50% das manifestações patológicas estão

relacionadas à qualidade de produção, 35% a falhas na etapa de projeto, 13% à qualidade dos materiais e 2% à etapa de manutenção das habitações. Os referidos autores discutem sobre a maior incidência de falhas relacionadas à execução diferindo de outros trabalhos que abordam o tema e apontam para falhas relacionadas a projetos como as principais. Para estes autores a produção de empreendimentos do segmento de habitação de interesse social ocorre em grandes escalas e em elevada velocidade produtiva o que dificulta os controles de qualidade. Relacionaram, ainda, as falhas na etapa de obras com a ausência de treinamento das equipes e restrições de custos (FIESS *et al.*, 2004). As falhas relacionadas à etapa de projetos foram relacionadas à ausência de detalhamentos construtivos das soluções propostas (FIESS *et al.*, 2004). Verifica-se, entretanto, que a classificação empregada por Fiess *et al.* (2004) propõe relações únicas e diretas entre a origem e o efeito das falhas construtivas, o que pode comprometer a rastreabilidade quando há ocorrência de mais de uma origem provável para uma mesma falha.

Mills, Love e Williams (2009) elaboraram um estudo sobre os defeitos das habitações a partir de um levantamento entre projetistas e construtores, bem como da análise de dados secundários do fundo de garantia habitacional da Austrália, contendo informações sobre sinistros e reclamações dos usuários. Este estudo concluiu que as falhas construtivas em habitações podem ser estimadas em 4% do valor do contrato original (MILLS; LOVE; WILLIAMS, 2009).

Ismaila *et al.* (2015) identificaram na Malásia um total de 2.138 defeitos nas 72 unidades habitacionais de interesse social observadas. Entre esses defeitos, 1.546 (72%) foram considerados defeitos graves, 235 (11%) foram considerados moderados, e 357 (17%) eram defeitos menores (ISMAILA *et al.*, 2015). A quantidade de defeitos das habitações de interesse social entregues à população na Malásia foi relacionada com a elevada velocidade de produção para o atendimento da demanda (ISMAILA *et al.*, 2015) e com a baixa qualidade da mão de obra (ADI IRFAN *et al.*, 2014; ISMAILA *et al.*, 2015).

Há trabalhos que avaliam as falhas na etapa de projetos e as consequências para as etapas subsequentes. Lopez *et al.* (2010) abordam os erros da etapa de projetos e suas múltiplas causas, apontando diferentes tipos de erros - individuais, organizacionais e de desenvolvimento de projeto. Esse estudo relacionou a influência do ambiente organizacional sobre a capacidade individual de redução de erros e a necessidade de múltiplas estratégias para valorizar essa capacidade (LOPEZ *et al.*, 2010).

Na mesma linha, Love *et al.* (2014) avaliaram o impacto dos erros na etapa de projeto sobre o custo das construções, a partir da identificação dos principais fatores organizacionais que influenciam erros de projeto. Nesse estudo, erros e omissões observados em contratos referem-se a projetos que apresentam dimensões incorretas, referências a outros desenhos inadequadas, normas, códigos de construção e especificações conflitantes. Todos contribuem para os erros nas etapas seguintes, de obra e de uso (LOPEZ *et al.*, 2010; LOVE *et al.*, 2014). De acordo com o estudo de Love *et al.* (2014), os custos relacionados a erros, em uma amostra de 139 empreendimentos de construção, foram calculados em uma média de 14,2% do valor do contrato original. O estudo revelou, também, que os custos deste tipo de erro não variam significativamente com relação ao tipo de projeto e de métodos construtivos empregados.

As diferentes estruturas dos trabalhos apresentados neste tópico dificultam a formulação de análises comparativas das falhas identificadas nos estudos. Estes apresentaram, também, levantamentos dos defeitos das construções, buscando apenas quantificar e classificar os dados, sem o uso das informações para avaliações mais estruturadas da qualidade das habitações.

Para Georgiou (2010), os dados sobre a qualidade das habitações e mesmo sobre os defeitos identificados nas mesmas, ao longo da vida útil, são de difícil obtenção e processamento. Para o referido autor, análises mais robustas do desempenho dos empreendimentos em relação à qualidade construtiva tornam-se inviáveis sem uma estrutura de classificação de falhas capaz de ser empregada sistematicamente, dificultando a gestão do conhecimento e, conseqüentemente, a tomada de decisões (GEORGIU, 2010).

Diferentes visões de qualidade sobre um mesmo objeto

O conceito de qualidade possui um caráter multidimensional que possibilita sua adequação ao tipo de processo, produto ou serviço que está sendo avaliado (GARVIN, 1987; REEVES; BEDNAR, 1994). Nesta linha, Garvin (1987) propôs uma estrutura de constructos que possibilita a adaptação do conceito de qualidade às diferentes necessidades de avaliação da qualidade de um determinado produto ou serviço: conformidade, confiabilidade, durabilidade, desempenho, características, estética, qualidade percebida e atendimento.

Segundo Garvin (1987, 2002), mesmo com o entendimento de que a qualidade é um conceito multidimensional, as soluções encontradas pelas empresas para a gestão da qualidade estão frequentemente focadas em dimensões que tratam de uma mesma abordagem ou em apenas uma dimensão (GARVIN, 1987, 2002). Desta forma, tendem a limitar-se às necessidades de um departamento ou etapa específica do desenvolvimento do produto, dadas as dificuldades de se obter um entendimento mais amplo de um conceito com tantas variáveis (GARVIN, 1987, 2002; ZHANG, 2001).

Estas diferentes interpretações são observadas em alguns estudos. Para Craig; Sommerville; Auchterlounie (2010) clientes e empresas de construção têm diferentes percepções sobre a melhoria da qualidade das construções. Os referidos autores apontam que, por um lado, o setor da construção civil indica que os níveis de desempenho estão aumentando em relação à satisfação geral, apresentando redução nos níveis de defeitos. Por outro lado, para os clientes finais, os níveis de satisfação global estão aumentando, impulsionados por melhores níveis de serviço fornecidos pelas empresas, mas não pela qualidade do produto final entregue. Ainda na visão dos clientes finais, a qualidade global das novas habitações está diminuindo com o aumento nos níveis de falhas inerentes às técnicas construtivas empregadas (CRAIG; SOMMERVILLE; AUCHTERLOUNIE, 2010). Para Forcada *et al.* (2013), essas diferentes interpretações e percepções sobre o produto - por parte do cliente e das empresas construtoras - podem levar a conflitos e disputas judiciais após a entrega das habitações. Uma justificativa para a diferença de interpretações pode estar na distinção entre a qualidade técnica e a qualidade funcional (CRAIG; SOMMERVILLE; AUCHTERLOUNIE, 2010; FORCADA *et al.*, 2013; GRÖNROOS, 2001), nas relações biunívocas entre dimensões de qualidade tangíveis e intangíveis que impactam na satisfação do cliente ((KANO *et al.*, 1984; XU *et al.*, 2009).

Diversos trabalhos vinculados ao setor da construção civil vêm contribuindo, também, com avanços para o entendimento da qualidade por parte de construtoras e de agentes públicos, vinculados ao segmento de habitação de interesse social. Suas contribuições referem-se a métodos e técnicas para obtenção e análise de informações resultantes de avaliações de pós-ocupação (APO) sobre a satisfação dos usuários, como, por exemplo, Bonatto, Miron e Formoso (2011); Kowaltowski (2004); Leite (2005); Lima, Formoso e Echeveste (2011); Roméro; Ornstein (2003). Esses trabalhos vêm propondo avaliações pós-ocupação (APO) das HIS, observando questões funcionais das mesmas, dos empreendimentos e de seu entorno, os quais contribuiriam para o entendimento dos empreendimentos na visão do cliente. Nesses

estudos, a avaliação da qualidade construtiva tem um papel limitado e secundário frente a outras questões abordadas e mais vinculadas à funcionalidade das edificações.

1.3. QUESTÃO DE PESQUISA

Um método sistemático para avaliar a existência de falhas em empreendimentos existentes pode contribuir para a mitigação de falhas em empreendimentos futuros (MACARULLA *et al.*, 2013), retroalimentando as etapas de projeto e produção das edificações (ANDI; MINATO, 2004).

De maneira geral, os métodos empregados em trabalhos que avaliam os defeitos das construções utilizam dados secundários, inspeções prediais, análise de projetos e levantamentos com especialistas para uma avaliação técnica. Geralmente quantificam e avaliam estatisticamente os itens observados de maneira individualizada, sem buscar a identificação de constructos que possibilitem avaliações mais estruturadas dos achados em campo, como por exemplo: Adi Irfan *et al.* (2014); Fiess *et al.* (2004); Forcada; Macarulla; Love (2013); Forcada *et al.* (2012), (2013); Ismaila *et al.* (2015); Josephson; Hammarlund (1999); Macarulla *et al.* (2013); Mills; Love; Williams (2009). Ainda, estes estudos não estabelecem relações entre estes achados com o conceito de qualidade adequado para a avaliação das edificações. Tampouco os dados são estruturados como forma de avaliar a confiabilidade e o desempenho de um edifício em uso.

A edificação na etapa de uso, no entanto, pode fornecer informações aos moldes da confiabilidade clássica do produto, ao avaliar desempenho deste durante seu ciclo de vida. Neste sentido, a confiabilidade, ou seja, a capacidade de um produto desempenhar as atividades para o qual foi projetado em condições e período pré-estabelecidos (GARVIN, 1987, 2002; WU *et al.*, 2006), alinha-se ao conceito de desempenho das edificações empregado na indústria da construção (FOLIENSTE; LEICESTER; PHAM, 1998; CIB, 1982) preconizado pela NBR15575: 2013 (ABNT, 2013; CBIC, 2013). Este alinhamento possibilita quantificar o desempenho das edificações sob aspectos estabelecidos e ao longo do tempo (FOLIENSTE; LEICESTER; PHAM, 1998).

Por outro lado, os trabalhos que avaliam a percepção dos usuários sobre a qualidade das habitações observam constructos mais amplos que envolvem o entorno da habitação, a condição social prévia dos moradores e justificativas para a permanência ou não no local da

nova moradia, mas com pouca ênfase sobre a qualidade construtiva das habitações (BONATTO; MIRON; FORMOSO, 2011; KOWALTOWSKI, 2004; LEITE, 2005; LIMA; FORMOSO; ECHEVESTE, 2011; ROMÉRO; ORNSTEIN, 2003).

Em que pese algumas tentativas de relacionar a visão do cliente e a análise técnica sobre a qualidade das habitações, a partir de análises de dados primários (ROMÉRO; ORNSTEIN, 2003) e secundários (BRITO; FORMOSO; ECHEVESTE, 2011), além de buscar entender a visão do cliente sobre itens técnicos (BERR *et al.*, 2015; BONATTO *et al.*, 2009), pode-se apontar que existe uma carência de análises conjuntas da qualidade construtiva e da qualidade percebida pelos usuários na habitação de interesse social (BERR *et al.*, 2015). Nesta linha a qualidade percebida neste trabalho está alinhada à visão de valor da área do marketing em que o consumidor constrói sua percepção sobre um produto a partir do uso deste ao longo do tempo (SANCHEZ-FERNANDEZ; INIESTA-BONILLO, 2007). A percepção de qualidade que o usuário possui sobre o produto habitação durante seu uso, contudo, alinha-se à dimensão de perfeição, empregando os conceitos dimensionais propostos por Stone-Romero, Stone e Grewal (1997), melhor discutidos no capítulo dois.

A disponibilização de informações estruturadas sobre a qualidade das habitações, após a entrega dos empreendimentos que possibilitem relacionar os aspectos técnicos e funcionais, poderia trazer diversas contribuições: (a) obter um melhor entendimento sobre a qualidade construtiva percebida pelos clientes; (b) contribuir para a redução de conflitos entre usuários finais e agentes envolvidos na oferta de habitações (empresas construtoras, projetistas, órgãos financiadores); e (c) na melhoria nas especificações técnicas de empreendimentos futuros.

Ainda com base no exposto, verifica-se que, embora as informações sobre a qualidade construtiva das habitações sejam relevantes, existem dificuldades na sua obtenção, bem como na sua manutenção e uso para a tomada de decisão. As dificuldades de manter um sistema de informações em condições para as decisões nos diferentes níveis hierárquicos, aliadas à dificuldade de avaliar a qualidade de maneira objetiva, inibem o desenvolvimento de métodos para uma avaliação sistemática sobre o tema. Existe, ainda, a necessidade de melhorar o entendimento de conceitos e técnicas estatísticas, possibilitando a adequada formulação do conceito de qualidade e seus constructos nos diferentes pontos de vista em uma avaliação e, também, no uso sistemático da mesma.

Neste complexo cenário foram propostas as questões da presente pesquisa:

- Questão principal: como avaliar de forma sistemática a qualidade construtiva de habitações de interesse social, sob os pontos de vista dos usuários e da análise técnica?

- Questões secundárias:

- a) Como mensurar a qualidade construtiva, combinando as dimensões confiabilidade, desempenho e qualidade percebida?
- b) Quais são os benefícios e dificuldades de uma avaliação combinando a visão técnica e a percepção do usuário?
- c) Como processar os dados oriundos da avaliação, considerando o volume, a diversidade e as eventuais dificuldades de coleta?

1.4. OBJETIVO

O objetivo principal do presente trabalho consiste em desenvolver um método para a avaliação sistemática da qualidade construtiva de empreendimentos habitacionais, baseado na percepção dos usuários das habitações e na análise técnica.

Este objetivo principal foi desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- a) Propor uma análise sistemática da qualidade construtiva a partir da combinação das dimensões de confiabilidade, desempenho e qualidade percebida.
- b) Avaliar os principais benefícios e dificuldades para a aplicação do método proposto.
- c) Estabelecer uma sistemática para a coleta, processamento, análise e apresentação dos dados oriundos da aplicação do método proposto.

1.5. DELIMITAÇÕES

Como delimitações, os estudos de campo foram desenvolvidos em empreendimentos habitacionais de interesse social com mais de um ano de uso, vinculados ao programa Minha Casa Minha Vida, no Estado do Rio Grande do Sul. O recorte da pesquisa para avaliação de habitações de interesse social se dá pela facilidade em obter um número expressivo de empreendimentos com as mesmas características construtivas. Isto possibilita a homogeneidade da população em estudo, além de configurar uma oportunidade para o emprego de avaliações sistemáticas da qualidade.

O estudo adotou uma visão multidimensional da qualidade com a consideração de três dimensões e com a intenção de analisá-las conjuntamente. São elas a confiabilidade, a qualidade percebida e o desempenho, as quais foram combinadas para gerar o entendimento conjunto da visão técnica e do usuário.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

Além deste primeiro capítulo, em que foram apresentados o tema, o problema, as questões, os objetivos e as delimitações do estudo, este trabalho é composto por mais cinco capítulos.

O Capítulo 2 apresenta as principais definições relativas ao tema amplo da qualidade. A intenção do capítulo é, a partir dos conceitos gerais da qualidade empregados em diferentes indústrias, detalhá-los em estruturas tangíveis com o propósito de operacionalizá-los. Assim, se busca identificar formas de organização e combinação de conceitos e constructos para a avaliação da qualidade. Este capítulo, também, visa identificar a existência de lacunas e sobreposições entre as dimensões de qualidade empregadas no produto habitação.

O Capítulo 3 apresenta os conceitos necessários para o desenvolvimento de um instrumento de coleta com propósitos de avaliação sistemática de um produto complexo, em um ambiente igualmente complexo. São tratados assuntos relativos ao pensamento sistêmico, contendo discussões sobre o meio, o sistema a ser avaliado e a forma de avaliar, além das possibilidades de relação com sistemas de gestão da qualidade e com as diferentes etapas de desenvolvimento, produção e uso dos empreendimentos.

O Capítulo 4 apresenta o método de pesquisa a ser empregado no trabalho. Descreve a abordagem, o delineamento e o detalhamento da pesquisa, assim como os métodos e técnicas utilizadas para a coleta e análise dos dados.

No Capítulo 5, é apresentada a estrutura final do método proposto e descrito o contexto para o qual o método foi desenvolvido.

No Capítulo 6, são apresentados os resultados do trabalho, organizados em dois tópicos: a construção do método proposto; e a apresentação dos dados obtidos com sua aplicação.

Por fim, no Capítulo 7 são apresentadas as conclusões do trabalho, juntamente com as recomendações para futuras pesquisas.

2. A QUALIDADE, SUAS ABORDAGENS E DIMENSÕES

2.1. CONCEITO DE QUALIDADE E SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DO TEMPO

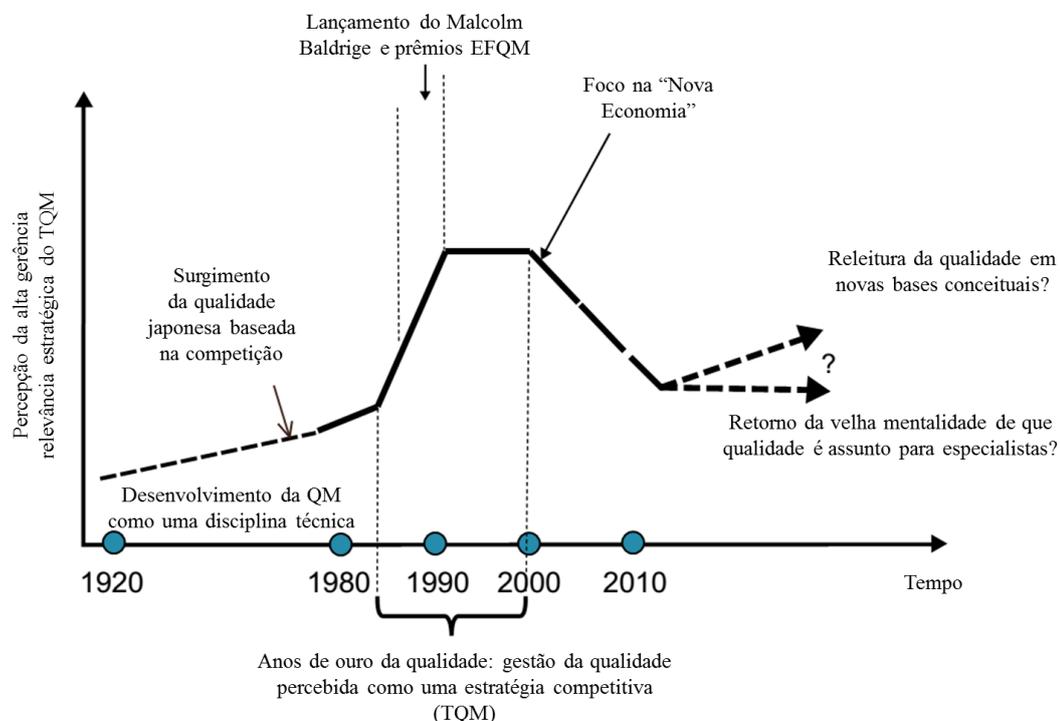
O conceito de qualidade tem sido estudado há bastante tempo. Independente do período e do contexto no qual a qualidade é examinada, seu conceito tem múltiplas e desordenadas definições que têm sido usadas para descrever variações na forma de buscar a qualidade (REEVES E BEDNAR, 1994).

Historicamente, a segunda revolução industrial – observando especificamente produção em massa - trouxe o uso prático da palavra qualidade, se a compararmos com a visão da antiguidade sobre a qualidade como “uma propriedade capaz de caracterizar algo” (CONTI, 2006). Contudo, a qualidade passou a ser entendida de maneira simplista como conformidade a um modelo ou conformidade com as especificações (CONTI, 2013). Isto causou uma distorção no desenvolvimento do conceito de gestão da qualidade. Em vez de concebê-la com base nas necessidades do cliente, amplamente consideradas na produção artesanal, passou a ser confundida com a aderência a padrões, reduzindo seu escopo (CONTI, 2013). A revolução da qualidade japonesa trouxe de volta a tônica da qualidade voltada para os clientes, como um avanço na missão de melhorar a qualidade dos produtos a partir da redução de erros e defeitos de produção (CONTI, 2013).

A Figura 1 apresenta a evolução da gestão da qualidade como uma estratégia ao longo do tempo, segundo Conti (2013). Pode-se observar que, até a década de 80, a qualidade era tratada numa visão essencialmente técnica. Impressionados com o sucesso japonês baseado na qualidade, muitos gestores da qualidade no mundo ocidental passaram a considerar o *status* estratégico da qualidade para as empresas, que teve seu auge até o início do século 21 (CONTI, 2013). Para o referido autor, nos seguintes anos a qualidade voltou a perder seu *status* estratégico chegando a patamares próximos do início dos anos 80: uma disciplina

técnica, preocupada principalmente com a redução da variabilidade, que pode ser delegada a equipe de linha, sem a necessidade de envolvimento da alta gerência.

Figura 1 - Evolução do uso de conceitos de qualidade (adaptado de Conti (2013))



A partir do ano 2000, Sullivan (2011) aponta relatórios setoriais contendo quantidades de falhas da ordem de 37% nas construções executadas no período e sem significativas alterações deste quadro nas décadas seguintes. Este percentual é considerado inaceitável na indústria de manufatura.

Para Juran (1988), não se pode implementar a gestão da qualidade sem antes definir claramente para os envolvidos o que a mesma significa. Assim, uma primeira linha de definições de qualidade está relacionada à “conformidade com requisitos” (CROSBY, 1979 *apud* ROSS, 1991; CROSBY, 1979 *apud* RICHTER, 2007)⁷. Essa visão sustenta que um produto é de qualidade superior quando fabricado de acordo com as especificações de projeto (CROSBY, 1979 *apud* ROSS, 1991). No entanto, para Besterfield (1985), o simples fato de um produto atender as especificações de projeto não significa que este atenda às necessidades e expectativas do consumidor. Se as especificações não satisfazem as necessidades do cliente, estas devem ser modificadas (BESTERFIELD, 1985).

⁷ Crosby, P.B. Quality is Free: The Art of Making Quality Certain, McGraw-Hill, New York, 1979.

Para Feigenbaum (1994), a qualidade depende das necessidades e expectativas do cliente e não da área técnica, de marketing ou da gerência geral, devendo ser fundamentada na experiência real do cliente com o produto ou serviço. Esta visão relaciona a qualidade com a adequação do produto ou serviço ao uso (JURAN, 1988; JURAN e GRZYNA, 1988).

Contudo, Juran e Gryna (1988) fazem referência, também, a outras duas definições de qualidade amplamente aceitas: (a) qualidade como ausência de defeitos, referindo-se à eliminação de problemas tais como entregas atrasadas, falhas em campo e retrabalhos, que geram reclamações dos clientes e insatisfação com o produto; e (b) a qualidade no sentido de desempenho relacionado a características específicas, tais como velocidade de entrega, uniformidade e consumo de energia de um produto (JURAN e GRZYNA, 1998). A primeira está mais relacionada a aspectos produtivos e a segunda mais relacionada a aspectos funcionais do produto. A definição da qualidade adotada por Juran e Gryna (1993) pressupõe que a satisfação do cliente é alcançada por meio de dois componentes: (a) características do produto que também se referem à qualidade de projeto percebida pelos resultados de vendas; e (b) produto livre de defeitos, reduzindo os custos através da redução de sucatas, retrabalhos e outras deficiências de processo. Assim, um produto livre de defeitos refere-se à qualidade como conformidade, que pode ter um impacto positivo em termos de redução de custos, redução no número de reclamações e aumento da satisfação dos clientes (JURAN E GRZYNA, 1993).

Juran e Gryna (1993) também apresentam as duas visões da qualidade: (a) a visão interna, que está voltada para a produção, com medidas de qualidade internas, comparações do produto com as especificações e esforços para coordenar a gestão da qualidade; e (b) a visão externa da qualidade, voltada para as necessidades do mercado e dos consumidores a partir da comparação do produto final com os dos demais concorrentes. Feigenbaum (1994) chama a atenção para o fato de que a qualidade de produtos e serviços depende de uma combinação de características relacionadas ao marketing, engenharia, produção e manutenção que devem atender às expectativas dos clientes. Ainda, para Feigenbaum (1994), uma indústria competitiva deve ter como objetivo “fornecer produto ou serviço no qual a qualidade seja projetada, desenvolvida, comercializada e mantida dentro dos menores índices de custo que possibilitem a satisfação do consumidor”. Dessa forma, o controle da qualidade deve ter o papel de garantir o cumprimento desse objetivo (FEIGENBAUM, 1994). Também para Campos (1992), a qualidade refere-se às características de produtos finais ou intermediários de uma empresa que podem promover a satisfação dos clientes. Portanto, a qualidade deve

contemplar a ausência de defeitos e a presença de atributos desejáveis pelo cliente (CAMPOS, 1992). De acordo com Juran e Gryna (1993), as ações de melhoria preventivas nos projetos, processos e produtos a partir do entendimento das necessidades dos clientes é a melhor estratégia para se alcançar a qualidade esperada. Assim, a qualidade na visão de Feigenbaum (1994) está alinhada com a definição de Juran e Gryna (1993) em que a qualidade deve contemplar a satisfação do cliente juntamente com a conformidade do produto.

Para Ross (1991), na Função Perda de Taguchi⁸, são reconhecidos o desejo do consumidor em adquirir produtos que sejam mais duradouros em todos os aspectos, além do desejo do fabricante em fabricar produtos a um custo menor. Segundo Ross (1991), a perda para a sociedade é formada pelos custos incorridos no processo de produção, assim como os custos sofridos pelo consumidor no decorrer da vida útil do produto (como reparos ou perda de negócios). Minimizar a perda para a sociedade é uma estratégia que pode incentivar a produção de produtos uniformes e a redução de custos de produção (ROSS, 1991).

2.2. A QUALIDADE COMO UM CONCEITO DE MÚLTIPLAS ABORDAGENS E DIMENSÕES

Em seu trabalho seminal, Garvin (1987) afirma que não existe uma definição única de qualidade e propõe cinco abordagens diferentes para a conceituação da qualidade, considerando que cada uma delas é apropriada para contextos distintos. São elas:

- a) Transcendental: considera a qualidade como algo natural e inerente ao que está sendo avaliado. Esta visão também aborda a atemporalidade de durabilidade de obras de alta qualidade, de maneira que se mantenham inabaláveis até mesmo a mudanças de gosto ou estilo ao longo do tempo;
- b) Baseada no produto: esta visão apresenta a qualidade como algo totalmente mensurável e preciso. Aborda também as diferenças de qualidade entre produtos a partir da diferença de quantidades de algum ingrediente ou atributo;
- c) Baseada no usuário: esta visão admite que cada consumidor tem necessidades diferentes e que a qualidade dos produtos está atrelada ao atendimento dessas necessidades;

⁸ Genichi Taguchi – desenvolveu a função Perda de Taguchi que mede as perdas provocadas por um produto para a sociedade a partir do momento que ele sai da fábrica. Essas perdas incluem custos de garantia, clientes insatisfeitos e outros problemas devido a falhas de desempenho (GARVIN, 2002).

- d) Baseada no valor: define qualidade em termos de custo e preços. Com isso, um produto de qualidade se caracteriza por um desempenho ou conformidade a um preço ou custo compatível;
- e) Baseada na produção: nessa visão a qualidade está focada nas práticas relacionadas à engenharia e à produção. Praticamente todas as definições nessa abordagem identificam qualidade como “conformidade com as especificações”.

Garvin (1987, 2002) também propôs oito dimensões da qualidade a partir das quais um produto ou serviço pode ser desenvolvido. Estas dimensões estão vinculadas às diferentes abordagens da qualidade já apresentadas, alinhadas com a forma com que são empregadas pela indústria em geral, conforme segue:

- a) Conformidade: o grau em que o projeto e as características operacionais de um produto estão de acordo com padrões estabelecidos. Esta dimensão da qualidade, para o referido autor, está vinculada à abordagem baseada na produção;
- b) Desempenho: refere-se às características operacionais básicas do produto. Esta dimensão da qualidade se combina com elementos das abordagens com base no produto e no (confirmar) usuário. No entanto, devem-se observar as condições de uso ou aplicações específicas desse produto, como por exemplo: um produto de mesma utilidade e capacidade, mas com possibilidades de uso diferentes não indica diferença de qualidade, pois seu desempenho depende da relação entre as características operacionais do produto, previamente especificadas, e o trabalho a ser executado;
- c) Confiabilidade: reflete a probabilidade de mau funcionamento de um produto ou dele falhar em um determinado período. Essas medidas exigem que o produto esteja sendo usado por algum tempo. Essa dimensão é relevante para bens duráveis e torna-se mais importante para os consumidores à medida que os tempos de parada e manutenção vão ficando elevados. Para o autor, assim como a conformidade, esta dimensão da qualidade está vinculada à abordagem baseada na produção;
- d) Atendimento: rapidez, cortesia e facilidade de reparo. Nesta dimensão não são consideradas somente a possibilidade de um produto estragar, mas também o tempo que um cliente será obrigado a esperar até que as condições normais sejam restabelecidas, a pontualidade do atendimento às chamadas, o seu relacionamento com o pessoal de atendimento e a frequência com que as chamadas para serviços de reparos

deixam de resolver os problemas. Esta dimensão da qualidade está vinculada na abordagem baseada no usuário;

- e) Durabilidade: é uma medida da vida útil do produto e possui dimensões econômicas e técnicas. Também definido como o uso proporcionado por um produto até ele se deteriorar fisicamente. Assim, a durabilidade passa a ser o uso que se consegue de um produto antes deste quebrar e sua substituição ser considerada preferível aos constantes reparos. Esta dimensão da qualidade está vinculada à abordagem baseada no produto;
- f) Estética: é uma dimensão altamente subjetiva. Está intimamente relacionada com a abordagem da qualidade baseada no usuário e pode ser desmembrada em atributos como: aparência de um produto, as sensações que são despertadas, o seu som, sabor ou aroma. Todas as questões são relacionadas ao julgamento pessoal e reflexo das preferências individuais;
- g) Qualidade percebida: também é uma dimensão altamente subjetiva, pois assim como a estética está intimamente relacionada com a abordagem da qualidade baseada no usuário. Considera-se que os consumidores nem sempre possuem informações completas sobre um produto ou os atributos de um serviço e que muitas vezes a única base de comparação de produtos similares são medidas indiretas como as marcas. Em muitos casos, a qualidade de um novo produto pode ser relacionada à qualidade de durabilidade de outro produto mais antigo e de mesma marca. Esta associação indica uma decisão subjetiva sobre a qualidade do novo produto, o qual ainda deverá comprovar sua qualidade;
- h) Características: são aquelas características secundárias que suplementam o funcionamento básico do produto, consideradas como adereços dos produtos. É difícil traçar diferenças entre as características básicas (desempenho) e as características secundárias. A distinção entre as duas é em grande parte uma questão de importância para o usuário. Esta dimensão da qualidade está vinculada à abordagem baseada no produto.

Para Reeves e Bednar (1994), a medida da qualidade mais adequada a ser empregada depende de uma definição clara da natureza dos resultados que uma organização pretende alcançar. Desta forma, pode-se destacar que as diferentes definições de qualidade normalmente têm como origem o fato de que cada uma delas adota um pequeno número de dimensões da

qualidade, provavelmente porque são mais aplicáveis a um contexto ou a um processo em análise.

Garvin (1987) sugere a existência de sobreposições e lacunas entre as diferentes dimensões da qualidade, sendo necessário compreendê-las para tirar proveito de cada dimensão. O mesmo autor afirma que é improvável uma empresa ter um bom desempenho em todas as dimensões da qualidade e que muitas vezes a vantagem competitiva no mercado é obtida usando apenas uma ou duas destas dimensões. Também, de acordo com Garvin (2002), podem existir relações positivas e negativas entre duas dimensões: um produto pode ser bem cotado em uma dimensão, mas mal cotado em outra, ou também pode ocorrer a coexistência de dimensões. A consideração destas dimensões contribui para criar uma visão estratégica da qualidade, possibilitando que diferentes empresas de uma mesma indústria adotem estratégias competitivas distintas com relação à qualidade de produtos para o mesmo fim (GARVIN, 2002).

Para Arditi e Gunaydin (1997), a qualidade na construção é composta da "qualidade de fato" e da "qualidade de percepção". Para os referidos autores, os prestadores de bens ou serviços que atendam às especificações alcançam a qualidade de fato, já um produto ou serviço que atenda as expectativas do cliente alcança qualidade na percepção. Para os mesmos autores, contudo, as duas componentes da qualidade podem ocorrer separadamente o que gera a inadequação do produto, ou por falhas de conformidade ou por falhas de atendimento dos requisitos dos clientes. Esta visão difere da proposta por Garvin (2002), que vincula a conformidade apenas com a etapa de produção. Em outras palavras, existem duas formas de observar a qualidade: a visão interna da empresa, relacionada à conformidade com as especificações de manufatura; e a visão externa baseada na visão do usuário sobre o produto em uso (ARDITI; GUNAYDIN, 1997; HOPP; SPEARMAN, 2000). Desta forma, para o desenvolvimento de um programa estratégico da qualidade, as relações entre a qualidade interna e externa são fundamentais e, assim, deve-se traduzir as preocupações dos clientes em medidas e controles de qualidade internos (HOPP; SPEARMAN, 2000).

Para Zhang (2001), cada dimensão da qualidade está alinhada à visão de cada grupo de intervenientes ao longo do ciclo de produção e sua perspectiva de qualidade. Para o mesmo autor, o sucesso de uma organização está relacionado à implementação de uma visão mais abrangente e conceitual da qualidade, utilizando as dimensões adequadas para cada etapa de acordo com a perspectiva de qualidade e práticas empregadas (ZHANG, 2001).

Assim, as dimensões da qualidade do produto variam de acordo com cada indústria e as mesmas medidas podem não ser relevantes em todos os setores (DAS; PAUL; SWIERCZEK, 2008). Dentre as dimensões discutidas anteriormente, cinco dimensões são comumente utilizadas em diferentes indústrias para reduzir as taxas de defeitos e inspeção de qualidade das peças, antes de passar para o próximo processo: características, durabilidade, confiabilidade, desempenho e conformidade (AHIRE; GOLHAR; WALLER, 1996).

Grönroos (2001), referindo-se à qualidade no setor de serviços, descreve duas dimensões de qualidade que são de naturezas muito diferentes para a avaliação de um serviço na visão do cliente: Qualidade Técnica (TQ), que se refere às especificações daquilo que o cliente obtém, e Qualidade Funcional (FQ), que está relacionada com a forma em que o próprio serviço ou processo funciona. A interação entre as duas dimensões proporciona avaliações de qualidade não apenas sobre o resultado de um serviço atendendo às especificações, mas também da funcionalidade (LAI; PANG, 2010). A qualidade funcional apresenta-se mais preditiva nas análises que consideram a visão do cliente, embora a medição da qualidade percebida pelo cliente seja complexa e altamente dependente do contexto (FERGUSON *et al.*, 1999)

De acordo com Stone-Romero, Stone, Grewal (1997), para a área de conhecimento da psicologia, existe necessidade de pesquisas que identifiquem as dimensões da qualidade percebida daquilo que está sendo avaliado, como forma de desenvolver medidas apropriadas para estas dimensões. Os referidos autores propõem as seguintes dimensões para a qualidade percebida de produtos e serviços pelos consumidores: (a) perfeição; (b) durabilidade; (c) aparência; e (d) distinção. Estas são descritas brevemente abaixo:

- a) Dimensão perfeição: está relacionada à percepção dos indivíduos sobre a quantidade de defeitos existentes em um produto. Estes defeitos estão relacionados ao processo de fabricação e fornecimentos do produto, sendo uma dimensão que pode ser alinhada às prevenções de defeitos. Os referidos autores sugerem que esta dimensão vem sendo tratada com o nome de conformidade, como no trabalho de Garvin (1987);
- b) Dimensão durabilidade: fortemente alinhada à conceituação de Garvin (1987). Stone-Romero, Stone, Grewal (1997) destacam que esta dimensão é levada em conta na aquisição de um bem considerado durável;
- c) Dimensão aparência: dimensão intangível que se refere a preconcepções dos consumidores sobre os atributos gerais de produtos como de alta qualidade. Dentre os

atributos, a aparência física de um produto, como aborda Garvin (1997). Esta dimensão pode levar o consumidor a preferir um produto atraente, mas não confiável sobre um que é pouco atraente, mas altamente confiável. Assim, por exemplo, o comprador de uma casa pode basear sua decisão de compra mais sobre a aparência da casa do que no grau em que ela é livre de defeitos ou sobre um maior ciclo de vida projetado.

- d) Dimensão distinção: considerada intangível, resulta da possibilidade de ter um produto de alta qualidade, pela sua capacidade de aumentar o status do seu possuidor através do seu carácter diferencial, de singularidade ou luxuosidade.

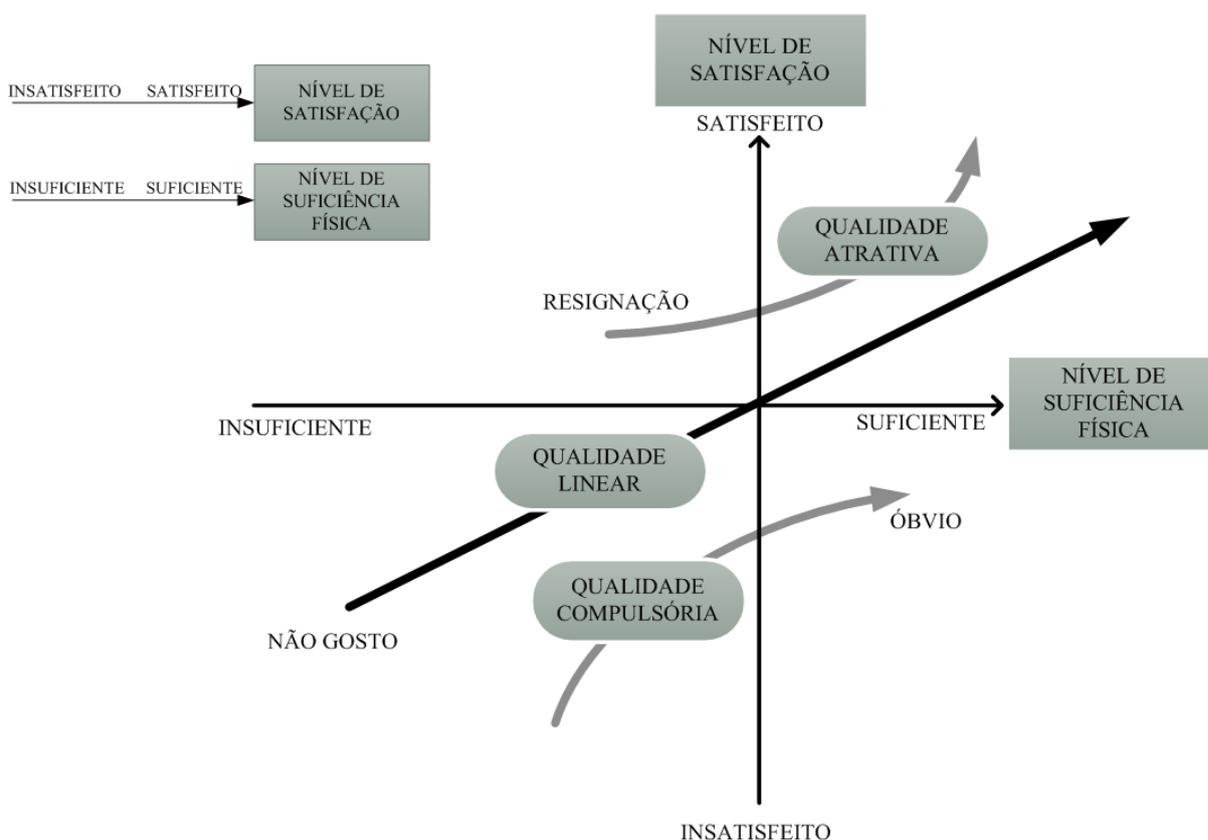
Embora as dimensões tenham pontos distintos de avaliação com relações dimensionais vinculadas ao projeto e a produção de um bem, a abordagem empregada por Stone-Romero, Stone, Grewal (1997) propõe dimensões para buscar entender o que o usuário percebe de um produto ou serviço adquirido. Para os referidos autores, estas dimensões possibilitam uma melhor definição da qualidade percebida pelos clientes. A sutil diferença do trabalho de Stone-Romero, Stone, Grewal (1997), frente ao de Garvin (1987), é que o primeiro aborda dimensões tangíveis e intangíveis especificamente sob a ótica do cliente, enquanto Garvin (1987) propõem medidas e avaliações sob diferentes pontos de vista – produção, usuário, produto, entre outros. Stone-Romero, Stone, Grewal (1997) avaliaram as dimensões propostas a partir de dois estudos com o emprego de análise fatorial e análise de regressão múltipla, encontrando valores adequados de confiabilidade para as dimensões discutidas.

Neste sentido, cabe entender quais são as dimensões da qualidade que o consumidor considera na avaliação de um determinado produto (STONE-ROMERO; STONE; GREWAL, 1997) e, a partir da identificação destas dimensões, estruturar um sistema de avaliação da qualidade ao longo do ciclo de vida das edificações.

Dessa forma, utilizar abordagens complementares da qualidade pode ampliar a visão da qualidade das organizações (GARVIN, 2002; ZHANG, 2001). Tendo em vista que a coexistência de algumas dimensões pode reforçá-las mutuamente, principalmente se são empregadas dimensões de abordagens diferentes (GARVIN, 1987), considerando a incorporação da visão externa baseada na visão do cliente. Os requisitos de maior importância para o cliente podem ser fonte de informações sobre o mercado e apoiar a tomada de decisões de gestores (JURAN; GRZYNA, 1993; ZHANG, 2001).

Com base nas discussões sobre a consideração da visão do cliente para o desenvolvimento de produtos e serviços, há a necessidade de considerar métodos conceitualmente estruturados para este propósito. Nesta linha, para Kano *et al.*(1984), independente da vertente ou área do conhecimento, a qualidade pode ser avaliada ao longo do tempo do ponto de vista subjetivo e objetivo. Ainda, para os referidos autores, a satisfação do consumidor deve ser considerada nos estágios de desenvolvimento de um produto como a linha mestra para o alcance do objetivo do projetista de transformar algo subjetivo em um produto ou serviço esperado pelo cliente. Os autores apresentam esta relação entre o subjetivo e o objetivo em um plano cartesiano em que há um eixo principal, relacionado a questões objetivas vinculadas à adequação física do produto, e um eixo ortogonal, relacionado a questões subjetivas vinculadas às necessidades e expectativas dos clientes (Figura 2).

Figura 2 - Qualidade na percepção do cliente (adaptado de Kano *et al.* (1984))



Nesta perspectiva, o nível de satisfação do cliente combinado com aquilo que efetivamente o produto oferece, ou seja, uma componente subjetiva e uma componente objetiva que geram diferentes funções de qualidade percebida pelos clientes: compulsória, linear e atrativa (KANO *et al.*, 1984). A função qualidade compulsória pode indicar um comportamento

assintótico quando a percepção do cliente é de um produto suficiente para a função projetada, mas sem diferenciais com relação ao esperado pelo cliente. A função de qualidade linear reúne a proporcionalidade entre a satisfação e a suficiência do produto, enquanto que a função de qualidade atrativa também possui um comportamento assintótico, quando a percepção do cliente é de um produto suficiente para a função projetada e que supera às suas expectativas (KANO *et al.*, 1984). Desta forma, segundo os referidos autores, a qualidade atrativa é a que deve ser buscada pelos projetistas (KANO *et al.*, 1984).

O modelo de Kano tem ampla utilização na indústria de manufatura devido à facilidade em traduzir as aspirações dos clientes a partir de entrevistas e levantamentos (XU *et al.*, 2009). Uma crítica sobre modelos tradicionais - como o de Kano - recai sobre sua incapacidade de avaliações quantitativas, limitando o apoio à tomada de decisão por parte dos projetistas (XU *et al.*, 2009). Outro ponto de melhoria necessária no modelo de Kano, alegado pelos referidos autores, é a inexistência de categorias que facilitem ao projetista escolher diferentes requisitos esperados e obtidos de categorias distintas e que complementem o produto. Além disso, para os mesmos autores, o citado modelo enfatiza as perspectivas dos clientes e de mercado, sem considerar adequadamente a capacidade do produtor para cumprir estas expectativas. Esta condição limita as escolhas do projetista sob o ponto de vista de produção (XU *et al.*, 2009). Segundo Xu *et al.* (2009), para a produção de um bem utilizando informações sobre as expectativas dos clientes, existe a necessidade de uma estrutura de priorização lógica destas expectativas como forma de compará-las com a capacidade produtiva da empresa. Por fim, os mesmos autores propõem adaptações à versão original do modelo de Kano, ao introduzir formulações quantitativas que atendam estas lacunas.

Embora não se observe uma estrutura de categorias para os requisitos, Kano *et al.* (1984) sugerem que a importância pode ser um parâmetro de priorização na expectativa declarada do cliente. Assim, outro trabalho buscou compreender a relação entre desempenho e importância e seu impacto na satisfação do cliente no processo de *design* de produto ou serviço (PEZESHKI; MOUSAVI; GRANT, 2009). Nesta linha, o trabalho de Pezeshki, Mousavi e Grant (2009) analisou a satisfação dos clientes por dois métodos: (a) Análise de Importância e Desempenho (IPA); e (b) o modelo de Kano para a melhoria da satisfação do cliente. O referido trabalho avaliou o desempenho dos principais atributos na indústria de telecomunicações móveis com o objetivo de melhoria de satisfação do cliente. Como resultado, o estudo estabelece relação assimétrica entre o desempenho de atributos e a satisfação do cliente, bem como coloca em evidência o atributo importância como uma função

do atributo desempenho (PEZESHKI; MOUSAVI; GRANT, 2009). Para os referidos autores, a principal falha de muitos modelos de comportamento do cliente é a tendência de formular relações entre atributos de produtos ou serviços e o comportamento do cliente (por exemplo, a satisfação do cliente), sem considerar a relação entre o desempenho e a importância.

O modelo de Kano também tem sido discutido com relação ao setor da construção civil (KOSKELA, 2000; MIRON, 2002). Dadas às peculiaridades do produto habitação, a consideração da experiência do usuário em relação ao uso do produto pode ser útil para entender a geração de valor aos clientes e sua consequente satisfação (MIRON, 2002).

2.3. UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Arditi e Gunaydin (1997) definem a qualidade na construção civil como a reunião de requisitos legais, estéticos e funcionais de um projeto. Para os referidos autores, estes requisitos podem ser simples ou complexos, podendo ser estabelecidos em termos de resultado final desejado ou como descrição detalhada do que deve ser feito. Contudo, para os mesmos autores também é preciso diferenciar entre a qualidade do produto, ou seja, a qualidade dos elementos diretamente relacionados ao produto físico, e a qualidade do processo, isto é, a qualidade do processo que faz com que o produto seja aceitável. Como exemplo, para Arditi e Gunaydin (1997), a qualidade do produto pode se referir à obtenção de qualidade nos materiais, equipamentos e tecnologias empregadas na construção de uma determinada estrutura, ao passo que a qualidade do processo neste caso, pode se referir a qualidade na forma como o projeto é organizado e gerido nas três fases de: planejamento e concepção; construção; operação e manutenção.

A qualidade para Barrett (2000) é um conceito multifacetado alinhado com a visão de Garvin (1987, 2000), condicionado por muitos fatores contextuais e obtido através de vários mecanismos. Portanto, a qualidade de construção pode ser pensada como a satisfação por uma série de intervenientes em relação a uma série de critérios de desempenho estabelecidos, sendo mediada por outra série de mecanismos regulatórios de forças de mercado (BARRETT, 2000). Por fim, para o referido autor, a satisfação do cliente é considerada a última medida de qualidade de construção. Neste sentido, para o estabelecimento desta medida de forma válida

é necessário que as empresas de construção adotem uma forte orientação externa da qualidade a fim de entender as dimensões que impactam o cliente (BARRETT, 2000).

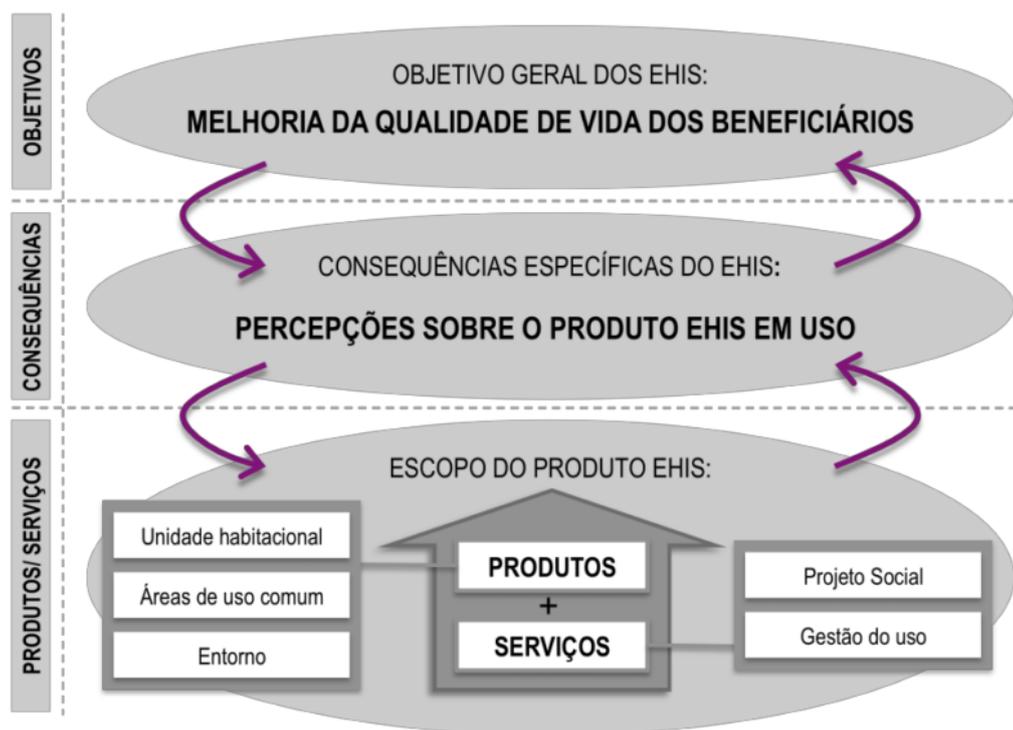
Alguns estudos apontam para a pouca conscientização por parte das empresas do setor o uso de informações de forma sistemática sobre qualidade (MELHADO, 2001). Por exemplo, no que se refere à retroalimentação das experiências vivenciadas em obra para o processo de projeto, pode-se dizer que poucas empresas preocupam-se em analisá-las, gerando subsídios para novos projetos similares (MELHADO, 2001). Contudo, sem o intercâmbio de informações entre esses agentes, a elaboração do projeto acaba sendo comprometida, acarretando em um acréscimo significativo de custos na fase de execução de obras e até mesmo na assistência técnica, causando a insatisfação dos clientes e, particularmente, dos usuários (MELHADO, 2001). Han *et al.* (2008) aborda a necessidade de obtenção de informações sobre o desempenho das construções, incluindo os defeitos identificados como base para a implementação de sistemas de gestão da qualidade das empresas construtoras (HAN *et al.*, 2008). Outros autores também abordam a necessidade de informações sistemáticas para a melhoria da qualidade no setor (KOSKELA, 2000; YUNG; YIP, 2010).

Em paralelo, é importante entender as peculiaridades do setor da construção civil para evitar e reduzir os impactos negativos decorrentes das mesmas (KOSKELA, 1992). Para Sullivan (2011), embora os princípios de programas de gestão da qualidade tenham trazido resultados relevantes em diferentes indústrias e mercados, seus processos e métodos de aplicação podem ser inapropriados para indústrias com as características da construção civil, que entregam produtos e serviços muito diversos e de elevada integração entre suas partes durante a produção (SULLIVAN, 2011), o que põe em evidência a complexidade da produção deste bem.

Bonatto, Miron, Formoso (2011) destacam que no segmento de HIS os empreendimentos normalmente entregam uma combinação de produtos físicos e serviços, o que torna a sua gestão mais complexa (Figura 3), tais como unidade habitacional, áreas de uso comum, área de entorno, projeto social e a gestão do uso. Os referidos autores propõem uma estrutura de avaliação destes empreendimentos de um nível tangível relacionado ao produto até um nível mais abstrato relacionado aos objetivos dos programas habitacionais. O segundo nível do modelo de avaliação de EHIS proposto pelos autores apresenta-se como as consequências percebidas que são entendidas como resultado das experiências dos usuários com o empreendimento. Dessa forma, é possível que existam consequências percebidas não

esperadas pelos agentes, bem como consequências planejadas que não sejam percebidas pelo usuário (BONATTO; MIRON; FORMOSO, 2011), sugerindo a necessidade de comparação estruturada entre as consequências percebidas e as planejadas, ou seja, comparar a visão do usuário e análise técnica a partir das categorias propostas no escopo do produto EHS.

Figura 3 - Modelo conceitual para avaliação de EHS baseada na hierarquia de valor para o cliente final (adaptado de Bonatto; Miron e Formoso (2011))



No que se refere ao PMCMV, objeto de estudo do presente trabalho, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades (SNH/MCidades) realizaram uma pesquisa do tipo *survey*, de abrangência nacional, junto a moradores de empreendimentos (BRASIL, 2014). O objetivo do referido trabalho foi apresentar a percepção das famílias beneficiadas pelo PMCMV frente às mudanças em termos de custo de vida na nova moradia, desempenho da unidade habitacional, entorno da moradia e inserção urbana (BRASIL, 2014). O referido método de avaliação foi estruturado com base na conceituação do morar: (a) casa - relacionado ao ambiente físico; (b) moradia – uso da casa; e (c) habitação – conjunto da estrutura de entorno e a casa. Esta estrutura guarda semelhanças com a estrutura conceitual de produto habitação proposta por Bonatto; Miron e Formoso (2011), sobre a qual a unidade habitacional em uso pode ser avaliada pelo morador, sendo útil para avaliações pós ocupação.

As questões do instrumento de coleta propostas para a pesquisa de opinião buscaram obter uma percepção subjetiva do morador quanto ao desempenho de sua casa habitada, com base na experiência adquirida com o bem (BRASIL, 2014). Desta forma, caracteriza-se como uma avaliação pós-ocupação, sem considerar a visão técnica. O referido trabalho pressupõe que na avaliação do morador não há como dissociar a casa como espaço físico do ato de morar (BRASIL, 2014) e nesta linha os itens de pesquisa relacionaram aspectos negativos e positivos de uma casa habitada, como por exemplo, perguntas sobre a qualidade da iluminação, percepção de temperatura e problemas relacionados à umidade, ou seja, itens que abordam o desempenho da edificação. A

Figura 4 apresenta as questões relacionadas ao constructo “unidade habitacional”. Contudo, o instrumento de coleta é mais amplo e organizado nos seguintes constructos: unidade habitacional, entorno, inserção urbana e satisfação geral com a habitação (BRASIL, 2014).

Figura 4 - Questões relacionadas ao constructo unidade habitacional (adaptado de Brasil (2014))

Unidade habitacional	Concordo Plenamente						Discordo Plenamente
	7	6	5	4	3	2	1
1. A minha casa é bem iluminada.	7	6	5	4	3	2	1
2. Não temos problemas graves de umidade (ou goteira).	7	6	5	4	3	2	1
3. A temperatura da minha casa é desagradável (muito quente ou muito fria).	7	6	5	4	3	2	1
4. Os cômodos da casa são bem distribuídos.	7	6	5	4	3	2	1
5. A minha casa é muito pequena.	7	6	5	4	3	2	1
6. Estou muito satisfeito com a moradia.	7	6	5	4	3	2	1

A população do estudo do IPEA refere-se a uma amostra de 7.252 moradias, sendo 6.241 unidades amostradas por regiões e 1.011 entrevistas para os cinco estudos de caso. Todos os empreendimentos referem-se à Faixa I do PMCMV, devido sua elevada importância no déficit habitacional. De acordo com o referido estudo, o número total de moradias amostradas representa aproximadamente 2,96% do tamanho populacional da Faixa I do PMCMV. O instrumento de coleta (questionário) da referida pesquisa foi desenvolvido a partir de

diferentes testes e atividades: (a) entrevistas no campo por meio dos estudos de casos específicos - com estrutura de questionário ampliada para verificar de forma mais completa as informações dos moradores em relação às suas moradias - levantando as questões consideradas mais relevantes, como forma de comparar com as informações das amostras aplicadas em cada empreendimento; (b) por análise fatorial exploratória e análise fatorial previamente dimensionada - com o emprego da técnica de componentes principais e rotação ortogonal – para verificar se as afirmações permitiram discriminar as famílias por suas percepções com relação a casa em uso, bem como verificar se as dimensões propostas pelos pesquisadores foram percebidas pelos moradores; (c) análise de confiabilidade de escala do instrumento de coleta empregado (BRASIL, 2014).

Ainda, na análise da pesquisa do IPEA, os itens relacionados ao desempenho das edificações referem-se ao conforto lumínico, presença de umidade, conforto térmico, dimensões e distribuição dos cômodos e a satisfação geral com a moradia. A escala de respostas empregada possibilita ao morador discordar ou concordar com a afirmação de forma escalar, com sete (7) pontos (*Likert*). Como resultado quantitativo a Tabela 1 apresenta as médias dos constructos estudados estratificados por região. A nota média atribuída pelos moradores à sua moradia no Estado do Rio Grande do sul, considerando os itens relacionados à unidade habitacional do estudo é 6,7 e a média nacional 6,6 (BRASIL, 2014). Dentre os itens de avaliação, os pontuados positivamente referem-se à distribuição dos cômodos e a iluminação, enquanto a área das unidades habitacionais e a temperatura foram pontuadas negativamente. Já a umidade foi percebida de forma diferente em cada região (BRASIL, 2014).

Tabela 1 - Resultados da avaliação da satisfação dos moradores com relação às unidades habitacionais (adaptado de Brasil (2014))

Regiões	Iluminação	Umidade	Temperatura	Distribuição	Área
Norte	7,71	7,75	3,78	8,50	4,47
Nordeste	9,22	6,84	5,86	8,76	5,38
Sudeste	8,85	4,78	5,44	6,80	4,36
Sul	8,92	5,60	5,10	7,95	4,79
Rio Grande do Sul	9,45	5,57	4,20	8,76	5,51
Centro-Oeste	8,95	7,70	4,71	7,30	2,79
Brasil	8,91	6,21	5,34	7,88	4,66

A análise destes resultados com emprego de estratificações como região e tipologias pode apresentar ao longo do tempo a percepção dos moradores sobre itens relacionados ao desempenho das moradias (BRASIL, 2014). Informações úteis para identificar os requisitos dos clientes deste segmento de mercado.

Outro resultado importante do estudo do IPEA refere-se ao método proposto, que foi concebido com elevado grau de detalhamento e a partir de técnicas estatísticas como a análise fatorial, a qual possibilitou não somente testar com mais consistência um instrumento de coleta, mas também identificar e validar as dimensões de análise. Ainda, o estudo do IPEA possibilitou a redução do instrumento de coleta em itens de pesquisa representativos dos fatores identificados a partir de análise fatorial, o que facilitou a operacionalização sistemática da avaliação.

2.4.AS DIMENSÕES DA QUALIDADE E SUAS INTER-RELAÇÕES

Conformidade

Dentre as dimensões da qualidade previamente apresentadas, para diversos autores a conformidade pode ser considerada como a dimensão mais empregada dentre as demais, independente do tipo de produto ou indústria. De forma geral, é considerada fundamental para a gestão da qualidade e vem sendo discutida ao longo do tempo, sempre em paralelo com a discussão sobre o conceito geral de qualidade (ARDITI; GUNAYDIN, 1997; BURATI; FARRINGTON; LEDBETTER, 1992; BURATI JR.; MATTHEWS; KALIDINDI, 1991; FLYNN; SCHROEDERB; SAKAKIBARA, 1994; JURAN, 1988; YANG; EL-HAIK, 2009). Nesta linha, a conformidade com padrões é uma definição de qualidade sob a ótica operacional (SAVAGE; CARR, 2001), sendo importante salientar que os requisitos na produção são executar o trabalho de acordo com o especificado no projeto, utilizando o padrão de produção definido (CROSBY, 1979 *apud* ROSS, 1991; GARVIN, 2002).

Da mesma forma, para Arditi e Gunaydin (1997), a conformidade na construção civil depende de que projetos e especificações sejam claros, concisos e uniformes, bem como devem possuir características que facilitem o processo de construção. Esta afirmação deixa clara a relação dependente da conformidade do produto na etapa de produção com a etapa de projeto, podendo ser estas sequenciais ou simultâneas. Assim, pode-se dizer que existem duas linhas projetuais para o alcance da conformidade, sendo uma relacionada com os requisitos do cliente e outra complementar, que torna possível construir o produto de acordo com os requisitos do cliente. Neste sentido, caberia uma melhor interação entre projeto e produção ao entendermos que não se pode promover a qualidade sem antes definir claramente aos envolvidos o que esta significa dentro de seu contexto de atuação (JURAN, 1988).

Com o mesmo entendimento, outros autores relacionam as falhas da qualidade - considerando a conformidade – com a interação entre a etapa de projeto e a etapa de execução (BURATI *et al.*, 1992). Propõem, também, tratar da conformidade antes mesmo da etapa de produção, sugerindo usar a prototipagem na fase de desenvolvimento de um produto (YANG; EL-HAIK, 2009), o que, no caso da construção civil, pode ocorrer na fase de produção com ênfase no projeto e em melhorias de processos (SAFFARO, 2007), possibilitando trabalhar ao mesmo tempo aspectos relacionados à confiabilidade e a conformidade do produto de forma proativa (YANG; EL-HAIK, 2009).

Para Kume (1993), a variabilidade na qualidade dos produtos e a ocorrência de defeitos estão relacionadas à variabilidade dos processos de produção, incluindo os materiais, a condição dos equipamentos, o método de trabalho, a inspeção e também as condições físicas e habilidades do trabalhador. Nesta linha, para Garcia *et al.* (2005), a conformidade depende não somente da habilidade do gestor, mas também da capacidade de quem executa os processos construtivos, tendo em vista a forma artesanal de produção da construção habitacional. Operacionalmente, segundo Garcia *et al.* (2005), é importante definir os processos ou atividades de execução que determinam o bom desenvolvimento do produto final, assim como aquelas atividades críticas que são indispensáveis monitorar por terem um elevado impacto na qualidade de um processo, ou mesmo no produto final.

De forma geral, na etapa de produção a conformidade é controlada a partir de métodos que incluem o controle estatístico do processo (SPC), o padrão de qualidade para a inspeção e aceitação de serviços, avaliação de fornecedores, métodos de solução de problemas de produção e métodos de diagnóstico (YANG; EL-HAIK, 2009). Nesta linha, para aperfeiçoar a qualidade do produto verifica-se a necessidade de medir a qualidade já existente, para entender suas falhas e utilizar essas informações em melhorias de caráter corretivo e preventivo (DAS; PAUL; SWIERCZEK, 2008). Isto possibilita identificar as áreas que exigem atenção para reforçar e melhorar a qualidade do produto (DAS; PAUL; SWIERCZEK, 2008).

Confiabilidade

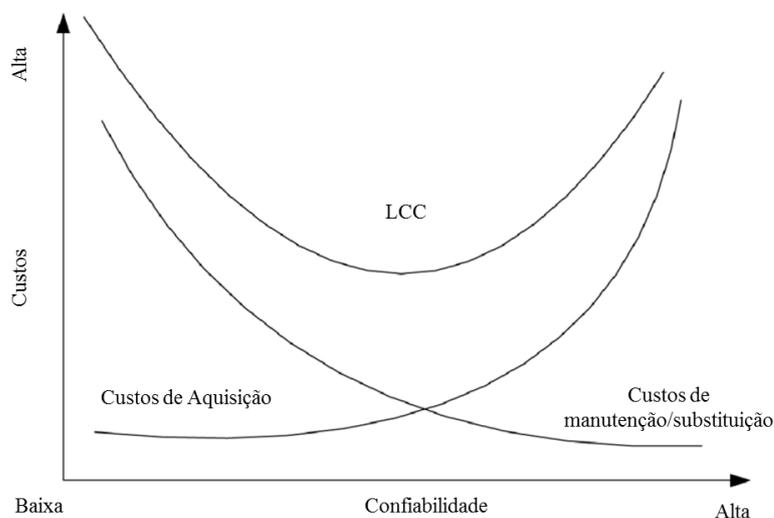
A confiabilidade define a capacidade de um sistema ou componente de desempenhar as suas funções necessárias em condições pré-estabelecidas por um período de tempo específico

(IEEE, 1999, *apud* Wu *et al.*, 2006)⁹. As medidas de confiabilidade exigem que o produto esteja sendo usado para assim aferir se o produto é adequado ao uso (GARVIN, 1987; SAVAGE; CARR, 2001). Para Garvin (1987) tanto a conformidade, quanto a confiabilidade, estão vinculadas com a abordagem de qualidade baseada na produção. Esta constatação, entretanto, é válida para a indústria de manufatura em que os produtos são testados até a falha antes de sair da fábrica, com um elevado número de variáveis controladas. No caso da construção civil, o produto é o próprio protótipo executado em seu ambiente permanente, tanto no caso de protótipos de produção, como da edificação em uso. A realização de um protótipo na etapa de execução pode ter como objetivo melhorar o desempenho dos processos construtivos, sendo relacionado aos tempos de execução e sequenciamento de atividades, entre outros (SAFFARO, 2007). Já a edificação em uso, como produto final, pode fornecer informações referentes à confiabilidade do produto, ao avaliar desempenho deste após a entrega.

Para Wu *et al.* (2006), a consideração da confiabilidade na etapa de projeto e produção afeta os custos de ciclo de vida de um sistema, considerando a soma das estimativas de custo dos sistemas desde sua concepção até seu descarte. Incluem também os custos iniciais, custos operacionais, custos de manutenção e custos de descarte ou recuperação. Assim, para os referidos autores, torna-se necessário que o produto esteja em uso para avaliar a confiabilidade do produto, projetada e produzida nas etapas anteriores. Outro ponto importante abordado por estes, refere-se à ocorrência de falhas devido aos problemas de produção que não são solucionados antes da entrega do produto ao cliente, afetando a confiabilidade e a durabilidade. Um produto não conforme tende a demandar serviços de manutenção antes do tempo esperado, movimentando negativamente o ponto de equilíbrio da curva de custos do ciclo de vida do empreendimento (WU *et al.*, 2006) (Figura 5).

⁹ IEEE (1990), IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, NY.

Figura 5 - Curva relacional entre confiabilidade e custos adaptado de (adaptado de Wu *et al.* (2006))



Para Wu *et al.* (2006), a confiabilidade é um dos elementos mais importantes para a avaliação do desempenho dos sistemas de uma edificação, o que coloca em evidência a interação entre diferentes dimensões da qualidade, como proposto por Garvin (2002). Como exemplo pode-se mencionar as falhas de controle da conformidade na etapa de produção, acarretando na entrega de um produto falho. Este produto entregue não conforme pode afetar a confiabilidade do mesmo na etapa de uso, aumentando a necessidade de serviços de manutenção ou reduzindo de sua vida útil (WU *et al.*, 2006). Ou seja, afetando seu desempenho e a durabilidade (WU *et al.*, 2006), bem como a qualidade percebida pelo usuário.

Desempenho

Segundo Blachère (1969), o conceito de desempenho está associado ao comportamento da habitação em uso. No relatório de 1982 do *Conseil International du Bâtiment – CIB*, o termo "desempenho" é utilizado para expressar o comportamento de um produto em uso, contendo determinadas características que o habilitam a atender adequadamente as funções para as quais foi projetado, em um ambiente pré-estabelecido (CIB, 1982). A ISO 6241 (1984) foi um marco importante para a aplicação do conceito de desempenho na concepção de edifícios, visto que conseguiu expressar as exigências dos usuários em termos de requisitos (LORENZI, 2013) e serviu como referência para o desenvolvimento da norma ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013). A referida norma define desempenho como o comportamento em uso de um edifício e seus subsistemas e é avaliado a partir de um segundo nível de constructos baseados

nos requisitos dos clientes, apresentados em conjunto com seus de requisitos: (a) segurança: segurança estrutural, segurança contra o fogo e segurança no uso e na operação; (b) habitabilidade: estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico; e (c) sustentabilidade: durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental.

A abordagem de desempenho sugere que todas as soluções propostas para uma edificação sejam discutidas, projetadas, avaliadas e testadas nos estágios de desenvolvimento e produção da edificação, como forma de garantir que a edificação atenderá aos requisitos de desempenho mínimos propostos (BORGES; SABBATINI, 2008). Além disso, a abordagem de desempenho também define a responsabilização para todos os intervenientes, incluindo aqueles que operam o edifício e efetuam as manutenções (BORGES; SABBATINI, 2008), o que sugere a necessidade de avaliações durante a etapa de uso. Alguns autores destacam que esse conceito pode ser ampliado por meio da agregação de termos como “atender à função ao qual foi projetado”, “durante a vida útil” e “nas condições de exposição” (BORGES; SABBATINI, 2008; MITIDIERI, 2007; MITIDIERI; HELENE, 1998; SILVA, 2010). Para Lorenzi (2013), o desempenho de uma edificação está no equilíbrio entre o meio, a função e a solução construtiva durante a vida útil.

A referida norma de desempenho estabelece certa riqueza em detalhes para requisitos, avaliações e ensaios de desempenho, direcionando o projetista para as normas pertinentes em cada subsistema da edificação, mas não estabelece com a mesma atenção a avaliação das edificações em uso, projetadas e executadas sob os preceitos do desempenho (Bernardes (2011)¹⁰ e Covelo Silva (2011)¹¹ *apud* Lorenzi (2013)). Salienta-se a preocupação de diferentes autores sobre a necessidade de avaliar adequadamente sistemas construtivos, com amparo científico nas etapas de projeto e execução, mas também o acompanhamento sistemático destas edificações ao longo do tempo, buscando coletar dados de seu desempenho durante o período estabelecido como vida útil (Bernardes (2011) e Covelo Silva (2011) *apud* Lorenzi (2013)).

Devido a esta visão de desempenho ao longo da vida útil, sua avaliação deve contemplar o parâmetro tempo, como forma de acompanhar e intervir adequadamente na qualidade das edificações durante este período. Nesta linha, o conceito de desempenho na construção civil

¹⁰ BERNARDES, G.G. (2011). Processo de revisão da Norma de Desempenho. Seminário Sinduscon, 2011.

¹¹ COVELO SILVA, M. A. (2011). Desafios da Aplicação Prática do Conceito de Desempenho e seu Impacto na Qualidade das Construções. 4º Seminário de Patologia das Construções.

pode guardar relação com o conceito de confiabilidade de produto empregado nas demais indústrias, sendo muito diferente do conceito de desempenho adotado proposto por Garvin (2002), relacionado às características principais do produto. O desempenho da edificação, assim como a confiabilidade do produto, é avaliado por meio de protótipos, ensaios e testes na etapa de projeto e produção, mas também podem ser avaliados durante o uso. Uma visão de longo prazo como sugere a abordagem de desempenho (BORGES; SABBATINI, 2008).

Qualidade percebida

Para Wankhade e Dabade (2006), a qualidade percebida é uma medida da qualidade alcançada por um produto na visão do usuário. Neste sentido, é fundamental que as medidas de qualidade foquem nas percepções dos consumidores (ou seja, a qualidade do produto percebida) e não somente em: (a) reclamações sobre a qualidade dos produtos que são oferecidos pelos fabricantes, ou (b) em medidas de qualidade do produto de natureza objetiva (STONE-ROMERO; STONE; GREWAL, 1997). Mesmo assim, a qualidade percebida pelo cliente na etapa de uso pode ser comprometida por falhas que deveriam ser tratadas antes do produto ser consumido, evidenciando as relações entre diferentes dimensões da qualidade (ZHANG, 2001). Ainda, para Stone-Romero, Stone e Grewal (1997), quando o objetivo é entender a percepção do consumidor sobre um produto busca-se identificar como ele avalia o mesmo, sem a preocupação de identificar se o produto de fato tem ou não uma determinada imperfeição. Ou seja, não se avalia o produto, mas a percepção do cliente sobre o mesmo (STONE-ROMERO; STONE; GREWAL, 1997).

Cabe destacar que o conceito de qualidade percebida possui duas abordagens: (a) a dimensão de qualidade percebida proposta por Garvin (2002) aborda que nem sempre o consumidor possui informações suficientes para avaliar adequadamente o produto e relaciona a percepção de qualidade do cliente ao ato da compra (GARVIN, 1987, 2002); e (b) em outra linha, a qualidade percebida é caracterizada pelo alto nível de abstração com relação à visão ampla de qualidade (ZEITHAML, 1988; ZHANG, 2001), por ser mais relacionada ao entendimento pessoal e individual do consumidor frente ao observado (ZEITHAML, 1988). Dessa forma, a qualidade percebida é construída durante a experiência do cliente com o produto, conceitualmente mais alinhado às pesquisas relacionadas ao valor percebido, e reconhecida como um importante componente deste último (AGARWAL; TEAS, 2002; SANCHEZ-FERNANDEZ; INIESTA-BONILLO, 2007).

No contexto da habitação de interesse social torna-se importante considerar que nas avaliações do produto habitação não há o ato da compra, mas sim a experiência do beneficiário com sua moradia ao longo do tempo.

2.5. OUTROS CONCEITOS RELEVANTES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA HABITAÇÃO

Diversos conceitos relacionados à avaliação da qualidade, relevantes para o presente trabalho, são definidos neste item.

Em relação ao conceito de conformidade, o termo não conformidade, ou seja, ausência da conformidade, vem sendo empregado como sinônimo de termos outros, tais como defeitos (RICHTER, 2007), falhas (ALEXANDRE, 2008), problemas construtivos (BERR, 2010) e patologias pela norma de desempenho das edificações ABNT NBR15575-2013 (ABNT, 2013). Também se verificam diferentes interpretações destes conceitos, como no caso dos termos falha e defeito (ATKINSON, 1987)¹² *apud* (MILLS; LOVE; WILLIAMS, 2009); (RAUSAND & KNUT, 1996), em que o primeiro refere-se a um afastamento das boas práticas devido a um erro previsto, contendo margens de desvio especificadas, que pode ou não ser corrigida antes de o edifício ser entregue (ATKINSON, 1987) *apud* (MILLS; LOVE; WILLIAMS, 2009); (RAUSAND & KNUT, 1996). Para Forcada; Macarulla e Love (2013), um defeito, por sua vez, pode ser definido como uma insuficiência de desempenho do produto que se manifesta na sua fase operacional.

Para a NBR ISO9000-2005, uma não conformidade refere-se ao não atendimento de um requisito, enquanto defeito refere-se ao não atendimento de um requisito relacionado a um uso especificado ou esperado (ABNT, 2005). Segundo a mesma norma, o não atendimento de um requisito pode levar a uma não conformidade ou a um defeito, em que o termo não conformidade pode estar relacionado a: (a) etapa de projeto com o atendimento de requisitos; (b) etapa de produção com o atendimento do referido requisito pela conformidade; (c) etapa de uso quando são identificados defeitos relacionados ao uso pretendido; e (d) etapa de manutenção na forma de ação preventiva de não conformidades de um produto.

Para outros autores, defeito é definido como um aspecto inesperado e inaceitável de desempenho, ou seja, uma deficiência esperada não é considerada um defeito (HARDIE;

¹² Atkinson, G. (1987) "A century of defects." Building, 54-55.

WALSH, 1994). Neste sentido, um produto que é anunciado como tendo uma determinada limitação não pode ser dito defeituoso se ele falhar dentro do especificado (HARDIE; WALSH, 1994). Para os referidos autores, a essência de um defeito é que este geralmente vem como uma surpresa tanto para o fornecedor quanto para o cliente. Outra definição sugerida pelos mesmos autores para o termo defeito trata da diferença entre os requisitos de desempenho e o desempenho real (HARDIE; WALSH, 1994), sendo um conceito mais fácil de ser operacionalizado.

Também cabe destacar o entendimento nesta tese do termo falha, alinhado com a visão de Helman e Andery (1995), como uma ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho aquém do requerido. Assim, entende-se que as não conformidades observadas na etapa de uso de uma edificação podem ser entendidas como falhas, tendo em vista que a mesma não perde a função inerente de moradia, mesmo nos casos de ocorrer falhas em algum subsistema.

Cabe aqui também apresentar a definição de termos empregados para descrever as partes de uma edificação, utilizados no presente trabalho. Todos eles foram adotados pela norma ABNT NBR15575/2013:

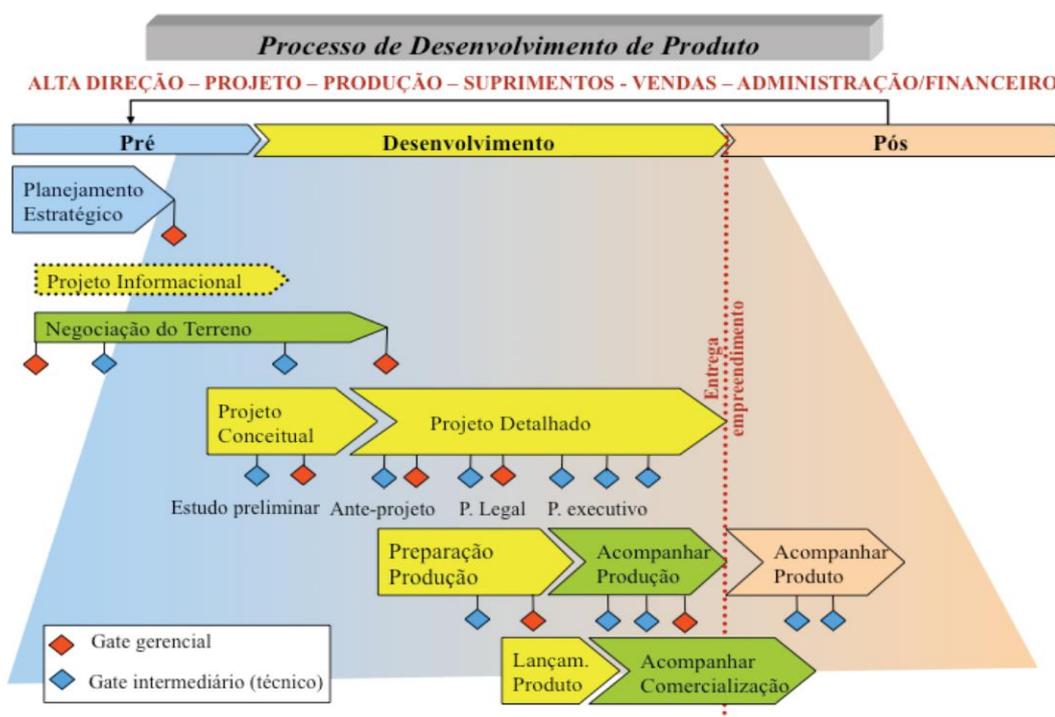
- c) Sistema - refere-se a maior parte funcional do edifício, que neste trabalho entendemos como a habitação com todos os seus subsistemas em funcionamento.
- d) Subsistema - conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma função maior que a define (exemplos: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias e cobertura).
- e) Elemento - parte de um sistema com funções específicas. Geralmente é composto por um conjunto de componentes. São exemplos: parede de vedação de alvenaria, painel de vedação pré-fabricado e estrutura de cobertura.
- f) Componente – unidade integrante de um determinado elemento da edificação, com forma definida e destinada a cumprir funções específicas. São exemplos: bloco de alvenaria, telha e folha de porta.

3. SISTEMAS COMPLEXOS E QUALIDADE

3.1.RELAÇÕES ENTRE AS ETAPAS DE UM EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO

A qualidade do produto depende fortemente da interação entre os processos de projeto e produção (ARDITI; GUNAYDIN, 1997). Por esta razão, é importante ter-se uma visão geral de todas as etapas de um empreendimento e como essas estão conectadas. No caso da habitação de interesse social os moradores raramente participam diretamente do processo de desenvolvimento do produto (PDP) (LIMA; FORMOSO; ECHEVESTE, 2011), ou seja, o processo pode iniciar com carência de informações sobre requisitos dos usuários.

Lima *et. al.* (2009) apresenta um modelo de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) para a construção civil (Figura 6), baseado no PDP genérico proposto por Rosenfeld *et. al.* (2006). Este modelo refere-se ao desenvolvimento do produto de uma empresa construtora atuante no segmento de habitação de interesse social. Nesta modelagem, Lima *et. al.* (2009) identificaram a ausência do projeto informacional, bem como a inexistência de sobreposição ou simultaneidade de etapas durante o desenvolvimento do produto habitação. O projeto informacional visa a coletar e analisar informações para auxiliar a equipe de projeto na tomada de decisão (LIMA *et al.*, 2009; ROZENFELD; *et al*, 2006), sobre o qual informações estruturadas de todas as etapas de desenvolvimento podem colaborar, incluindo informações sobre o produto na etapa de uso (ROZENFELD; *et al*, 2006).

Figura 6 - Proposta de ciclo de desenvolvimento do produto desenvolvida por Lima *et al.*(2009)

Para os referidos autores, em outras indústrias esta etapa de desenvolvimento de produto é melhor estruturada. Devido a produtos cada vez mais complexos, os projetos são desenvolvidos por equipes multidisciplinares e não por um profissional único (AHIRE; GOLHAR; WALLER, 1996). Com relação à etapa de projeto, alguns requisitos são indispensáveis na avaliação do processo de projeto (AHIRE; GOLHAR; WALLER, 1996):

- a) Ênfase na experiência de produção da equipe de projeto;
- g) Experiência de mercado da equipe de projeto;
- h) Uso de abordagens estruturadas para a tradução das necessidades dos clientes; e
- i) Emprego de abordagem multidisciplinar para o projeto do produto.

No entanto, a etapa de projeto é apontada, por diferentes autores (CHEW, 2005; FIESS *et al.*, 2004; JOSEPHSON; HAMMARLUND, 1999; MELHADO, 1997), como uma das principais fontes dos problemas observados nas edificações. Nesta fase, são definidas as características do produto, as quais vão determinar o grau de satisfação dos clientes, bem como determinar a maior parcela do custo da edificação (PICCHI, 2003). Neste sentido, esta etapa deve receber retroalimentação com o intuito de amenizar as falhas nas edificações durante as etapas seguintes. Kowaltowski *et al.* (2011) também destacam a necessidade de uma estrutura mínima para esta etapa, sendo antecedida pelo adequado entendimento e construção de um

programa de necessidades, cujo teor deve contemplar um levantamento das características e exigências do cliente e do contexto (KOWALTOWSKI *et al.*, 2011). Um fator importante para a qualidade dos projetos refere-se à disponibilidade de regras padronizadas para coleta, processamento e transmissão de informações para esta etapa (KOWALTOWSKI *et al.*, 2011; MELHADO, 2001). O projeto, além de instrumento de decisão sobre as características do produto, influi diretamente nos resultados econômicos dos empreendimentos e interfere na eficiência de seus processos enquanto informação de apoio à produção (MELHADO, 2001). Ainda, pode-se destacar a sua forte interferência na eficiência do empreendimento na etapa de uso, com relação a custos de uso, consumo de energia e durabilidade (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009; ROMÉRO; ORNSTEIN, 2003).

Na etapa de execução da obra atuam diversos agentes que influenciam a qualidade do produto final, incluindo a empresa construtora, os fornecedores de materiais e equipamentos e as empresas de serviços subcontratados. Esta etapa gera outros tipos de falhas que afetam a qualidade do produto, mas que também podem estar relacionadas às decisões de projeto, velocidade e controles de obra (FIESS *et al.*, 2004). A interação entre as diferentes etapas de uma habitação, desta forma, influencia a qualidade do produto final, pois o subproduto de um processo está relacionado a um produto anterior e pode afetar a qualidade resultante da fase seguinte (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009). Os mesmos autores destacam que deve ser considerado também o período de pós-ocupação, uma vez que a vida útil de um edifício depende da adequação das atividades de operação e manutenção.

Por esta razão, muitas das dificuldades observadas na etapa de concepção, bem como sua interface com as demais etapas, passaram a ser alvo de pesquisas (KOWALTOWSKI, 2004; MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009). Para Melhado (2001) a visão de Projeto Simultâneo reconhece as dificuldades e multidisciplinaridade de cada etapa e questiona o caráter sequencial tradicionalmente empregado no processo de projeto para a construção de edifícios, sendo o Projeto Simultâneo um modelo dinâmico para o processo de projeto. As implicações do uso de modelos dinâmicos em um processo de projeto são sua melhor estruturação para que questões técnicas e organizacionais, inerentes ao que foi projetado, sejam avaliadas em conjunto (EASTMAN *et al.*, 2011).

3.2.IMPORTÂNCIA DO PENSAMENTO SISTÊMICO NA GESTÃO DA QUALIDADE

Em que pese à importância da gestão da qualidade como indutora na interação entre etapas, para Conti (2006), o significado amplo da qualidade e dos conceitos de gestão de qualidade devem ser entendidos no âmbito do pensamento sistêmico. Há a necessidade de um novo paradigma de gerenciamento da qualidade, baseado na teoria de sistemas (CONTI, 2006). Para o referido autor, devem-se estender os conceitos de gestão da qualidade estruturados no nível tangível de transações econômicas, para o nível intangível das relações sociais, visando criar valor para as pessoas, organizações e sociedade.

Em uma visão ampla das relações em forma de sistemas, para Conti (2013), o sistema de uma organização está inscrito em outro sistema, denominado de transacional que, por sua vez, está inscrito em um supra sistema. Na Figura 7, adaptada de Gharajedaghi (1999) *apud* (CONTI, 2013), são apresentadas as relações entre a organização e os sistemas externos. O sistema da organização refere-se à área de controle da organização, enquanto o ambiente transacional recebe influência do sistema da organização e de todos que interagem com o mesmo, tais como fornecedores e diferentes tipos de clientes. O supra ambiente se caracteriza por sua independência e inclui os mercados, os consumidores que a empresa está buscando e a administração pública. No entanto, os limites entre o ambiente transacional e o independente não aparecem tão claros (CONTI, 2006).

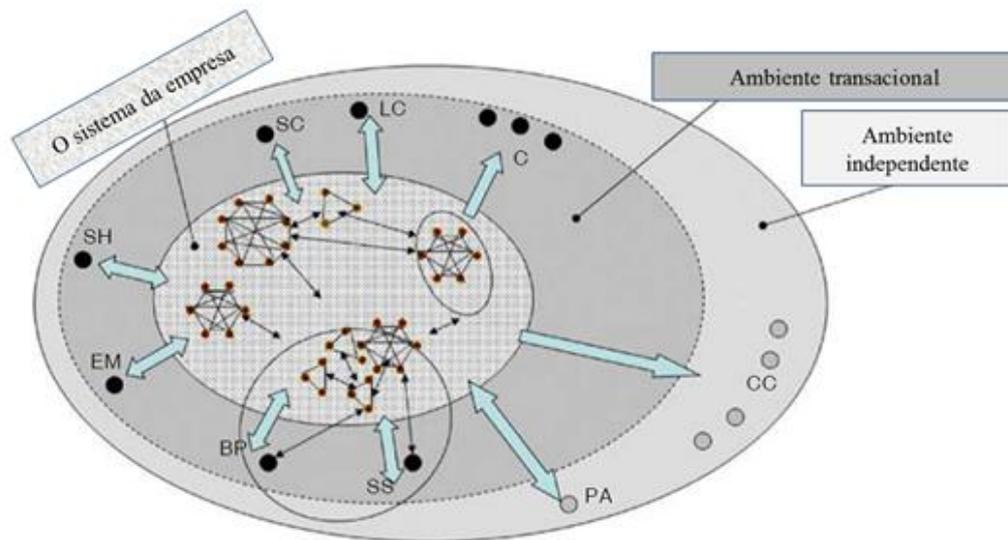
A desconsideração de uma relação sistêmica entre projeto, produção e uso das edificações pode ser um grande inibidor para a gestão da qualidade destes empreendimentos. Holisticamente a construção pode ser considerada como um sistema que envolve diversas pessoas, as quais desenvolvem as tecnologias para os usuários visando atingir as metas que são estabelecidas por pessoas envolvidas na construção ou modernização de infraestruturas e edifícios (ABOWITZ; TOOLE, 2010).

Na direção de alcançar contínuas e efetivas melhorias, as empresas envolvidas no trabalho (empresa construtora e seus intervenientes) necessitam de um sistema de qualidade estruturado, dinâmico, flexível e orientado para o cliente, ou seja, a visão externa (BARRETT, 2000). Ainda para o mesmo autor existem incompatibilidades de interesses entre os agentes que reforçam a necessidade de uma visão sistêmica. Um sistema da qualidade no setor da construção deve ser flexível, com uma abordagem que reúna critérios definidos a

partir de um consenso entre os intervenientes, e que seja adaptável ao contexto e orientado para o cliente (BARRETT, 2000).

Conti (2013) sugere um sistema de organização que possibilite a permeabilidade mútua dos subsistemas internos, o que, segundo o mesmo autor, melhoraria a interação do sistema de gestão da qualidade por toda a empresa, facilitando a entrega de valor a todos os interessados (CONTI, 2013).

Figura 7 - Sistema de uma organização e sua relação com o meio (adaptado de CONTI (2006))



Notas: SH, Acionistas; EM, Empregados; BP, Parceiros de negócios; SS, Fornecedores estratégicos; SC, Clientes estratégicos; LC, clientes fidelizados; C, Clientes sem relacionamento com a empresa; CC, Clientes da concorrência; PA, Administração pública

Fonte: Elaboração de J. Gharajedaghi, *Pensamento Sistêmico*, (pp. 30-32)

Na mesma linha, Hardie e Walsh (1994) entendem como interação uma transação entre partes interessadas, com o objetivo de negociar, trocar produtos, serviços ou informação. Nesta linha, para os referidos autores, a qualidade do objeto da interação torna-se um atributo de negociação importante. Com o propósito de orientar as ações de melhoria das relações com ênfase em qualidade, Hardie e Walsh (1994) consideram necessária a criação de um modelo de sistema que contemple as interações discutidas. Dessa forma, para os mesmos autores, os modelos formulados devem atender o que segue: (a) ter uso prático; (b) estabelecer a definição de qualidade para o objeto em negociação por consenso das partes; (c) identificar pontos de negociação que contribuem para a presença ou ausência de qualidade; (d) diagnosticar a ausência de qualidade; e (e) possibilitar retroalimentação, tendo em vista que, partes envolvidas e cientes das relações de qualidade possibilitam análises de retorno, tais como: expectativas alcançadas, exigências de qualidade adequadas, ou o grau de confiança

entre o cliente e o fornecedor. Para os mesmos autores, cada forma de falha de qualidade tem os seus próprios sintomas, sendo possível reconhecer suas fontes pelo exame dos mesmos. Por exemplo, se um grande número de defeitos é relatado, a primeira relação a examinar é a de desempenho real frente aos requisitos de desempenho (HARDIE; WALSH, 1994).

De acordo com Atwater e Pittman (2006), quando os propósitos intrínsecos a um determinado negócio não são entendidos, os seus subsistemas e suas partes não são reconhecidos e, assim não são devidamente gerenciados. E para gerir eficazmente um sistema social, os gestores devem compreender as motivações que influenciam o comportamento dos vários elementos do sistema. Entender por que as partes do sistema comportam-se de determinada forma permite reconhecer as preocupações sobre esses subsistemas diferentes que devem receber maiores atenções pelo gerenciamento (ATWATER; PITTMAN, 2006). Em resumo, esse entendimento é essencial para criar mudanças sem perder agilidade e competitividade frente à economia, e pode ser obtida com uma abordagem holística para uma compreensão do sistema frente ao contexto (ATWATER; PITTMAN, 2006).

Para Bertrand e Guillemet (1988), a tomada de decisões em uma organização ou em um sistema depende das informações disponíveis no sistema proposto. Ainda, a abordagem sistêmica pode ser considerada como a operacionalização da teoria geral dos sistemas, ou seja, uma estrutura capaz de fabricar modelos que representem os sistemas em contextos específicos e resolver problemas aos quais se deseja uma solução (BERTRAND; GUILLEMET, 1988). No caso da construção civil, a produção de um edifício é considerada um sistema organizacional temporário composto de diferentes subsistemas e componentes para o desenvolvimento, planejamento e produção de um empreendimento (WILLIAMS, 1999) inserido em uma localização e em um contexto específicos (GUL; KHAN, 2011), cujas decisões tomadas neste sistema impactam no desempenho do produto ao longo do tempo (ATWATER; PITTMAN, 2006).

3.3.PENSAMENTO SISTÊMICO

Na natureza identificam-se hierarquias de interações que, quando reconhecidas como um conjunto de elementos que interagem intimamente, denomina-se sistema (CONTI, 2006). Este, por sua vez, normalmente tem interações com outros elementos ou sistemas (CONTI, 2006). Entender o sistema e sua relação com o entorno é fundamental para a análise e a transformação das condições presentes em níveis mais desejáveis (CONTI, 2006).

O conceito de sistema, a partir de uma visão orgânica, foi desenvolvido em resposta à vertente científica mecanicista do início do século XX, a partir dos trabalhos de Bertalanffy¹³ sobre os quais se baseia a teoria geral dos sistemas, apresentada em meados do mesmo século. O pensamento sistêmico emergiu como o ponto de convergência entre as ciências, como uma maneira de interpretar a natureza e dominar a crescente complexidade dos produtos da inteligência humana (VON BERTALANFFY, 1968 *apud* BERTRAND E GUILLEMET, 1988); (GHARAJEDAGHI, 2004). Entre os sistemas, as organizações sociais são particularmente importantes. Estes sistemas de caráter humano, em que a inteligência e a capacidade de escolha os tornam únicos, são capazes de dominar e até mesmo alterar as regras do supra sistema em que estão inseridos (CONTI, 2006).

Gharajedaghi¹⁴ (1999, pp 8-9) *apud* (CONTI, 2013) apresenta as características de três diferentes tipos de sistemas:

- b) Sistemas determinísticos ou mecanicistas: há uma mente que cria e controla o sistema externamente;
- c) Sistemas orgânicos: existe uma mente orientadora que é parte do sistema e por esse motivo eles também podem ser chamados de *uni-minded* (mente única); e
- d) Sistemas sociais: são constituídos de sistemas orgânicos. Uma vez que cada ser humano contribui com uma mente orientadora, esses sistemas também são chamados de *multi-minded* (múltiplas mentes).

Cada um dos sistemas descritos, podem ser estudados sob diferentes abordagens. A abordagem tradicional de pensamento analítico tenta compreender um sistema por dividi-lo em partes menores e estudar essas partes isoladamente, a partir do conhecimento das peças, buscando explicar o comportamento do conjunto baseado no comportamento das peças (ATWATER; PITTMAN, 2006). Em contraste, o pensamento sintético começa por tentar compreender o contexto dentro do qual o sistema opera (ATWATER; PITTMAN, 2006). Assim, uma vez que o papel de um sistema no seu contexto mais amplo é compreendido, o pensamento sintético tenta explicar o comportamento do sistema com base em seu papel para o todo (ATWATER; PITTMAN, 2006). Por um lado, o pensamento analítico ajuda as pessoas a entender o que as partes fazem e como funcionam, enquanto o pensamento sintético explica

¹³ Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), biólogo austríaco, contrário à corrente científica mecanicista do início do século XX. Apresentou em seus trabalhos uma abordagem orgânica, sobre a qual um organismo é um todo e maior que a soma de suas partes (BERTRAND; GUILLEMET, 1988).

¹⁴ Gharajedaghi, J. (1999), *Systems Thinking*, Butterworth Heinemann, Boston, MA.

por que as partes fazem e o que fazem (ATWATER; PITTMAN, 2006). Para os mesmos autores, um fator crucial para a compreensão do comportamento de um sistema é observar como as partes interagem. Neste sentido, existem limitações para estudar as partes de um sistema de forma separada, destacando, assim, a necessidade de desenvolver habilidades de pensamento sintético (ATWATER; PITTMAN, 2006) e a necessidade de entender a complexidade envolvida no sistema em estudo.

O trabalho de Forrester (1971)¹⁵ *apud* Atwater e Pittman (2006) apresenta alguns fatores que podem dificultar a compreensão de sistemas com elevada complexidade:

- a) As relações de causa e efeito entre sistemas ou partes ocorrem por vezes em separado considerando espaço e tempo;
- b) Não há uma relação direta e linear entre ações e resultados de curto e longo prazo;
- c) Por causa dos dois primeiros itens, torna-se difícil aprender com os erros cometidos;
- d) A distância temporal entre causa e efeito por vezes resultam que um indivíduo ou subsistema cria uma causa e outro experimenta o seu efeito final; e
- e) Pelo mesmo motivo, o que um indivíduo aprende com o resultado de curto prazo de uma decisão pode ser completamente diferente do resultado verdadeiro de longo prazo.

Cabe notar que os fatores apontados pelo referido autor consideram a variável tempo e as complexas interações derivadas desta. Como exemplo tem-se: indivíduos diferentes e momentos distintos avaliando a causa e o efeito de uma decisão. Ao analisar uma decisão que foi tomada em um período inicial e cujo tomador de decisão não dispunha de informações ou de habilidades suficientes para avaliar seu efeito em longo prazo, considera-se que uma visão operacional do pensamento sistêmico deve incluir capacidades relacionadas com a compreensão do impacto desses fenômenos em um sistema ao longo do tempo (ATWATER; PITTMAN, 2006).

3.4. COMPLEXIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para Baccarini (1996) o que caracteriza a complexidade de um empreendimento é o grande número de partes inter-relacionadas que se destacam em termos de diferenciação, de

¹⁵ Forrester, J.W. (1971). The counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review*, 73(3), 52–68.

interdependência, ou ambos. O referido autor divide a complexidade em duas categorias: (a) complexidade organizacional: que pode ocorrer por diferenciação vertical (por hierarquia) e horizontal (por atividades ou unidades de organização), bem como pela existência da interdependência que ocorre em três tipos (mútua - sequencial - ambas); e (b) complexidade tecnológica: refere-se à variedade ou diversidade de algum aspecto de uma tarefa, quantidade de especialistas envolvidos, ou a variedade de etapas para uma mesma atividade. A interdependência tecnológica ocorre aos mesmos moldes da interdependência nas organizações. Devido à diversidade de relações que podem gerar a complexidade, esta pode ter intensidades distintas que devem ser consideradas no gerenciamento das atividades (BACCARINI, 1996; GUL; KHAN, 2011; PINTO *et al.*, 2014; WILLIAMS, 1999).

Williams (1999) destaca que os sistemas de gestão e coordenação tradicionais são considerados inadequados para conduzir projetos complexos. Esta alegação decorre das diversas dificuldades com que se depara o gestor do empreendimento ao analisar numerosos aspectos e suas interdependências entre o projeto e a execução, grande parte destes provenientes de áreas específicas sobre as quais depende-se de informações de especialistas (DA COSTA, 1995). Ainda, para o mesmo autor, a participação de diferentes intervenientes e a ocorrência de interdependências entre etapas executivas, bem como o grau de participação do cliente final nas decisões, impactam na complexidade a ser gerenciada. Williams (1999) destaca esta multiplicidade de agentes interessados - não só os óbvios, tais como, por exemplo: investidor, empresa construtora, projetistas e equipes, mas também proprietários, o público, a vizinhança, agentes públicos, entre outros.

Nesta linha, Baccarini (1996) afirma que a complexidade de um sistema pode ocorrer no fluxo informacional das organizações. Para Atwater e Pittman (2006) os subsistemas e seus componentes interagem usando vários ciclos de retroalimentação não lineares. Este fluxo complexo de interações muitas vezes cria um comportamento contraditório. Por conseguinte, aquilo que parece ser a decisão claramente adequada, muitas vezes trata-se de uma má escolha em longo prazo (ATWATER; PITTMAN, 2006).

Atwater e Pittman (2006) classificam a complexidade de dois tipos - complexidade no detalhe e a complexidade dinâmica. A complexidade do detalhe envolve inúmeras variáveis, detalhes e dados, sendo considerada linear na natureza. Este tipo de complexidade surge quando um tomador de decisão deve determinar uma decisão norteadora, ou uma satisfatória decisão relacionada com a solução para um problema, com muitas variáveis e um grande número de

possíveis soluções. O processo mais comumente utilizado para resolver problemas gira em torno da complexidade no detalhe, porque normalmente se reúnem grandes quantidades de informação e usa-se tecnologia da informação para ajudar a identificar a melhor solução (ATWATER; PITTMAN, 2006). Para os referidos autores, este tipo de complexidade considera os dados históricos, mas não observam os efeitos temporais futuros, sendo denominada também de complexidade instantânea. A complexidade dinâmica surge a partir das interações das variáveis de decisão ao longo do tempo (ATWATER; PITTMAN, 2006). Este tipo de complexidade pode ocorrer mesmo em situações muito simples, com algumas variáveis envolvidas. No entanto, a complexidade dinâmica é muito difícil de visualizar por envolver relações de causa e efeito sutis e de longa duração e nem sempre óbvias (ATWATER; PITTMAN, 2006).

Nesta linha, Williams (1999) busca ampliar o conceito de complexidade, que inclui o conceito proposto por Bacarini (1996), denominado de complexidade estrutural. Williams (1999) também inclui como segundo componente a incerteza nos objetivos e meios - como sugerem Turner e Cochrane¹⁶ *apud* Williams (1999). Assim, a proposta de Williams (1999) pode ser entendida como a complexidade no detalhe, proposta por Atwater e Pittman (2006), devido a variedade e quantidade de passos que envolvem o desenvolvimento de um projeto. Desta forma, a complexidade aumenta na medida em que todos estes elementos ocorrem em quantidade e simultaneidade, confinados em prazos reduzidos de entrega de resultados de uma organização (WILLIAMS, 1999). Contudo, a compreensão da complexidade, composta pelas dimensões anteriormente apresentadas nos modelos dos diferentes autores, deve ser complementada com a inclusão da complexidade do ambiente em que o projeto de construção se insere (GUL; KHAN, 2011), ou seja, a complexidade dinâmica das decisões e seus efeitos, como abordado por Atwater e Pittman (2006) sobre as relações em um supra sistema, discutido por Conti (2006).

O reconhecimento do contexto, de complexidade dos projetos atuais, é fundamental para a integração das etapas de projeto e construção. Os conceitos sobre gestão de projetos – no sentido de concepção, desenvolvimento e produção - precisam ser ampliados como forma de atender a evolução e as necessidades das atividades de gerenciamento destes ao longo do tempo (WINTER *et al.*, 2006). Assim, devem considerar: o aumento da complexidade dos projetos, entendendo que um projeto não é somente uma forma, mas que nele existe relações

¹⁶ Turner, JR and Cochrane, RA, Goals-and-methods matrix: coping with projects with ill-defined goals and/or methods of achieving them. **International Journal of Project Management**, 1993, 11, 93 -102.

sociais a considerar, bem como existe geração de valor ao longo da concepção de projetos, produção e uso do produto para o cliente final e, não somente, trata da geração de um produto de maneira imparcial (WINTER *et al.*, 2006).

Com relação à condução de obras de empreendimentos em ambientes sujeitos à imprevisibilidade, como o da construção civil, exige-se uma forma diferenciada de gerenciar (LAUFER; SHENHAR; DENKER, 1996). São necessárias habilidades técnicas e ferramentas que suportem o conceito de gerenciamento simultâneo, a partir de equipes multidisciplinares, controles simultâneos de planos e suas interdependências, possibilitando sobrepor as atividades de projeto e execução, bem como desenvolver e manter um sistema eficiente de comunicação (LAUFER; SHENHAR; DENKER, 1996). Embora os autores tenham direcionado suas atenções às grandes obras, suas recomendações podem ser empregadas para o desenvolvimento e produção de empreendimentos de menor escala, dentre elas o acompanhamento sistemático, considerado vital para o abastecimento de informações em todas as disciplinas envolvidas em um projeto - entendido como: todo o desenvolvimento, planejamento e produção do empreendimento (LAUFER; SHENHAR; DENKER, 1996), o que já induz a pensar em engenharia simultânea ou outro processo dinâmico e interativo entre projeto e produção.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a abordagem e o delineamento da pesquisa realizada, bem como descrever cada uma de suas etapas.

4.1. ABORDAGEM DE PESQUISA

Para Van Aken (2005) a *constructive research* (pesquisa construtiva), também denominada de *design science research*, é uma forma alternativa de produção do conhecimento, com ênfase na solução de classes de problemas por meio do desenvolvimento de um artefato (ou construção). Para Beitz (1994) a *constructive research* com frequência envolve a interação entre diferentes disciplinas e, assim como na pesquisa nas ciências tradicionais, requer um esforço de abstração envolvendo constructos, modelos conceituais e teorias. Também, para Beitz (1994), a *constructive research* envolve o estudo de sistemas técnicos (produtos e processos) e sociais (pessoas, organizações), e a sua relação com o ambiente.

Para Lukka (2003), a pesquisa construtiva apresenta as seguintes características básicas: (a) foco nos problemas do mundo real com relevância para solução prática; (b) conhecimento profundo do assunto; (c) produção de um artefato inovador significativo para a solução de um problema inicial do mundo real; (d) implementação do artefato desenvolvido para testar sua aplicabilidade; (e) vínculo entre a pesquisa, o artefato e o conhecimento teórico existente; e (f) reflexão dos resultados obtidos frente à teoria existente.

De acordo com March e Smith (1995), a aplicação da solução proposta (mesmo que em estágio preliminar) no ambiente real para o qual ela foi concebida possibilita ao pesquisador o entendimento tanto de aspectos operacionais, quanto da relação da solução com o ambiente. Este entendimento da solução dentro do seu contexto de utilização possibilita *insights* para a

melhoria da solução. Nesta etapa, denominada de *instantiation* (ou implementação), pode-se avaliar a utilidade e a aplicabilidade da solução no ambiente real (MARCH; SMITH, 1995). Segundo Hevner *et al.* (2004), o pesquisador e a organização alvo adquirem conhecimentos relacionados à compreensão do problema em estudo e à sua solução prática. Desta forma, as justificativas científicas das soluções desenvolvidas são obtidas a partir de testes no ambiente para o qual foram concebidas ((MARCH; SMITH, 1995; VOORDIJK, 2009).

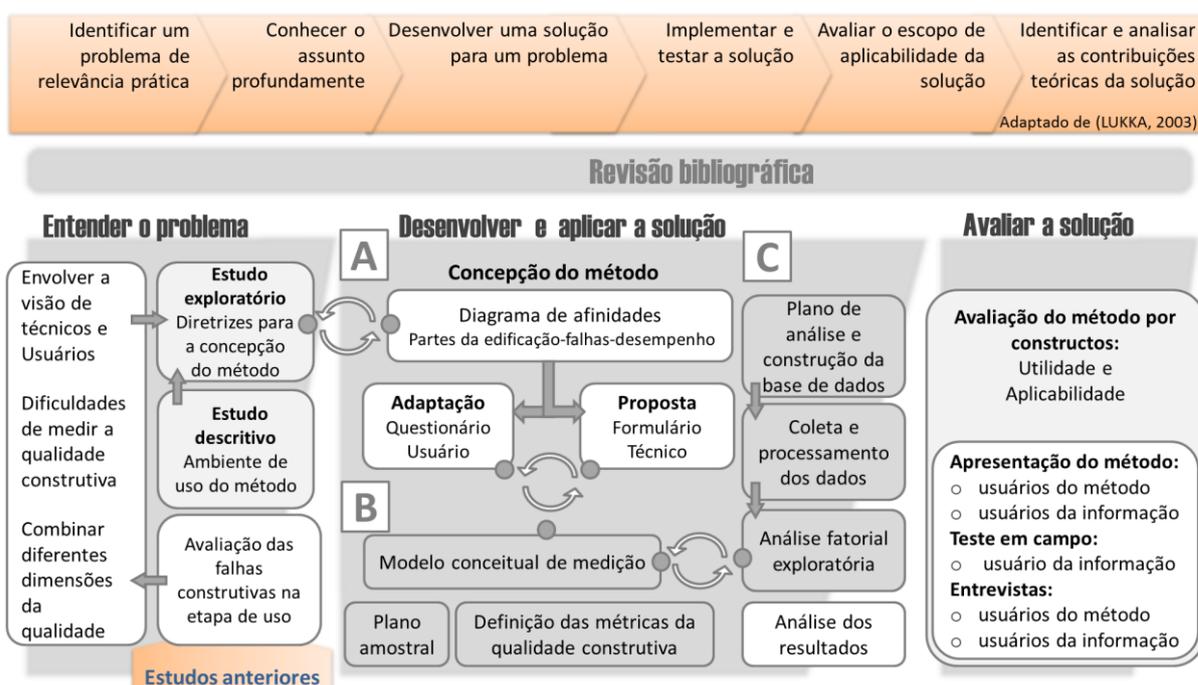
No presente trabalho, a solução proposta (ou artefato) é um **método para avaliação sistêmica e sistemática da qualidade construtiva de unidades habitacionais**. O método proposto está baseado no planejamento e desenvolvimento de uma estrutura sistêmica e sistemática de coleta, processamento e análise de dados sobre a qualidade construtiva de unidades habitacionais. Para atender ao quesito sistêmico, propõe-se, inicialmente, que o levantamento de dados será efetuado a partir de dois instrumentos de coleta (IC) aplicados em uma unidade amostral em um mesmo evento. O primeiro instrumento de coleta refere-se à visão do usuário sobre a qualidade construtiva de sua unidade habitacional. O segundo instrumento objetiva obter a visão técnica, a partir da observação direta de falhas construtivas da mesma unidade habitacional, com o preenchimento de um formulário por profissionais com formação em engenharia civil ou arquitetura. A decisão pelo emprego de uma estrutura de levantamento de dados padronizada justifica-se pela necessidade de obter indicadores comparáveis entre diferentes empreendimentos, sistemas construtivos e tipologias construtivas, entre outros fatores. No que se refere à visão técnica, optou-se por basear a avaliação principalmente em inspeções visuais, pela necessidade de realizar uma avaliação simples e rápida, em uma amostra representativa de unidades habitacionais. Grande parte das manifestações patológicas pode ser detectada por meio destas observações. Muito embora, possa haver necessidade de coletas de dados adicionais para identificar as causas dos problemas identificados a partir do levantamento efetuado com o método proposto.

O método foi desenvolvido para ser utilizado na rotina de empresas construtoras, bem como por agentes de políticas públicas voltadas para o setor habitacional, com interesse em obter informações sistemáticas da qualidade construtiva das habitações. Sua utilização sistemática possibilita: retroalimentar de informações as áreas de projeto e de execução de obras; melhorar a especificações técnicas do produto habitação; acompanhar o desempenho da edificação ao longo do tempo; e dirigir esforços para falhas consideradas sistêmicas e de maior impacto na visão do usuário.

4.2.DELINEAMENTO DA PESQUISA

Conforme indica a Figura 8, a pesquisa está dividida em três grandes etapas, as quais possuem correspondência com as etapas típicas da pesquisa construtiva, propostas por (LUKKA, 2003).

Figura 8 - Delineamento da pesquisa



A etapa inicial deste trabalho denominada de “**Entender o problema**” visou à compreensão do problema real e a identificação da lacuna do conhecimento. Buscou-se investigar como combinar a análise técnica com a percepção dos usuários, e entender as dificuldades de medir a qualidade construtiva a partir da combinação das dimensões da qualidade, assim como entender os distintos ambientes de captação e de distribuição das informações. Ao final desta etapa foram propostas diretrizes para a concepção do método.

Nesta etapa, foi realizado um estudo exploratório utilizando como referência um estudo de Bonatto *et al.* (2009), referente à avaliação da qualidade construtiva com base na percepção do usuário durante a etapa de uso de empreendimentos HIS, além de documentos da pesquisa realizada pela autora na sua dissertação de mestrado (BERR, 2010). O objetivo deste estudo exploratório foi investigar a possibilidade de combinar: (a) a qualidade da unidade habitacional com enfoque na confiabilidade e no desempenho a partir de uma inspeção

técnica; e (b) a qualidade percebida da unidade habitacional, na visão do usuário, na etapa de uso. O estudo exploratório teve início na disciplina “Pesquisa e Análise Estatística”, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS¹⁷ em 2013. A participação da autora nesta atividade ocorreu na definição dos objetivos da pesquisa, bem como contribuindo na orientação das atividades frente ao contexto de aplicação do instrumento de coleta. As atividades da disciplina consistiram em analisar e realizar ajustes no instrumento de coleta da pesquisa de Bonatto *et al.* (2009), para entender as limitações e possibilidades de combinação das visões técnica e do usuário em um mesmo instrumento. O conteúdo dos itens de pesquisa foi atualizado a partir de dados secundários de reclamações de moradores (fonte não pública). Esta base de dados foi obtida com uma empresa construtora atuante no segmento de habitação de interesse social, e que havia colaborado com a UFRGS em projetos de pesquisa anteriores. Esta atividade foi concluída com a aplicação teste do instrumento de coleta exploratório visando à obtenção de diretrizes para a formulação do método.

Cada um dos estudos anteriores contribuiu para a concepção da estrutura do método proposto. A estrutura de instrumento de coleta proposta por Bonatto *et al.* (2009) auxiliou na organização dos itens de pesquisa. O referido trabalho foi desenvolvido durante o Projeto de pesquisa QualiHIS em que foram analisadas falhas construtivas em três empreendimentos concluídos do Programa de Arrendamento Residencial - PAR na região metropolitana de Porto Alegre – RMPA no Estado do Rio Grande do Sul. No trabalho de BERR (2010) foram coletados dados em empreendimentos vinculados ao programa MCMV – Fase I, na RMPA e nas cidades de Caxias do Sul e Pelotas, no Rio Grande do Sul. Neste referido estudo, buscou-se identificar os processos construtivos que mais impactam na qualidade do produto habitação, com base na bibliografia, na percepção de especialistas e nas reclamações de usuários. Assim, estes estudos anteriores contribuíram para a pesquisa atual a partir da investigação das formas de obtenção e de utilização de informações das edificações na etapa de uso para a melhoria da qualidade nas etapas de projeto e produção dos empreendimentos.

Ainda nesta etapa, foi realizado um estudo, de caráter descritivo, com o propósito de entender o contexto no qual atuam os potenciais usuários das informações a serem geradas pelo método. Para isto, a partir de uma análise documental, foi elaborado um diagrama de entidades para entender o ambiente no qual o método proposto pode ser inserido.

¹⁷ Participaram do estudo exploratório: Márcia Echeveste (Professora responsável); Gennaro Anesi (bolsista de estatística); Juliana Mastella (auxiliar de pesquisa de estatística); Leticia Ramos Berr (aluna de doutorado e colaboradora); Camila Viviane Lopes; Débora Righi; Fernanda Bianchi Pereira da Costa; Josué Argenta Chies; Rafael Burin Fávero; Rodrigo Sanches (demais participantes - alunos da disciplina).

A segunda etapa, denominada de “**Desenvolver e aplicar a solução**”, foi dividida em três fases:

- (a) Concepção do método, com base nas diretrizes do estudo exploratório, incluindo o desenvolvimento dos novos instrumentos de coleta, contendo as visões do técnico e do usuário. Para esta atividade foi desenvolvido um diagrama de afinidades que relaciona as partes das edificações, causas prováveis na fase de obras, falhas observadas na fase de uso e o comprometimento do desempenho da edificação para a cada uma das falhas;
- (b) Estabelecimento do plano amostral, e de parâmetros de medição e de coleta para a avaliação da qualidade a partir de um modelo conceitual de medição. Esta fase foi realizada de forma concomitante com a primeira; e
- (c) Aplicação do método (coleta, processamento e análise dos dados) em uma amostra de empreendimentos, com o objetivo de avaliar a utilidade e a aplicabilidade do mesmo.

O diagrama de afinidades desenvolvido na fase “a” de atividades foi empregado como fonte de informações para o conteúdo do instrumento de coleta de dados do método. O mesmo foi construído e avaliado com a participação de acadêmicos e profissionais das áreas de engenharia civil e arquitetura, incluindo técnicos da CEF, que contribuíram particularmente na identificação das principais falhas que impactam na qualidade e desempenho de empreendimentos de HIS na etapa de uso. Os principais resultados desta atividade foram: (a) levantar os itens de qualidade falhos através de dados secundários; (b) categorizar os itens de qualidade falhos; (c) propor itens de pesquisa de análise técnica e adaptar os itens de pesquisa sobre a percepção do usuário; e (d) desenvolver a estrutura e avaliar fidedignidade do instrumento de coleta de dados. Assim, com base no diagrama o instrumento de coleta de dados da análise técnica do método foi desenvolvido. Esta atividade esteve vinculada a uma nova edição da disciplina intitulada “Pesquisa e Análise Estatística”, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS¹⁸ em 2014. A participação da autora nesta atividade deu-se pela orientação dos objetivos da pesquisa, bem como direcionando as atividades frente ao contexto de aplicação do instrumento de coleta e das diretrizes propostas no estudo exploratório.

¹⁸ Participaram da proposta inicial: Márcia Echeveste (Professora responsável); Gennaro Anesi (bolsista estatística); Leticia Ramos Berr (aluna de doutorado colaboradora); Jose Fernando Villamayor Ibarra (aluno da disciplina).

Na fase “b” o modelo conceitual de medição foi proposto, sendo definida a estrutura de constructos latentes formada pelos itens de pesquisa para a avaliação da qualidade na visão técnica e a sua relação com a qualidade percebida pelos usuários. Este modelo foi inicialmente estruturado sob a forma de um diagrama de caminhos, sem a apresentação das correlações entre os constructos latentes (HAIR *et al.*, 2005). Constructos latentes são agrupamentos de itens de pesquisa que em conjunto possibilitam avaliar em parte ou em todo um determinado constructo de nível mais abstrato em análise (BROWN, 2006; DAMÁSIO, 2012; HAIR *et al.*, 2005; MALHOTRA, 2006). Também nesta fase o plano amostral e o as técnicas de medição foram estabelecidos, com destaque para a: frequência de ocorrência, fração atribuível populacional e análise de confiabilidade de produto.

A fase “c” foi subdividida em quatro subfases: (a) plano de análise de dados, contemplando a construção da base de dados; (b) coleta e processamento dos dados com a aplicação das técnicas de medição; (c) análise fatorial exploratória como forma de avaliar o modelo conceitual de medição inicial e a fidedignidade do instrumento de coleta; e (d) análise dos resultados obtidos com a aplicação do método, considerando o processo de obtenção das informações e a própria informação obtida, ou seja, o produto do método.

Os produtos da interação entre as fases são: (a) modelo conceitual de medição inicial e final; (b) diagrama que relaciona possíveis falhas na etapa de obra, os efeitos das falhas após a entrega das habitações e as relações destas falhas com o desempenho das habitações – organizado por sistema construtivo; (c) proposta de instrumento de coleta de dados padronizado; (d) plano amostral; (e) aplicação do pré-teste; (f) proposta das métricas da qualidade construtiva; (g) identificação dos constructos latentes do instrumento de coleta; e (h) apresentação dos resultados obtidos com a aplicação do método.

Na terceira e última etapa, denominada de “**Avaliar a solução**”, os resultados obtidos foram apresentados e discutidos com os usuários do método e com os usuários da informação resultante do mesmo. Os resultados compreendidos pela estrutura e os resultados da aplicação do método foram apresentados em diferentes eventos para divulgação e captação de possíveis contribuições para o refinamento do método. Todos os eventos tiveram o propósito de: (a) avaliar as observações em campo frente à experiência dos participantes sobre o tema; (b) obter subsídios para o refinamento dos indicadores de qualidade; (c) avaliar a utilidade das informações resultantes; (d) avaliar a aplicabilidade do método em processos internos da organização; (e) avaliar o método no seu ambiente de operacionalização; e (f) avaliar a

possibilidade de uso das informações na tomada de decisão. Como produtos desta etapa são apresentados diretrizes e adequações expressas pelos potenciais usuários do método e da informação. Por fim, esta etapa buscou também analisar as contribuições teóricas da pesquisa com base em dois constructos estabelecidos: utilidade e aplicabilidade. A análise da utilidade visa verificar a relevância da informação obtida com a aplicação do método, enquanto a aplicabilidade propicia uma análise crítica de como o método pode ser operacionalizado no contexto da habitação de interesse social.

4.3. ENTENDER O PROBLEMA

4.3.1. Estudo descritivo - análise do contexto de implantação do método

Esta análise foi baseada principalmente em duas fontes documentais: (a) Portaria nº 168, de 12 de abril de 2013, do Ministério das Cidades, que dispõe sobre as “diretrizes gerais para aquisição e alienação de imóveis com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, no âmbito do Programa Nacional de Habitação Urbana - PNHU, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV”. (BRASIL, 2013; e (b) documentos referentes ao Programa De Olho na Qualidade (PDOQ) da Caixa Econômica Federal, criado em março de 2013 como um canal oficial para os beneficiários do PMCMV sanarem dúvidas ou efetuarem reclamações ou denúncias, os quais estabelecem as responsabilidades de cada interveniente no desenvolvimento, entrega e operação dos empreendimentos do PMCMV (CEF, 2016).

Foram estabelecidas algumas delimitações para a descrição do contexto de implantação do método:

- a) Foram considerados apenas os intervenientes com envolvimento direto no desenvolvimento dos empreendimentos;
- b) O escopo foi limitado apenas aos empreendimentos em área urbana, executados com o – FAR, destinados a beneficiários enquadrados na faixa I do PMCMV;
- c) Não foram contempladas as interações e os intervenientes relacionados à legalização e regularização fundiária.

As relações entre os intervenientes, nos casos de avaliações de qualidade de empreendimentos na etapa de uso, foram representadas utilizando um diagrama adaptado de entidades e relacionamentos, empregado na construção de bancos de dados (SOUZA NETO; FERREIRA NETO, 2013). Este padrão de diagrama visa estabelecer relações entre diferentes entidades e apresenta atributos que podem diferenciar ou relacionar diferentes entidades, bem como identificar possíveis necessidades de informação (SOUZA NETO; FERREIRA NETO, 2013).

4.3.2. Estudo exploratório – diretrizes para a concepção do método

Para a realização do estudo exploratório inicialmente foi efetuada a categorização dos dados (aqui não poderia ser “das informações” para não repetir a palavra dados?) organizados em uma base (não pública) denominada de base “K” no presente trabalho, e que foi obtida de uma empresa construtora atuante no segmento de habitação de interesse social. A atividade seguinte foi propor uma estrutura de coleta de dados conjugada de análise técnica e percepção dos usuários sobre os itens categorizados na referida base “K”, bem como adaptar e atualizar o instrumento de coleta proposto por Bonatto *et al.*(2009) para este fim. Por fim, um pré-teste foi efetuado e a fidedignidade do instrumento de coleta de dados exploratório foi testada. Com base nestas atividades uma lista de diretrizes para a construção do instrumento de coleta de dados final foi proposta. Cabe destacar que para a construção do instrumento de coleta de dados final foram utilizadas as diretrizes propostas nesta fase.

4.3.2.1. Caracterização da base de dados “K” empregada no estudo exploratório

A base de dados contempla informações de 1970 reclamações ocorridas entre os anos 2005 e 2008 de usuários de 12 empreendimentos já concluídos. Além das reclamações de falhas, a base de dados contém dados sobre as ações da construtora para averiguação, tratamento e solução de cada problema reclamado, bem como o tempo de resposta. A Tabela 2 apresenta os empreendimentos constantes na base de dados que possuem características construtivas semelhantes.

Tabela 2 – Características gerais dos empreendimentos da base de dados K

Empreendimento	nº pav.	UH/PAV	nº UHs total	nº prédios	Data da entrega
Ak	4	4	160	10	mar/05
Bk	4	4	160	10	mar/05
Ck	4	4	192	12	mar/05
Dk	4	8	128	4	jun/07
Ek	4	4	192	12	dez/06
Fk	5	8	144	4	jan/07
Gk	4	4	144	9	set/07
Hk	5	8	320	8	jul/07
Ik	4	4	160	10	dez/03
Jk	5	8	200	5	ago/06
Kk	5	4	160	8	nov/07
Lk	4	4	160	10	dez/03

A Tabela 3 apresenta as características dos empreendimentos da base de dados K selecionados para a coleta de dados, com base nos seguintes critérios de identificação da população: (a) possuir avaliação da percepção do usuário sobre problemas construtivos; (b) ter sido executado em alvenaria estrutural; e (c) ter sido objeto de pelo menos uma reclamação de usuário sobre problemas construtivos em sua unidade habitacional. A definição do sistema construtivo como um dos critérios de caracterização da amostra deu-se por três motivos: (a) este sistema construtivo tem ampla utilização no segmento de habitação de interesse social no país, particularmente no Estado do Rio Grande do Sul; (b) por meio da homogeneização da amostra, pode-se verificar a possibilidade da existência de manifestações patológicas com características sistêmicas em construções que empregam a alvenaria estrutural; e (c) como os estudos anteriores de Berr (2010) e Bonatto *et al.* (2009) também avaliaram empreendimentos que adotaram este sistema construtivo, foi possível realizar análises comparativas.

Os empreendimentos selecionados apresentam idades próximas de oito anos, na ocasião deste estudo, o que permitiu considerar prováveis alterações na percepção de qualidade ao longo de um período relativamente extenso. Com base nos critérios descritos, a população do estudo foi delimitada a 119 unidades reclamantes, tendo em vista que o estudo considerou apenas as unidades habitacionais que continham reclamações efetuadas à construtora. Destas, sorteou-se as unidades habitacionais para a aplicação do pré-teste com base em amostragem aleatória simples em 10%, totalizando 12 unidades habitacionais.

Para a construção do instrumento de coleta de dados exploratório, os dados da base K foram categorizados a partir da estrutura de constructos latentes proposta no trabalho original.

Tabela 3 – Características dos empreendimentos da amostra

Empreendimentos	Ak - Bk
Nº UH	160
Tipo	Apartamentos
Sistema construtivo	Alvenaria estrutural com blocos cerâmicos
Fachada	Tinta acrílica
Esquadrias	Aço
Telhado	Fibrocimento
Piso sala / dormitórios	Cimentado
Piso cozinha/área de serviço/banho	Cerâmico
Parede	Textura sobre blocos
Teto	Laje em concreto com pintura PVA
Data ocupação empreendimento	15/03/2005
Data de coleta dos dados	30/11/2013
Idade do empreendimento (anos)	8

Dentre as reclamações constantes da base K (1970), apenas 1429 foram categorizadas entre os cinco elementos construtivos – esquadrias, pintura, vedações horizontais, vedações verticais e sistemas prediais. Os referidos elementos construtivos guardam relação com os conceitos de sistemas, elementos e componentes da edificação estabelecidos pela NBR15575:2013. As reclamações foram então categorizadas em 57 diferentes problemas construtivos, que dizem respeito ao nível secundário do diagrama de afinidades (Apêndice 1). As demais foram retiradas devido à ausência de detalhamento na base de dados para sua adequada categorização. O percentual de reclamações categorizado por subsistemas da edificação está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Categorização das reclamações da base de dados K por subsistema da edificação

Subsistema	Nº de reclamações	Proporção de reclamações por subsistema (%)
Pintura	2	0,18%
Esquadrias	175	13,86%
Sistemas prediais	470	31,16%
Vedações horizontais	358	26,72%
Vedações verticais	424	28,08%
Totais	1429	100,00%

Na sistemática empregada pela empresa, as reclamações dos usuários eram aferidas pela equipe técnica a partir de inspeções. As informações sobre os reparos de falhas eram armazenadas para fins de histórico do empreendimento e uma coluna informava sobre a

pertinência da reclamação. Para a categorização dos dados da base K foram utilizadas as reclamações que continham aferição técnica.

Durante a categorização pode-se perceber que havia um grande número de reclamações relacionadas à ocorrência de mofo. Após a análise dos técnicos, muitas destas reclamações eram vinculadas à ocorrência de fissuras, causadas por diferentes problemas, tais como falhas no desempenho estrutural ou do revestimento externo ou outros problemas na execução das vedações em fachadas, as quais podem comprometer a estanqueidade. Dada a gravidade destas foi acrescentado um campo na base de dados para quantificar a ocorrência de reclamações vinculadas ao desempenho estrutural e de estanqueidade.

4.3.2.2. Adaptação do instrumento de coleta original para o estudo exploratório

As partes um, dois e três do questionário original foram mantidas para a identificação da percepção dos usuários sobre a qualidade das habitações. A quarta parte sofreu modificações para incorporar, além da visão do usuário, a visão técnica sobre as partes da edificação. Manteve-se, entretanto, a categorização das falhas por subsistemas da edificação. A Figura 9 e a Figura 10 apresentam, respectivamente, os trechos dos instrumentos de coleta do estudo original e do estudo exploratório, relacionados ao elemento construtivo “paredes”, para análise comparativa das alterações. Para o estudo exploratório foram incluídos campos relacionados às observações do técnico em paralelo com a percepção do usuário, para cada item, bem como um item que avalia a relação da falha observada com possíveis comprometimentos estruturais e de estanqueidade da edificação. Cabe observar que termos como rachaduras, reboco, entre outros, foram empregados para facilitar o entendimento e a resposta dos usuários sobre os itens pesquisados. O entendimento da equipe de pesquisa foi de que o uso destes termos não comprometeria as observações técnicas de fissuras, do estado dos revestimentos e demais falhas observáveis.

Figura 9 - Trecho referente às falhas do subsistema paredes do estudo original

Esta etapa avalia a **qualidade de cada sistema** e respostas do tipo “SIM” estão relacionadas à existência de problemas percebidos pelo usuário/morador

4.1. Com relação às PAREDES do seu apartamento:	Sim (1)	Não (0)
(a) Há rachaduras?		
(b) Há infiltração, mofo ou umidade?		
(c) Falta acabamento (reboco/azulejo/pintura) em alguma parede?		
(d) Há irregularidades no reboco?		
(e) O reboco está caindo ou quebrado?		
(f) Os azulejos estão soltos, sem rejunte ou faltam peças?		
(g) Há bolhas na pintura da parede ou está descascando?		
(h) Há manchas ou falhas na pintura da parede?		

Figura 10 - Trecho referente às falhas do subsistema paredes do estudo exploratório

Observação do pesquisador localizado na porta da UH	Usuário		Pesquisador		
	Sim (1)	Não (0)	Sim (1)	Não (0)	Estrutural (A) Estanqueidade (B)
4.1. Com relação às PAREDES da sua casa:					
(a) Há rachaduras?					
(b) Há infiltração, mofo ou umidade?					
(c) Falta acabamento (reboco/azulejo/pintura) em alguma parede?					
(d) O reboco está caindo ou quebrado?					
(e) Os azulejos estão soltos ou sem rejunte?					
(f) Há bolhas na pintura da parede ou está descascando?					
(g) Há manchas ou falhas na pintura da parede?					

Ainda com base nos dados categorizados, a existência de reclamações relatando telhas soltas, infiltração e goteiras em apartamentos do último pavimento, somada à constatação de pertinência das reclamações por parte da construtora, acrescentou-se o subsistema construtivo cobertura, vinculado à categoria de vedações horizontais.

4.3.2.3. Avaliação da fidedignidade do instrumento de coleta de dados exploratório

O pré-teste foi realizado em 10 % da população do estudo com o propósito de identificar oportunidades de melhoria no instrumento de coleta exploratório, em especial as relacionadas às dificuldades da observação técnica em paralelo à percepção do usuário. Para a análise da fidedignidade do instrumento de coleta foram utilizados, inicialmente, como indicadores, o *Alpha* de Cronbach e o coeficiente de *Kuder-Richardson* – Fórmula 20 (KR20). KR20 é uma medida de consistência interna para medidas com itens dicotômicos (CORTINA, 1993),

sendo análogo ao *alfa* de Cronbach (CRONBACH, 1951), com a diferença de que este último também é usado para medidas não-dicotômicas (CORTINA, 1993). No método de KR20, para cada questão ou item avaliado o padrão de respostas é binário, ou seja, só pode ser “sim ou não”, “0 ou 1” (CRONBACH, 1951). Ambos possibilitam medir a correlação entre as respostas dos itens e o constructo investigado. O *Alpha* de Cronbach encontrado para este instrumento de coleta (0,45) e para cada agrupamento de observações apresentou baixa correlação com valores próximos de zero.

Embora os indicadores em agrupamento tenham apresentado *Alpha* de Cronbach abaixo de valores aceitáveis (sendo recomendado acima de 0,7), destaca-se o agrupamento telhados, cujos cálculos sugerem a sua retirada para a melhoria do instrumento de coleta, com uma elevação substancial na consistência interna do indicador para 0,63 (Tabela 5). Mesmo que cada subsistema tenha apresentado valores de fidedignidade abaixo do esperado, os mesmos não podem ser excluídos, pois o conjunto de itens deve estar contido em qualquer instrumento que tenha a função de avaliar a qualidade de uma construção.

Os resultados deste teste indicaram a necessidade de rever a estrutura de agrupamento dos itens de pesquisa e buscar novas fontes de dados para estabelecer aqueles itens que devem ser avaliados. Cabe destacar, contudo, que o tamanho da amostra é pequeno, o que pode comprometer a resposta do indicador devido à relação entre o número de variáveis e o número de observações. A Tabela 5 apresenta o *Alpha* de Cronbach se um determinado agrupamento for eliminado da análise. A análise foi feita com o emprego do *software* SPSS versão 10.

Tabela 5 – Fidedignidade do instrumento de coleta - *Alpha* de Cronbach – SPSS10

	Escala media se o item for retirado	Variância de escala se o item for retirado	Correlação total do item corrigido	<i>Alpha</i> de Cronbach se o item é retirado
Paredes	20,30	13,789	0,360	0,325
Piso/ Teto	20,20	14,178	0,446	0,329
Pintura	20,50	13,167	0,522	0,279
Portas/ Janelas	20,70	14,011	0,214	0,362
Inst. Elétrica	19,90	17,433	0,333	0,496
Inst. Hidrossanitária	20,10	12,544	0,507	0,255
Telhado	15,10	6,322	0,165	0,633

4.3.2.4. Dificuldades para a construção do instrumento de coleta

No estudo exploratório, foram identificadas algumas dificuldades para a construção de um instrumento de coleta de dados para avaliação da qualidade das habitações:

- a) O instrumento de coleta desenvolvido mostrou-se adequado para elementos construtivos que podem ser avaliados de forma visual, tais como paredes, pisos, tetos e esquadrias. Para alguns itens, existem dificuldades de observação devido a restrições de acesso, ou pela necessidade de ferramentas para identificar manifestações patológicas, tais como instalações elétricas e hidrossanitárias.
- b) Houve dificuldades em adequar todas as questões a um número reduzido de constructos, tais como o comprometimento “Estrutural” e “Estanqueidade” propostos no estudo exploratório. Alguns itens de pesquisa não possuíam relação com estas categorias, como, por exemplo, os itens de instalações elétricas. Mesmo assim, a proposta de uma classificação mais específica de como uma determinada falha compromete a edificação pode ser empregada para diferenciar os problemas que geram maior comprometimento no desempenho da edificação.
- c) Identificou-se a necessidade de propor uma nova estrutura do instrumento de coleta de análise técnica para que a obtenção das respostas seja mais rápida e, também, para possibilitar flexibilidade para a categorização dos dados. Também, verificou-se a necessidade de reorganizar os agrupamentos e rever os itens de pesquisa como forma de melhorar sua fidedignidade estatística.

4.3.2.5. Cruzamento de informações entre etapa de uso e a etapa de execução das edificações

Foi realizado um cruzamento dos dados sobre manifestações patológicas com os resultados dos dois estudos anteriores. Este cruzamento teve o propósito de identificar o formato adequado das informações coletadas em inspeções na etapa de uso dos empreendimentos para que as mesmas possam (a mesma é o que? Se for etapa ok, se for informações terá que alterar para “...as mesmas possam...”) retroalimentar as etapas de projeto e de execução dos empreendimentos (creio que aqui é melhor repetir “empreendimentos, senão na mesma frase ficarão mesma e mesmos. Assim, foi possível estabelecer um fluxo de informações para uma possível transferência de informações entre a etapa de uso de uma edificação e a de execução de empreendimentos futuros. Para tanto foram utilizadas as reclamações dos usuários

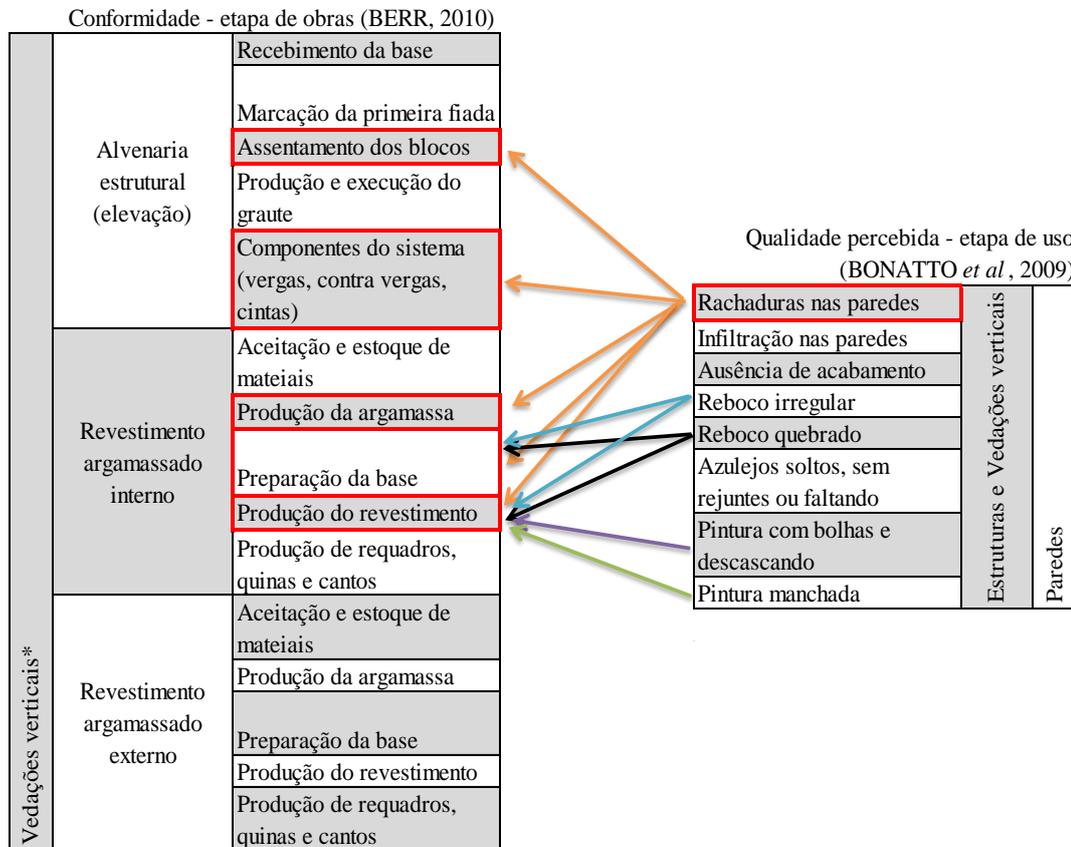
previamente categorizadas por Bonatto *et al.*(2009) e os itens de controle de qualidade em obras proposto por Berr (2010).

A Figura 11 apresenta um trecho do cruzamento de informações dos dois trabalhos para verificar a possibilidade de uso das informações considerando a necessidade de retroalimentação a partir das reclamações. As tentativas de relacionar as informações das duas pesquisas revelaram a dificuldade de vinculações diretas entre os dados. A diferença no nível de detalhamento das informações pode impedir um uso direto daquelas obtidas por parte dos usuários, na etapa de uso, para definir itens de controle de qualidade nas obras. Outro problema acontece pela sobreposição de etapas de construção, que inibe a identificação direta de uma falha após a obra estar concluída, diferentemente do que ocorre ao longo da obra, com observações sobre cada estágio da construção de forma independente e contínua.

Por exemplo, os itens de controle de conformidade estão organizados de forma separada para cada estágio da obra, enquanto os itens relacionados à qualidade percebida pelos usuários podem ser relacionados a mais de uma etapa ou subsistema da edificação. Os itens acompanhados na etapa de obras visam a inibir o surgimento das referidas falhas na etapa de uso a partir do controle das atividades ao longo do processo construtivo.

O principal problema na vinculação entre os dois trabalhos é que a visão da qualidade, em cada estudo, provém de diferentes agentes em avaliações que ocorrem em momentos distintos. Desta forma, identificou-se a necessidade de relacionar estas avaliações como forma de gerar um fluxo contínuo de informações entre as diferentes etapas, em um grau adequado de detalhamento, para o uso na tomada de decisão dos diferentes agentes nas etapas que antecedem a entrega da edificação.

Figura 11 – Cruzamento de informações em trabalhos anteriores - itens de controle da conformidade (BERR, 2010) e reclamações dos usuários (BONATTO *et al.*, 2009)



4.3.3. Discussão final desta etapa

Com base na construção e avaliação da fidedignidade do instrumento proposto para a coleta de dados, neste estudo exploratório, e nas limitações de vinculação entre informações da etapa de uso com a etapa de obras, verificou-se a necessidade de propor um modelo conceitual de medição. O referido modelo deve considerar estas questões de modo a possibilitar a utilização sistemática da avaliação e facilitar a transferência de informações entre as diferentes etapas de projeto e produção em uma empresa construtora, disseminando informações úteis para os demais agentes do setor, tais como agentes vinculados ao desenvolvimento de políticas públicas em habitação. Assim, as informações devem conter uma estrutura de categorização e de estratificação capaz de permitir sua distribuição de forma alinhada às necessidades dos diferentes interessados.

Uma avaliação da confiabilidade e desempenho adequada necessita de informações longitudinais sobre a edificação, como forma de avaliar os tempos de falha e parada dos

sistemas e, a partir da análise da vida útil de cada parte, obter uma avaliação quantitativa da confiabilidade das edificações. Da mesma forma, a avaliação da percepção de qualidade construtiva dos usuários necessita ser avaliada de forma a possibilitar a comparação com a análise técnica, bem como considerar a variável tempo. Alguns itens, embora qualitativamente identificados como essenciais para a avaliação da qualidade de uma edificação, não apresentaram a fidedignidade estatística esperada. Assim, é necessário identificar um equilíbrio entre eles, devido à amplitude de observações necessárias para a aferição e, também, à necessidade de se possuir um instrumento de coleta alinhado com as reclamações dos usuários e com as alterações no tipo de manifestações patológicas ao longo do tempo.

4.4. DESENVOLVER E APLICAR A SOLUÇÃO

Concepção do método

Como a proposta inicial era manter a relação do conteúdo do instrumento de coleta com as reclamações dos usuários, da mesma forma que nas etapas anteriores, havia a necessidade de uma base de dados atualizada de reclamações dos beneficiários, e que contemplasse as reclamações relacionadas aos empreendimentos da população em estudo. Houve, contudo, dificuldade de disponibilização da base de reclamações solicitadas pela equipe do projeto de pesquisa para a Caixa Econômica Federal (CEF), que estava em fase de reestruturação organizacional. Buscou-se, então, trabalhar com outras fontes de evidência, distinta da que foi utilizada no estudo exploratório. Assim, optou-se pela construção de uma base de dados que contemplasse as reclamações de usuários e as manifestações patológicas discutidas na bibliografia, bem como as possíveis causas de suas ocorrências e a experiência de profissionais da área relacionados a obras do segmento de habitação de interesse social. A seguir, são descritas cada uma das atividades envolvidas na construção desta base de dados na forma de um diagrama de afinidades.

4.4.1.1. Diagrama de afinidades

As informações sobre as causas prováveis e as falhas na etapa de uso foram formuladas a partir de um diagrama de afinidades, construído com a participação de especialistas atuantes

em diferentes áreas do setor da construção. A Tabela 6 apresenta o perfil dos profissionais colaboradores nesta etapa da pesquisa.

Tabela 6 - Perfil dos profissionais colaboradores

Atuação dos profissionais	Engenharia Civil	Arquitetura e Urbanismo
Construtor	2	
Projetista	2	
Pesquisador	1	1
Analista	1	3

Estes profissionais receberam uma planilha eletrônica previamente preenchida com a categorização das partes das edificações e as informações sobre falhas obtidas na bibliografia e nas bases de dados sobre reclamações dos usuários. Estas bases de dados foram disponibilizadas por empresas construtoras e administradoras de imóveis em estudos anteriores. Estas bases de dados correspondem a 22 empreendimentos HIS em uso no período entre 2005 e 2009. Esta atividade ocorreu em duas fases. Os profissionais foram solicitados a avaliar e complementar as informações iniciais, bem como identificar as possíveis causas das falhas relacionadas às etapas de obras e de projeto. Em um segundo momento, os mesmos profissionais foram solicitados a avaliar o conteúdo total do diagrama contendo as informações de todos participantes, como forma de consolidar as informações sobre as falhas na etapa de obra, as manifestações patológicas e o possível comprometimento do desempenho das edificações na etapa de uso.

Cada subsistema construtivo, contemplando os respectivos elementos e componentes, foi relacionado a itens referentes às etapas de obra e de uso da edificação: (a) as causas de falhas possíveis de ocorrer nas etapas de projeto e de obra; (b) as falhas (manifestações patológicas) identificadas na etapa de uso; e (c) os possíveis comprometimentos do desempenho da edificação categorizados por requisitos do desempenho. Os itens do diagrama relacionados às obras executadas em alvenaria estrutural (Apêndice 2) foram selecionados para a construção do instrumento de coleta de dados.

4.4.1.2. Modelo conceitual de medição

Utilizando a estrutura básica do diagrama de caminhos, foi elaborado um modelo conceitual de medição com o propósito de organizar a estrutura básica do método proposto nesta tese.

Este modelo organiza os itens a serem pesquisados em agrupamentos afins para a formulação dos indicadores, além de propor a estrutura de medição conjunta da análise técnica e da visão do usuário. Ainda, o modelo conceitual de medição auxiliou na estruturação do instrumento de coleta de dados de análise técnica.

Devido ao número expressivo de variáveis para a avaliação da qualidade, bem como as inter-relações entre estas, mostrou-se difícil avaliar o modelo proposto sem efetuar uma coleta de dados com uma quantidade expressiva de observações como forma de verificar, não somente a fidedignidade do instrumento, mas também confirmar cada constructo proposto para a avaliação da qualidade. Desta forma, a validação do modelo ocorreu após a coleta de dados do estudo, a partir da aplicação da técnica de análise fatorial exploratória (AFE). Esta análise ocorreu em dois ciclos contendo a análise fatorial exploratória dos dados, bem como a análise fatorial *a priori*, a qual utilizou os constructos latentes propostos no modelo conceitual de medição, com o propósito de validar ou refutar a estrutura de constructos latentes proposta. Ao final da análise fatorial um modelo conceitual de medição consolidado é apresentado.

4.4.1.3. Construção dos instrumentos de coleta de dados

A proposta de instrumento de coleta considerou as recomendações do estudo exploratório. Conforme já destacado no delineamento da pesquisa, a proposta inicial de instrumento de coleta foi elaborada com a participação de alunos da disciplina intitulada “Pesquisa e Análise Estatística”, do PPGEC – UFRGS, na qual foram propostos os itens do instrumento de coleta a partir do diagrama de afinidades, sendo definida a sua formatação, assim como foi elaborada uma proposta de plano amostral para o estudo. Devido à grande quantidade de itens que o diagrama apresenta, houve dificuldade em estabelecer critérios para a redução de itens para compor o instrumento de coleta. Em paralelo o modelo conceitual de medição passou a ser desenvolvido pela autora, como forma de orientar a construção do instrumento de coleta de dados.

Outro ponto importante discutido na construção dos instrumentos de coleta refere-se às limitações das observações. Em muitos casos, a observação pode ficar comprometida por obstruções visuais. Para auxiliar na simplificação, foram desconsideradas as falhas das áreas comuns e externas. Os itens relacionados à cobertura são observados apenas na tipologia de casas e sobrados, principalmente devido à dificuldade de observação das coberturas em

edifícios de apartamentos pelo lado externo, o que impossibilita avaliar a geometria dos planos de telhado.

Por fim, cabe salientar que a proposta não considerou o uso de instrumentos de medição ou aferição, como trenas ou voltímetros. Neste sentido, os dados são obtidos a partir de inspeção visual das partes da edificação que podem ser observadas sem a remoção ou movimentação de móveis ou decorações das unidades habitacionais. Entretanto, admite-se na pesquisa o acionamento de alguns componentes – portas, janelas, interruptores – caso se verifique a necessidade.

4.4.2. Plano amostral – caracterização da população e da amostra

A identificação da população do estudo foi embasada em uma lista, disponibilizada pelo Ministério das Cidades, de todos os empreendimentos vinculados ao PMCMV, em abril de 2010. Dentre as informações disponibilizadas, destacam-se: nome, endereço completo, data da contratação, data de entrega ou estágio de obras, em área rural ou urbana, tipologia, faixa do programa e construtora.

Como forma de delimitar a população de estudo os empreendimentos foram classificados pelas Regiões Metropolitanas do Rio Grande do Sul, mais a Aglomeração Urbana do Sul, e nas três faixas do PMCMV (Tabela 7). As Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas são agrupamentos de municípios limítrofes com forte interação comercial e movimentação de pessoas para o trabalho, instituídas por legislação estadual, com vistas ao planejamento e execução de funções públicas de interesse comum (IBGE, 2012). Classificam-se como Regiões Metropolitanas o conjunto de 32 municípios do entorno da capital - Porto Alegre - denominada Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), e também, o conjunto de 13 municípios do entorno de Caxias do Sul - Região Metropolitana da Serra Gaúcha (RMSG). A Aglomeração Urbana do Sul (AUSUL) corresponde aos municípios de Pelotas, Rio Grande, Capão do Leão, São José do Norte a Arroio do Padre, (IBGE, 2012). Como o foco da pesquisa está na avaliação da qualidade construtiva das habitações na etapa de uso, houve a necessidade de identificar o sistema construtivo empregado em cada empreendimento, bem como de atualizar a data de entrega dos mesmos aos moradores. Buscou-se, então, complementar as informações da lista do Ministério das Cidades com informações das Gerências de Filial de Habitação da Caixa Econômica Federal (CEF) nas cidades de Porto Alegre, Novo Hamburgo, Caxias e Pelotas. Foram priorizadas, entretanto, as informações

sobre o sistema construtivo e a data de entrega dos empreendimentos da Faixa I, devido ao curto espaço de tempo disponível pela equipe para a conclusão da pesquisa vinculada ao projeto MCMV-CNPQ⁴. Por este motivo não se dispõe da informação do sistema construtivo para alguns empreendimentos das demais faixas. Estes estão classificados como “sistema indefinido” e não compõem o estudo. Dos 483 empreendimentos (Tabela 7), 210 foram executados em alvenaria estrutural dentro das três faixas do programa, 157 foram executados com outros sistemas construtivos e em 120 não se dispõe da informação.

Tabela 7 - Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas da amostra com empreendimentos organizados por faixa e sistema construtivo.

Região	EHIS Faixa I	EHIS Faixa II	EHIS Faixa III	EHIS Total	Sistema construtivo empregado
RMPA	37	63	24		Alvenaria estrutural
	16	76	19		Outros
	1	37	24		Indefinidos
	54	177	68	299	Totais
RMSG	7	42	0		Alvenaria estrutural
	0	21	1		Outros
	0	50	1		Indefinidos
	7	113	2	122	Totais
AUSul	8	13	1		Alvenaria estrutural
	2	9	5		Outros
	0	6	1		Indefinidos
	10	28	7	43	Totais
Outras regiões	5	5	5		Alvenaria estrutural
	4	4	0		Outros
	0	0	0		Indefinidos
	9	9	5	23	Totais
Total geral				483	

Os parâmetros para definição da população referem-se às características dos empreendimentos da Faixa I. Os demais empreendimentos seguiram a mesma regra para fins de comparação. Os empreendimentos da Faixa III não foram considerados na população do estudo devido a quantidades insuficientes de empreendimentos para a comparação com as demais regiões e faixas. Ainda para a definição da população do estudo, buscou-se selecionar os empreendimentos que durante a coleta de dados possuísem entre um e cinco anos de uso, fase em que possíveis manifestações patológicas já estivessem aparentes nas edificações.

Na estratificação dos empreendimentos por regiões geográficas optou-se por analisar apenas empreendimentos da RMPA e da AUSul, por serem as regiões que guardam distância entre si,

e que se pode atribuir possíveis diferenças entre as populações de empreendimentos. Além disto, ambas possuem um percentual menor de empreendimentos com sistemas construtivos classificados como indefinidos em comparação à RMSG. A Tabela 8 apresenta a quantificação de empreendimentos da população do estudo.

Tabela 8 - População do estudo

Alvenaria Estrutural empreendimentos		
	Faixa I	Faixa II
RMPA	37	63
AUSul	8	13
Totais	45	76

Outros fatores que colaboraram com a escolha da AUSul foram: (a) a maior quantidade de empreendimentos na Faixa I; (b) dispor, nesta faixa, das duas tipologias em análise - casas e apartamentos; e (c) facilidade operacional para a coleta de dados em comparação à RMSG. A população do estudo ficou, então, estipulada em 121 empreendimentos em alvenaria estrutural, em duas regiões geográficas (RMPA e AUSul), em duas faixas (I e II) do PMCMV e contendo as duas tipologias de interesse (casa e apartamento). As Tabelas 9 e 10 apresentam a distribuição dos empreendimentos nos municípios de cada região de estudo, organizados por faixa do PMCMV.

Tabela 9 - Municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre com empreendimentos organizados por faixas do Programa Minha Casa Minha Vida

Alvenaria Estrutural – empreendimentos			
RMPA	Município	Faixa I	Faixa II
	Alvorada	1	0
	Cachoeirinha	0	0
	Campo Bom	0	1
	Canoas	7	18
	Dois Irmãos	0	0
	Eldorado do Sul	0	0
	Esteio	3	1
	Gravataí	0	2
	Montenegro	1	0
	Novo Hamburgo	1	7
	Portão	3	2
	Porto Alegre	11	20
	São Leopoldo	6	7
	Sapiranga	2	0
	Sapucaia do Sul	2	3
	Viamão	0	2
Totais		37	63

Tabela 10 - Municípios do Aglomerado Urbano do Sul com empreendimentos organizados por faixas do Programa Minha Casa Minha Vida

Alvenaria Estrutural – empreendimentos			
AUSul	Município	Faixa I	Faixa II
	Pelotas	7	12
	Rio Grande	1	1
Totais		8	13

4.4.3. Plano amostral - cálculo da amostra

O cálculo da amostra considerou a comparação entre as respostas dos usuários e as observações dos técnicos nos diferentes empreendimentos, bem como os estratos da população de estudo: região de localização dos empreendimentos, faixas do PMCMV e tipologias das habitações. Para tanto foi empregada a técnica amostral por conglomerado. Esta técnica divide a população alvo em subpopulações mutuamente excludentes e coletivamente exaustivas (MALHOTRA, 2001). Segundo o mesmo autor, seleciona-se uma amostra aleatória de conglomerados e, para cada conglomerado extrai-se um conjunto representativo de elementos. Esta técnica amostral denomina-se como conglomerado de estágio duplo (MALHOTRA, 2001). Ainda, a determinação do tamanho da amostra empregou a técnica por proporções. Para a determinação da proporção populacional de uma população desconhecida atribui-se o tamanho amostral de forma a refletir a variação máxima possível na população, ou seja $p=0,5$ (MALHOTRA, 2001). A escolha da técnica por proporção ocorreu devido a maior parte das perguntas do instrumento de coleta ser mensurada em nível dicotômico.

Neste contexto, tomou-se por base o teste de hipóteses para a proporção de duas populações, utilizado para comparar a qualidade construtiva nos diferentes grupos de estudo. Então, para detectar uma diferença de 30% entre suas proporções com poder igual a 80% e nível de significância igual a 5%, necessita-se de duas amostras de tamanho igual a 45 observações cada. Para este cálculo, utilizou-se a função *n.for.2p* do pacote *Epicalc* do *software* livre R. Este foi considerado o tamanho mínimo de amostra necessário para realizar a comparação entre quaisquer dois grupos de interesse das matrizes abaixo (Figura 12 e Figura 13), tipologia de apartamentos e de casas respectivamente.

Figura 12 - Tipologia Apartamentos

Faixa I RMPA (45 observações)	Faixa I AUSul (45 observações)
Faixa II RMPA (45 observações)	Faixa II AUSul (45 observações)

Assim, cada uma das entradas desta matriz deve possuir pelo menos 45 observações, o que resulta em um tamanho total da amostra de 270 unidades habitacionais. É importante salientar que este número de unidades amostrais garante um erro amostral (considerando as duas tipologias nas duas faixas) menor que 10%, o que é considerado adequado para os objetivos da pesquisa. Além disso, pode-se notar que cada um desses grupos de faixa e região é um estrato da população, ao se considerar a existência de diferenças entre as respostas em cada nível de faixa, localização e tipologia. O plano amostral estabeleceu a necessidade de uma amostra de, no mínimo, 18 empreendimentos para a avaliação, o que representa 14,9% do total de empreendimentos da população.

Figura 13 - Tipologia Casas

Faixa I (Geral) (45 observações)	Faixa II (Geral) (45 observações)
-------------------------------------	--------------------------------------

Para introduzir a fonte de variabilidade dos empreendimentos (uma vez que um empreendimento pode ter características particulares que levam a diferentes tipos de manifestações patológicas), essas 45 unidades amostrais de cada grupo foram divididas entre os empreendimentos existentes de acordo com a quantidade de empreendimentos na população. Com base nisto, determinou-se a distribuição abaixo (Figura 14 e

Figura 15), tipologia de apartamentos estratificada por faixas do programa e por região, enquanto a tipologia de casas foi organizada apenas para a faixa I do programa.

Figura 14 – Distribuição da Amostra - tipologia Apartamentos

Faixa I RMPA (3 empreendimentos)	Faixa I AUSul (3 empreendimentos)
Faixa II RMPA (3 empreendimentos)	Faixa II AUSul (3 empreendimentos)

Figura 15 - Distribuição da Amostra - tipologia Casas

Faixa I (Geral) (3 empreendimentos)	Faixa I (geral) (3 empreendimentos)
--	--

Em cada empreendimento, planejou-se, então, a realização de 15 coletas, que é o número obtido dividindo-se 45 pela quantidade de empreendimentos pesquisados. Por questões logísticas, dividir este número por uma quantidade maior de empreendimentos dificultaria

bastante a execução da pesquisa. Por fim, é apresentada a definição da amostra e a conduta do processo de coleta:

- a) Listar todos os empreendimentos aptos a participar da amostra com as respectivas faixas e localizações;
- b) Sortear os empreendimentos da população devidamente listados, em cada faixa e tipologia de interesse;
- c) Dividir, em cada empreendimento, as unidades selecionadas entre os blocos existentes no local;
- d) Determinar as faixas de andar para cada empreendimento; e
- e) Selecionar aleatoriamente as unidades necessárias em cada bloco/andar.

A amostra inicial de empreendimentos foi sorteada a partir da técnica de amostra aleatória simples. Devido às dificuldades de acesso, alguns destes foram substituídos. A principal dificuldade identificada foi a dificuldade de obtenção de autorização para o acesso em empreendimentos do tipo condomínio. A idade, localização e faixa dos empreendimentos que efetivamente compõem a amostra são apresentados na Figura 16 e na Figura 17, para a tipologia de apartamentos e de casas, respectivamente.

Figura 16 - Amostra de empreendimentos selecionados - tipologia apartamentos.

Tipologia Multifamiliar				
RMPA				
Empreendimento	Idade (anos)	Município	Faixa	n°UH
B	2,9	Sapucaia do Sul	Faixa I	120
C	2,8	São Leopoldo	Faixa I	400
E	1,4	São Leopoldo	Faixa I	256
G	3,9	Portão	Faixa I	96
A	5,3	Porto Alegre	Faixa II	400
Q	2,1	Porto Alegre	Faixa II	260
K	3,8	Sapucaia do Sul	Faixa II	90
AUSUL				
Empreendimento	Idade (anos)	Município	Faixa	n°UH
H	1,7	Pelotas	Faixa I	240
L	1,7	Pelotas	Faixa I	240
N	2,5	Pelotas	Faixa I	240
R	1,1	Rio Grande	Faixa II	200
M	1,4	Pelotas	Faixa II	200
O	1,8	Pelotas	Faixa II	60

Figura 17 – Amostra de empreendimentos selecionados - tipologia casas e sobrados.

Tipologia Unifamiliar				
Todas as regiões				
Empreendimento	Idade (anos)	Município	Faixa	n°UH
F	3,3	Pelotas	Faixa I	240
D	1,1	São Leopoldo	Faixa I	28
I	2,6	Porto Alegre	Faixa II	180
J	3,5	Sapucaia do Sul	Faixa II	634
P	5,5	Canoas	Faixa II	106

Os 18 empreendimentos somam 3990 unidades habitacionais. Destas 1622 unidades habitacionais referem-se a apartamentos na RMPA, 1180 apartamentos no AUSul, e 1380 referem-se a casas e sobrados nas duas regiões. A amostra representa 6,76 % do substrato amostral de unidades habitacionais.

4.4.4. Aplicação de teste-piloto e pré-teste

O pré-teste ocorreu em um empreendimento que estava fora da amostra, mas com as mesmas características dos demais. A justificativa para esta decisão ocorreu pela experiência em duas outras pesquisas que ocorriam concomitantes a esta que identificavam a dificuldade de acesso aos empreendimentos. Desta forma, de maneira preventiva optou-se por não reduzir o número de empreendimentos que poderiam ser escolhidos para a amostra. Para a análise do instrumento de coleta foram utilizados o *Alpha de Crombach* e o Coeficiente de *Kude-Richardson* (KR20). Porém, antes do pré-teste, foram realizados dois testes-pilotos (um para tipologia casas e outro para tipologia prédio), a fim de ajustar o instrumento para evitar possíveis incompreensões e avaliar os tempos de coleta, bem como verificar as dificuldades e oportunidades para a execução da atividade de coleta de dados.

4.4.5. Coleta, processamento e análise dos dados

4.4.5.1. Coleta dos dados

Nesta etapa da pesquisa participaram diversos alunos e pesquisadores de diferentes universidades¹⁹, permitindo reduzir o tempo necessário para a coleta de dados, ao considerar o elevado número de unidades a serem visitadas e as dificuldades de acesso nos empreendimentos em condomínio.

Como forma de obter a homogeneidade no entendimento do grupo de pesquisadores sobre o tema e a adoção dos mesmos critérios para a coleta de dados, o instrumento de coleta foi apresentado aos mesmos – item por item – antes da primeira coleta. Esta apresentação do instrumento de coleta procurou abordar o questionário que trata da percepção do usuário, com atenção para sua aplicação para evitar a indução de respostas. Sobre o formulário observacional, a apresentação visou uniformizar a compreensão dos termos técnicos e a ambientação dos pesquisadores com o formulário.

¹⁹ Participaram da etapa de coleta de dados: pesquisadores do NORIE-UFRGS: Josana Wesz, Leticia Ramos Berr, José Villamayor, Pablo Rangel e Jeferson Shigaki; auxiliares de pesquisa do NORIE-UFRGS: João Soliman Júnior, Isadora Pedrollo, Pedro Gorsky, Germano Gelain, Caroline Malaggi e Carlos Vieira; auxiliar de pesquisa da UFPel : Jordana Bazzan.

As entrevistas foram realizadas em diferentes dias da semana e horários, mas houve uma predominância de finais de tarde e fins de semana, pela facilidade de encontrar os moradores nos imóveis. Procurou-se executar as entrevistas em horários mais convenientes para os entrevistados, não abordando moradores muito cedo, nem em horário de almoço e respeitando período de sesta (pós-almoço). Quanto à apresentação visual, os pesquisadores vestiam camiseta branca ou do laboratório de pesquisa e calça jeans, procurando ser o mais neutro possível e portando o crachá de identificação da UFRGS de forma permanente e visível.

O pesquisador efetuava a entrevista com o morador e, após o consentimento de acesso à unidade habitacional, eram efetuadas as observações técnicas. O tempo médio de coleta de dados por unidade habitacional foi de 26 minutos. O tempo de entrevista foi em média 10 minutos e as observações técnicas na unidade habitacional duraram em média 16 minutos. Desta forma, o tempo de coleta de dados geral refere-se a 117 horas líquidas de campo, excluindo os tempos de deslocamentos até os locais de coleta e os tempos de captação de respondentes.

4.4.5.2. Processamento e análise dos dados

As equipes de coleta de dados lançaram as anotações dos instrumentos de coleta de dados em uma base de dados, criada em uma planilha eletrônica Microsoft® Excel. Pesquisadores vinculados ao projeto MCMV-CNPQ²⁰ também participaram da etapa de processamento dos dados.

O processamento dos dados visou organizar os mesmos para o emprego das técnicas estatísticas estabelecidas. Para esta atividade, inicialmente foi elaborada uma análise descritiva dos dados, seguida de uma análise da consistência interna da base de dados a partir da análise fatorial exploratória e *à priori*. Também foram desenvolvidas curvas de confiabilidade do produto para falhas específicas, bem como a formulação dos indicadores que combinam a análise técnica e a percepção dos usuários.

Brown (2006) define a análise fatorial exploratória como um conjunto de técnicas multivariadas cujo objetivo é encontrar uma estrutura subjacente em uma matriz de dados e determinar o número e a natureza das variáveis latentes (fatores) que melhor representam um conjunto de variáveis observadas. Ainda, esta técnica é empregada quando se busca

²⁰ Participaram das etapas de coleta e processamento de dados: Carlos Torres Formoso (Coordenador da pesquisa). Pesquisadores da engenharia: Letícia Ramos Berr; Márcia Echeveste (Coordenadora de estatística). Pesquisadores da estatística: Lisiane Moura (Estatística independente). Auxiliares de pesquisa UFPel - Jordana Bazzan.

evidências empíricas suficientes de que os itens de um determinado teste podem ser agrupados e avaliados (BROWN, 2006). Também, para o mesmo autor, a análise fatorial exploratória é empregada quando há a necessidade de confirmar ou refutar a estrutura fatorial de um determinado instrumento de coleta de dados.

A partir da análise fatorial exploratória e *à priori*, buscou-se avaliar a fidedignidade do instrumento de coleta a partir da identificação do conjunto de constructos latentes de forma exploratória, sem especificar o número e agrupamento de constructos latentes. Em seguida aplicou-se a análise fatorial *a priori* na qual o pesquisador atribui e avalia conjuntos predeterminados de variáveis para a formação dos constructos latentes. Com base nestes constructos foi avaliado o modelo conceitual de medição proposto, o que gerou um modelo atualizado. Todos os testes, análises e índices estatísticos para a análise fatorial exploratória (AFE) foram elaborados com o emprego do *software livre “R” com os pacotes epicalc, psych, rcmd, lavan, mirt, semplot*.

A análise descritiva dos dados foi separada entre os dados de análise técnica, visão do usuário e combinação das visões. Na análise técnica foram empregadas as proporções de ocorrência dos itens pesquisados, com a apresentação de estratificações dos dados por: (a) maior e menor ocorrência; (b) subsistemas da construção; e (c) comprometimento do desempenho da habitação.

Também na análise técnica foi empregada a curva da confiabilidade do produto com o emprego da técnica de estimação de *Kaplan-Meier*, apropriada para variáveis com características de dados censurados. Esta técnica foi utilizada para a avaliação da confiabilidade dos subsistemas da edificação com relação a cada falha investigada individualmente. Dados censurados ocorrem quando não se dispõe da informação completa de uma falha. Também neste tipo de dado o número de observações é conhecida, mas o exato ponto de falha é desconhecido (RAI; SINGH, 2003). Ainda, a censura pode ser à direita quando o tempo da falha do item em análise não é conhecido, mas o mesmo sobreviveu até um tempo determinado sem apresentar falha. Quando se sabe que um determinado equipamento já falhou em um instante de tempo específico, mas o tempo exato da falha é desconhecido, há a censura à esquerda (DILLENBURG, 2005). No caso desta pesquisa, o tempo exato da falha não é conhecido, mas a mesma é observada durante a vistoria, o que pode caracterizar nesta pesquisa o emprego de dados censurados à esquerda, também conhecidos como censura de período.

Com relação à percepção dos usuários, buscou-se analisar os dados de gravidade percebida de falhas, percepção de qualidade das partes das edificações e a nota média da qualidade construtiva atribuída para a unidade habitacional de maneira global.

De forma combinada, foi realizada a análise de Fração Atribuível Populacional (FAP) de cada item de pesquisa, matriz de contingência entre a percepção de qualidade das partes da edificação (escala binária) na visão dos usuários e a frequência de ocorrência das falhas observadas (escala binária) pela equipe técnica. A FAP foi calculada e apresentada juntamente com a frequência de ocorrência de cada item pesquisado.

Ainda, foram propostos dois indicadores de avaliação da qualidade construtiva que combinam a análise técnica e a percepção dos usuários. O primeiro refere-se aos indicadores de falha dos constructos latentes identificados pela análise fatorial, e o segundo indicador – mais agregado – é formulado com base nos resultados dos indicadores de cada constructo latente e a gravidade percebida. Este indicador é denominado de indicador de qualidade geral.

Por fim, os dados foram analisados a partir dos estratos de análise estabelecidos pelo plano amostral no formato dos indicadores propostos estratificados da seguinte forma: (a) região; (b) tipologia; (c) faixa do PMCMV; e (d) empreendimentos.

4.5. AVALIAR A SOLUÇÃO

Para estruturar a avaliação do método proposto, foram definidos constructos levando em conta a literatura que discute o emprego da *constructive research*. Nesta abordagem metodológica, busca-se desenvolver conhecimento que tenha utilidade para o mundo real, diferentemente das Ciências Naturais, nas quais se tem como objetivo descrever ou prever fenômenos naturais (MARCH; SMITH, 1995). Para Voordijk (2009), não há como dissociar um evento real e a utilidade de uma solução. Para o referido autor, o evento auxilia a concepção de uma solução e a utilidade da solução auxilia o entendimento teórico sobre tal evento (VOORDIJK, 2009). Neste contexto, um artefato, além de útil, deve também ser uma solução aplicável no mundo real. A aplicabilidade de uma solução está relacionada com a necessidade de uma análise do trabalho empírico desenvolvido e uma reflexão sobre o processo de aprendizagem do pesquisador, em conjunto com a organização para a qual a solução está sendo desenvolvida (LUKKA, 2003). Para o referido autor a questão fundamental é analisar os resultados do processo, em contraponto com suas pré-condições de uso.

Assim, dois constructos principais foram definidos: utilidade e aplicabilidade, sendo estes conectados a critérios, evidências e fontes de evidências, conforme apresentado Figura 18.

Figura 18 - Construtos, critérios, evidências e fontes de evidência

Utilidade		
Critérios	Evidências	Fontes de evidência
Comparação entre diferentes categorias de produtos (região, faixas, tipologias).	<i>Insights</i> decorrentes da comparação entre diferentes extratos da amostra, incluindo aqueles decorrentes dos testes estatísticos.	Resultados obtidos com o método.
Obtenção de uma visão sistêmica dos resultados.	Investigação de prováveis causas de uma falha na etapa de uso. Análise comparativa e combinada entre a avaliação técnica e a percepção de qualidade construtiva do usuário. Complementaridade entre as avaliações segundo diferentes dimensões da qualidade.	Percepção de potenciais usuários do método. Observação participante em seminários de avaliação. Percepção da autora.
Aplicabilidade		
Critérios	Evidências	Fontes de evidência
Esforço envolvido na coleta, processamento e análise dos dados.	Percepção da equipe envolvida na coleta dos dados.	Medição de tempos de coleta. Percepção da autora.
Facilidade de compreensão dos resultados apresentados.	Percepção de potenciais usuários do método. Tempo envolvido na coleta de dados Nível de qualificação exigido para a equipe de coleta e processamento dos dados.	Monitoramento da aplicação do método em campo. Reunião e seminário de apresentação de resultados parciais. Entrevista semiestruturada com potenciais usuários do método.

O constructo “utilidade” está relacionado à contribuição do método proposto para a tomada de decisão dos agentes em diferentes instâncias. Considerou-se a tomada de decisão relativa para ações de melhorias imediatas em empreendimentos já entregues, bem como para tomadas de decisões mais amplas em níveis gerenciais superiores, que necessitam de informações mais agregadas. A partir da retroalimentação de informações utilizando o formato de indicadores, que permite a comparação de desempenho entre empresas, empreendimentos, tipologias, faixas do programa ou regiões, busca-se apoiar a realização de melhorias por parte de vários

agentes, tais como empresas construtoras, agentes financeiros e promotores de empreendimentos habitacionais. Assim, o constructo “utilidade” foi desdobrado em dois critérios: (a) comparação entre diferentes categorias de produtos; e (b) a obtenção de uma visão sistêmica dos resultados.

- a) O critério de “comparação entre diferentes categorias” está relacionado à possibilidade de uso da informação obtida com o método, para priorizar melhorias nos processos de concepção técnica de programas habitacionais a partir do entendimento do comportamento das habitações nas diferentes regiões, faixas do programa, bem como no comportamento das diferentes tipologias. A distribuição da informação de forma estruturada e passível de comparação entre diferentes estratos e percepções possibilita a disseminação do conhecimento para gestores técnicos e tomadores de decisão em diferentes níveis hierárquicos. A complexidade do produto habitação foi considerada para o estabelecimento da estrutura interna e da entrega de informações obtidas com o método, devido às interdependências de suas partes e a quantidade de agentes interessados na avaliação obtida.
- b) O critério de “obtenção de uma visão sistêmica dos resultados” busca, a partir da visão sistêmica, entender a qualidade das edificações através de suas partes interdependentes, que são concebidas em um processo complexo, contendo também várias etapas desde a concepção até o uso, bem como diferentes entendimentos de qualidade em cada uma das etapas. Nesta linha, os resultados do método necessitam conter os elementos suficientes que permitam realizar uma análise com enfoque sistêmico. Este enfoque é buscado a partir da consideração de diferentes dimensões da qualidade, da confiabilidade, da qualidade percebida e do desempenho. Dentre as possibilidades, a análise de causas prováveis possibilita à rastreabilidade das falhas identificadas na etapa de uso até sua origem, que pode estar relacionada a múltiplas causas, incluindo decisões de projeto e de produção. O emprego deste critério, vinculado à obtenção da visão sistêmica, é motivado pelo entendimento de que a gestão de conhecimento no setor deve contribuir para a melhoria contínua, vinculando informações originárias nas diferentes etapas dos empreendimentos (projeto, produção e uso do produto).

Já o constructo “aplicabilidade” refere-se à facilidade de uso do método proposto, considerando a viabilidade de sua implementação, em processos de monitoramento e assistência técnica em empreendimentos habitacionais na etapa de uso, bem como do fácil

entendimento de seus resultados. Este constructo foi desdobrado nos seguintes critérios: (a) esforço envolvido na coleta e processamento dos dados; e (b) facilidade de compreensão dos resultados apresentados.

- a) O critério “esforço envolvido na coleta e processamento dos dados” refere-se às dificuldades e facilidades encontradas nas atividades operacionais do método, identificando oportunidades e limitações que as diferentes atividades impõem ao funcionamento do método.
- b) O critério “facilidade de compreensão dos resultados apresentados” refere-se avaliação da percepção dos interessados na informação fornecida com o método e a adequação da informação aos processos decisórios dos agentes.

Os resultados obtidos com a aplicação do método são considerados como fontes de evidência, pois estes geraram informações que possibilitam a melhoria de sua estrutura, bem como novos arranjos de análises possíveis, considerando o amplo escopo de itens investigados. Assim, os *insights* possibilitam avaliar e melhorar uma solução que foi testada no mundo real (MARCH; SMITH, 1995). Neste sentido, a maioria das fontes de evidência para a avaliação é comum a todos os critérios propostos, devido a sua complementaridade, incluindo a própria apresentação dos resultados do método.

Na avaliação do método a partir dos critérios estabelecidos, foi também considerada a percepção dos potenciais usuários do método. Com base em resultados apresentados aos mesmos, foram identificadas oportunidades de melhoria, assim como apontados benefícios da utilização do mesmo. A captação da percepção dos potenciais usuários ocorreu em:

- a) Um seminário de apresentação de resultados relacionados ao projeto CNPq-MCMV para técnicos da CEF em Porto Alegre - RS (GIHAB-PO). Neste seminário foram apresentados e discutidos com os participantes sobre a estrutura do método, bem como resultados parciais referentes à coleta de dados. Estes resultados referem-se aos primeiros nove empreendimentos visitados e os primeiros processamentos de dados efetuados. A ocasião oportunizou uma avaliação crítica por parte dos interessados pela informação sobre o método proposto e do tipo de resultado que ele pode fornecer;
- b) Uma reunião de apresentação de resultados parciais, bem como a aplicação dos instrumentos de coleta de dados em campo com a coordenadora da Gerência de Normas e Padrões (GEHPA) da CEF, que foi monitorada pela autora. Estas atividades

foram seguidas de uma entrevista semiestruturada, com enfoque na utilidade e aplicabilidade do método (Apêndice 3).

A Tabela 11 apresenta os detalhes do seminário de avaliação e entrevistas semiestruturadas realizadas.

Tabela 11 - Eventos e atividades externas que contribuíram na avaliação do método

Fonte de evidência	Data	Local	Nº de participantes	Perfil dos participantes
Seminário de apresentação de resultados do projeto CNPq-PMCMV para a Caixa Econômica Federal	14/08/2015	CEF- GIHAB-PO	5	Gestores locais - CEF
			1	Superintendente Regional - CEF
			1	Coordenadora GEHPA
			4	Pesquisadores NORIE-UFRGS
			20	Engenheiros civis e arquitetos - CEF
			5	Técnicos sociais - CEF
Reunião de apresentação de resultados	01/07/2015	CEF- GIHAB-PL	1	Coordenadora GEHPA
Monitoramento de coleta de dados em campo	02/07/2015	Empreendimento Faixa I - Pelotas-	1	Coordenadora GEHPA
			1	Autora
Entrevistas semiestruturadas	02/07/2015	CEF- GIHAB-PL	1	Coordenadora GEHPA

5. DESCRIÇÃO DO CONTEXTO E PROPOSTA DE MÉTODO

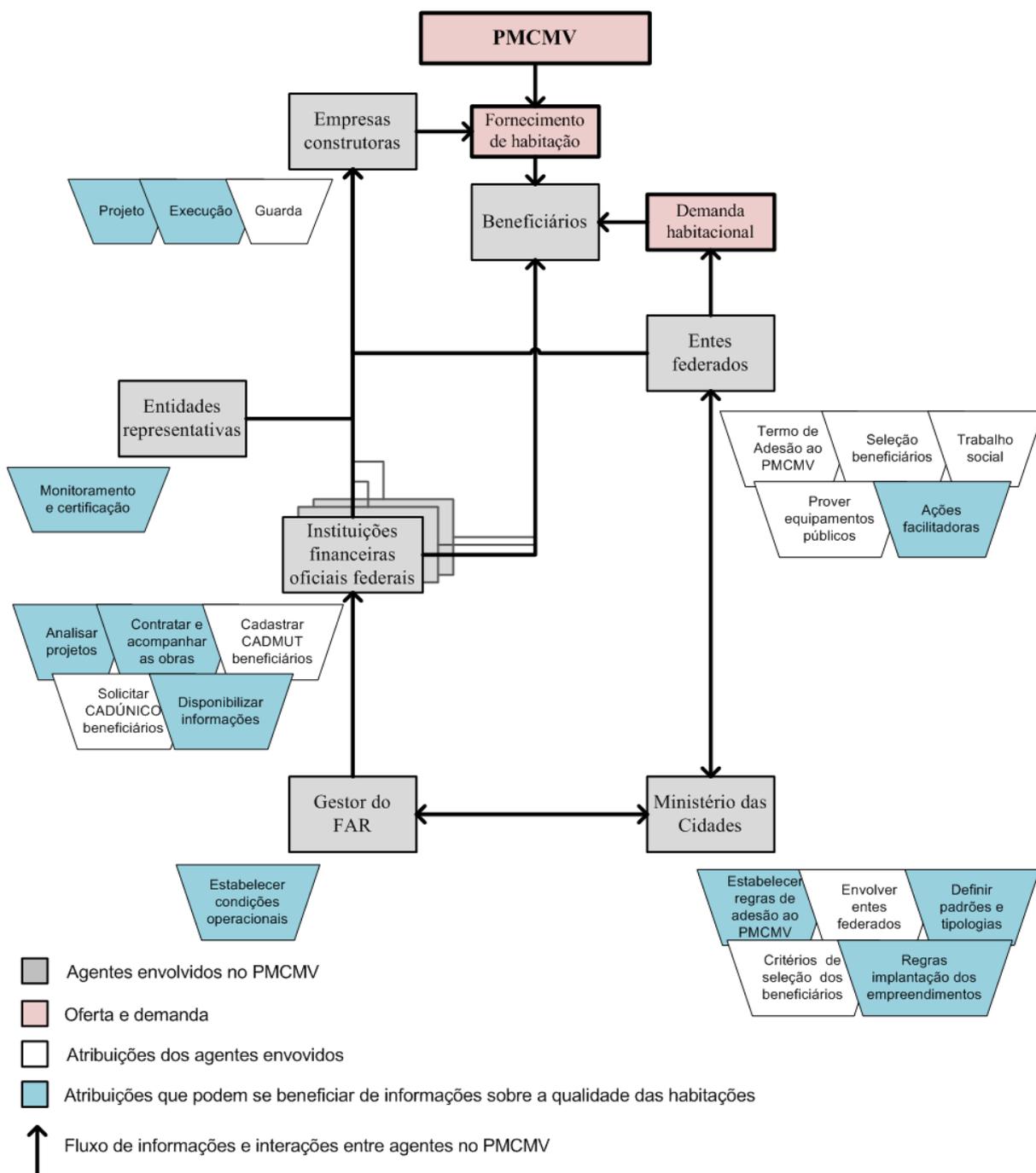
Neste capítulo é apresentado o método proposto e o ambiente para o qual o método foi desenvolvido. Este ambiente refere-se às interações de diferentes agentes públicos e privados sobre o desenvolvimento e produção do produto habitação.

5.1.DESCRICÃO DO CONTEXTO

A Figura 19 apresenta esquematicamente os principais papéis de alguns intervenientes chave do PMCMV em relação ao provimento de habitações para atender a demanda habitacional, assim como as relações entre estes. As interações e responsabilidades dos agentes foram obtidas a partir da Portaria nº 168 do Ministério das Cidades de 12 de abril de 2013, que regulamenta o PMCMV (BRASIL, 2013).

O acompanhamento do PMCMV por parte da Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades é realizado a partir do envio periódico de informações dos empreendimentos em seus diferentes estágios, as quais são fornecidas pelas instituições financeiras oficiais federais (BRASIL, 2013). O foco principal deste acompanhamento é o avanço físico dos empreendimentos, não sendo solicitadas informações sobre os empreendimentos em uso, tais como reclamações dos beneficiários na etapa de uso, nem tampouco a averiguação e solução para estas. Tais informações, referentes ao desempenho dos empreendimentos, poderiam ser utilizadas para a avaliação do PMCMV em relação ao atendimento dos objetivos, podendo gerar indicadores importantes para atividades de monitoramento. Embora efetuar reparos no período de garantia dos imóveis seja, também, uma atribuição legal das empresas construtoras, não há menção na Portaria nº 168 (BRASIL, 2013) sobre esta responsabilidade e a celeridade necessária para sua execução.

Figura 19 - Diagrama de relações entre intervenientes e suas atribuições - PMCMV



A portaria mencionada descreve as atribuições e responsabilidades dos diferentes intervenientes, entre as quais são destacadas as que têm relação maior com a qualidade dos empreendimentos:

- Ministério das Cidades – dentre suas responsabilidades destacam-se: (a) estabelecer as regras e condições para implantação dos empreendimentos, respeitados os requisitos previstos na legislação; (b) definir os parâmetros de priorização de projetos,

- respeitados os critérios previstos; (c) definir a tipologia e o padrão das moradias e da infraestrutura urbana, com observância da legislação local sobre o tema; e (d) acompanhar e avaliar o desempenho do Programa.
- b) Caixa Econômica Federal - agente gestor do FAR - dentre as responsabilidades destaca-se: estabelecer as condições operacionais para a execução do Programa.
 - c) Instituições financeiras oficiais federais - agentes executores do Programa - destacam-se as seguintes atribuições: (a) analisar a viabilidade técnica e jurídica dos projetos; (b) acompanhar a execução das obras e serviços relacionados aos empreendimentos até a sua conclusão; (c) contratar a execução de obras e serviços considerados aprovados nos aspectos técnicos e jurídicos; (d) responsabilizar-se pela estrita observância das normas aplicáveis ao alienar e ceder aos beneficiários do Programa os imóveis produzidos; e (e) disponibilizar, periodicamente, informações de monitoramento e avaliação dos empreendimentos em seus diferentes estágios à Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, incluindo informações de empreendimentos concluídos (BRASIL, 2013).
 - d) Empresas construtoras participantes – as atribuições estabelecidas são: (a) apresentar às instituições financeiras oficiais federais os projetos de produção de empreendimentos para alienação dos imóveis; (b) executar os projetos contratados; e (c) realizar a guarda e legalização das unidades habitacionais (BRASIL, 2013).
 - e) Distrito Federal, Estados e Municípios (ou respectivos órgãos das administrações direta ou indireta, que aderirem ao Programa), que firmam Termo de Adesão ao PMCMV assumindo atribuições, das quais se destaca: promoção de ações que facilitem a execução de projetos.
 - f) Entidades representativas participantes do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que tem por atribuição promover a qualidade, produtividade e sustentabilidade do Habitat através de: (a) diretrizes para utilização de materiais de construção em conformidade com as normas técnicas; (b) diretrizes para contratação de empresas construtoras certificadas no Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) e; (c) chancela do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores (SiNAT),

quando forem empregados sistemas ou subsistemas construtivos que não sejam objeto de norma brasileira prescritiva e não tenham tradição de uso no território nacional.

- g) Beneficiário - famílias com renda mensal de até um mil e seiscentos reais, selecionadas conforme critérios estabelecidos pelo Ministério das Cidades, Distrito Federal, Estados e Municípios - estabelecem contrato por meio de operações realizadas por instituições financeiras oficiais federais, cuja legislação não imputa atribuições ou responsabilidades com o papel de agente receptor das unidades. Nesta estrutura não há um fluxo de informações de retorno do beneficiário aos demais agentes envolvidos com o programa.

Cabe destacar, ainda, a atuação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no habitat (PBQP-H) e sua importância para a qualidade da habitação de interesse social no contexto nacional. E podemos salientar, também, que a Caixa Econômica Federal (CEF) tornou-se um dos mais importantes agentes promotores do PBQP-H devido à sua função de operacionalizar as políticas habitacionais do Governo Federal. Assim, a CEF e outros agentes, tais como órgãos públicos vinculados à união, a estados ou a municípios, podem exercer seu poder de compra e sua capacidade de crédito, passando a exigir das empresas construtoras sua participação no PBQP-H com o intuito de favorecer ações que induzam à produção em conformidade e à melhoria da qualidade dos sistemas de gestão do setor (BRASIL, 2004). Desde sua criação no ano de 1998, alguns esforços setoriais têm sido realizados para a melhoria da qualidade dos serviços e materiais utilizados na construção civil (BRASIL, 2006). Neste cenário, destaca-se o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC, que objetiva estabelecer um sistema de qualificação evolutivo adequado às características específicas das empresas no setor, contribuindo para a evolução da qualidade na construção civil nacional (BRASIL, 2005).

No entanto, as ações relacionadas ao controle da qualidade com base no PBQP-H são de ordem documental e tornam-se limitadores para os agentes externos que efetuam controles de obras e também avaliações de empreendimentos concluídos. Estes agentes necessitam de mecanismos de controles específicos para o objeto em análise, tais como: (a) *check-lists* de controle de obras contendo as principais características e pontos de controle da obra em análise (BERR; FORMOSO, 2012); (b) questionários aplicados na etapa de uso dos empreendimentos para a verificação da percepção dos usuários sobre a qualidade construtiva das habitações (BERR *et al.*, 2015); (c) formulários técnicos estruturados para avaliações da

qualidade construtiva na etapa de uso e: (d) gestão de reclamações dos usuários, incluindo o acompanhamento e solução dos problemas apontados pelos mesmos.

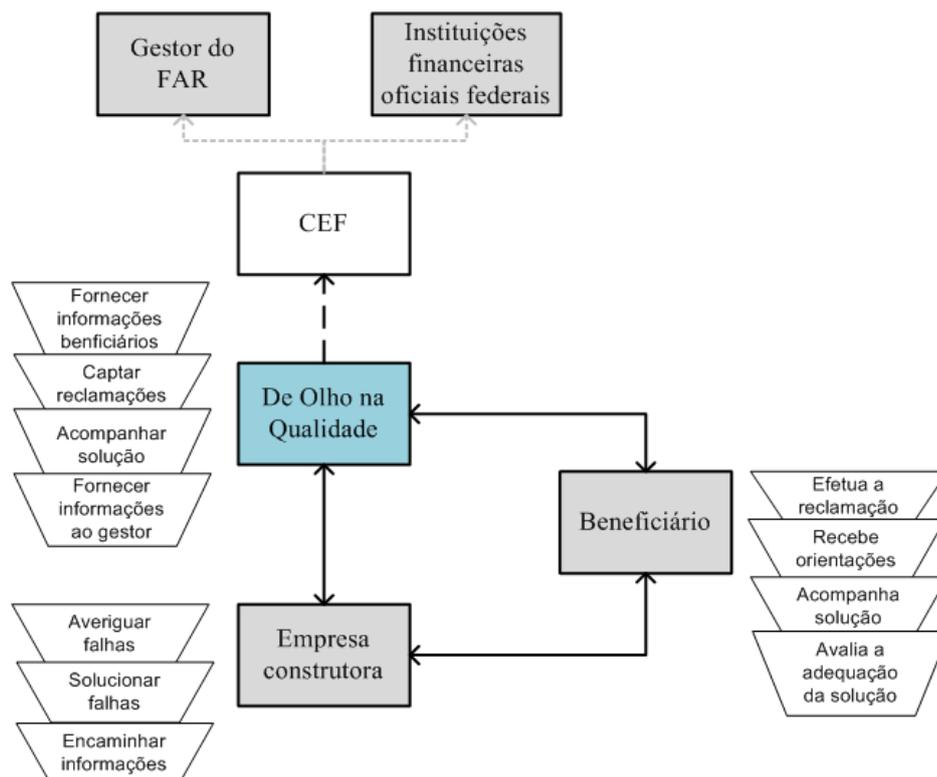
No que se refere a reclamações dos beneficiários, merece destaque o Programa de Olho na Qualidade (PDOQ) criado em março de 2013 pela CEF, como resposta à sociedade sobre problemas construtivos veiculados na mídia. Verifica-se, contudo, a partir da análise do diagrama de relações anterior que não foi previsto no PMCMV, um processo sistemático de retroalimentação a partir de informações dos beneficiários para os demais agentes do programa, bem como uma avaliação do impacto das reclamações destes sobre falhas construtivas.

Em linhas gerais, o PDOQ consiste em um serviço de atendimento aos beneficiários do PMCMV que, dentre as outras atribuições, presta esclarecimentos sobre regras do programa, incluindo a data de entrega ou conclusão de empreendimentos, trâmites contratuais e regras de seleção. Também possibilita ao beneficiário denunciar ocupações irregulares, problemas de convívio social, entre outros (CEF, 2014a). Ainda, o PDOQ é um canal aberto para reclamações dos beneficiários sobre problemas de qualidade das habitações ou danos físicos (CEF, 2014b). A sistemática, para os casos de danos físicos, inicia com a ligação do beneficiário para uma central de atendimento da CEF fazendo uma reclamação de falha construtiva (CEF, 2014b). A CEF registra a reclamação e entra em contato com a empresa construtora. Esta tem um prazo determinado para avaliar o problema, solucionar e responder (CEF, 2014c; CBIC, 2013). Nos casos em que a empresa construtora não se pronuncia, esta pode ficar inabilitada para a participação no PMCMV (CEF, 2014b). Após a conclusão dos reparos pela empresa construtora, a mesma informa à CEF a finalização dos serviços e esta última monitora a partir do contato direto com o beneficiário a adequação da solução dada ao problema (CEF, 2014c).

O diagrama apresentado na Figura 20 representa os envolvidos no PDOQ, juntamente com suas responsabilidades para a solução de reclamações de danos físicos nos imóveis. Na documentação consultada não está clara a abrangência do PDOQ, ou seja, se o mesmo opera apenas em obras da CEF como instituição financeira ou se as operações são destinadas a todo o PMCMV, por ações da CEF como gestora do FAR. Neste diagrama, verifica-se um fluxo de informações que sai dos beneficiários na direção dos demais agentes, mas também um fluxo de informações destes agentes até o beneficiário e entre estes agentes, configurando um canal de comunicação completo, com o propósito de solucionar os danos reclamados.

Esta estrutura possui um caráter complementar às relações dos agentes do PMCMV apresentadas na Figura 19, com o objetivo de atender as demandas dos usuários com relação a problemas nas suas habitações. Entretanto, constatou-se o caráter pontual do PDOQ, sendo que as ações podem ser classificadas como reativas, uma vez que estão direcionadas na solução de falhas isoladas apontadas nas reclamações.

Figura 20 - Diagrama de relações - intervenientes do PMCMV no PDOQ – danos físicos.



De fato, as informações obtidas com o processamento das referidas reclamações e com as soluções adotadas recebem pouca divulgação, não havendo uma periodicidade estabelecida. A Tabela 12 apresenta a estrutura de divulgação dos dados obtidos ao longo do primeiro ano da implantação do PDOQ, não existindo dados mais recentes disponíveis nos canais de divulgação. Na referida tabela verifica-se a categorização empregada pelo programa: a maior quantidade de acionamentos ao PDOQ por parte dos beneficiários foi para buscar informações gerais do PMCMV, representando 76,47% dos registros. Os danos físicos dos imóveis vinculados à faixa I do PMCMV são apresentados em separado dos danos físicos dos imóveis das faixas II e III. O primeiro representou 7,15% e os demais 6,25% dos atendimentos totalizando 30.454 acionamentos relacionados a danos físicos. Embora os números relacionados a danos físicos, se comparados com a categoria de informações gerais, tenham

proporção expressivamente menor, a investigação de sua ocorrência tem importância como forma de identificar: (a) gravidade da ocorrência reclamada; (b) frequência dos diferentes tipos de danos, bem como o comportamento dos mesmos classificados como pontuais ou sistemáticos; (c) a comparação das reclamações dos usuários com a avaliação do técnico que afere a reclamação; e (d) o acompanhamento do desempenho das edificações ao longo do tempo, entre outros. Neste sentido, a estrutura dos dados divulgados aborda os números do sistema de atendimento do PDOQ e não apresenta uma estrutura adequada para análises que promovam a melhoria de qualidade de empreendimentos futuros, com o entendimento de causas dos danos, bem como do entendimento da visão dos usuários sobre a qualidade construtiva das habitações.

Tabela 12 - Quantitativo do canal de atendimentos do PDOQ 2014 (adaptado de BRASIL (2014b)).

Categorização dos atendimentos PDOQ	Quantidade	Percentual
Informações Gerais	173.795	76,47%
Danos físicos - Faixa I	16.256	7,15%
Danos Físicos - Faixa II e III	14.198	6,25%
Manutenção de contrato	8.520	3,75%
Seleção de Beneficiários	4.778	2,10%
Entrega do Empreendimento	3.035	1,34%
Condomínio	2.671	1,18%
Invasão e Ociosidade	1.438	0,63%
Denúncia - MCMV	725	0,32%
Poder Público	625	0,28%
Segurança	478	0,21%
Sinistro Faixa II e III	338	0,15%
Sinistro Faixa I	325	0,14%
Não Categorizado	77	0,03%
Total de Atendimentos	227.259	100,00%

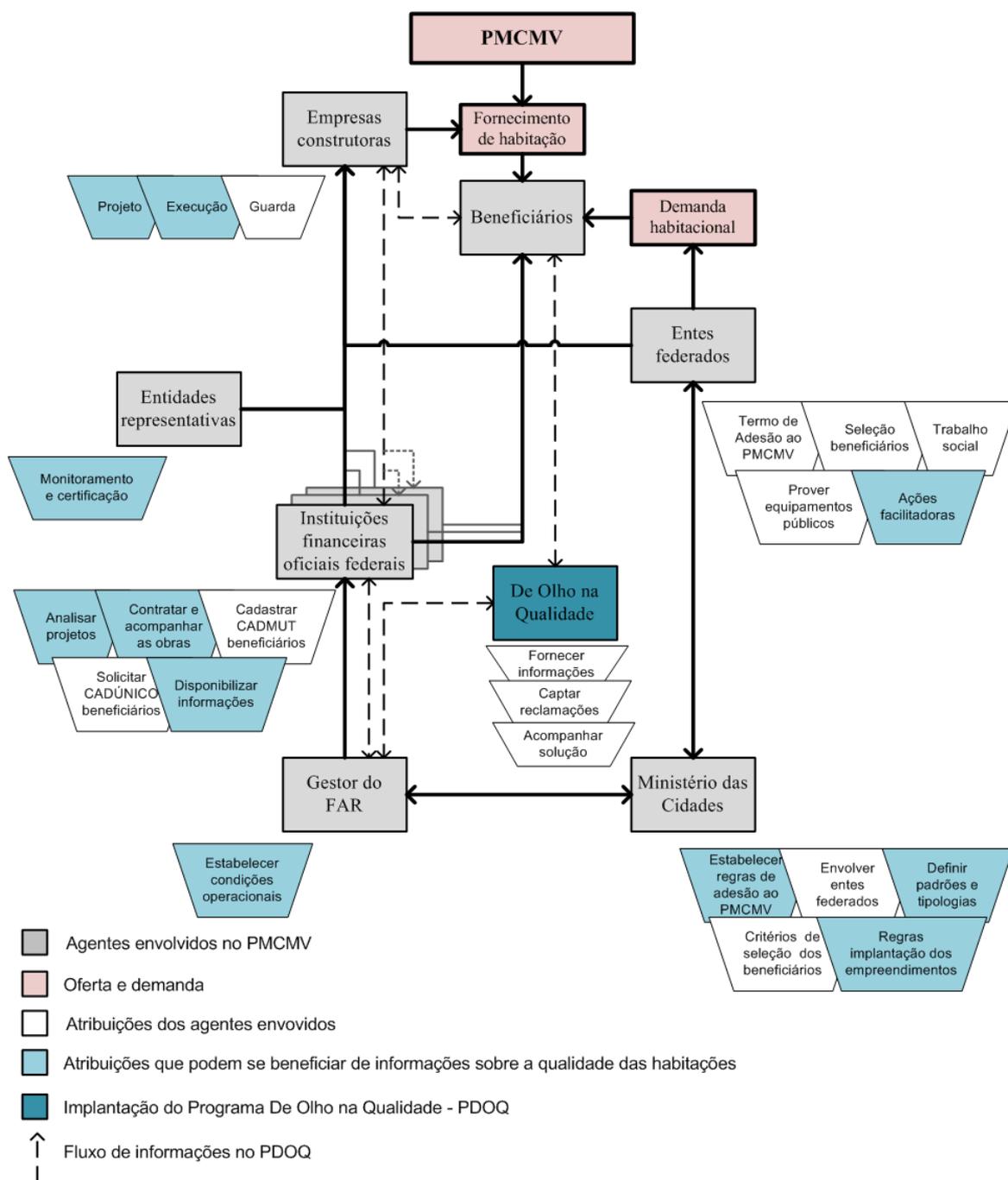
Se as informações fossem estruturadas e categorizadas de acordo com as diferentes necessidades dos intervenientes do PMCMV e aferidas por pessoal com formação técnica, as mesmas poderiam contribuir de forma mais incisiva para a melhoria da qualidade.

Neste sentido, a estrutura instalada para a operação do PDOQ pode ser considerada uma oportunidade ao setor na obtenção de informações sobre qualidade construtiva das habitações ao longo do tempo, conforme indica o diagrama que contempla os dois sistemas (Figura 21). Ao observar o fluxo de informações recebidas dos beneficiários para o gestor do FAR, verifica-se o maior controle das ações das construtoras após a entrega dos empreendimentos,

no momento em que a CEF, como gestora do FAR, passa a monitorar o atendimento das demandas dos beneficiários e exigir a solução dos problemas reclamados.

Dentre as oportunidades vinculadas às atribuições de cada agente podem ser destacadas as falhas construtivas sistêmicas, a identificação de tecnologias e materiais de construção civil que apresentam problemas de qualidade, problemas relacionados à infraestrutura interna e externa dos empreendimentos e necessidades de melhorias em especificações de projetos.

Figura 21 - Diagrama de relações - PMCMV e o PDOQ – danos físicos.



5.2. PROPOSTA DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE CONSTRUTIVA DAS UNIDADES HABITACIONAIS

5.2.1. Estrutura do método

A Figura 22 apresenta uma visão geral do método proposto para a avaliação da qualidade construtiva a partir da análise técnica e da visão do usuário. O método está dividido em quatro etapas principais: (a) construção do instrumento de coleta de dados ou atualização deste entre ciclos de coleta; (b) preparação da avaliação; (c) coleta e processamento dos dados; e (d) análise e entrega sistemática das informações obtidas.

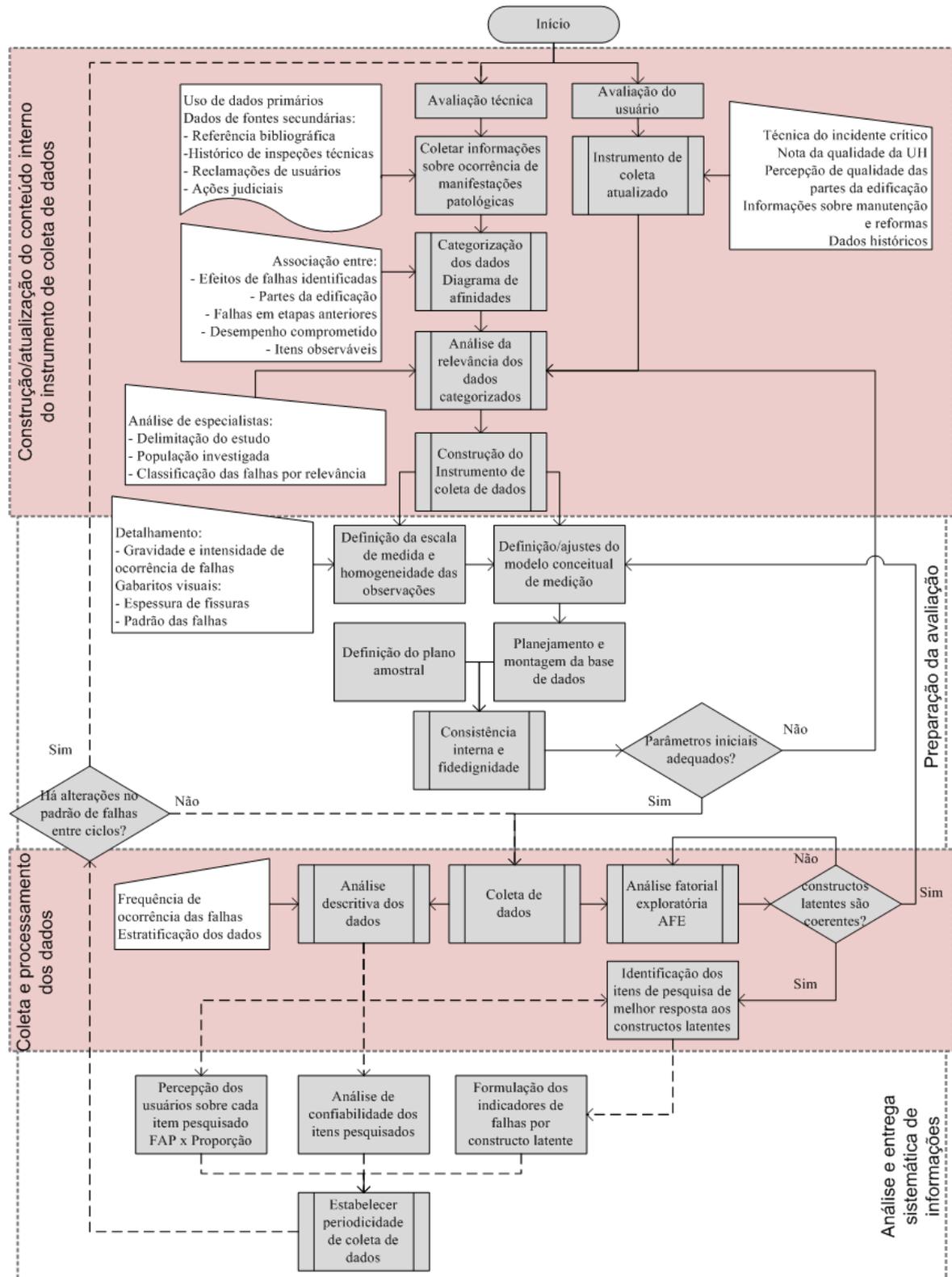
A primeira etapa consiste em reunir informações para a construção da avaliação técnica e da avaliação do usuário. Na avaliação técnica, as informações referem-se à ocorrência de manifestações patológicas das habitações que podem ser obtidas em diferentes fontes de dados – reclamações dos usuários, histórico de inspeções e laudos técnicos, revisão bibliográfica e até um levantamento de falhas que resultaram em ações judiciais. Estes dados são então categorizados em um diagrama de afinidades, que possibilita estabelecer a relação entre as falhas ocorridas antes da entrega da obra, as manifestações patológicas observadas na etapa de uso e o possível comprometimento do desempenho da habitação devido às falhas.

Na avaliação do usuário, o instrumento de coleta proposto por Bonatto *et al.* (2009) foi refinado. Foi incluída a ocorrência de manutenções e reformas nas unidades, sendo mantidos os demais itens. Contudo esta etapa também poderia ser objeto de futuras revisões com base no histórico de coletas de dados.

Por fim, uma análise qualitativa por especialistas é recomendada para avaliar a relevância dos dados categorizados, bem como os possíveis resultados obtidos com a análise conjunta das duas avaliações. Após esta análise, é elaborada a proposta inicial de instrumento de coleta de dados.

A segunda etapa inclui uma série de atividades a serem executadas antes da coleta de dados propriamente dita: (a) a definição de um modelo conceitual de medição, que estabelece relações entre os itens de pesquisa e os constructos de análise; (b) a avaliação das escalas de medição dos dados com o propósito de garantir a adequação das escalas com as técnicas estatísticas propostas e, também, garantir a melhor fidedignidade do teste.

Figura 22 - Método de avaliação sistemática da qualidade construtiva de unidades habitacionais



Também deve ser estabelecido o grau de detalhamento esperado de cada item pesquisado com adequadas orientações ao pesquisador de campo – como, por exemplo, gabaritos visuais - para

garantir a homogeneidade nas observações da atividade de coleta de dados; (c) definição da estrutura da base de dados; (d) definição do plano amostral; e (e) realização de um pré-teste para aferir a consistência interna e fidedignidade do instrumento de coleta de dados. Caso a avaliação da consistência interna e fidedignidade apresentem alguma inadequação, há a necessidade de um novo ciclo de avaliação da relevância dos dados coletados por especialistas como forma de verificar a necessidade de ajustes no instrumento de coleta e na escala de medição empregada. A análise de especialistas ocorre novamente apenas no caso da necessidade de adequações do instrumento de coleta ou escalas durante a concepção do instrumento de coleta. Cabe destacar que, no caso de dados com pequenas proporções de ocorrência de eventos, em grande número de itens e de diferentes dimensões (partes da edificação), a avaliação da fidedignidade deve considerar este fato. Nesta linha, esta análise deve ser considerada como parâmetro inicial que deve ser complementada por uma análise fatorial exploratória (apresentada em detalhe no tópico seguinte) após a coleta de dados, como forma de avaliar a fidedignidade dos constructos latentes (dimensões) identificados, uma vez que se considera o instrumento de coleta multidimensional.

A terceira etapa refere-se à coleta e processamento dos dados. Após a coleta, os dados são inseridos na base de dados, sobre a qual duas atividades distintas podem ocorrer concomitantemente: (a) as análises descritivas dos dados, com o emprego de medidas tais como a: frequência de ocorrência dos itens de pesquisa, a nota da qualidade das partes da edificação informada pelo técnico e pelos usuários e a nota geral da qualidade informada pelos usuários, bem como diagramas de análises qualitativas de observações de campo; e (b) a análise fatorial exploratória (AFE) que visa a estabelecer uma estrutura de relacionamento entre as variáveis observadas a partir da correlação entre as mesmas e que possibilite identificar agrupamentos correlacionados, denominados de constructos latentes ou fatores.

A partir do constructo de ordem superior estabelecido - avaliação da qualidade construtiva, a AFE identifica os constructos latentes que possibilitam avaliá-lo. No caso de efetuar a análise fatorial exploratória, e os constructos latentes obtidos não se apresentarem coerentes na visão do pesquisador, há a necessidade de ser efetuado um novo ciclo de análise fatorial (processo iterativo), no qual a relevância dos itens do instrumento de coleta deve ser reavaliada. Por fim, após a identificação dos constructos latentes, deve-se e efetuar ajustes no modelo conceitual de medição proposto na segunda etapa.

A quarta e última etapa refere-se à análise e a disponibilização sistemática de informações sobre a qualidade construtiva das habitações. Nesta etapa são apresentados os conjuntos de medidas propostas para a análise da qualidade construtiva das habitações – as técnicas estatísticas empregadas são apresentadas com mais detalhes no tópico seguinte. São apresentados os gráficos e tabelas que apresentam a relação entre a frequência de ocorrência e a fração atribuível populacional para cada item de pesquisa, baseados nos resultados da análise descritiva. Também são apresentados os indicadores de falhas construtivas, estruturados a partir da identificação dos constructos latentes pela AFE. Ainda, são apresentados os dados de falhas avaliados a partir da análise de confiabilidade do produto, também conhecida pela análise de sobrevivência. No presente trabalho são apresentados resultados estratificados por região, faixas do programa MCMV e tipologias das unidades habitacionais. Ao final desta etapa devem ser estabelecidas: a periodicidade da coleta dos dados, bem como as estratificações de interesse. A cada ciclo de coleta de dados deve-se analisar os dados coletados para avaliar se as manifestações patológicas existentes em campo estão abrangidas pelo instrumento de coleta de dados. Esta avaliação deve gerar ciclos de atualização do instrumento de coleta de dados.

5.2.2. Estatísticas aplicadas

5.2.2.1. A fidedignidade estatística de testes

O *Alpha* de Cronbach é um coeficiente de confiabilidade que estima a consistência interna de um teste (BROWN, 2006). Este coeficiente avalia a consistência entre as variáveis de uma escala múltipla, em que os itens ou indicadores individuais da escala devem medir o mesmo constructo e assim ser altamente inter-correlacionados (HAIR *et al.*, 2005). A medida do *Alpha* de Cronbach avalia a consistência da escala inteira e varia entre 0 e 1 (HAIR *et al.*, 2005). Pode-se defini-lo como a média de todos os possíveis coeficientes de correlação obtidos por meio de bipartições de um dado teste (CRONBACH, 1951). Medidas mais altas indicam maior fidedignidade entre os indicadores. Geralmente, o limite inferior aceito é 0,7, mas pode diminuir para 0,60 em pesquisas exploratórias (HAIR *et al.*, 2005).

De acordo com Zinbarg *et al.* (2005), a análise da fidedignidade de um instrumento de coleta e testes deve ser efetuada com o emprego de diferentes índices no caso em que: (a) um instrumento de coleta é multidimensional; (b) os fatores do instrumento de coleta respondem

aos constructos superiores com possibilidade de possuir subfatores; e (c) há correlações entre fatores. Assim, há interesse em conhecer a proporção da variância dos itens do instrumento de coleta de dados devido a todos os fatores comuns. Para os referidos autores a análise sobre os índices de fidedignidade, quando não há unidimensionalidade, deve ser direcionada para a variância entre os fatores existentes, entre cada fator e seus itens e entre os itens com o fator geral. Também, para os autores, as pesquisas frequentemente utilizam o coeficiente *Alpha* de Cronbach (α) para avaliar a fidedignidade da escala de testes. Contudo, este coeficiente subestima a fidedignidade, principalmente em testes multidimensionais (ZINBARG *et al.*, 2005). No caso de dados que seguem uma distribuição assimétrica, quando são observados alguns valores de correlação extremos, as análises com o emprego do *Alpha* de Cronbach podem ser comprometidas (TANG; CUI; BABENKO, 2014; ZINBARG *et al.*, 2005). Desta forma, Zinbarg *et al.* (2005) sugerem empregar conjuntamente ao *Alpha* de Cronbach o coeficiente *Ômega* (ω) de *McDonald*. Para Zinbarg *et al.* (2005), a fidedignidade de um teste pode ser validada a partir da estrutura de caso II proposta em seu artigo em que ($\alpha < \omega <$ fidedignidade do teste). Desta forma, os valores de *Alpha* e *Ômega* podem ser considerados o valor inferior e o valor mais próximo possível da fidedignidade de um teste, respectivamente.

A abordagem de Zinbarg *et al.* (2005) busca, a partir de fatores agrupados, explicar as covariâncias de itens que não podem ser explicados por um fator geral, proporcionando a parcimônia necessária para as pesquisas (ZINBARG *et al.*, 2005).

5.2.2.2. Discussão sobre amostras desbalanceadas

Para Tomz, King e Zeng (2001), a análise estatística de variáveis dependentes de dados binários em que ocorrem eventos raros é comum em ciências políticas, ciências sociais afins e em outras áreas de pesquisa, como a de saúde pública. Nos trabalhos, nestas áreas, eventos raros são apresentados como difíceis de explicar e prever (TOMZ; KING; ZENG, 2001). Tal problema pode ter uma multiplicidade de fontes, incluindo: (a) procedimentos estatísticos que subestimam a probabilidade para eventos raros; e (b) ineficiências nas estratégias de coleta de dados utilizados (TOMZ; KING; ZENG, 2001).

A primeira, embora as propriedades estatísticas dos modelos de regressão linear são invariantes à média (incondicional), as propriedades estatísticas para amostras com distribuição normal são distintas de amostras com características de dados binários (TOMZ; KING; ZENG, 2001). A média de uma variável binária é a frequência relativa do evento nos

dados, os quais, muito além do que apenas o número de observações, constitui o conteúdo de informação do conjunto de dados, uma propriedade muitas vezes esquecida em técnicas estatísticas para variáveis binárias e que tem consequências importantes para a análise de dados com eventos raros (TOMZ; KING; ZENG, 2001). Por exemplo, os coeficientes de regressão logística são tendenciosos em amostras pequenas (menores que 200), fato documentado na bibliografia estatística. O que não é amplamente entendido é que, em dados de eventos raros, a tendência de probabilidades para a direção do não evento também pode ser substancialmente significativa com grandes tamanhos de amostra. Assim, a probabilidades de estimar os eventos tornam-se ainda menores.

Uma segunda fonte das dificuldades em analisar eventos raros reside na coleta de dados. Devido a recursos finitos e em muitos casos fixos, sempre há um *trade-off* entre obter mais observações ou incluir variáveis adicionais (TOMZ; KING; ZENG, 2001). Em dados de eventos raros, persiste o medo de coleta de um conjunto de dados sem eventos. Assim, para os referidos autores, a tendência é optar pelo aumento do tamanho da amostra, dadas às limitações operacionais, o que pode evidenciar a necessidade de melhorar as estratégias de coleta de dados. Como exemplo, os pesquisadores podem coletar todos os dados de eventos (ou todos os disponíveis) e utilizar uma pequena amostra aleatória de dados de não eventos, sem perder a consistência ou mesmo a eficiência em relação à amostra total. Este resultado muda o *trade-off* ideal entre mais observações e melhores variáveis, permitindo a concentração dos esforços de coletar dados onde eles mais importam (TOMZ; KING; ZENG, 2001). Esta reestruturação da amostra, entretanto, muda o tipo de estudo que deixa, em muitos casos, de caracterizar como transversal para tornar-se um caso-controle ou corte, mudando a linha conceitual e as técnicas estatísticas empregadas.

5.2.2.3. Análise fatorial exploratória

O propósito geral de uma análise fatorial é encontrar um modo de condensar a informação, contida em diversas variáveis, em um conjunto menor de dimensões com uma perda mínima de informação (HAIR *et al.*, 2005). Para este propósito, inicialmente é necessário avaliar as relações entre os itens de pesquisa e possíveis agrupamentos que correspondam aos constructos latentes que estão em análise (DAMÁSIO, 2012).

Para Hair *et al.* (2005), a análise fatorial é uma técnica de interdependência que visa a estabelecer uma estrutura dependente de conjuntos de variáveis na análise. A análise fatorial

pode verificar se um conjunto de variáveis observadas possui características de variância e covariância que definem fatores (variáveis latentes, fatores latentes e indicadores latentes) que são agrupamentos de variáveis que melhor explicam um constructo que não pode ser medido diretamente (HAIR *et al.*, 2005). A análise fatorial exploratória (AFE) auxilia na verificação de quais variáveis definem fatores, impondo vínculos, sem restringir padrões de relações entre as variáveis observadas e os fatores, dado seu caráter exploratório.

Há dois motivos principais para a utilização da AFE: (a) o pesquisador não possui evidências empíricas suficientes que explicitem como os itens de determinado instrumento devem ser agrupados e avaliados; ou (b) quando o pesquisador quer confirmar ou refutar a estrutura fatorial de determinado instrumento (BROWN, 2006; *apud* Damásio (2012)). Outro ponto importante que recai na escolha da análise fatorial exploratória refere-se à abrangência das análises. A análise fatorial possibilita a explicação dos constructos latentes ou fatores com um número mínimo de variáveis a partir da variância comum entre eles. Esta é a principal diferença entre a análise de componentes principais (ACP) e a análise fatorial exploratória (AFE), a primeira aborda as relações e descreve a amostra observada por avaliar a variância total, ou seja, a variância comum e a variância individual de cada item, enquanto a última avalia apenas a variância comum e sistemática entre os itens (BROWN, 2006; FÁVERO *et al.*, 2009). Neste sentido a análise fatorial é mais adequada quando se espera generalizar os resultados (BROWN, 2006). Esta determinação possibilita a redução do instrumento de coleta utilizando apenas as variáveis de maior peso ou carga fatorial sobre o constructo de análise (DAMÁSIO, 2012).

A seguir são apresentados de forma sucinta os testes estatísticos de adequação dos dados à análise fatorial, bem como índices de adequação dos ajustes propostos aos dados durante esta atividade.

- a) KMO - Kaiser- Meyer-Olkin – este teste indica a adequação conjunto de dados para a aplicação da AFE (HAIR *et al.*, 2005). Os valores deste índice variam de zero a um. Como regra para interpretação dos índices de KMO, valores menores que 0,5 são considerados inaceitáveis, valores entre 0,5 e 0,7 são considerados pobres, mas aceitáveis, valores entre 0,7 e 0,8 são considerados satisfatórios e valores acima de 0,8 e 0,9 são considerados excelentes (HAIR *et al.*, 2005).
- b) O Esfericidade de Bartlett utiliza a distribuição “qui quadrado” e testa a hipótese (nula H₀) de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. A matriz identidade

possui valores na diagonal igual a um (1) e todos os outros valores iguais ao zero, indicando ausência de correlação entre as variáveis (HAIR *et al.*, 2005). Quando os valores de significância são maiores que 0,100, os dados não apresentam adequação para a análise fatorial, assim a hipótese nula não pode ser rejeitada. Valores abaixo do indicado permitem rejeitar a hipótese nula (HAIR *et al.*, 2005).

- c) Técnica de rotação oblíqua - é um tipo de rotação fatorial, na qual a solução obtida produz fatores correlacionados e fornece informações sobre o grau em que os fatores estão correlacionados um com o outro (HAIR *et. al.*, 2005). A interpretação da solução requer a análise da matriz de correlações inter fatoriais e das cargas fatoriais das variáveis que saturam nos diversos fatores (PESTANA *et. al.*, 1998). A rotação fatorial é uma transformação matemática realizada com o objetivo de facilitar a interpretação dos fatores (avaliar se dá para excluir “dos fatores”) na matriz fatorial, maximizando cargas perto de 1 e minimizando cargas perto de 0 (BROWN, 2006). Desta forma os valores intermediários são eliminados, fazendo com que cada variável seja associada a apenas um fator (PESTANA *et. al.*, 1998) e gerando um padrão fatorial mais simples e teoricamente mais significativo (HAIR *et. al.*, 2005).
- d) Comunalidade - Para Hair *et. al.* (2005), é a quantia total de variância que uma variável compartilha com todas as outras variáveis incluídas na análise, onde cada indicador é explicado por fatores comuns (BROWN, 2006). Quanto maior a comunalidade, maior será o poder de explicação da variável pelo fator. As comunalidades podem variar entre 0 e 1 e podem ser utilizadas para definir um critério de descarte de variáveis. Um valor referencial comum para corte é 0,5. Segundo Hair *et. al.* (2005).
- e) SRMR - *Standardized root mean square residual* - A raiz quadrada média residual padronizada pode ser definida como a diferença média entre as correlações observadas e as correlações previstas pelo modelo (BROWN, 2006). O valor de SRMR varia entre 0 e 1 e quanto menor o valor de SRMR mais bem ajustado é o modelo. Um valor abaixo de 0,08 ou menor é, geralmente, considerado um bom ajuste (HU *et. al.*, 1999).
- f) RMSEA - *Root mean square error of approximation* – A raiz quadrada média do erro de aproximação é um índice que é uma função do valor qui quadrado, dos graus de liberdade do modelo e do tamanho da amostra (DIMITROV, 2012), que avalia quão bem um modelo se ajusta razoavelmente à população (BROWN, 2006). Devido à sua sensibilidade ao número de parâmetros estimados no modelo, o RMSEA favorece

parcimônia na medida em que irá escolher o modelo com o menor número de parâmetros. Este índice é útil também por fornecer um cálculo de intervalo de confiança que auxilia em sua análise. Como parâmetros para sua análise o RMSEA é bem ajustado quando seu valor fica abaixo de 0,08, mas pode ser aceito até 0,1 (HOOPER *et al.*, 2008). De acordo com Hu *et al.* (1999) para um ajuste adequado os valores devem ficar em torno de 0,06.

- g) NNFI (TLI) - *Non-normed fit index* (Tucker-Lewis *Index*) - é um índice de ajuste comparativo, mas que compensa o efeito da complexidade do modelo (BROWN, 2006). Ao contrário do CFI, índice que é similar, o TLI é não normalizado (BROWN, 2006) e recomendado para análises de dados binários. Valores perto de 0,95 ou mais são considerados aceitáveis para um bom ajuste (HU *et al.*, 1999).

5.2.2.4. Análise fatorial exploratória *e a priori*– critérios empregados no estudo

Devido às dificuldades de avaliar a fidedignidade do instrumento de coleta como já abordado em tópicos anteriores, a bibliografia recomenda a análise de especialistas para esta atividade. Partindo do pressuposto que o mesmo foi desenvolvido com base em diferentes pontos de vista de especialistas atuantes em áreas distintas da construção civil, mas relacionadas à área habitacional, entendeu-se que o instrumento de coleta de dados possui conteúdo interno adequado para a avaliação da qualidade construtiva. Entretanto, como forma de melhor avaliar este instrumento de coleta, - após a coleta completa dos dados, o mesmo também foi analisado pelo coeficiente *Alpha* de Cronbach, pelo coeficiente *Ômega* de *McDonald* e também a partir de uma análise fatorial exploratória. Para isso, antes desta avaliação de fidedignidade há a necessidade de avaliar o modelo de medição proposto para o método como forma de confirmar os constructos latentes principais propostos (Figura 27). Neste sentido, a análise fatorial ocorre de duas formas: a exploratória - sem estabelecer constructos latentes de forma prévia; e a forma *a priori*- em que são estabelecidos os agrupamentos para a aplicação dos testes e técnicas vinculadas à análise fatorial.

O teste de KMO, bem como os testes de *Alpha* de Cronbach, *Ômega* de *McDonald* e o teste de esfericidade de Bartlett foram efetuados para avaliar a possibilidade de utilizar a análise fatorial para a identificação de constructos latentes ou fatores associados aos dados da pesquisa que possam validar o modelo de medição proposto.

O próximo passo refere-se à extração de fatores. Inicialmente busca-se identificar um número de fatores estatisticamente aceito, como forma de comparar com a proposta de modelo de medição deste estudo. Para esta atividade empregou-se três critérios: (a) critério de *Kaiser*; (b) critério do gráfico *Scree*; e (c) análise paralela.

Inicialmente são gerados valores da raiz latente (*eigenvalues*) e plotados pelo número de componentes a partir dos dados da amostra pelo critério do gráfico *Scree* (HAIR *et al.*, 2005). A partir do gráfico identifica-se o número de fatores ou componentes que ficaram com *eigenvalue* acima de um (1), relacionado ao critério de Kaiser (FÁVERO *et al.*, 2009), ao considerar que, se o fator tem valor abaixo de um, há pouca contribuição para explicar a variância nas variáveis originais (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010). Juntamente, são gerados números aleatórios de *eigenvalues* para a análise paralela entre os valores randômicos e os valores da amostra, e avaliada a interseção das duas curvas (DAMÁSIO, 2012). Desta forma, são contados os fatores que contêm os três critérios: o valor de *eigenvalue* acima de um (1) e que estejam acima do intercepto das curvas e que nestes pontos se verifique pontos de inflexão acentuados.

Na etapa seguinte da análise fatorial, tanto para a análise exploratória quanto para a análise *a priori*, foram empregados os seguintes critérios, como forma de adequar a análise fatorial às características dos dados: (a) correlação do tipo policórica e considerada a possibilidade de uso de covariâncias devido o emprego de dados categóricos, possibilitando maior flexibilidade de ajuste da análise, sem limitar as análises somente na correlação dos itens, mas também com o emprego de suas covariâncias (BROWN, 2006; DAMÁSIO, 2012); (b) o estimador empregado foi de mínimos quadrados não ponderados (*unweighted least squares* – minres ou ULS) que melhor se ajusta a dados binários e amostras de tamanho entre duzentas (200) e quinhentas (500) observações (BROWN, 2006) e; (c) rotação oblíqua (oblimin e promax). Estas especificações foram extraídas da bibliografia como as mais adequadas para análise fatorial aplicada a dados binários (BROWN, 2006; DAMÁSIO, 2012; FÁVERO *et al.*, 2009; FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010).

Após a análise fatorial exploratória, o passo seguinte foi avaliar os constructos com base nos subsistemas predeterminados na pesquisa para a construção do instrumento de coleta. Deve ser considerado que a base de dados é multidimensional e que as variáveis estabelecidas têm por sua natureza relações com os constructos latentes predeterminados.

5.2.2.5. Fração atribuível populacional - FAP

A fração atribuível populacional (FAP) é uma técnica estatística muito empregada na área da saúde (CAMEY *et al.*, 2010; HANLEY, 2001). Para Camey *et al.* (2010) a FAP possibilita avaliar um determinado desfecho, que na área da saúde está relacionado a ocorrência de uma determinada doença em uma população, a partir da análise de fatores de risco para tal desfecho. Assim, a fração atribuível é conceituada como uma medida que possibilita mensurar o efeito da eliminação do fator de risco para determinado desfecho. Ou ainda, quantifica a diminuição da ocorrência do desfecho se o fator de risco fosse eliminado (CAMEY *et al.*, 2010). Também, para os mesmos autores a FAP mede a proporção da ocorrência do desfecho na população, que pode ser atribuída à exposição de um determinado fator (CAMEY *et al.*, 2010). Dessa forma, a fração atribuível populacional torna-se útil ao permitir quantificar o efeito de uma estratégia preventiva (CAMEY *et al.*, 2010), e no caso da qualidade construtiva pode contribuir para o entendimento da percepção dos usuários sobre sua habitação (BONATTO *et al.*, 2009).

Neste estudo o desfecho é a percepção do usuário sobre a qualidade construtiva da habitação e os fatores de risco são as manifestações patológicas ou falhas, observadas por técnicos, que podem ocorrer em uma edificação durante seu uso. Assim, a fração atribuível populacional é resultado de uma tabela (Tabela 13) de contingência que associa o desfecho em relação à exposição a cada falha observada. Espera-se avaliar a qualidade construtiva a partir da combinação da percepção do usuário e da análise técnica.

Tabela 13 - Tabela de contingência bivariada – Exposição x Desfecho – combinação de visões

Exposição Aferição técnica da falha	Desfecho	
	Sim	Não
Sim	A	B
Não	C	D

$$FAP = \frac{\frac{A + C}{A + B + C + D} - \frac{C}{C + D}}{\frac{A + C}{A + B + C + D}} \quad \text{Equação 1}$$

5.2.2.6. Análise de confiabilidade do produto

A análise de confiabilidade ou de sobrevivência é uma técnica estatística com o propósito de investigar o tempo de ocorrência de um evento de interesse (FÁVERO *et al.*, 2009). Para os autores a vantagem desta técnica é que ela suporta dados censurados, que se referem aqueles cujo tempo até o evento não é conhecido.

De acordo com Fávero *et al.* (2009) dados censurados ocorrem quando não se dispõem de informações suficientes para determinar o tempo de confiabilidade da observação em questão. Ou seja, o tempo que uma observação leva para que seja caracterizada como ocorrência do evento em estudo para aquela observação. No caso deste trabalho, a análise de confiabilidade trata sobre a qualidade construtiva de edificações. Assim, para cada falha identificada nas observações se verifica o grau de confiabilidade das partes da habitação com relação à respectiva falha ao longo do tempo.

Como forma de atender a esta característica dos dados, foi utilizado o estimador não paramétrico de Kaplan-Meier, cuja estrutura suporta dados censurados (FÁVERO *et al.*, 2009). A análise de confiabilidade com o emprego do estimador de Kaplan-Meier permite investigar a ocorrência do evento e de comparar o desempenho de grupos com base em estratificações ou fatores. Os testes empregados na análise de confiabilidade são:

- a) *Log-rank-test*: semelhante ao teste qui-quadrado de independência entre grupos e analisa comparativamente os valores observados e esperados. Se a hipótese nula do teste se configurar verdadeira (em que os dois grupos analisados possuem curvas de confiabilidade iguais), então o teste estatístico de *log-rank* tem uma distribuição do tipo qui-quadrado com um grau de liberdade. Para a análise dos resultados obtidos neste teste, quando o *p-value* > 0,05 não se pode rejeitar a hipótese nula de que as taxas de sobrevivência para os dois grupos comparados são estatisticamente a mesma.
- b) Teste de *Wilcoxon*: empregado em dados não paramétricos, utiliza o agrupamento dos dados em postos, neste caso os agrupamentos em postos referem-se aos intervalos de tempo de cada falha (FÁVERO *et al.*, 2009; INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL, 2013).
- c) Teste de *Tarone-ware*: oferece a versatilidade de lidar com dados que podem não ter sido detectados (censurados). Assim, como nos outros testes não paramétricos, este

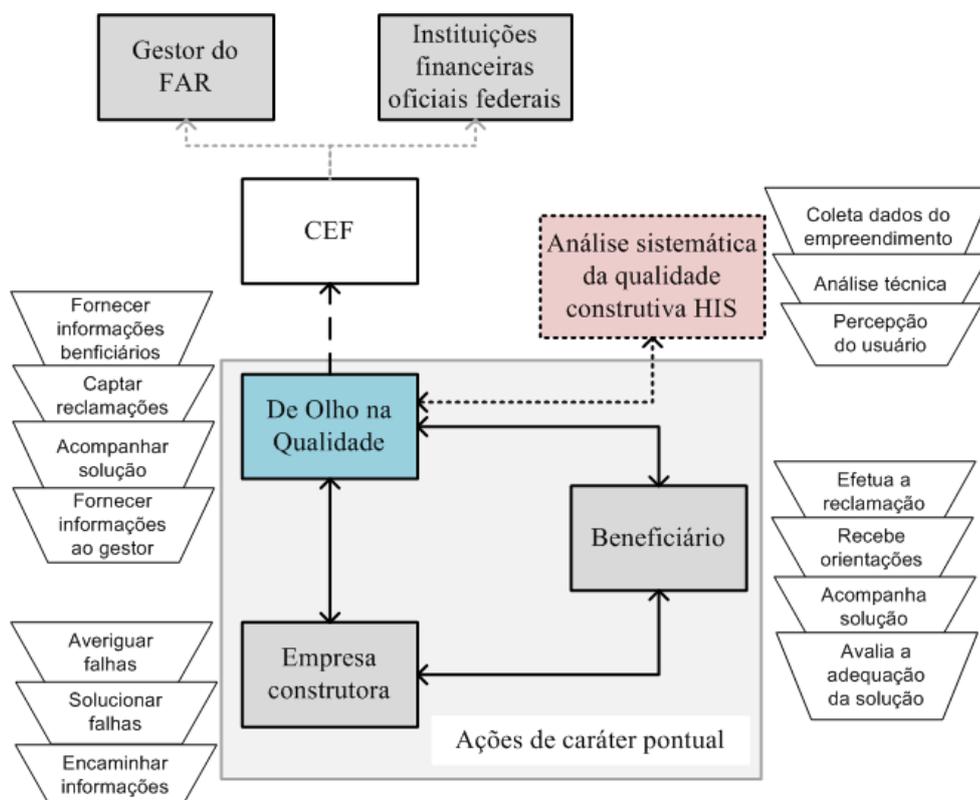
assume distribuição idêntica para o agrupamento estabelecido como base para os cálculos (INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL, 2013).

Os três testes são apresentados em conjunto devido às características de cada um: O *Log-Rank Test* tende a apresentar melhor desempenho para o lado direito das curvas de confiabilidade ao longo do tempo (ou seja, para valores maiores de t). O teste de *Wilcoxon* tende a executar melhor no lado esquerdo das curvas de sobrevivência (valores mais baixos de t). Já o teste *Tarone-Ware* tende a executar melhor na análise de valores no meio da curva (ZAIONTZ, 2015).

5.3.POSSÍVEL INSERÇÃO DO MÉTODO NA ESTRUTURA DE MONITORAMENTO EXISTENTE

Levando em conta o contexto atual da realização de empreendimentos habitacionais no país, apresentado no item 5.1, foi proposta a inserção do método proposto entre as atribuições dos principais intervenientes conforme indicado na Figura 23. O método proposto pode ser considerado uma ampliação do sistema de monitoramento dos empreendimentos na etapa de uso. Na avaliação sistemática da qualidade das habitações, são propostas as seguintes responsabilidades: coletar os dados sobre a qualidade dos empreendimentos, identificar a percepção do usuário e a análise técnica sobre o tema. Esta análise sistemática possibilita a obtenção de informações dos empreendimentos com base no seu estado de conservação ao longo do tempo, a partir da identificação de falhas construtivas após a entrega das unidades. Esta ampliação visa a gerar informações de caráter sistêmico e com maior detalhamento, a fim de avaliar a qualidade construtiva dos empreendimentos e não apenas o atendimento das reclamações dos beneficiários. As duas atividades, desta forma, podem ser executadas de forma concomitante, ao considerar que no caso de danos físicos um técnico deve avaliar a pertinência da reclamação. Assim, em um mesmo evento a coleta de dados sobre a qualidade geral da habitação pode ser aplicada. Ainda, devido à aferição ser motivada por uma reclamação, a visita para a pesquisa torna-se parte dos tramites de aferição, não sendo necessário criar uma nova rotina para a coleta dos dados. Também, o reclamante está mais suscetível a responder a entrevista que visa a identificar a sua percepção sobre a qualidade da habitação.

Figura 23 - Proposta de avaliação sistemática da qualidade construtiva.



Ao longo do tempo, o conjunto de dados coletados sobre um mesmo empreendimento possibilita a captação de informações relativas às falhas sistêmicas do empreendimento. Estas informações podem auxiliar nas atribuições dos diferentes agentes do PMCMV como já apresentado.

No caso de sistematizar, uma estrutura de coleta com vistas a garantir a validade estatística das observações deve prever o emprego de técnicas de amostragem. A criação de uma grande base de dados referente à qualidade de empreendimentos e algumas mudanças nas rotinas de alguns intervenientes do PMCMV poderiam propiciar uma retroalimentação mais rica e sistemática, beneficiando todo o segmento de habitação de interesse social no país. Por exemplo, poderiam ser identificadas as falhas construtivas mais frequentes e também as mais críticas do ponto de vista do usuário, podendo retroalimentar projetos, especificações de materiais e de sistemas construtivos. Ainda, esta base de dados pode auxiliar na melhoria das especificações mínimas exigidas para as construções vinculadas ao Programa Minha Casa Minha Vida.

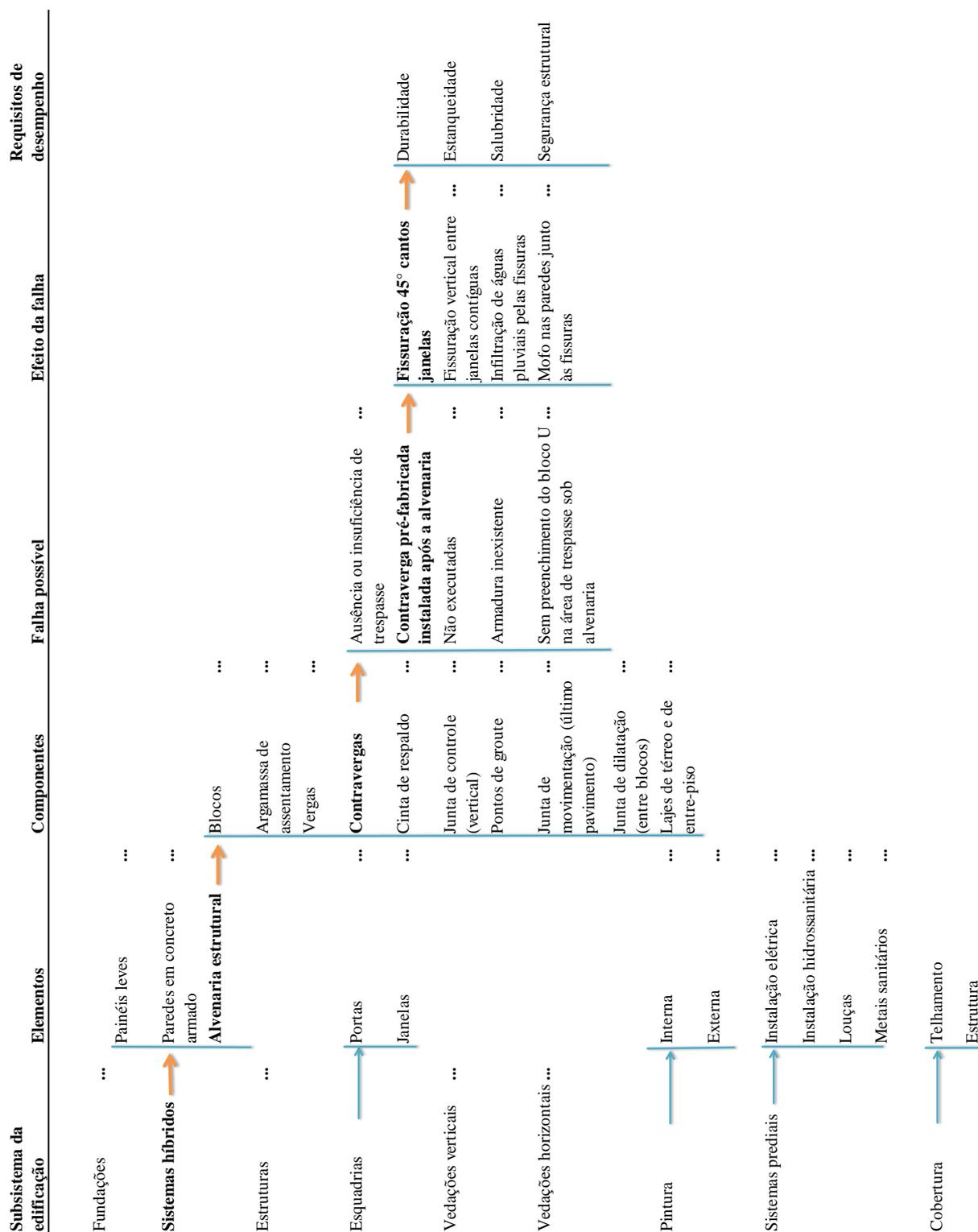
Com uma base de dados mais robusta é possível obter informações de maneira antecipada às reclamações de falhas características e consideradas tecnicamente procedentes, como forma de aumentar a efetividade das soluções dos problemas. Desta forma, a incorporação da sistemática proposta tem o potencial de ampliar o impacto do PDOQ, uma vez que este teria informações estruturadas para análises em caráter sistêmico, ao invés de análises de caráter pontual realizadas na solução de problemas identificados por meio de reclamações.

5.4. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PROPOSTO

5.4.1. Estrutura do diagrama de afinidades

Para a elaboração do instrumento de coleta, bem como para a identificação do modelo conceitual de medição da qualidade construtiva, foi elaborado um diagrama de afinidades. Este diagrama relaciona as partes da edificação com possíveis falhas de projeto e execução que possam causar manifestações patológicas nas edificações durante o uso. A estrutura do diagrama apresentada na Figura 24 está baseada nos constructos e requisitos utilizados pela norma NBR15575/2013, para a avaliação do desempenho das edificações, bem como na definição das partes da edificação como subsistemas, cuja totalidade configura o sistema habitação. O diagrama de afinidades proposto vinculou os requisitos de desempenho com as falhas observadas elencadas no mesmo, que poderiam comprometer o desempenho das edificações e, destas falhas, foram identificadas aquelas que poderiam ser observadas em uma inspeção visual na etapa de uso da edificação.

Figura 24 - Estrutura da base de dados em formato de diagrama de afinidades



De acordo com a NBR 15575:2013 (ABNT, 2013), a avaliação de desempenho deve ser realizada por meio de ensaios laboratoriais, análise de projetos e inspeções em protótipos, servindo para orientar projetistas nas suas decisões. Tais atividades devem ocorrer nas fases iniciais de desenvolvimento do produto devido ao caráter preditivo da norma. Entende-se, no

entanto, que uma inspeção visual após a entrega da edificação, efetuada sistematicamente em períodos de tempo pré-determinados, pode contribuir para a melhoria de especificações de projeto e das técnicas de controle da execução, levando em consideração as ações do ambiente externo para o qual a edificação foi projetada. Dessa forma, pode colaborar para as ações de melhoria no atendimento da referida norma, bem como eliminar ou atenuar uma possível falha já ocorrida nas edificações.

Na Figura 25, apresentam-se os constructos e seus respectivos requisitos da norma de desempenho que foram contemplados no diagrama de afinidades proposto.

Figura 25 - Constructos propostos pela ABNT NBR15575/2013 para a análise do desempenho de uma edificação habitacional

		Requisitos de desempenho												
Constructo		Segurança estrutural	Segurança contra o fogo	Segurança no uso e na operação	Estanqueidade	Desempenho térmico	Desempenho acústico	Desempenho lumínico	Saúde, higiene e qualidade do ar	Funcionalidade e acessibilidade	Conforto tátil e antropodinâmico	Durabilidade	Manutenibilidade	Impacto ambiental
Desempenho das edificações	Segurança	x	x											
	Habitabilidade				x				x	x	x			
	Sustentabilidade													x

A Figura 26, por sua vez, apresenta os conceitos atribuídos a cada um dos requisitos como forma de estabelecer a vinculação entre os itens falhos e o possível comprometimento do desempenho da edificação, listados no diagrama de afinidades proposto.

Figura 26 - Conceitos estabelecidos para a avaliação de falhas de desempenho na etapa de uso

	Requisitos	Conceitos empregados na avaliação
Falhas no desempenho das edificações na etapa de uso	Funcionalidade	Impossibilidade ou dificuldade de uso de componentes ou partes da edificação, ou ausência de acessibilidade às funcionalidades da edificação
	Segurança estrutural	Alterações no sistema estrutural projetado
	Durabilidade	Falhas em um ou mais componentes da edificação que possam reduzir a durabilidade e a vida útil da edificação
	Conforto tátil e antropodinâmico	Impossibilidade ou dificuldade no uso de dispositivos da edificação que possam gerar danos físicos, risco de acidente
	Estanqueidade	Incapacidade das partes da edificação responsáveis pela estanqueidade de evitar processos deletérios dos materiais, bem como proliferação de fungos e doenças respiratórias
	Segurança ao uso	Incapacidade do componente, parte da edificação ou sistema garantir a segurança à vida do usuário
	Saúde, higiene e qualidade do ar	Possibilidade de comprometer a salubridade da edificação devido a falhas em subsistemas, componentes ou elementos.

Este diagrama de afinidades foi criado para suprir a carência de dados de reclamações, sendo utilizado como referência para a construção do instrumento de coleta de dados proposto. Contudo, o referido diagrama serve como base para a análise de relações entre as falhas identificadas em campo e as etapas que a precedem. Nesta linha, o diagrama de afinidades foi desenvolvido de forma que pudesse ser lido no sentido temporal para que o projetista, ao definir uma solução, possa identificar as falhas que podem ocorrer ao longo da vida da edificação e propor os cuidados e os detalhes que devem ser produzidos para prevenir a ocorrência de pontos vulneráveis na edificação, sujeitos a manifestações patológicas. O diagrama também pode ser lido no sentido inverso, ao buscar analisar possíveis comprometimentos do desempenho da habitação devido às manifestações patológicas identificadas na etapa de uso e, a partir destas, identificar todas as prováveis etapas que geram determinada categoria de falha e assim buscar uma solução para a referida falha com base em suas causas prováveis.

Categorização das falhas

O diagrama de afinidades elaborado levou em conta diferentes sistemas construtivos empregados em habitação de interesse social no Brasil. Tais sistemas foram classificados em

duas grandes categorias: (a) sistemas tradicionais, nos quais a função estrutural é dissociada da função de vedação vertical; (b) sistemas híbridos, nos quais as funções de vedação e de resistência estrutural são desempenhadas pelos mesmos componentes ou o conjunto deles de forma associada, tais como: painéis leves (*light steel frame e wood frame*); painéis de parede pré-fabricados em concreto armado; paredes de concreto armado moldadas in loco; e alvenaria estrutural. Além do subsistema estrutural, foram considerados os seguintes subsistemas: vedação vertical, vedação horizontal, pintura, esquadrias, cobertura e sistemas prediais.

Devido as limitações de tempo envolvidas nesta pesquisa, o diagrama de afinidades foi elaborado de forma completa somente para o sistema de alvenaria estrutural, tendo em vista que as unidades habitacionais pesquisadas foram executadas nesse tipo de sistema, sendo à época da execução das mesmas o sistema construtivo mais utilizado em empreendimentos de habitação de interesse social no Estado do Rio Grande do Sul. O diagrama de afinidade para este sistema construtivo é apresentado no apêndice 2.

Alguns subsistemas construtivos foram desmembrados em seus elementos, tais como: (a) esquadrias, em portas e janelas e (b) pintura, em pintura interna e externa. Por sua vez, alguns elementos foram desmembrados em seus componentes, como, por exemplo, no caso da alvenaria estrutural: blocos, argamassa de assentamento, vergas, contravergas, entre outros. Para cada um destes elementos buscou-se identificar possíveis falhas na etapa de execução (por exemplo, “contravergas pré-fabricadas instaladas após a alvenaria estar executada”). Logo após, busca-se a identificação do padrão de falha com potencial de se manifestar na etapa de uso da edificação. Por fim, com base nesta estrutura pode-se identificar os requisitos do desempenho nos quais o efeito da falha tem maior impacto negativo.

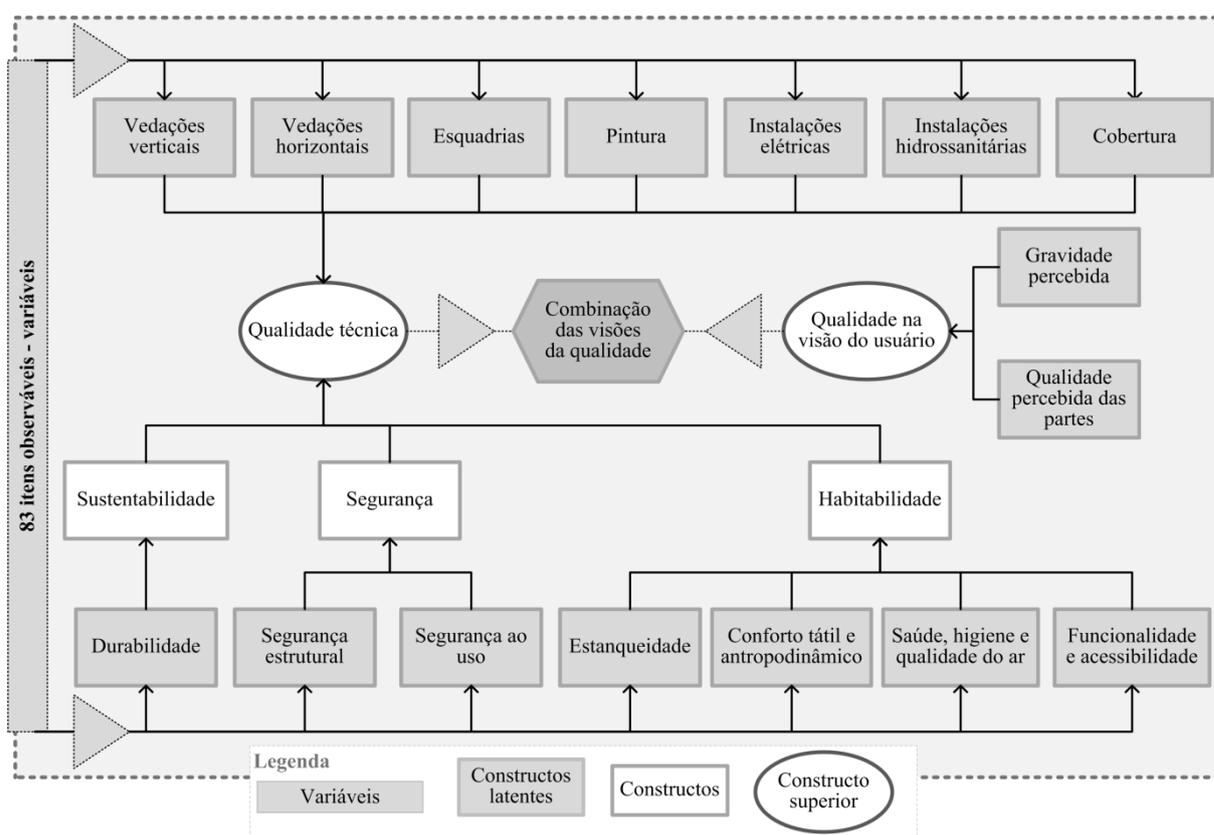
Definição do modelo conceitual de medição

A Figura 27 apresenta o modelo conceitual de medição inicial dos empreendimentos, contendo as relações entre itens observáveis, constructos latentes, constructos e constructos superiores. Neste modelo, os dados da avaliação técnica estão organizados de duas formas distintas. Na primeira forma, as variáveis observadas são organizadas pelas partes da edificação (constructos latentes), tais como vedações verticais, vedações horizontais, esquadrias, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, cobertura e pintura. Assim, a

qualidade construtiva (constructo superior) está representada pelo conjunto dos resultados de cada um dos constructos latentes.

A segunda forma de categorização dos dados foi proposta visando contemplar como as falhas em cada uma das partes da edificação podem comprometer o desempenho, utilizando como base os requisitos de desempenho: durabilidade, segurança estrutural, segurança no uso, estanqueidade, conforto tátil e antropodinâmico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade. Os requisitos do desempenho (ABNT, 2013), neste trabalho, também são denominados de constructos latentes. Por fim, os constructos de desempenho: sustentabilidade, segurança e habitabilidade (ABNT, 2013), representam os constructos superiores de qualidade técnica.

Figura 27 - Modelo conceitual de medição da qualidade construtiva - inicial

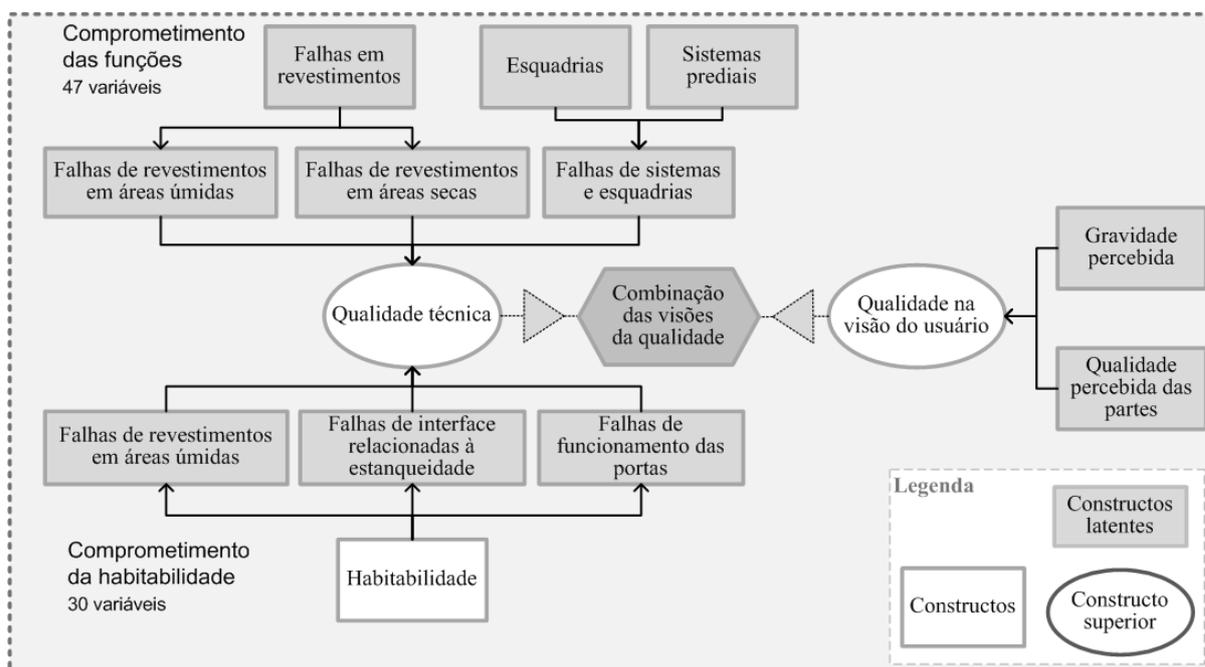


O modelo inicial foi avaliado a partir de análise fatorial *a priori* como forma de avaliar a fidedignidade dos agrupamentos de análise. Os passos efetuados para a análise deste modelo são apresentados no capítulo seguinte.

O resultado desta análise é o modelo conceitual de medição final, apresentado na Figura 28. Este modelo final possibilita avaliar a qualidade da unidade habitacional a partir da qualidade técnica, obtida ou pelo comprometimento das funções ou pelo comprometimento da habitabilidade das edificações. A qualidade técnica é, então, combinada com a visão do usuário sobre a qualidade e a gravidade percebida por este.

Tanto no modelo inicial, empregado como *input* para o desenvolvimento do instrumento de coleta de análise técnica, quanto no modelo final, a qualidade construtiva na visão do usuário é estabelecida a partir da percepção dos mesmos sobre a qualidade das partes da edificação e também sobre sua percepção de falha construtiva grave. Desta forma, as duas visões de qualidade possuem estruturas distintas de constructos com o propósito de avaliar a qualidade construtiva sob as duas perspectivas. A qualidade construtiva, por fim, é avaliada de uma forma abrangente a partir da proposta de um indicador de qualidade construtiva que combina a análise técnica e a visão do usuário.

Figura 28 - Modelo conceitual de medição da qualidade construtiva - final



Proposta de instrumentos de coleta de dados combinados

Alinhado ao modelo conceitual proposto, esta pesquisa emprega dois instrumentos de coleta. O primeiro consiste em um questionário para obter a percepção dos usuários das habitações e

é aplicado de forma presencial. O segundo consiste em um formulário empregado para a avaliação técnica, no qual os técnicos registram a ocorrência de falhas ou manifestações patológicas nas habitações a partir de observações diretas.

A estrutura do questionário dos usuários foi adaptada e reduzida às três primeiras partes do instrumento de coleta original. A primeira parte (Figura 29) mantém os questionamentos com resposta aberta sobre a percepção de gravidade que os usuários têm sobre falhas construtivas a partir da técnica do incidente crítico e priorização das respostas. Para o usuário da habitação o conceito de gravidade identificado, na maioria das vezes, está alinhado a alguma falha que incomoda ou atrapalha nas atividades cotidianas de uso da edificação. As respostas desta etapa são utilizadas para a ponderação das falhas em cada subsistema da edificação para posterior formulação dos indicadores.

Figura 29 - Trecho do questionário sobre a percepção de qualidade dos usuários – parte 1

PARTE 1
Em relação a **qualquer** UH:

1.1 Cite 3 problemas/falhas de qualidade que você considera grave:

Problemas	Bloco (*)
(a)	
(b)	
(c)	

* Blocos: preencher com os códigos abaixo, de acordo com o sistema em que o problema se insere:
(1) Paredes (2) Pisos/Teto (3) Pintura/Forro (4) Portas/Janelas (5) Instalação elétrica (6) Instalação hidráulica (7) Telhado

1.2 Em sua opinião, qual destes 3 problemas citados é o mais grave? (a) (b) (c)
1.3 Em sua opinião, qual destes 3 problemas citados é o menos grave? (a) (b) (c)

Na segunda parte do questionário (Figura 30) busca-se identificar a percepção geral de qualidade que o usuário tem sobre sua habitação, a partir de uma escala de dez pontos, em que o maior é melhor. Esta parte foi complementada com um tópico sobre manutenções e alterações efetuadas na unidade habitacional pelos mesmos. Assim, verifica-se a ocorrência de manutenção e busca-se identificar que tipo efetuado de manutenção, sendo a mesma categorizada pelas partes da edificação.

Figura 30 - Trecho do questionário sobre a percepção de qualidade dos usuários – parte 2

PARTE 2
Nota geral da qualidade da sua UH:

2.1 Em relação à casa/apartamento recebida pelo MCMV, qual a nota que você daria para a qualidade da sua UH?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.2 Foi realizado algum tipo de manutenção pós-entrega da UH?

Sim (1)	Não (0)	Em que sistema (*)?

* (1) Paredes (2) Pisos/Teto (3) Pintura/Forro (4) Portas/Janelas (5) Instalação elétrica (6) Instalação hidráulica (7) Telhado

A terceira parte do questionário (Figura 31) visa a identificar a percepção de qualidade do usuário sobre cada parte da edificação a partir de uma escala ordinal e categórica de quatro pontos. Esta escala foi escolhida de forma a impedir que os respondentes escolhessem uma opção neutra, o que impediria a formulação de análise com o emprego da Fração Atribuível Populacional com uma parcela dos dados coletados, ocasionando a ampliação do tamanho amostral.

Figura 31 - Trecho do questionário sobre a percepção de qualidade dos usuários – parte 3

PARTE 3
Em relação à sua casa/apartamento

Você acha que a qualidade dos (as) _____ da sua UH:		MR (1)	R (2)	B (3)	MB (4)
3.1	Paredes				
3.2	Pisos/Teto				
3.3	Pintura				
3.4	Portas/Janelas				
3.5	Instalação elétrica				
3.6	Instalação hidrossanitária				
3.7	Telhado (para casas e sobrados)				

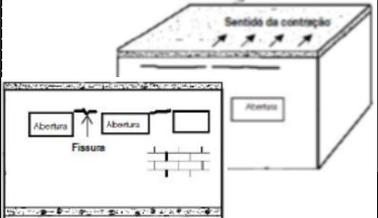
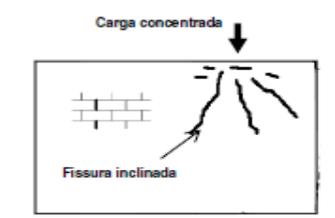
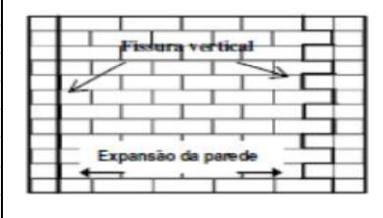
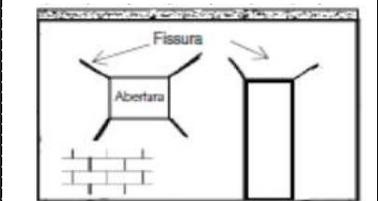
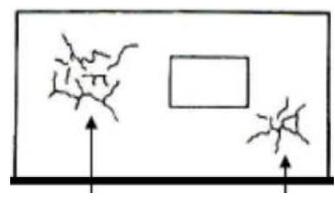
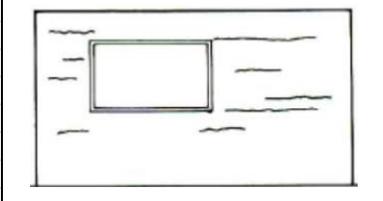
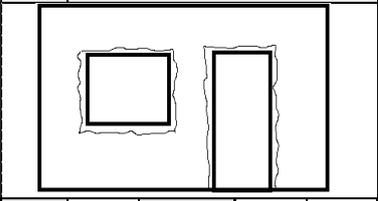
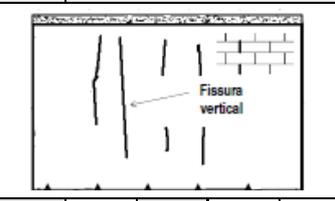
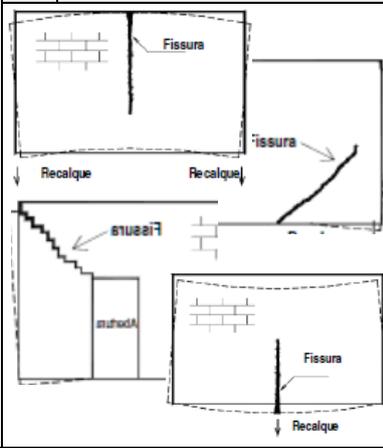
* MR= muito ruim; R= ruim; B= bom; MB= muito bom

A ordem das perguntas do questionário foi estabelecida visando evitar influências relativas às perguntas anteriores nas percepções dos usuários.

Já o formulário para registro das observações diretas apresenta uma estrutura diferente da versão original, tendo em vista que esta parte deve ser respondida pelos técnicos e não pelos usuários. Este foi elaborado com base no diagrama de afinidades (conteúdo interno) e no modelo conceitual de medição proposto (estrutura do instrumento de coleta de dados). Os agrupamentos deste instrumento de coleta, contudo, foram organizados para possibilitar a análise combinada da visão técnica e dos usuários. Assim, o agrupamento dos itens levou em conta os subsistemas da edificação (por exemplo: sistemas prediais, esquadrias, pintura e cobertura) e também os tipos de manifestações patológicas (por exemplo: fissuras e deslocamentos relacionados às vedações verticais e horizontais).

Como forma de auxiliar os técnicos na coleta de dados a estrutura do formulário de observações diretas contém figuras representativas dos principais padrões de fissuração em alvenarias, o que também auxilia na homogeneidade da coleta dos dados pelos diferentes técnicos envolvidos (Figura 32).

Figura 32 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – fissuras em alvenarias, lajes e revestimentos

4.1 Alvenaria Estrutural e Revestimentos					
a) Identificação de padrão-circule os três padrões mais recorrentes na UH, se for o caso					
a.1 Parede - próximo às lajes		a.2 Carga concentrada		a.3 Vertical encontros de paredes	
					
IS	PP	GN	IN	mm	
a.4 45° cantos esquadrias		a.5 Fissuras mapeadas		a.6 Alinhadas e horizontais	
					
IS	PP	GN	IN	mm	
a.7 Entorno das esquadrias		a.8 Sobrecarga distribuída		a.9 Associadas à recalque	
					
IS	PP	GN	IN	mm	
a.10 Piso/teto fissura alinhada - tubulações embutidas					
		IS		PP GN IN mm	
a.11 Piso/teto entre painéis de laje pré-moldada					
		IS		PP GN IN mm	
a.12 Piso/teto lajes próximo a shafts					
		IS		PP GN IN mm	
a.13 Deslocamento de revestimento cerâmico					
		IS		PP GN IN mm	
a.14 Deslocamento de revestimento de argamassa					
		IS		PP GN IN mm	
a.15 Outros					
Localização da falha - (IS) ponto isolado - (PP) pano de parede/ piso inteiro - (GN) generalizada na UH - (IN) umidade/ mofo/ infiltração					

Gabarito de espessuras de fissuração

(1) grande		wk ≤ 0,6 mm
(2) média		wk ≤ 0,4 mm
(3) pequena		wk ≤ 0,2 mm

Os itens relacionados à alvenaria estrutural e a revestimentos contêm um conjunto de observações que devem ser efetuadas quando a falha é verificada: (a) observações

relacionadas à intensidade da ocorrência, ou seja, se a mesma ocorre em um ponto isolado, se está localizada em um pano de parede ou se a falha ocorre de forma generalizada na unidade habitacional; (b) observações da presença de umidade e mofo junto à falha observada; e (c) observações sobre a espessura da fissuração a partir de um gabarito de espessuras.

Em um segundo agrupamento de observações (Figura 33) buscou-se identificar alterações físicas nas habitações, que embora não possam ser consideradas falhas, as mesmas podem estar relacionadas a problemas estruturais das habitações, como por exemplo, o rompimento das paredes para a passagem de tubulações, a retirada de paredes ou abertura de novos vãos ou alterações no layout de pontos elétricos ou hidrossanitários a partir de rasgos nas alvenarias. Ainda, nestes itens busca-se identificar se as alterações ocorreram na etapa de obra ou uso.

Outros itens gerais também receberam atenção, tais como presença de diferentes padrões de umidade, problemas de alinhamento, recortes, acabamentos e irregularidades das partes da habitação.

Figura 33 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – demais falhas em alvenarias, lajes e revestimentos

4.1 Alvenaria Estrutural e Revestimentos (continuação)				
b) Verifica-se a ocorrência de: marque com "X" em sim quando a falha é verificada				
Marque "O" para obra e "U" para uso (fotos são úteis)		Sim (1)	Não (0)	Obra ou Uso
b.1	Rompimento da parede (localizada na cinta de respaldo)?			
b.2	Rompimento da parede (Localizada em vergas e contravergas)?			
b.3	Cortes horizontais excessivos?(ex. tubulação para split)			
b.4	Remoção de paredes da UH?			
b.5	Alteração de layout dos equipamentos (elétrica e hidrossanitário)?			
c) Verifica-se a ocorrência de: marque com "X" em sim quando a falha é verificada				
Insira observações caso julgue necessário (fotos são úteis)		Sim (1)	Não (0)	Observações
c.1	Irregularidades no encontro de painéis da laje (piso/teto)?			
c.2	Irregularidades no encontro entre paredes e laje?			
c.3	Ferragem exposta? Manchas de ferrugem ou concreto estufado?			
c.4	Verifica-se afundamento do piso no térreo?			
c.5	Verifica-se umidade ascensional no térreo?			
c.6	Desalinho entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica?			
c.7	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração			
c.8	Ocorrência de eflorescências?			
c.9	Quinas e cantos danificados?			
c.10	Desagregação, descolamento, descascamento com pulverulência?			
c.11	Vesículas por hidratação retardada da cal?			
c.12	Infiltrações na região do box (piso e parede)?			
c.13	Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados?			
c.14	Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados			
c.15	Escoamento de águas para local incorreto			

Os itens relacionados à cobertura (Figura 34) foram observados externamente nas casas e sobrados e internamente buscou-se observar evidências de um possível vazamento do telhado.

Figura 34 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – falhas na cobertura de casas e sobrados

4.1 Telhado em casas e sobrados				
d) Com relação ao telhado das UH				
marque com "X" em sim quando a falha é verificada (fotos são úteis)				
Pode-se observar - externamente				
		Sim (1)	Não (0)	Observações
d.1	Ocorrência de telhas quebradas			
d.2	Ocorrência de telhas sem amarração			
d.3	Ocorrência de telhas de finalização soltas/desencaixadas			
d.4	Geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível			
d.5	Geometria de planos de telhado - ex: flexão excessiva de componente estrutural			
e) Pode-se observar - internamente				
		Sim (1)	Não (0)	Observações
e.1	Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado			
e.2	Outros			

O diagrama de afinidades específico para alvenaria estrutural e subsistemas relacionados apresentou 349 falhas possíveis que poderiam ser observadas na etapa de uso, resultando em uma quantidade elevada de itens a serem coletados. Desta forma, buscaram-se alternativas para contemplar o maior número possível de itens sem aumentar o tempo necessário para a coleta de dados.

Assim, para alguns itens, foi estabelecido um formato de coleta por cruzamento entre falhas que são semelhantes e que ocorrem em componentes ou elementos distintos (Figura 35). Desta forma, o técnico pode marcar por múltipla escolha no mesmo item todas as falhas possíveis de serem observadas nos elementos. Este formato foi empregado nos subsistemas de instalações elétricas (Figura 36), instalações hidrossanitárias (Figura 37) e esquadrias (Figura 39). Como exemplo, em janelas pode-se verificar a ocorrência de uma “peça solta” em diferentes componentes da esquadria. Outro padrão de simplificação empregado foi a aglutinação de itens relacionáveis – por exemplo, a infiltração em parede e piso na região do box - item c.12 da Figura 33, já apresentada.

Figura 35 - Trecho do formulário observacional de análise técnica - formato de itens de pesquisa

a) Janelas e seus componentes					
(observar min duas janelas)					
	MM (1)	X (2)	B (3)	MB (4)	
a.1	O acionamento das janelas funciona?				
a.2	Qual a principal falha identificada? Há correspondência entre os itens a.2 e a.3				
	(1) Peça solta	(2) Peça danificada	(3) Peça empenada	(4) Peça não desliza	(5) Peça ausente
a.3	Localização da falha identificada em a.1				
	(1) Folhas (vidros e venezianas)	(2) Vidro	(3) Marco/caixilho	(4) Alizar/Guarrição	(5) Ferragens

Aos itens relacionados às instalações elétricas, foram incluídas imagens para orientar a resposta de itens, como no caso de padrões de condutores elétricos recomendados por norma. As observações de condutores ocorreram em partes expostas como no circuito do chuveiro.

Figura 36 - Trecho do formulário observacional de análise técnica– instalações elétricas

4.2 Sistemas Prediais Internos - instalação elétrica

a) Instalações elétricas aparentes

a.1 Qual a principal falha identificada? Há correspondência entre os itens a.1 e a.2

(1) Peça solta	(2) Peça danificada	(3) Contatos expostos	(4) Peça Inexistente
----------------	---------------------	-----------------------	----------------------

a.2 Localização da falha identificada em a.1

(1) Tomada	(2) Interruptor	(3) Ponto Luz	(4) Disjuntores	(5) Chuveiro
------------	-----------------	---------------	-----------------	--------------

Pode-se observar

	Sim (1)	Não (0)
a.3 Dificuldades de acesso à caixa de disjuntores?		
a.4 Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores?		
a.5 Risco aparente de choque durante uso e manutenção		
a.6 Uso inadequado de cores em fios dos circuitos? (observar no chuveiro)		
a.7 Queda frequente do disjuntor do chuveiro?		

caso sim: Capacidade disjuntor chuveiro Potência do chuveiro diâmetro aparente fiação



Os itens relacionados às instalações hidrossanitárias (Figura 37) contemplam, além dos itens observáveis, um conjunto de itens que o técnico questiona o morador tendo em vista que os mesmos somente podem ser verificados nas ações de uso da edificação, tais como entupimentos e retorno de espuma em ralos.

Figura 37 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – instalações hidrossanitárias

4.2 Sistemas Prediais Internos - instalações hidrossanitárias

b) Instalações hidrossanitárias aparentes

b.1 Qual a principal falha identificada? Há correspondência entre os itens b.1 e b.2

(1) Peça vazando	(2) Peça danificada	(3) Peça solta	(4) Peça Inexistente
------------------	---------------------	----------------	----------------------

b.2 Localização da falha identificada em b.1

(1) Ponto de água	(2) Ponto de esgoto	(3) Louças
-------------------	---------------------	------------

Pode-se observar

	Sim (1)	Não (0)
b.3 Substituição dos metais originais?		
b.4 Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto?		
b.5 Verifica-se odor de esgoto na unidade habitacional?		
b.6 Rejunte de pias e bacia sanitária ausentes?		
b.7 Aparelhos aparentemente fora de nível		

O morador relata/ técnico atesta

	Sim (1)	Não (0)
b.8 Entupimento frequente em um ponto?		
b.9 Retorno de espuma em ponto de esgoto?		
b.10 Capacidade de ponto de esgoto insuficiente para a vazão de água imposta?		

Os itens relacionados à pintura abordam a ocorrência de bolhas, desgaste, além de acabamentos de superfície em esquadrias e partes em madeira (Figura 38).

Figura 38 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – pintura

4.3 Pintura		
a) Com relação a pintura interna das UH - paredes		
marque com "X" em sim quando a falha é verificada (fotos são úteis)		
a.1	Ocorrência de bolhas e áreas descascando	
a.2	Superfície áspera, com farpas	
a.3	Desgastado/ sem brilho	
a.4	Ocorrência de enrugamentos da tinta em trechos da superfície	

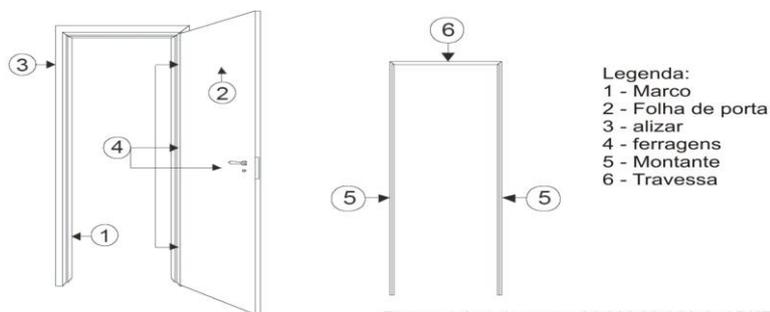
No tópico relacionado às janelas e seus componentes (Figura 39), também foram incluídas imagens e nomenclaturas como forma de uniformizar o entendimento dos componentes das janelas por parte dos técnicos. Além disso, há um tópico que visa a avaliar o funcionamento global da esquadria, independente das possíveis falhas em componentes. Os itens relacionados às portas e seus componentes também possuem a mesma estrutura (Figura 40).

Figura 39 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – janelas

4.4 Esquadrias - Janelas				
a) Janelas e seus componentes				
(observar min duas janelas)				
	MM (1)	M (2)	B (3)	MB (4)
a.1	O acionamento das janelas funciona?			
a.2	Qual a principal falha identificada? Há correspondência entre os itens a.2 e a.3			
	(1) Peça solta	(2) Peça danificada	(3) Peça empenada	(4) Peça não desliza
a.3	Localização da falha identificada em a.1			
	(1) Folhas (vidros e venezianas)	(2) Vidro	(3) Marco/caixilho	(4) Alizar/Guarrição
	Pode-se observar			
a.4	Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento?			
a.5	Marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras?			
a.6	Peitoril sem detalhes construtivos necessários para a estanqueidade da interface?			

Figura 40 - Trecho do formulário observacional de análise técnica – portas

4.4 Esquadrias - Portas					
b) Portas e seus componentes (Muito Mal; Mal; Bem; Muito Bem)					
(Observar a porta externa e uma interna)		MM (1)	M (2)	B (3)	MB (4)
b.1 O acionamento das portas funciona?					
b.2 Qual a principal falha identificada? Há correspondência entre os itens b.2 e b.3					
(1) Peça solta	(2) Peça danificada	(3) Peça empenada	(4) Peça não desliza	(5) Peça ausente	
b.3 Localização da falha identificada em b.1					
(1) Folha da porta	(2) Maçaneta	(3) Marco/batente	(4) Alizar/Guarnição	(5) Fechadura	
Pode-se observar marque com "X" em sim quando a falha é verificada (fotos são úteis)				Sim (1)	Não (0)
b.4	Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro?				
b.5	Formato da maçaneta está divergente de alavanca?				
b.6	Verifica-se fresta excessiva entre folha e marco?				



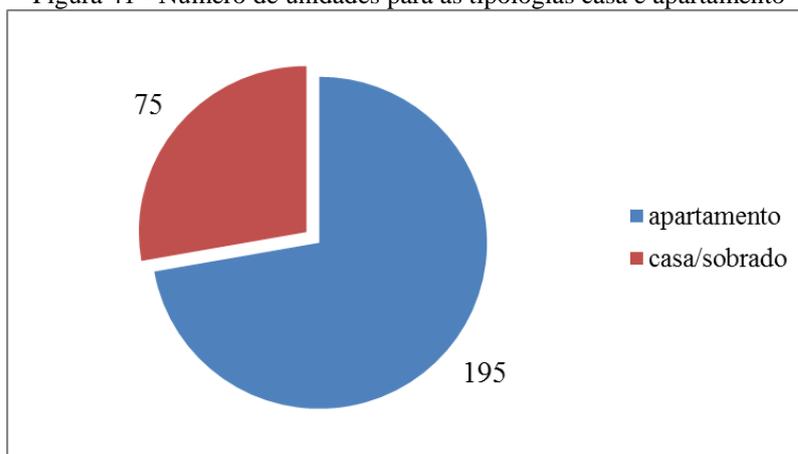
6. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO

Este capítulo apresenta o resultado da coleta, processamento e análise dos dados obtidos com o emprego do método proposto. São apresentadas: (a) caracterização da amostra; (b) discussão da experiência de coleta dos dados; (c) a análise descritiva dos dados da entrevista com os usuários e da análise técnica, apresentadas em separado; (d) análise combinada da frequência de ocorrência e a fração atribuível populacional; (e) análise fatorial exploratória; (f) análise dos dados de confiabilidade do produto; (g) formulação dos indicadores; e (g) avaliação do método.

6.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra final foi constituída de cento e noventa e cinco (195) unidades de apartamentos e setenta e cinco (75) unidades de casas ou sobrados, representando 72% e 28% das unidades amostradas respectivamente (Figura 41), dentre os empreendimentos escolhidos.

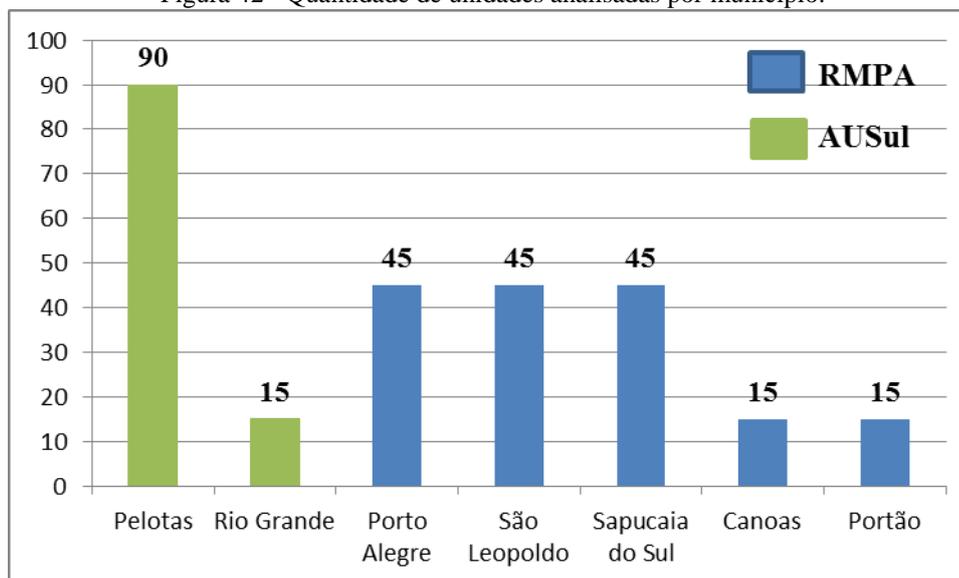
Figura 41 - Número de unidades para as tipologias casa e apartamento



Dentre os municípios que foram selecionados (Figura 42), independente da região, Pelotas contribuiu com noventa (90) unidades habitacionais inspecionadas (75 apartamentos e 15 casas), o que corresponde a seis empreendimentos - cinco condomínios de apartamentos e um loteamento de casas. Os municípios de Canoas, Portão e Rio Grande contribuíram com quinze

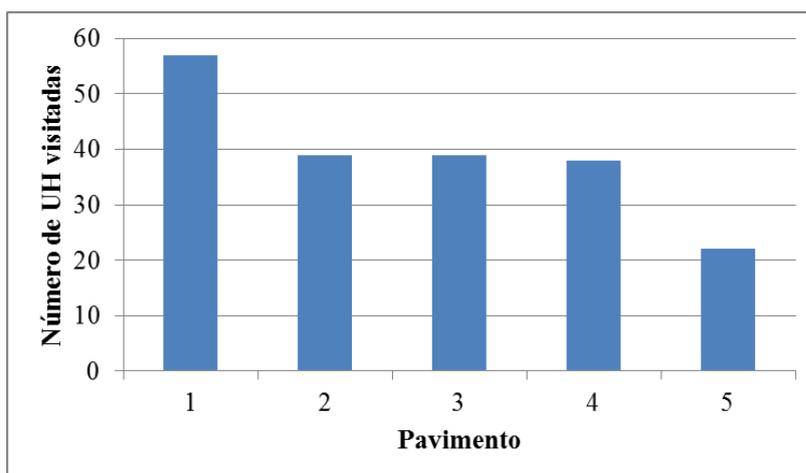
(15) unidades amostrais cada um, ou seja, um empreendimento por município. Nos municípios de Porto Alegre, São Leopoldo e Sapucaia do Sul foram coletados dados em quarenta e cinco (45) unidades habitacionais em cada, sendo um (1) empreendimento de loteamento de casas e dois (2) condomínios de apartamentos em cada município. Em suma, 105 unidades habitacionais forma observadas no Aglomerado Urbano do Sul – AUSul, enquanto, 165 unidades habitacionais foram visitadas na Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA.

Figura 42 - Quantidade de unidades analisadas por município.



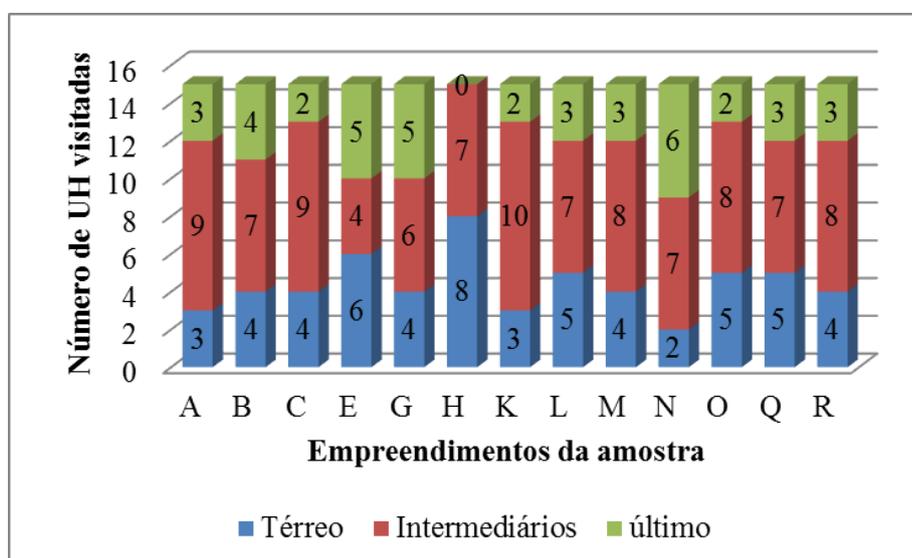
No caso dos empreendimentos de tipologia apartamentos a distribuição das unidades visitadas por pavimentos foi uniforme para os pavimentos intermediários, com um maior número de unidades visitadas do pavimento térreo e menor número no quinto pavimento (Figura 43). O aparente desequilíbrio na amostra pode induzir a ausência de falhas em um dos estratos (andares) em análise, tendo em vista os diferentes padrões de manifestações patológicas, tais como: movimentações térmicas e falhas da cobertura nos últimos pavimentos e umidade ascensional característico do pavimento térreo. Há de se destacar que existem empreendimentos na amostra que contém apenas quatro pavimentos, assim, as análises por pavimentos de forma individualizada impede análises mais detalhadas que considerem os padrões de manifestações patológicas que são característicos do último pavimento, como por exemplo, a combinação das observações do quarto pavimento de empreendimentos de quatro e cinco andares.

Figura 43 - Estatística de unidades observadas por pavimento.



Desta forma, os dados foram reorganizados em: pavimento térreo, intermediários e último. A Figura 44 apresenta as quantidades de unidades habitacionais amostradas, organizadas nas três categorias. Infelizmente, no empreendimento “H” não se obteve coleta de dados em unidades habitacionais do último pavimento, devido a negativas de participação por parte dos moradores ou por não haver morador no apartamento no dia da visita.

Figura 44 - Quantidade de unidades observadas por pavimento e por empreendimento



O maior número de unidades habitacionais no pavimento térreo pode ser justificado, em parte, pelo fato que nos empreendimentos visitados os moradores deste andar utilizam a área externa condominial como um pátio, diferente dos demais moradores. Dessa forma, houve maior facilidade de captação de entrevistados para a pesquisa. Outra dificuldade de coleta foi o fato de que alguns prédios mantêm a porta de acesso fechada e não possuem interfone (ausente ou

danificado). Nestes casos, a única maneira para acessar os demais apartamentos se dá pela captação de participantes entre os moradores do térreo para a pesquisa, a partir de convite efetuado pelas janelas de apartamentos.

6.1.1. A fidedignidade e a natureza dos dados coletados

O questionário destinado a obter a percepção do usuário sobre a qualidade da unidade habitacional foi avaliado por meio do *Alpha* de Cronbach, indicando uma fidedignidade de 0,674 e que pode ser considerada aceita. Para o conjunto de itens de pesquisa do formulário para a coleta de dados técnicos obtidos por meio de observações diretas, a fidedignidade foi avaliada em 0,679 a partir do teste de *coeficiente de Kuder-Richardson* (KR20). Houve, contudo, dificuldades de avaliar a fidedignidade de cada subsistema da edificação, devido à escala do instrumento de coleta ser binária e uma parcela de itens de pesquisa não ter sido observada nas unidades habitacionais no pré-teste.

Este fato poderia estar relacionado com a idade do empreendimento escolhido para o pré-teste, inferior a um ano, sem tempo suficiente para o surgimento de manifestações patológicas. Contudo, esta dificuldade já havia sido observada no estudo exploratório.

Outra explicação pode estar na grande quantidade de itens a serem observados, que possuem pouca frequência de ocorrência, o que gera uma base de dados desbalanceada com poucos casos de eventos, ou seja, de ocorrência da manifestação patológica. Cabe destacar que não é esperada a ocorrência de todas as manifestações patológicas em uma mesma unidade habitacional. Assim, o preenchimento completo deste instrumento de coleta de dados possui naturalmente a tendência de maior ocorrência de não eventos.

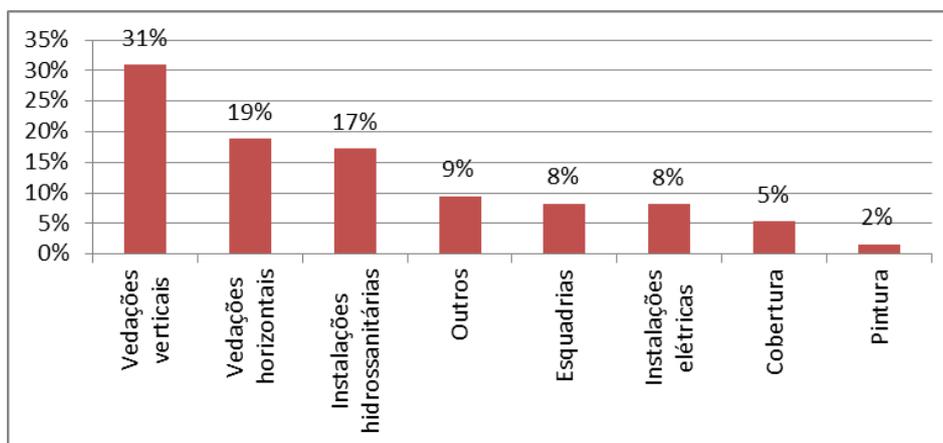
Tanto o teste-piloto quanto o pré-teste se mostraram úteis para o refinamento da conduta de coleta, ordem e divisão dos itens, bem como para atestar a viabilidade de aplicação dos IC. O pré-teste apresentou tempo de coleta médio de 20 minutos, incluindo a entrevista com o usuário e a observação técnica. O menor tempo médio de coleta de dados identificado no pré-teste pode estar relacionado às diferentes quantidades de manifestações patológicas identificadas nas habitações.

6.2. ANÁLISE DESCRITIVA - PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS

Gravidade percebida

A Figura 45 apresenta as partes das edificações sobre as quais os usuários entendem possuir maior número de falhas graves. Estes itens referem-se à primeira parte do questionário de entrevista com o usuário e a maior parte do tempo de entrevista foi gasta nesta primeira pergunta. A intenção foi dar tempo adequado ao respondente e, assim, buscar entender a percepção dos usuários sem o direcionamento de respostas categorizadas em subsistemas da edificação. As categorizações foram efetuadas pela equipe de pesquisa na etapa de processamento dos dados a partir do conteúdo das respostas transcrito. Assim, as paredes das edificações (vedações verticais) representam o maior número de citações de falhas graves, seguido de piso/teto (vedações horizontais) e instalações hidrossanitárias.

Figura 45 – Percentual de falhas consideradas graves na percepção do usuário por subsistema



Na quarta posição aparece o item “outros”, que inclui problemas diversos, entre os quais falhas de layout, de conforto térmico e acústico e problemas condominiais, que não fazem parte do escopo do trabalho. Embora estejam fora do escopo desta pesquisa, estas informações podem ser úteis em análises mais amplas da percepção dos usuários, bem como direcionar futuras atualizações do questionário.

Os dados de gravidade percebida também foram categorizados por intensidade de gravidade informada pelos usuários - muito grave, medianamente grave e pouco grave - para as quais foram atribuídos pesos 3, 2, 1, respectivamente, com o objetivo de formular um escore que represente a gravidade. Os pesos foram atribuídos de forma a estabelecer diferenciação entre

as falhas declaradas e priorizar as falhas mais graves, mas de forma alinhada com a escala categórica empregada no instrumento de coleta de dados. Assim para cada intensidade de gravidade identificou-se as respectivas frequências de ocorrência em cada subsistema da edificação. A Tabela 14 apresenta os valores destas frequências em cada subsistema. As colunas referentes às frequências de contagem apresentam quantas vezes um item relacionado a um subsistema da edificação foi categorizado pelo usuário em uma determinada intensidade de ocorrência. As colunas referentes às frequências relativas empregam a formulação de proporção apresentada na Equação 2 empregada no cálculo do escore de gravidade percebida.

$$\text{Muito Grave} = \frac{\sum \text{itens muito graves por subsistema}}{\sum \text{itens muito graves}} \quad \text{Equação 2}$$

Tabela 14 - Frequência e intensidade de gravidade percebida por subsistema da edificação

Categorização das falhas declaradas	Frequência - contagem			Frequência - relativa			Gravidade Percebida
	Muito grave	Mediano	Pouco grave	Muito grave	Mediano	Pouco grave	
Vedações verticais	93	69	90	0,352	0,303	0,369	2,031
Vedações horizontais	53	42	61	0,201	0,184	0,250	1,221
Pintura	0	3	10	0,000	0,013	0,041	0,067
Esquadrias	18	23	25	0,068	0,101	0,102	0,509
Instalações elétricas	21	25	21	0,080	0,110	0,086	0,544
Instalações hidrossanitária	62	43	32	0,235	0,189	0,131	1,213
Cobertura	17	23	5	0,064	0,101	0,020	0,415
Total frequência	264	228	244				

Ainda, na Tabela 14 verifica-se a maior parcela de falhas graves declaradas para o subsistema de vedações verticais. Destas falhas a proporção das consideradas muito graves é de 35,2%, medianamente graves é de 30,3% e pouco graves de 36,9%. As falhas declaradas relacionadas às vedações horizontais apresentaram uma maior proporção de falhas pouco graves (25%), enquanto para as instalações hidrossanitárias há uma maior proporção de falhas consideradas muito graves (23,5%).

Como exemplo para as falhas muito graves relacionadas às vedações verticais tem-se a seguinte formulação (Equação 3). O mesmo cálculo ocorre para as intensidades médias e baixas.

$$\text{Vedações verticais (Muito Grave)} = \left(\frac{93}{264}\right) = 0,352 \quad \text{Equação 3}$$

Este cálculo ocorre para cada intensidade que ao final devem ser multiplicadas por seus respectivos pesos atribuídos. Por fim, os valores de cada intensidade são somados para resultar no escore de gravidade percebida pelo usuário apresentado na Equação 4.

$$GP_j = 3p_{1j} + 2p_{2j} + p_{3j} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

p_{1j} é a frequência relativa do constructo latente em análise j na classificação “muito grave”;

p_{2j} é a frequência relativa do constructo latente em análise j na classificação “medianamente grave”;

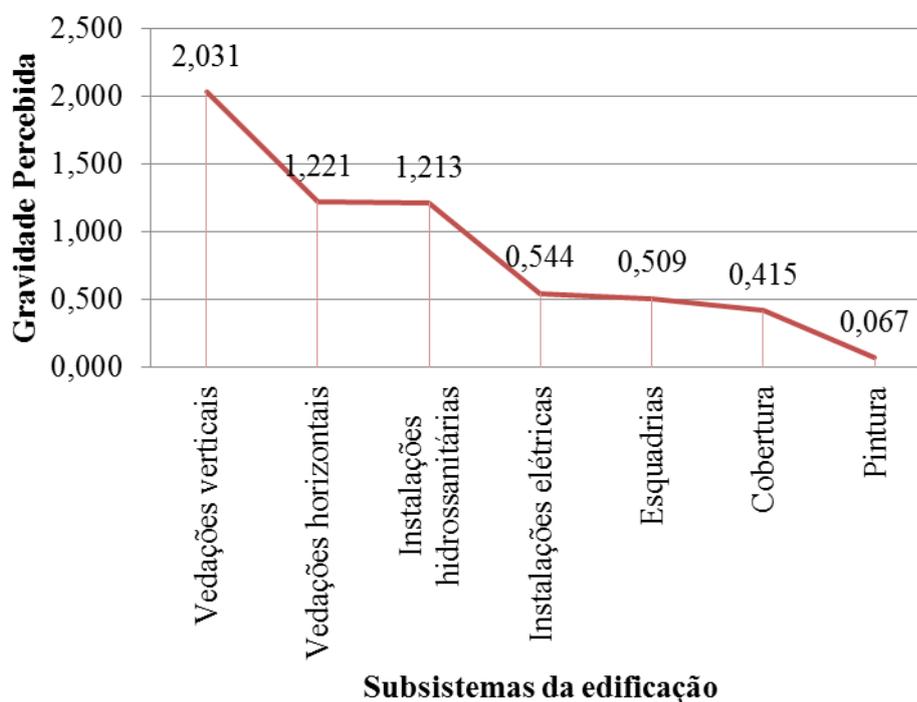
p_{3j} é a frequência relativa do constructo latente em análise j na classificação “menos grave”.

Como exemplo para a gravidade percebida pelos usuários sobre o subsistema de vedações verticais tem-se a seguinte formulação conforme apresentado na Equação 5.

$$\text{Gravidade percebida(vedações verticais)} = 3 * 0,352 + 2 * 0,303 + 0,369 = 2,03 \quad \text{Equação 5}$$

Assim, a gravidade percebida pelos usuários indica a maior preocupação dos mesmos com falhas relacionadas às vedações verticais, seguida das vedações horizontais e instalações hidrossanitárias em terceiro lugar, apresentando escores muito próximos (Figura 46). Os demais escores de gravidade percebida indicam o impacto reduzido nas percepções dos usuários. Estes escores foram desenvolvidos com o propósito de incorporar a visão dos usuários aos indicadores de desempenho dos respectivos subsistemas da edificação (apresentados em tópico específico neste capítulo) a partir da multiplicação entre escore e indicador. Assim, a visão do usuário amplifica ou reduz o indicador resultante.

Figura 46 - Escore de Gravidade percebida por subsistemas da edificação da amostra



A gravidade percebida pelos usuários também é apresentada de forma estratificada por tipologia, faixas do PMCMV e Região na Tabela 15. Em todas as estratificações o subsistema de vedações verticais representa a maior parcela da percepção de gravidade dos usuários.

Tabela 15 - Gravidade percebida estratificada por tipologia, faixa do PMCMV e região

Categorização das falhas declaradas	Apartamentos					
	Casas	Faixa I	Faixa II	AUSul	RMPA	
Vedações verticais	1,662	1,885	2,180	2,050	2,019	
Vedações horizontais	1,314	1,140	1,304	0,986	1,372	
Instalações hidrossanitárias	1,060	1,272	1,149	1,281	1,165	
Instalações elétricas	1,318	0,604	0,483	0,663	0,470	
Esquadrias	0,552	0,454	0,560	0,471	0,533	
Cobertura	0,000	0,570	0,264	0,504	0,359	
Pintura	0,093	0,076	0,059	0,044	0,082	

Com exceção da estratificação de faixa I e região AUSul, para os demais estratos, o subsistema de vedações horizontais representa a segunda maior parcela da percepção de gravidade dos usuários. O escore em instalações elétricas na tipologia de casas se destaca dos demais estratos, enquanto no escore do subsistema de cobertura, não se verificou indicações de falhas.

Nota da qualidade construtiva das habitações

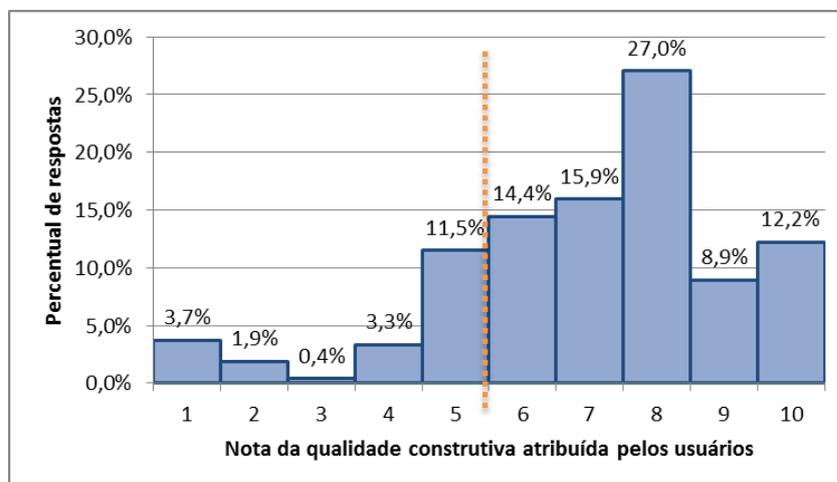
Em uma segunda parte da entrevista, os usuários foram requisitados a estabelecer uma nota geral para a qualidade construtiva da edificação. A Tabela 16 apresenta a nota média geral da qualidade atribuída pelos usuários, bem como as estratificações por tipologia, faixa e região.

Tabela 16 - Nota média da qualidade construtiva da habitação percebida pelos usuários

Nota média	Agrupamentos de análise
6,92	Geral
7,04	Apartamentos
6,61	Casas
7,23	Faixa I
6,61	Faixa II
7,50	AUSul
6,55	RMPA

Na análise de tipologias, os apartamentos apresentaram melhor avaliação dos usuários do que as casas. Os empreendimentos faixa I apresentaram melhor avaliação se comparados com, o par de análises, a faixa II. O Aglomerado Urbano do Sul, também teve melhor avaliação frente a Região Metropolitana de Porto Alegre. A nota média da qualidade construtiva obtida com a amostra foi de 6,92. De forma complementar, um histograma com os percentuais de ocorrência de cada nota atribuída pelos beneficiários na escala de 10 pontos é apresentado na Figura 47.

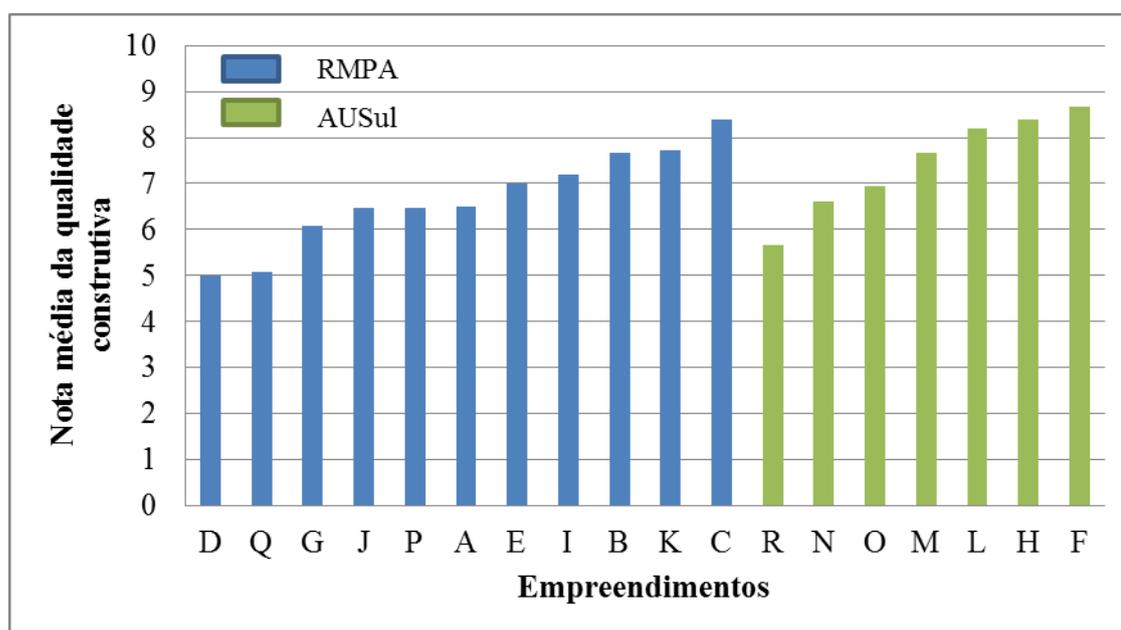
Figura 47 - Histograma da nota da qualidade construtiva – geral



As notas da qualidade construtiva referem-se à amostra completa e 78,4% dos beneficiários apresentam uma visão positiva sobre a qualidade construtiva das habitações com notas acima de seis pontos, enquanto que 21,6% dos usuários declaram notas iguais ou inferiores a cinco.

Também, são apresentadas as notas médias obtidas pelos empreendimentos da amostra organizados por região (Figura 48). As duas regiões apresentam amplitudes de respostas semelhantes.

Figura 48 - Nota média da qualidade construtiva - empreendimentos estratificados por região.



Por fim, buscou-se avaliar a relação entre a nota da qualidade atribuída pelo usuário e a idade dos empreendimentos (Tabela 17). Com o emprego da correlação de *Pearson*, o resultado da avaliação apresentou correlação de -0,0285, o que indica ausência de correlação entre as duas variáveis. Os empreendimentos “D”, “Q”, e “R” apresentaram as piores avaliações pelos usuários, enquanto os empreendimentos “C” e “F” apresentaram as melhores avaliações médias. Nos empreendimentos acima citados os desvios padrão das notas foram próximos de dois pontos em torno da média. Assim, cabe destacar os empreendimentos “H”, “M” e “O”, cujos desvios padrão foram os mais baixos 1,3, 1,2 e 1,0 respectivamente, representando uma maior homogeneidade nas notas atribuídas frente aos demais empreendimentos.

Tabela 17 - Idade e a nota média da qualidade dos empreendimentos

Empreendimento	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Idade (anos)	5,3	2,9	2,8	0,8	1,4	3,3	3,9	1,7	2,6	3,5	3,8	1,7	1,4	2,5	1,8	5,5	2,1	1,1
Nota média da qualidade	6,5	7,7	7,7	4,9	7,3	8,5	5,9	8,7	6,9	6,5	7,4	8,2	7,7	6,1	7,3	6,3	5,0	5,9
Desvio Padrão	1,5	1,8	1,8	2,0	2,6	2,3	2,5	1,3	1,5	2,0	2,4	1,7	1,2	2,8	1,0	1,7	2,2	1,9

6.2.1. Percepção de qualidade das partes da edificação

A terceira parte da entrevista visou a identificar a percepção de qualidade dos usuários sobre os subsistemas da edificação. Os resultados são apresentados na Tabela 18. Os valores representam a proporção de usuários que avaliaram os subsistemas da edificação como: “muito ruim”, “ruim”, “bom” e “muito bom”. A escala de quatro pontos utilizada é justificada pela técnica estatística empregada, que necessita de dados de resposta antagônicos sem a presença de um ponto central. De maneira geral os usuários atribuíram à qualidade da habitação as duas medidas centrais (ruim e bom). Por exemplo, nas vedações verticais 41% dos usuários consideram a qualidade deste subsistema da edificação ruim, enquanto 48% a consideram boa.

Tabela 18 - Avaliação dos subsistemas da edificação - proporção e a qualidade percebida

Subsistemas da edificação	Proporção				Qualidade percebida dos subsistemas
	Muito Ruim	Ruim	Bom	Muito Bom	
Vedações verticais	0,08	0,41	0,48	0,03	0,53
Vedações horizontais	0,13	0,41	0,43	0,02	0,48
Instalações hidrossanitárias	0,06	0,26	0,60	0,06	0,73
Esquadrias	0,04	0,34	0,55	0,06	0,67
Instalações elétricas	0,07	0,21	0,65	0,07	0,79
Cobertura	0,13	0,30	0,53	0,04	0,61
Pintura	0,10	0,34	0,54	0,02	0,58

Para a formulação do escore de qualidade percebida dos subsistemas foram somadas apenas as proporções positivas (bom e muito bom) e atribuído os pesos 1 e 2 respectivamente. A justificativa para o emprego do peso dois para as respostas “muito bom” se dá pelo fato da valorização que o usuário está indicando para o determinado subsistema em relação aos demais. A formulação da qualidade percebida das partes da edificação ou subsistemas é apresentada na Equação 6 e, na Equação 7, é apresentada a aplicação para o subsistema de vedações verticais. Estes dados também recebem outro tratamento para a criação de tabelas de

contingência, as quais empregam tanto os valores positivos, quanto de caráter negativo da qualidade na formulação das FAPs.

$$\text{Qualidade percebida}^{\text{subsistemas}} = \text{proporção "bom"} + 2 * \text{proporção "muito bom"}$$

Equação 6

$$\text{Qualidade percebida}^{\text{vedações verticais}} = 1 * 0,48 + 2 * 0,03 = 0,53$$

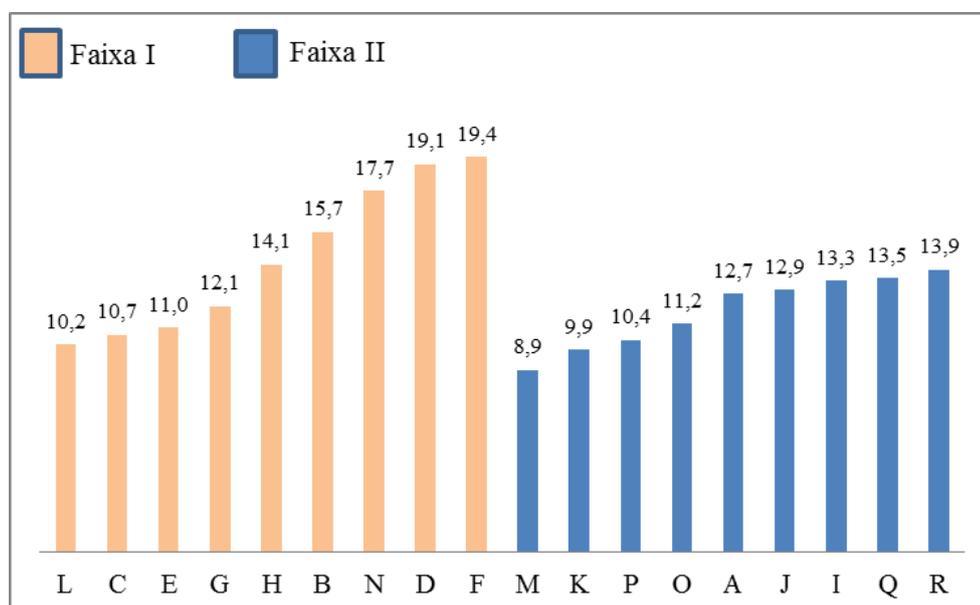
Equação 7

6.3. ANÁLISE DESCRITIVA – ANÁLISE TÉCNICA

As Figuras 49, 50 e 51 apresentam a quantidade de falhas identificadas em cada empreendimento, estratificados por faixa do PMCMV, por região e por tipologia respectivamente.

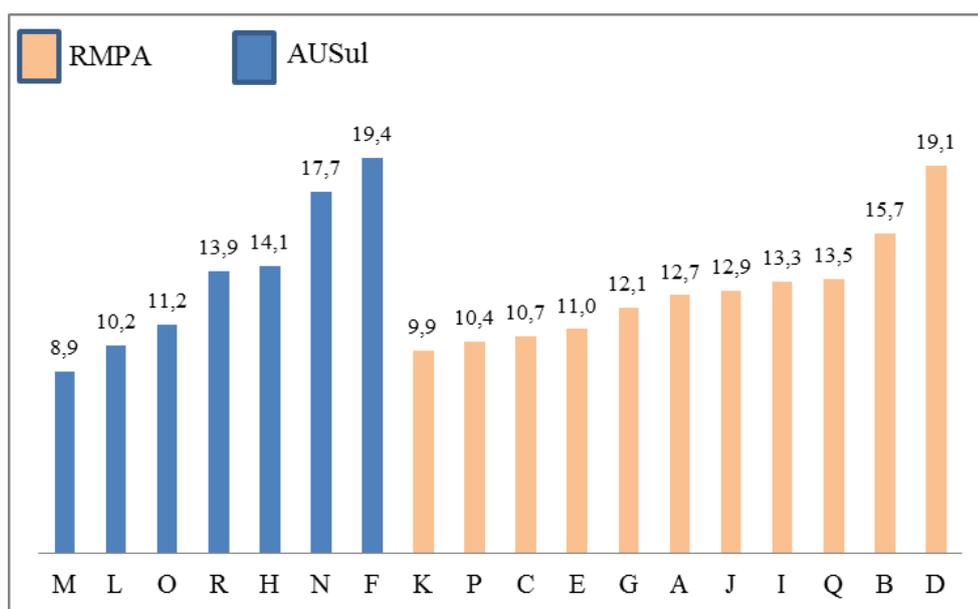
As quantidades de falhas identificadas por empreendimento possuem amplitude de 10,5 falhas por unidade habitacional entre o empreendimento “F” e o empreendimento “M”. Os referidos empreendimentos possuem respectivamente média de 19,4 e 8,9 falhas por unidade habitacional pesquisada. A diferença pode estar relacionada às diferentes tipologias e faixas do empreendimento “F” - casa e faixa I - e do empreendimento “M” – apartamento e faixa II. A amplitude de falhas para os empreendimentos faixa I é de 9,2 falhas por unidade habitacional, enquanto para os empreendimentos faixa II é de 5 falhas por unidade habitacional. A média de falhas por unidade habitacional também foram estratificadas para as faixas I e II do PMCMV, cujos resultados são de 13,7 e 11,8 respectivamente.

Figura 49 - Média de falhas por unidade habitacional – por empreendimento e faixa do PMCMV



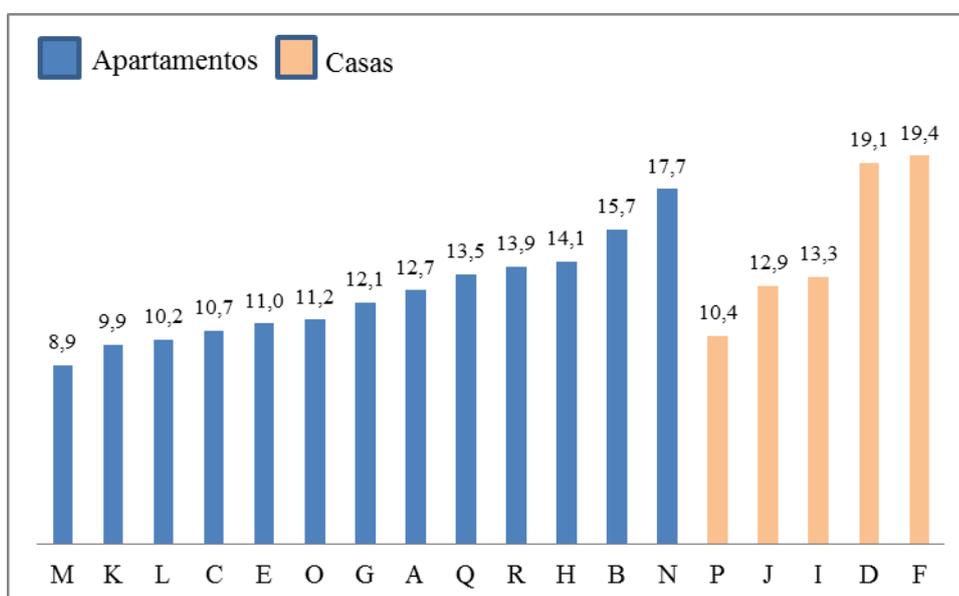
Na estratificação das falhas por região a amplitude de falhas por unidade habitacional não representa uma grande diferença, com 10,5 falhas para empreendimentos do AUSul e 9,2 falhas para os empreendimentos da RMPA. A média de falhas por unidade habitacional para as referidas regiões, no entanto, são de 13,6 e 12,8 respectivamente.

Figura 50 - Média de falhas por unidade habitacional – organizadas por empreendimento e região



Na análise dos dados de falhas estratificados por tipologia, os apartamentos e as casas apresentam uma média de 12,4 e 15,0 falhas por unidade habitacional respectivamente.

Figura 51 – Média de falhas por unidade habitacional – organizadas por empreendimento e tipologia



Na Tabela 19 são apresentadas as médias de falhas por unidade habitacional estratificadas por subsistemas da construção para cada empreendimento avaliado. Para a tipologia apartamentos, o empreendimento “N” apresentou maior média de falhas por unidade habitacional nos subsistemas de vedações verticais (5,8), vedações horizontais (4,1) e esquadrias (2,2), enquanto os subsistemas de instalações elétricas (1,3) e pintura (1,7) apresentaram menor média. Para a tipologia casas, o empreendimento “F” possui uma maior média de falhas por unidade habitacional nos subsistemas de vedações verticais (6,7), vedações horizontais (3,2) e esquadrias (2,9) e uma menor média de falhas por unidade habitacional em instalações elétricas (1,2) e pintura (1,5). O empreendimento “P” apresenta pequenas quantidades de falhas por unidade habitacional nos subsistemas de cobertura (0,2) e pintura (0,9).

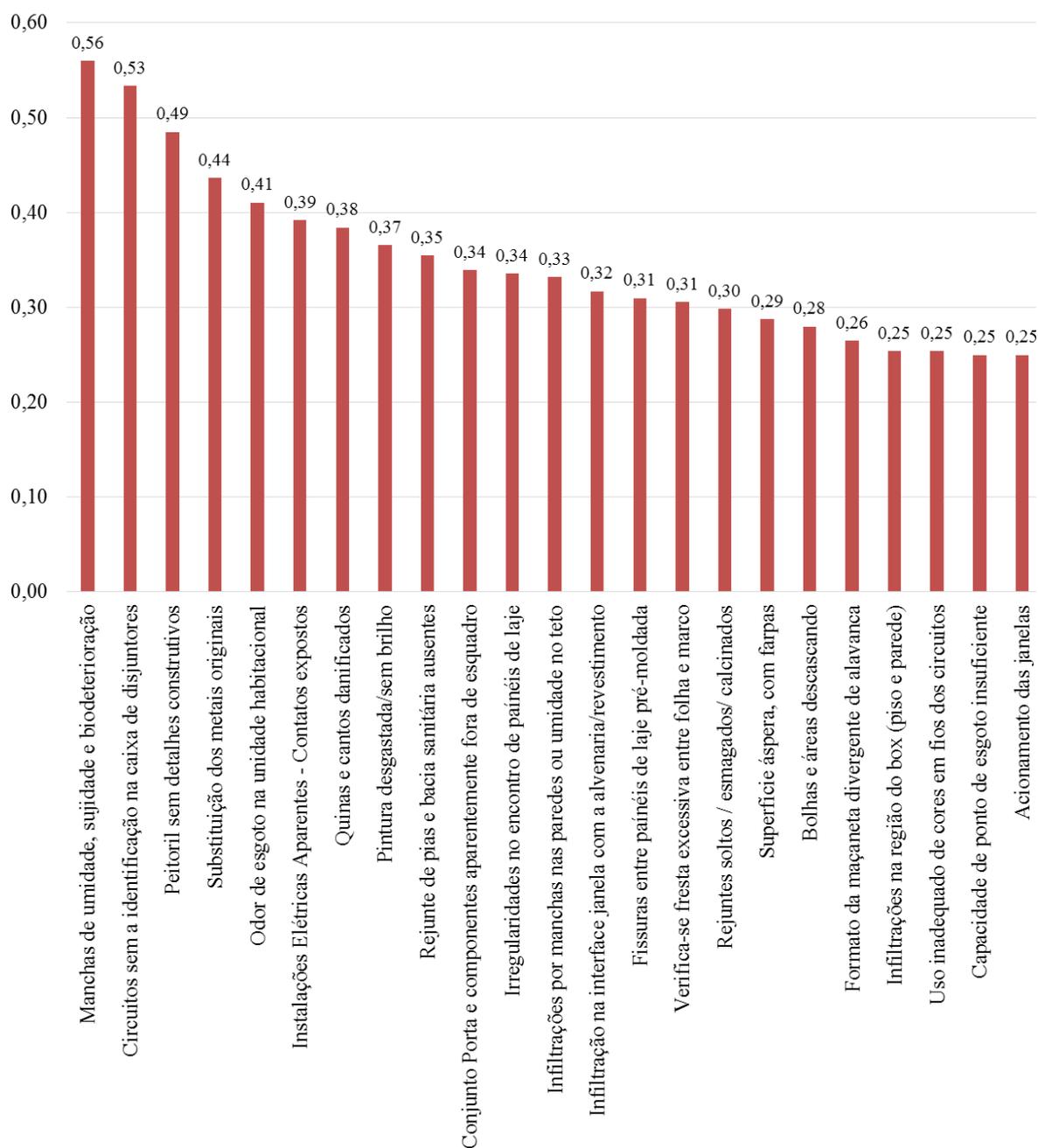
Tabela 19 - Distribuição das falhas por unidade habitacional de cada subsistemas – todos os empreendimentos da amostra

	Empreendimentos	Vedações verticais	Vedações horizontais	Pintura	Esquadrias	Instalações elétricas	Instalações hidrossanitárias	Cobertura
Apartamentos	M	2,7	2,4	0,6	0,8	1,1	1,4	
	K	2,6	2,0	0,5	1,7	1,1	2,1	
	L	2,3	1,4	1,5	1,6	1,1	2,2	
	C	2,4	2,2	1,0	2,1	1,1	1,9	
	E	2,5	3,1	1,3	2,2	0,1	1,7	
	O	3,9	1,5	1,2	1,7	0,4	2,5	
	G	2,8	2,7	0,4	3,9	0,5	1,7	
	A	4,3	2,9	0,9	1,5	1,3	1,8	
	Q	2,8	2,5	1,3	1,7	1,9	3,3	
	R	3,7	3,7	1,2	0,7	1,0	3,6	
	H	4,1	3,6	1,7	1,1	1,1	2,6	
B	4,2	2,9	1,9	3,7	0,7	2,4		
N	5,8	4,1	1,7	2,2	1,3	2,7		
Casas	P	3,8	0,9	0,6	1,3	1,7	1,9	0,2
	J	4,5	1,1	0,9	1,3	1,3	2,5	1,3
	I	3,9	1,4	1,7	1,9	1,6	2,1	0,6
	D	4,3	2,2	2,5	3,8	2,5	3,0	0,7
	F	6,7	3,2	1,5	2,9	1,2	1,9	1,9

A média de falhas por unidade habitacional é apresentada na Figura 52 com as maiores e na Figura 53 as menores incidências de falhas identificadas, respectivamente. A falha “manchas de umidade, sujidade e biodeterioração” foi identificada em 56% das unidades habitacionais visitadas, e a falha “peitoril sem detalhes construtivos que garantam a estanqueidade” em 49%, ambas relacionadas à presença de umidade na unidade habitacional. A falha “circuitos sem identificação na caixa de disjuntores” foi identificada em 53% das habitações visitadas e

em 44% das moradias houve a substituição dos metais sanitários. A falha “odores de esgoto” foi a quinta maior ocorrência com 41% de ocorrência.

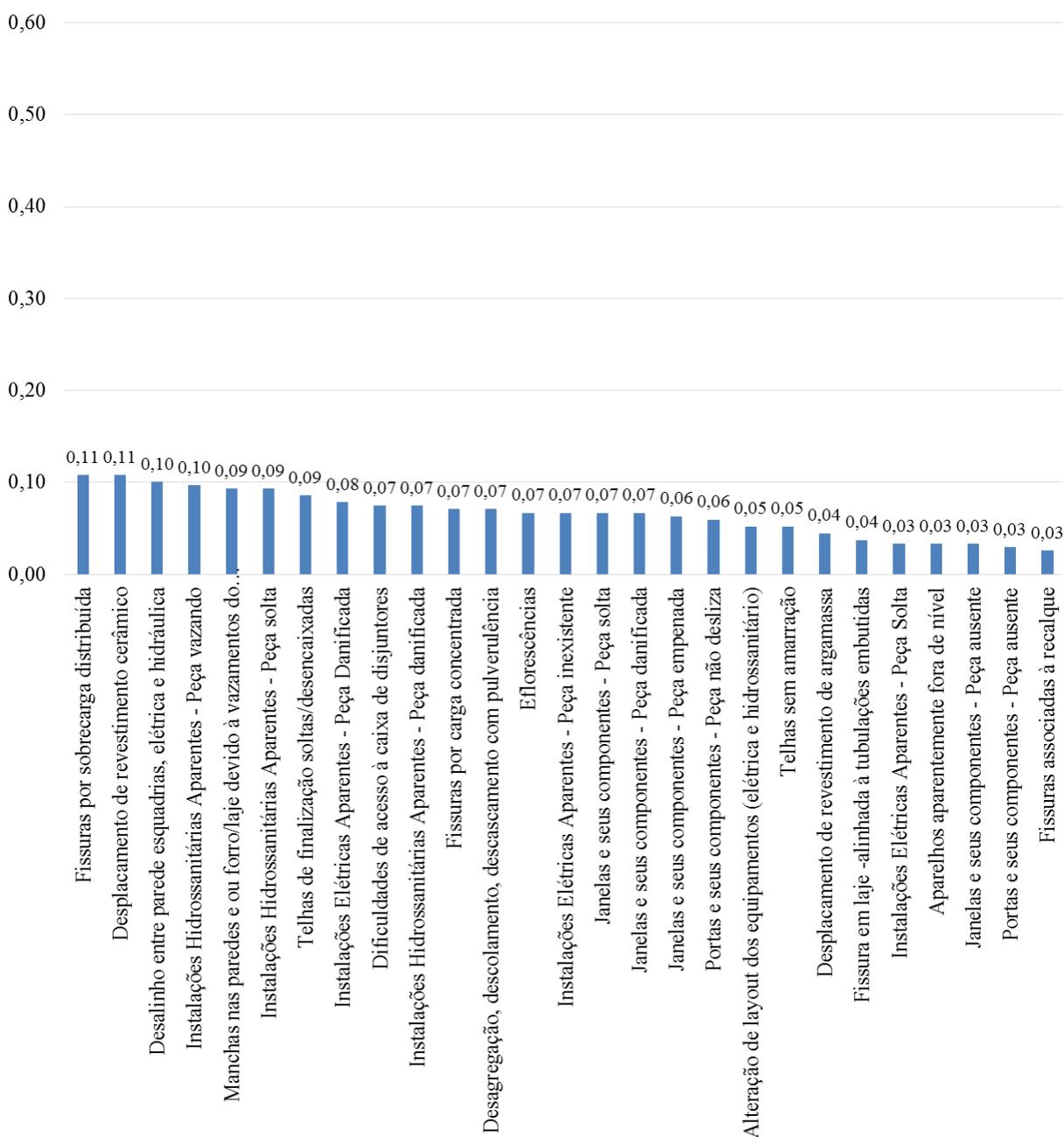
Figura 52 - Falhas de maior frequência de ocorrência na amostra



Dentre as falhas de menor ocorrência, destacam-se falhas estruturais, das quais não são esperadas elevadas ocorrências, tais como as “fissuras por carga concentrada”, as “fissuras por carga distribuída” e as “fissuras relacionadas à recalque de solo”. As referidas falhas apresentaram respectivamente 0,11, 0,07 e 0,03 falhas por unidade habitacional. Também, se

destacam as falhas que geram risco oculto à vida do morador, como “telhas soltas” (0,09) e “dificuldades de acesso aos disjuntores elétricos” (0,07). Estas falhas, embora em menor frequência podem indicar possíveis riscos à vida e aos bens e desta forma possuem importância nas análises dos dados. Neste sentido, torna-se relevante monitorar as falhas que são consideradas raras, mas que possuem gravidade evidente.

Figura 53 – Proporção de falhas de menor ocorrência na amostra



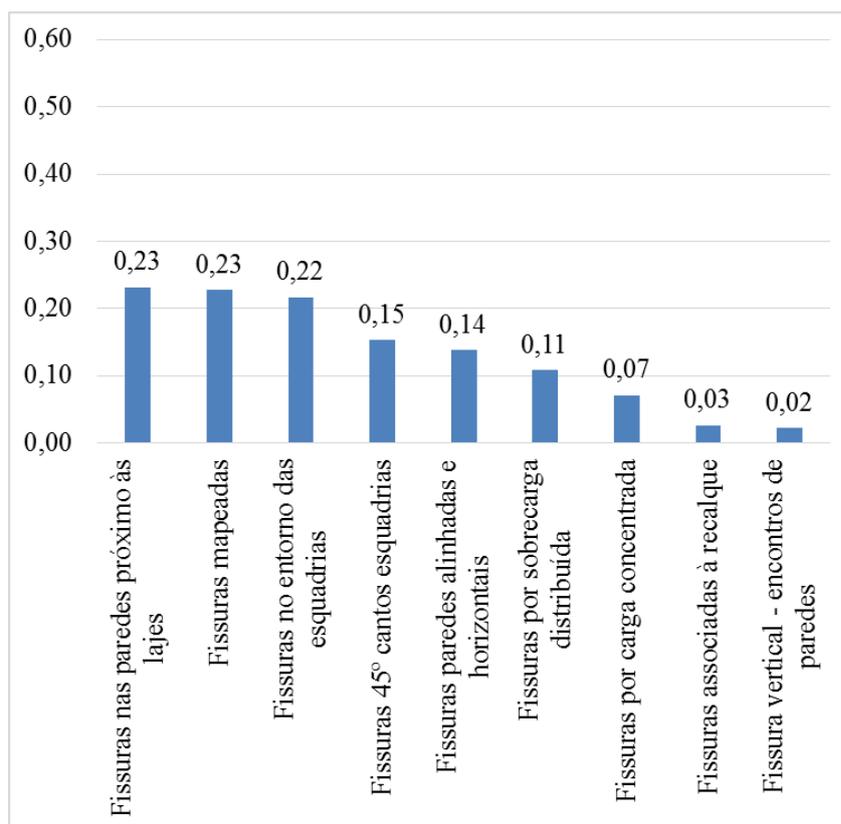
As falhas identificadas são discutidas em mais detalhes, conforme o elemento construtivo: vedações verticais e horizontais, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, esquadrias – portas e janelas, pintura e cobertura.

6.3.1. Vedações verticais e horizontais

No subsistema de vedações verticais e horizontais os dados foram organizados pelo tipo de manifestação patológica. Os dados dos dois subsistemas são apresentados em conjunto em algumas análises tendo em vista que uma parcela de itens coletados referem-se a ambos subsistemas.

A Figura 54 apresenta as fissuras mais recorrentes neste subsistema. As “fissuras próximas às lajes”, as “fissuras mapeadas” e as “fissuras no entorno das esquadrias” foram as mais recorrentes, apresentando uma média de falhas por unidade habitacional de 0,23, 0,23 e 0,22, respectivamente. Ou seja, estas fissuras são identificadas em mais de 20% das unidades habitacionais visitadas. As “fissuras por sobrecarga distribuída”, “carga concentrada” e as “associadas a recalque” foram menos observadas e já apresentadas no tópico anterior.

Figura 54 - Vedações verticais - fissuras

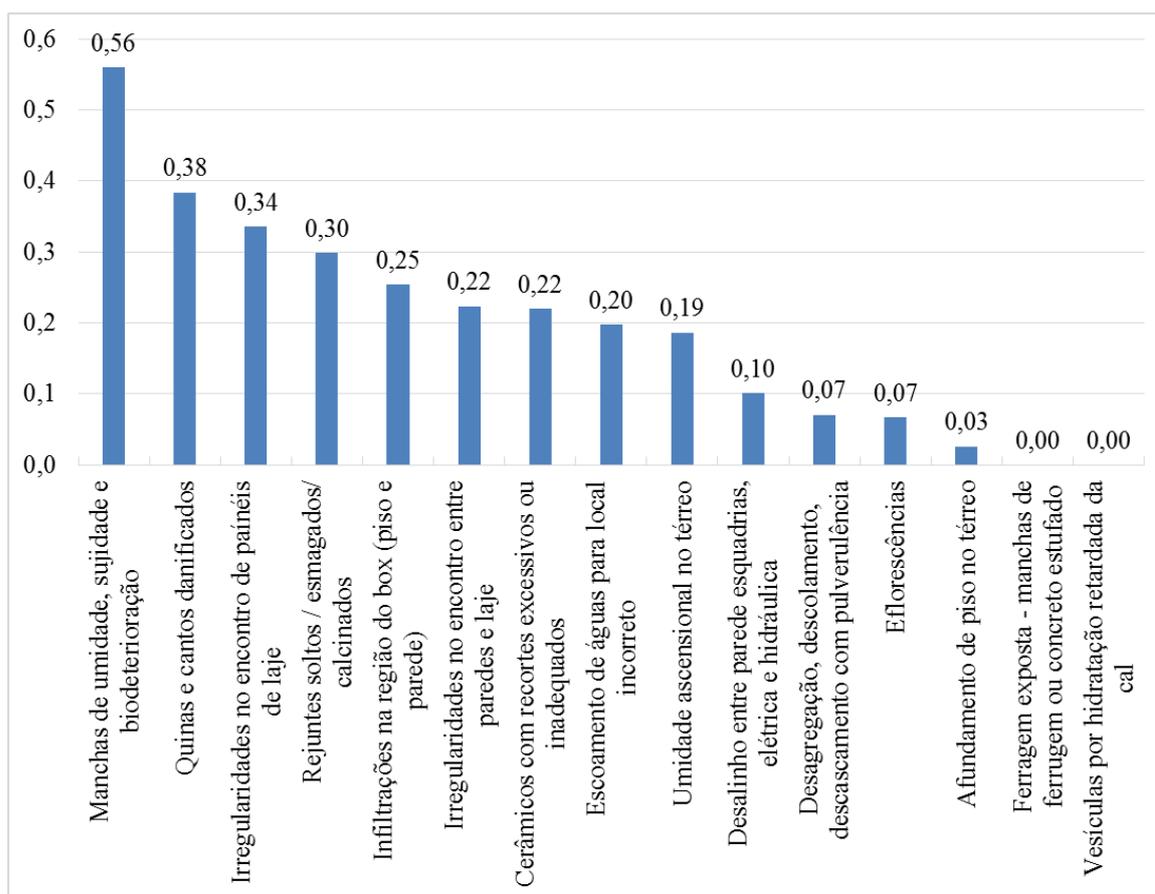


Em relação às falhas relacionadas aos revestimentos da edificação (vedações verticais e horizontais - Figura 55), estas são decorrentes da existência de fissuras na edificação. A principal refere-se a ocorrência de manchas de umidade, sujidade e biodeterioração. Cabe complementar que esta manifestação patológica também ocorre por ausência de ventilação

interna nas habitações. Ou seja, há unidades habitacionais que permanecem longos períodos de tempo fechadas, fazendo com que os vapores internos gerados pelo uso da edificação não sejam dissipados pelo contato com o ar do meio externo.

Além das manchas de umidade, sujidade e biodeterioração, as manifestações patológicas que tiveram maior frequência foram: quinas e cantos danificados, irregularidades no encontro de painéis de laje, infiltrações na região do box, rejuntas soltos/esmagados/calcinados e escoamento de águas para o local incorreto. Dentre os itens desta parte do instrumento de coleta, alguns não foram observados: (a) vesículas por hidratação retardada da cal (nenhum empreendimento possui revestimento em gesso – o que inibiria esta observação), (b) manchas de ferrugem ou concreto estufado, que indiquem um processo de despassivação das armaduras.

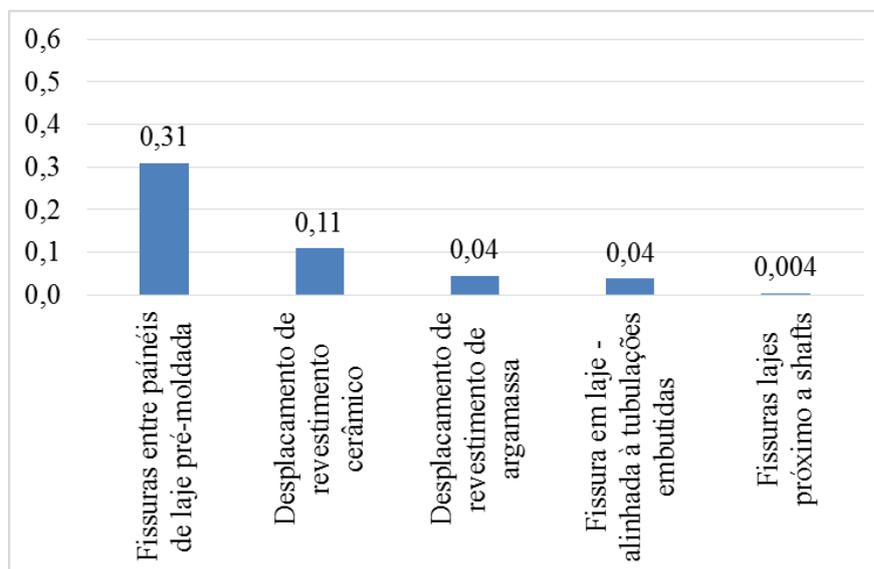
Figura 55 - Vedações verticais e horizontais - revestimentos



Com relação às falhas vinculadas às vedações horizontais (Figura 56), as “fissuras entre painéis de laje pré-moldada”, mesmo sendo uma fissura prevista em projeto, quando não

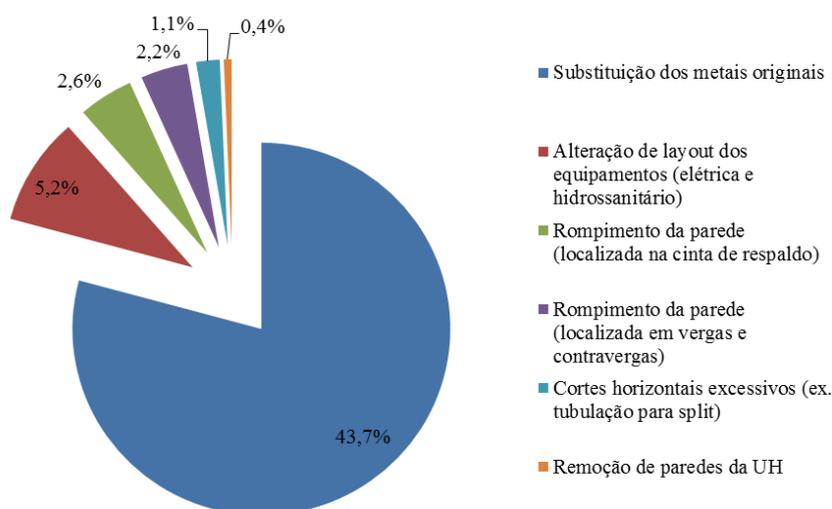
controlada adequadamente pode provocar o deslocamento de revestimentos cerâmicos e argamassados, bem como apresentar um aspecto de insegurança na visão do morador.

Figura 56 - Vedações horizontais - fissuras e deslocamentos



Mesmo não sendo uma falha de projeto ou de execução, algumas alterações nas unidades após a ocupação foram analisadas em detalhe, pois estas envolveram remoção de paredes ou cortes nas mesmas e isto poderia afetar o desempenho do sistema estrutural das edificações executadas nos sistemas de alvenaria estrutural. A principal alteração efetuada pelos moradores nas unidades habitacionais (Figura 57) refere-se a modificações nas instalações elétricas e hidráulicas (49%) motivadas pela alteração de *layout* de equipamentos.

Figura 57 - Alterações de *layout* das unidades habitacionais.



Em alguns casos de quebra de paredes eram também rompidos componentes de concreto armado, tais como cintas de respaldo, vergas e contra vergas, principalmente para a passagem de tubulação de ar condicionado do tipo *split* ou para embutir grades de segurança nas janelas (4,8%). Apenas uma unidade da tipologia casa efetuou a retirada de paredes.

6.3.2. Instalações Elétricas

A Figura 58 aponta os principais problemas detectados nas instalações elétricas, considerando os elementos que podem ser observados. O problema mais frequente, e que tem fácil solução, foi a falta de identificação dos circuitos na caixa de disjuntores. A segunda falha identificada refere-se ao uso inadequado de coloração dos fios dos circuitos elétricos, que foi observado a partir do circuito do chuveiro e também por outros pontos elétricos com contatos expostos, ou seja, fiação desencapada e aparente.

Figura 58 - Instalações elétricas - frequência de ocorrência de falhas por unidade habitacional em elementos expostos

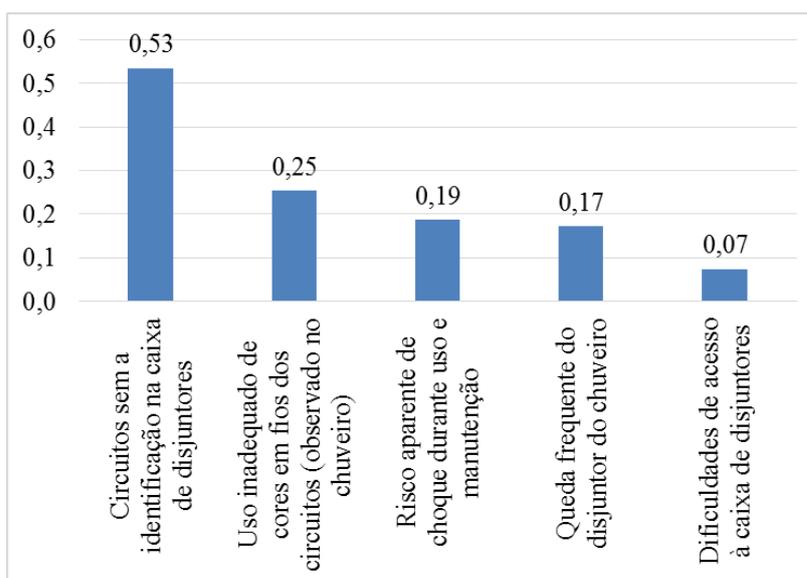
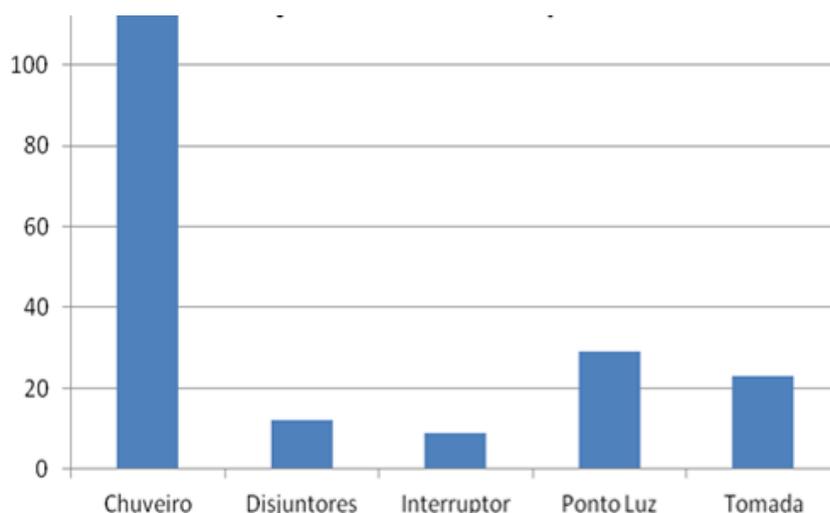


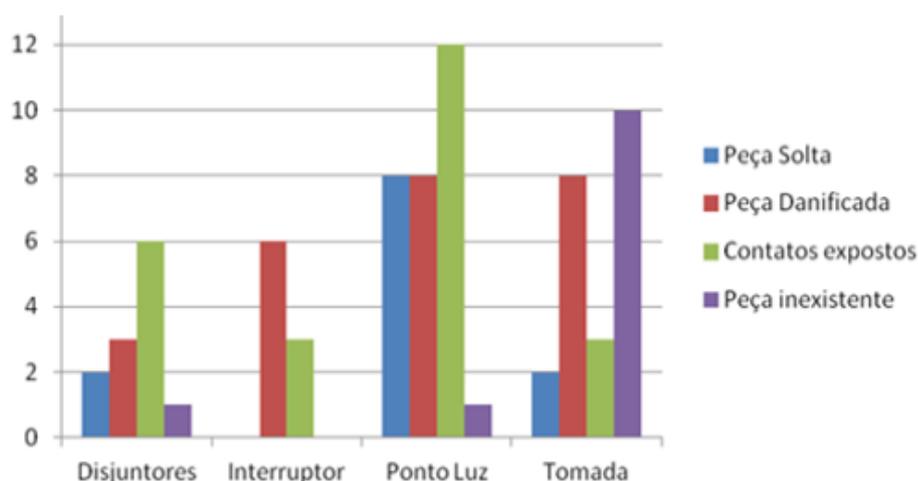
Figura 59 apresenta a frequência de falhas de componentes elétricos, baseado em observação direta do pesquisador a partir do item 4.2.a.2 do formulário de avaliação técnica. Neste gráfico se verifica a maior ocorrência de falhas observadas no componente elétrico chuveiro.

Figura 59 - Instalações elétricas - frequência de ocorrência de falhas em componentes



Na Figura 60 os mesmos dados do item 4.2.a.2 do formulário observacional são apresentados considerando o cruzamento com as informações do tipo de falha em cada componente a partir do item 4.2.a.1 do mesmo formulário. A quantidade e os tipos de falhas identificados em cada componente estão classificados em: existência de contatos expostos, peça danificada, solta ou inexistente. O componente chuveiro foi retirado do gráfico de componentes e falhas, pois foi constatado apenas um mesmo tipo de falha associada ao mesmo, mas em grande quantidade, o que dificultaria a visualização das falhas nos demais componentes. Foram observadas 114 falhas no componente chuveiro, todas relacionadas à existência de contatos expostos, o que representa 0,42 falhas por unidade habitacional.

Figura 60 - Instalações elétricas – tipos de falhas por componentes



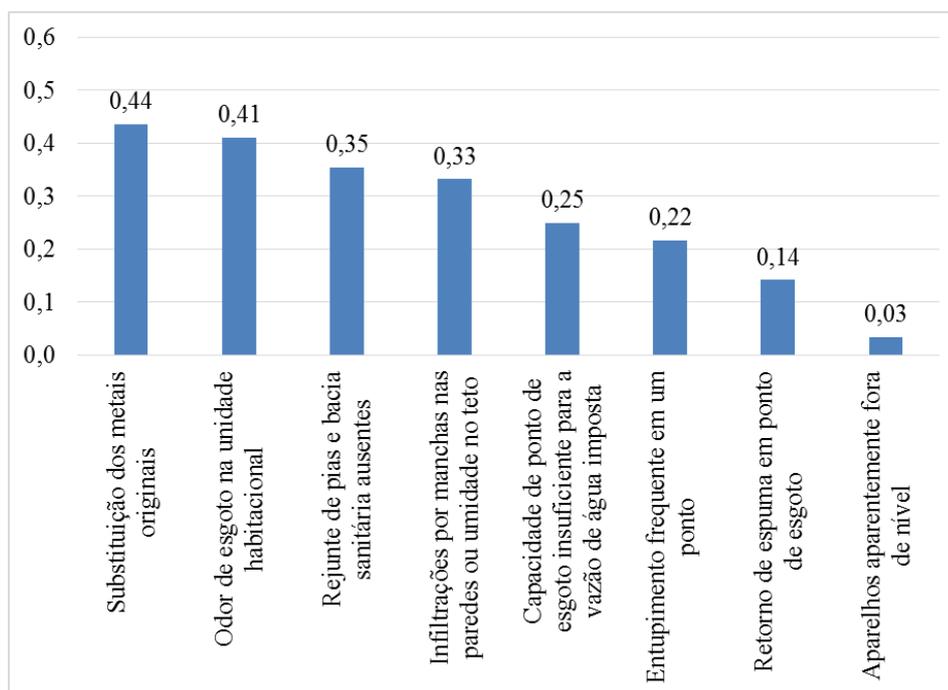
6.3.3. Instalações Hidrossanitárias

Dentre as manifestações patológicas em instalações hidrossanitárias (Figura 61), a ocorrência de “odor de esgoto nas unidades” foi a de maior frequência, seguida de “ausência do rejunte de equipamentos sanitários” e “infiltrações devido a vazamentos”, detectadas pelo técnico por

meio de manchas nas paredes ou umidade no teto. O item relacionado à substituição de metais foi retirado da base de dados empregada na formulação de indicadores, devido à ambiguidade de resposta gerada durante a coleta de dados. Alguns pesquisadores marcaram este item tanto para substituição por problemas de qualidade da peça, quanto para substituições com caráter estético.

Para contemplar nesta pesquisa itens oriundos de bases de dados de reclamações de usuários que compõe o diagrama de afinidades, alguns itens deste subsistema tiveram caráter declaratório, ou seja, os usuários informaram sobre o histórico de ocorrências destas falhas na habitação. São eles: “entupimento frequente em um ponto”; “retorno de espuma em um ponto de esgoto” e “falta de capacidade de um ponto de esgoto absorver a vazão de água imposta pelo ponto de água”. Para estes itens o pesquisador busca evidências da ocorrência declarada antes de marcar a existência da falha, como bacia sanitária solta, desentupidores em local visível e manchas de sabão na região do ralo da máquina de lavar roupas.

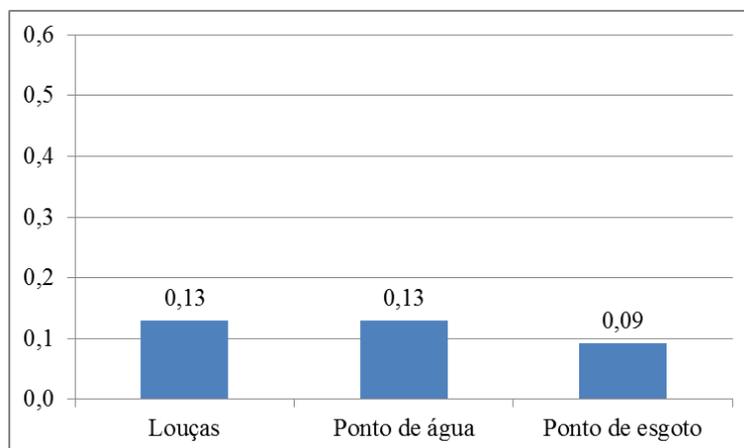
Figura 61 - Instalações hidrossanitárias - frequência de ocorrência de problemas



A Figura 62 apresenta a frequência de ocorrência de falhas por componentes a partir do item 4.2.b.2 (Figura 37). As falhas relacionadas às louças sanitárias e pontos de abastecimento de água obtiveram a mesma média de falhas por unidade habitacional 0,13. Os componentes

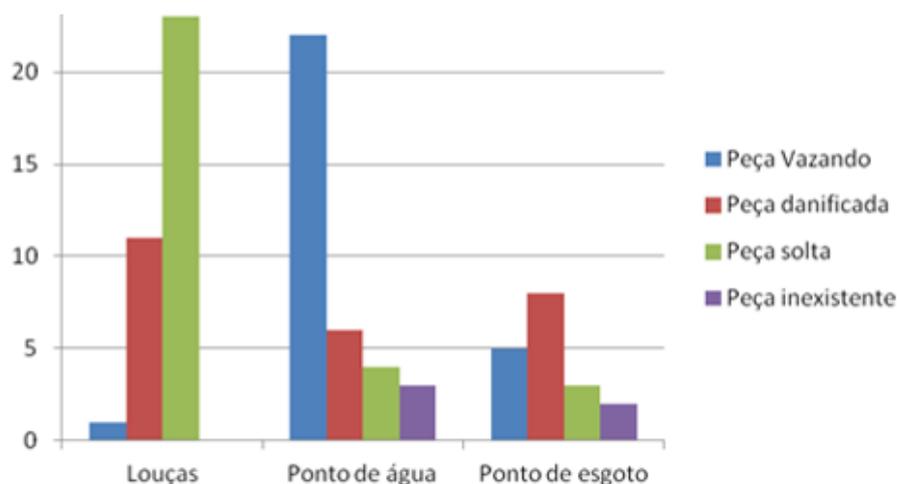
relacionados aos pontos de esgoto apresentaram média de 0,09 falhas por unidade habitacional.

Figura 62 - Instalações hidrossanitárias - frequência de ocorrência de falhas por componentes



A Figura 63 apresenta as falhas dos componentes categorizadas por tipo de falha a partir do item 4.2.b.1 e 4.2.b.2 do instrumento de coleta de dados (Figura 35 e 36). Os dados indicam a maior incidência de louças soltas e danificadas com 22 ocorrências observadas, o que representa 0,085 ocorrências por unidade habitacional. Para os componentes de ponto de água a maior ocorrência refere-se a vazamento com 22 ocorrências, representando 0,081 falhas por unidade habitacional.

Figura 63 - Instalações hidrossanitárias – especificação da falha

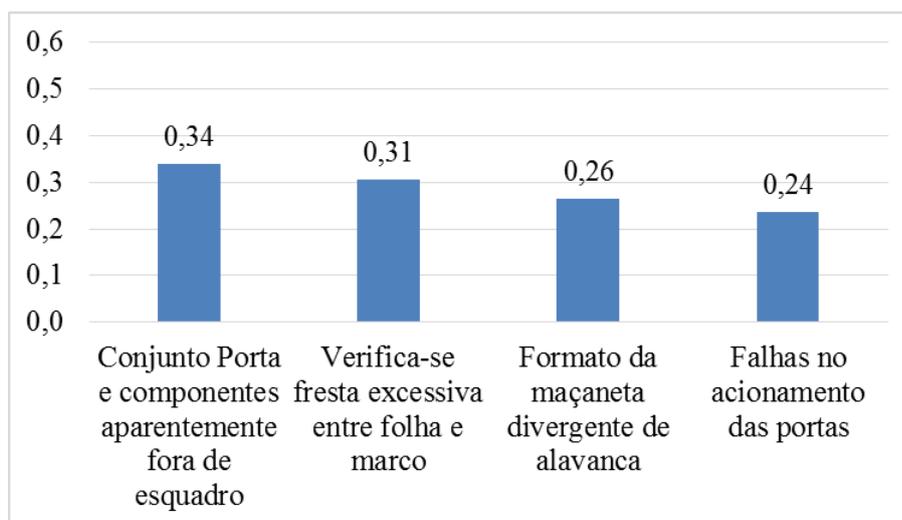


6.3.4. Esquadrias – Portas

Na Figura 64 são apresentadas as falhas relacionadas às portas da habitação. As falhas observadas são: “conjunto porta e componentes fora do esquadro”; “frestas excessiva entre

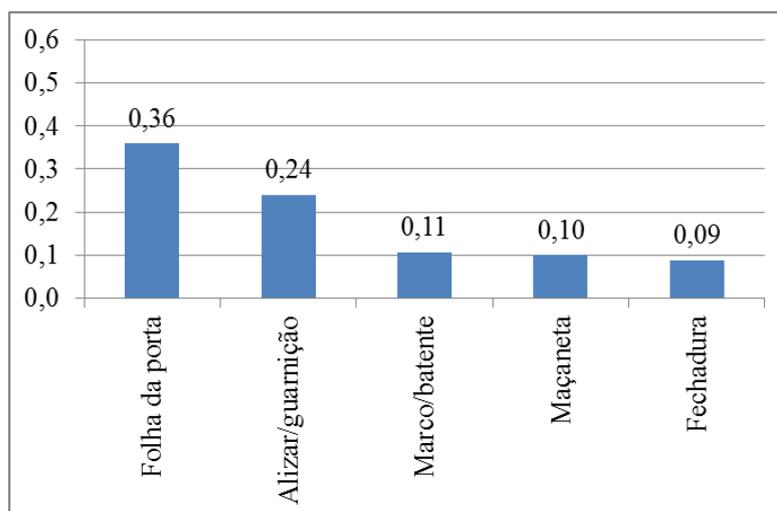
folha e marco”; “formato da maçaneta divergente de alavanca”; e “falhas no acionamento das portas”, as quais tiveram em média 0,34; 0,31; 0,26 e 0,24 falhas por unidade habitacional, respectivamente. Por fim, o item “maçaneta da porta em formato diferente de alavanca” pode não ser considerado uma falha construtiva, como os demais, mas compromete a acessibilidade universal da habitação.

Figura 64 - Esquadrias (portas) - frequência de ocorrência



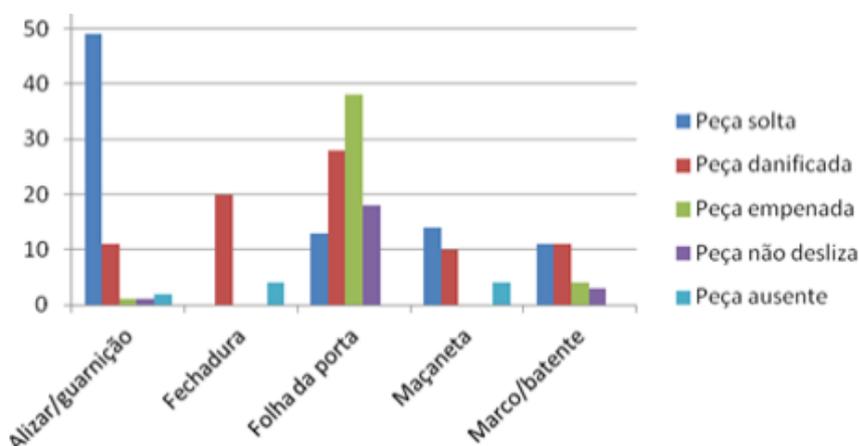
A Figura 65 apresenta a média de falhas dos componentes a partir do item 4.4.b.2 do formulário de avaliação técnica (Figura 40). Os itens referem-se a: “folha de portas”; “alizar/guarrição”; “marco/batente das portas”; “maçaneta”; e “fechadura”. As falhas relacionadas às folhas das portas apresentaram maior média, 0,36 falhas por unidade habitacional, seguida pelos alizar/guarrição e marco/batente das portas, com médias por unidade habitacional de 0,24 e 0,11 falhas, respectivamente. Os demais componentes apresentam médias menores e semelhantes.

Figura 65 - Esquadrias (portas) - frequência de ocorrência por componentes



A Figura 66 apresenta o cruzamento dos dados referentes às falhas características e os componentes das portas a partir do item 4.4.b.1 e 4.2.b.2 (Figura 40). As folhas de portas apresentaram a maior diversidade de falhas. O componente “alizes” apresentou a maior incidência de falhas categorizadas como peças soltas.

Figura 66 - Esquadrias (portas) – especificação da falha

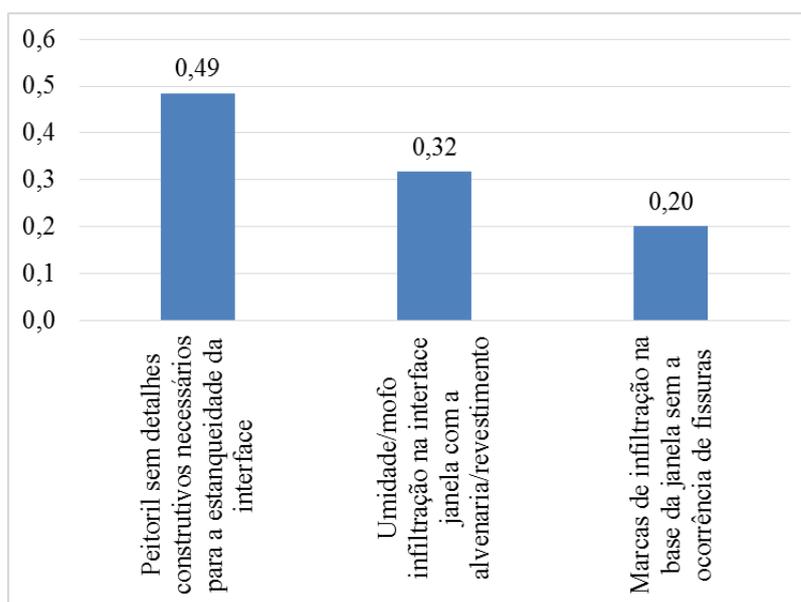


6.3.5. Esquadrias – Janelas

As frequências das manifestações patológicas referentes a janelas estão apresentadas na Figura 67. As falhas consideradas são as que podem ocorrer na interface entre a esquadria e a alvenaria: “peitoris com detalhes construtivos inadequados ou insuficientes para garantir a estanqueidade”; “umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento”; e “marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras”. A maior ocorrência

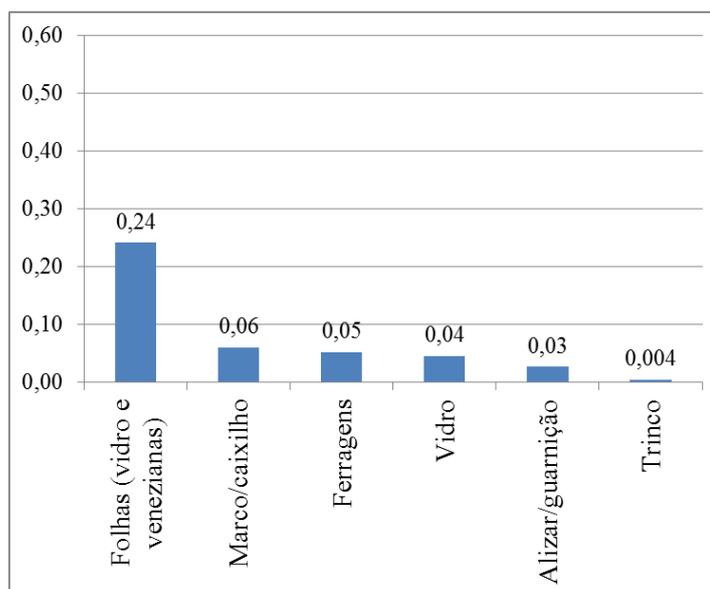
refere-se a “peitoris com detalhes construtivos inadequados ou insuficientes para garantir a estanqueidade”, apresentando uma média de 0,49 falhas por unidade habitacional. Estas observações vêm corroborar com os resultados de pesquisas anteriores que avaliaram a qualidade construtiva de habitações executadas em alvenaria estrutural e identificaram falhas na interface entre a alvenaria e as esquadrias (ALEXANDRE, 2008; MOCH, 2009; RICHTER, 2007).

Figura 67 - Esquadrias (janelas) - frequência de ocorrência



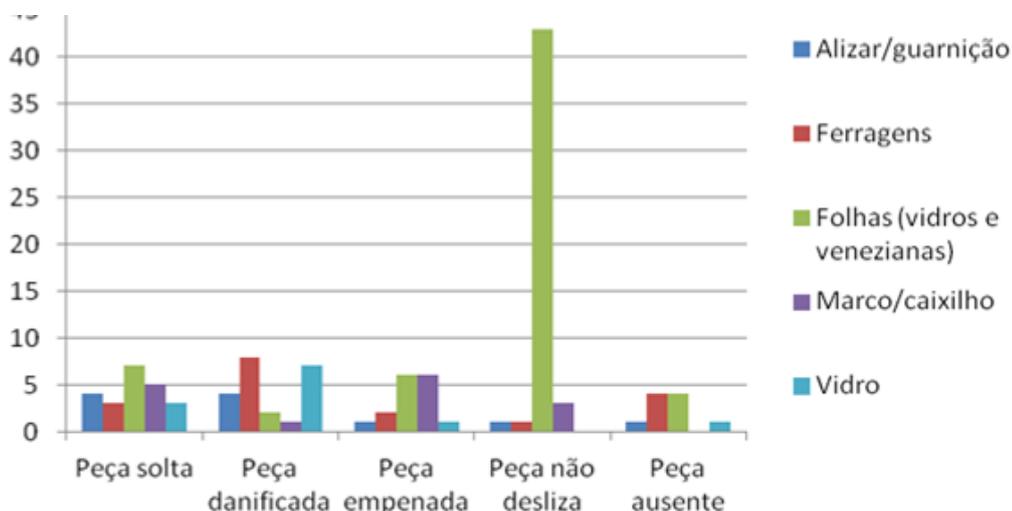
Os demais itens relacionados às janelas referem-se a suas partes e componentes e são apresentados na Figura 68. Estes itens avaliados são: “alizar/guarnição”; “ferragens”; “folhas (vidros e venezianas)”; “marco/caixilho”; “trinco”; e “vidro”. Ao especificar as falhas das janelas por componentes, as folhas das janelas recebem, assim como as folhas das portas, a maior ocorrência de falhas com média de 0,24 falhas por unidade habitacional. As demais falhas apresentaram médias por unidade habitacional menores, com variação entre as falhas em “marco/caixilho” apresentando 0,06 e falhas no “trinco” com 0,004 falhas.

Figura 68 - Esquadrias (janelas) - frequência de ocorrência por componentes



A Figura 69 apresenta o cruzamento dos dados referentes às falhas características e os componentes das janelas a partir do item 4.4.a.1 e 4.2.a.2 (Figura 39). As falhas características são: “peça solta”; “peça danificada”; “peça empenada”; “peça não desliza”; e “peça ausente”. As folhas das janelas destacam-se das demais na quantidade de falhas relacionadas ao item “peça não desliza” que aborda a interface entre as folhas e o caixilho. A média desta falha no componente “folha das janelas” foi de 0,15 falhas por unidade habitacional. As demais falhas não ultrapassam a média de 0,026 falhas por unidade habitacional considerando a maior ocorrência entre as mesmas relacionada à peça danificada nas ferragens das janelas.

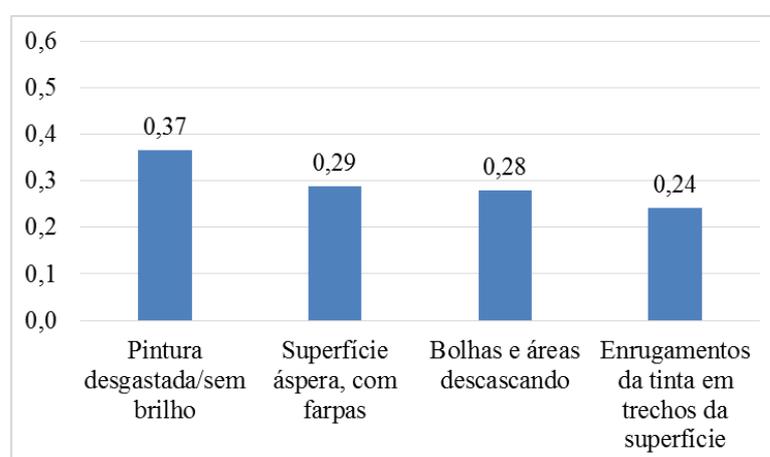
Figura 69 - Esquadrias (janelas) - especificação da falha



6.3.6. Pintura

A Figura 70 apresenta os itens avaliados do subsistema de pintura: “pintura desgastada/sem brilho”; “superfície áspera, com farpas”; “bolhas e áreas descascando”; e “enrugamentos de tinta em trechos da superfície”. O item “desgastado/sem brilho” obteve a maior média de falhas por unidade habitacional (0,37). As médias por unidade habitacional dos demais foram: 0,29 para “superfície áspera, com farpas”; 0,28 para “bolhas e áreas descascando”; e 0,24 “enrugamentos de tinta em trechos da superfície”.

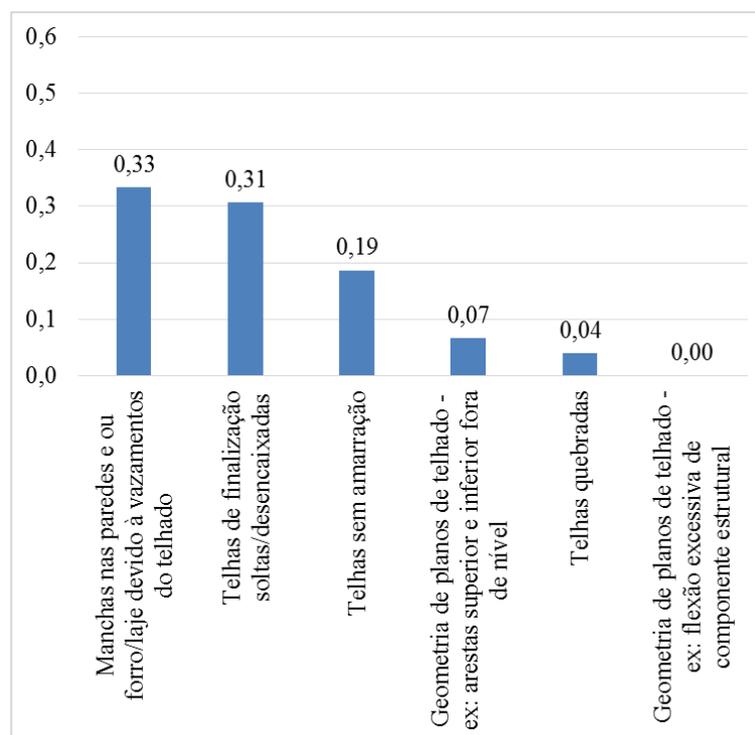
Figura 70 - Pintura – frequência de ocorrência



6.3.7. Cobertura

A Figura 71 apresenta os itens avaliados do subsistema de cobertura. Este subsistema foi avaliado apenas nos empreendimentos de tipologia casas e sobrados. Ou seja, 75 unidades habitacionais visitadas. Os itens observados neste subsistema foram: “manchas nas paredes e ou forro/laje devido a vazamentos do telhado”; “telhas de finalização soltas/desencaixadas”; “telhas sem amarração”; “geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível”; “telhas quebradas”; e “geometria de planos de telhado - ex: flexão excessiva de componente estrutural”. A principal falha identificada trata de “manchas nas paredes devido a vazamentos do telhado”, apresentando uma média de 0,33 falhas por unidade habitacional, seguida de “telhas de finalização soltas ou desencaixadas” e “telhas sem amarração” com médias de 0,31 e 0,19 falhas por unidade habitacional respectivamente.

Figura 71 - Cobertura – frequência de ocorrência



6.4. ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA E À *PRIORI*

A partir da análise fatorial exploratória buscou-se avaliar o modelo conceitual de medição da qualidade proposto previamente, a partir de agrupamentos de itens correlacionados em torno de um ou mais constructos latentes. De forma comparativa também foram efetuadas análises fatoriais *a priori* a partir dos constructos propostos no modelo conceitual de medição. Ao fim da análise fatorial é apresentada a análise dos constructos identificados durante esta atividade, e a análise dos constructos propostos originalmente. Com base na discussão sobre as similaridades e diferenças dos modelos, comparando os constructos inicialmente propostos e os identificados pela análise fatorial exploratória - AFE, um novo modelo conceitual de medição da qualidade foi elaborado, juntamente com a análise de fidedignidade do método. As atividades relacionadas à análise fatorial são apresentadas em tópicos que se referem aos diferentes ciclos de análise dos dados, à saber: (a) preparação para a análise fatorial exploratória; (b) análise fatorial exploratória e *a priori* – ciclo um; (c) análise fatorial exploratória e *a priori* – ciclo dois; (d) análise fatorial exploratória e *a priori* – ciclo três; (e) nomeação final dos constructos identificados; e (f) apresentação do modelo conceitual de medição final.

6.4.1. Preparação para a análise fatorial exploratória

Na Tabela 20 são apresentadas: a frequência de ocorrência, exclusões e agrupamentos de itens efetuados com as variáveis pesquisadas ao longo da análise fatorial.

Tabela 20 - Proporção de ocorrência e tratamento das variáveis dos Itens pesquisados na observação técnica

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional		Proporção (%)	Exclusões		Eventos raros
Cód	Descrição dos itens de pesquisa		Item não observado	Itens ambíguos	<5%
V27	Fissuras paredes próximo às lajes	0,23			
V29	Fissura vertical encontro de paredes	0,02			x
V31	Fissuras mapeadas	0,21			
V28	Fissuras carga concentrada	0,07			
V30	Fissuras 45° cantos esquadrias	0,15			
V34	Fissuras sobrecarga distribuída	0,11			
V32	Fissuras alinhadas e horizontais	0,14			
V33	Fissuras entorno das esquadrias	0,22			
V35	Fissuras associadas à recalque	0,03			x
V36	Fissura alinhada - tubulações embutidas - lajes	0,04			x
V37	Fissuras entre painéis de laje pré-moldada	0,31			
V38	Fissuras lajes próximo a shafts	0,00			x
V39	Desplacamento de revestimento cerâmico	0,11			
V40	Desplacamento de revestimento de argamassa	0,04			x
V41	Rompimento da parede - cinta de respaldo	0,03			x
V42	Rompimento da parede - vergas e contravergas	0,02			x
V43	Cortes horizontais excessivos (ex. tubulação para split)	0,01			x
V44	Remoção de paredes da UH	0,00			x
V45	Alteração de layout dos equipamentos (elétrica e hidrossanitário)	0,05		x	x
V46	Irregularidades no encontro de painéis de laje	0,34			
V47	Irregularidades no encontro entre paredes e laje	0,23			
V48	Ferragem exposta - Manchas de ferrugem ou concreto estufado	0,00	x		x
V49	Afundamento de piso no térreo	0,03			x
V50	Umidade ascensional no térreo	0,19			
V51	Desalinho entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica	0,10			
V52	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	0,56			
V54	Quinas e cantos danificados	0,39			
V53	Eflorescências	0,07			
V55	Desagregação, descolamento, descascamento com pulverulência	0,07			
V56	Vesículas por hidratação retardada da cal	0,00	x		x
V57	Infiltrações na região do box (piso e parede)	0,26			
V58	Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	0,22			
V59	Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	0,30			
V60	Escoamento de águas para local incorreto	0,20			
V61	Telhas quebradas	0,01			x
V62	Telhas sem amarração	0,05			x
V63	Telhas de finalização soltas/desencaixadas	0,09			
V64	Geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível	0,02			x
V65	Geometria de planos de telhado - ex: flexão excessiva de componente estrutural	0,00	x		x
V66	Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado	0,09			

Tabela 20 - Itens pesquisados – observação técnica – proporção de ocorrência e tratamentos das variáveis - continuação

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional - continuação			Exclusões		Eventos raros
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Proporção (%)	Item não observado	Itens ambíguos	<5%
V67	Dificuldades de acesso à caixa de disjuntores	0,07			
V68	Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores	0,53			
V69	Risco aparente de choque durante uso e manutenção	0,19			
V70	Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)	0,26			
V71	Queda frequente do disjuntor do chuveiro	0,17			
V72	Substituição dos metais originais	0,44		x	
V73	Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto	0,33			
V74	Odor de esgoto na unidade habitacional	0,41			
V75	Rejunte de pias e bacia sanitária ausentes	0,36			
V76	Aparelhos aparentemente fora de nível	0,03			x
V77	Entupimento frequente em um ponto	0,22			
V78	Retorno de espuma em ponto de esgoto	0,14			
V79	Capacidade de ponto de esgoto insuficiente para a vazão de água imposta	0,25			
V80	Bolhas e áreas descascando	0,28			
V81	Superfície áspera, com farpas	0,29			
V82	Pintura desgastada/sem brilho	0,36			
V83	Enrugamentos da tinta em trechos da superfície	0,25			
V84Ia1	Acionamento das janelas funciona muito mal	0,04			x
V84Ia2	Acionamento das janelas funciona mal	0,21			
V84Ia3	Acionamento das janelas funciona bem	0,53			
V85	Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento	0,32			
V86	Marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras	0,20			
V87	Peitoril sem detalhes construtivos necessários para a estanqueidade da interface	0,48			
V88Ia1	Acionamento das portas funciona muito mal	0,08			
V88Ia2	Acionamento das portas funciona mal	0,16			
V88Ia3	Acionamento das portas funciona bem	0,57			
V89	Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro	0,34			
V90	Formato da maçaneta divergente de alavanca	0,26			
V91	Fresta excessiva entre folha e marco	0,30			
V92	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Solta	0,03			x
V93	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Danificada	0,08			
V94	Instalações Elétricas Aparentes - Contatos expostos	0,39			
V95	Instalações Elétricas Aparentes - Peça inexistente	0,07			
V96	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça vazando	0,10			
V97	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça danificada	0,07			
V98	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça solta	0,09			
V99	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça inexistente	0,01			x
V100	Janelas e seus componentes - Peça solta	0,07			
V101	Janelas e seus componentes - Peça danificada	0,07			
V102	Janelas e seus componentes - Peça empenada	0,06			
V103	Janelas e seus componentes - Peça não desliza	0,17			
V104	Janelas e seus componentes - Peça ausente	0,03			x
V105	Portas e seus componentes - Peça solta	0,24			
V106	Portas e seus componentes - Peça danificada	0,21			
V107	Portas e seus componentes - Peça empenada	0,16			
V108	Portas e seus componentes - Peça não desliza	0,06			
V109	Portas e seus componentes - Peça ausente	0,03			x

No modelo conceitual de medição (Figura 27, pg. 123) foram previstas 83 variáveis relacionadas à análise técnica. Contudo, durante a avaliação do uso de análise fatorial foram efetuados tratamentos nos dados o que culminou em um aumento no número de variáveis para 87. Os referidos tratamentos nos dados são apresentados com suas justificativas, como segue:

- a) Eliminação das variáveis que não foram observadas durante a coleta de dados: para a formulação das matrizes de correlação e covariância é condição a retirada, na base de dados, de variáveis que não foram observadas pela equipe de pesquisa. Desta forma, as seguintes variáveis foram retiradas da base geral de dados: ferragem exposta (V48), vesículas por hidratação retardada da cal (V56) e geometria de plano de telhado com flexão excessiva (V65).
- b) Eliminação de variáveis com problemas de ambiguidade nas respostas: foram eliminados dois itens das análises. O primeiro item, V72 - Substituição dos metais originais. Este foi inicialmente incluído na pesquisa com o intuito de avaliar a substituição de metais da cozinha e banheiro, por motivos de ausência de acessibilidade ou por falha dos metais instalados originalmente. No entanto, durante a coleta observou-se a substituição de metais por motivos outros, tais como questões estéticas e readequação dos espaços. O segundo item, V45 - Alteração de layout dos equipamentos (elétrica e hidrossanitário) foi interpretado de forma divergente pelos técnicos, sem a preocupação de avaliar a existência dos recortes horizontais em paredes. Desta forma, entende-se que este item deveria informar claramente no formulário que as alterações de interesse para a pesquisa estão relacionadas a possíveis recortes de paredes estruturais com perda de seção autoportante. Assim, os dados disponíveis não podem ser utilizados para este fim.
- c) Formulação de variáveis binárias conjugadas: originalmente duas destas variáveis foram estabelecidas como categóricas, em uma escala de quatro pontos sobre o funcionamento das esquadrias, diferente dos demais dados que são categóricos binários. São essas “V84 - acionamento das janelas funciona?” e “V88 - acionamento das portas funciona?”. Assim, estas duas variáveis foram transformadas em variáveis dicotômicas conjugadas em que cada categoria de respostas de uma variável é transformada em uma variável binária (HAIR et al., 2005), conforme indicado nas Figuras 72 e 73.

Figura 72 – Variáveis dicotômicas conjugadas do item V84 - acionamento das janelas funciona?

Funcionamento das janelas	V84Ia1	V84Ia2	V84Ia3
Muito mal	1	0	0
Mal	0	1	0
Bem	0	0	1
Muito bem	0	0	0

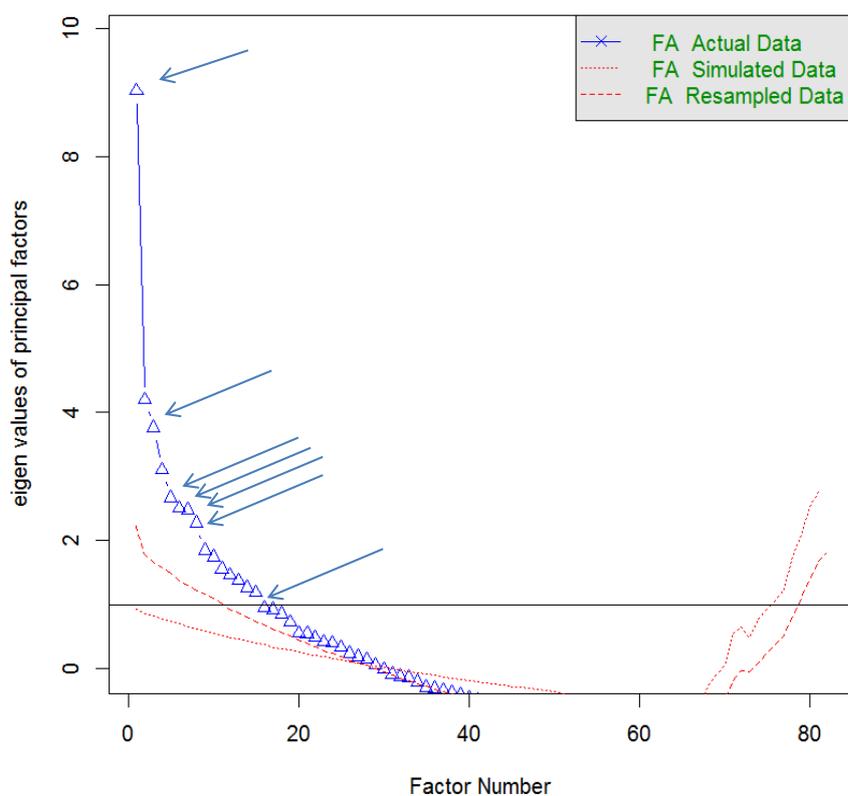
Figura 73 - Variáveis dicotômicas conjugadas do item V88 - acionamento das portas funciona?

Funcionamento das portas	V88Ia1	V88Ia2	V88Ia3
Muito mal	1	0	0
Mal	0	1	0
Bem	0	0	1
Muito bem	0	0	0

Cabe destacar que os itens acima não foram eliminados do formulário observacional, mas apenas da análise da base de dados, tendo em vista que a proposta prevê coletas e análises sistemáticas em que as distribuições dos dados podem se modificar ao longo do tempo. Já os itens que apresentaram ambiguidades foram ajustados para futuras coletas.

6.4.2. Análise fatorial exploratória e *a priori*– Ciclo 1

A análise fatorial exploratória para a identificação do número de agrupamentos de variáveis formadores dos fatores apresentou dificuldades de convergência dos dados e identificou um elevado número de fatores (29) observados no gráfico *Scree* (Figura 74). Esta apresentou 15 fatores acima do valor um de *Eigenvalue*. Pela análise paralela este número foi elevado para 27 fatores, o que pode estar relacionado a inadequações deste método para dados binários (TRAN; FORMANN, 2008). Em apenas sete destes fatores podem ser atribuídas diferenças angulares representativas como preconiza o teste pelo gráfico *Scree* (BROWN, 2006; HAIR *et al.*, 2005).

Figura 74 - Gráfico *Scree* - extração de fatores

O resultado do teste de KMO apresentou-se baixo, mas ainda assim considerado aceitável para a execução da análise fatorial. O teste de esfericidade de Bartlett apresentou $p\text{-value} < 0,1$, o que permite rejeitar a hipótese nula e efetuar a análise fatorial. Os testes de fidedignidade de *Alpha* de Cronbach, *Ômega de McDonald* foram calculados utilizando o preceito de multidimensionalidade dos dados (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006; ZINBARG *et al.*, 2005) e apresentaram valores entre 0,68 - 0,77 e 0,71 - 0,81, respectivamente, para diferentes números de fatores (Tabela 21). Estes valores apresentaram-se aceitáveis para a continuidade das análises fatoriais, cuja relação entre os testes já foi discutida. Por fim a análise fatorial pode ser aplicada.

Tabela 21 - Testes de adequação da base de dados – KMO, Bartlett, *Alpha* de Cronbach e *Ômega* de McDonald para diferentes números de fatores.

Original	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	<i>Alpha</i> Cronbach	<i>Ômega</i> T McDonald	Nº Fatores
	Índices esperados	>0,5	$p\text{-value} < 0,1$	>0,7	>0,7	
Geral	BD_GeralAFE_SZ	0,52	K-squared = 7288,2, df = 81, $p\text{-value} < 2,2e-16$	0,77	0,81	7
				0,77	0,80	5
				0,77	0,80	4
				0,68	0,71	3
				0,77	0,78	2

A partir desta indicação de sete fatores, os índices de adequação do modelo proposto foram calculados para a base de dados geral (Tabela 22). Para a análise de resíduos (*root mean square of the residuals*) RMSR e o índice de TLI (*Tucker Lewis Index of factoring reliability*), os valores apresentaram-se adequados como modelo da análise fatorial, este último em especial para dados binários (BROWN, 2006). Já a análise de resíduos e do RMSEA o índice apresentou-se adequado, porém com intervalo de confiança em aberto à direita nos diferentes números de fatores. Contudo, a análise pode ser aceita devido ao fato deste último índice ser uma análise complementar ao TLI.

Tabela 22 - Índices de adequação dos dados a partir da análise fatorial

Original	Bases de dados	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	Nº Fatores
	Índices esperados	$\geq 0,9$	$< 0,8$	$\leq 0,1$		
Geral	BD_GeralAFE_SZ	0,943	0,01	0,054	0,043 NA	7
		0,93	0,01	0,06	0,049 NA	5
		0,93	0,01	0,06	0,05 NA	4
		0,93	0,01	0,06	0,05 NA	3
		0,92	0,01	0,06	0,053 NA	2

Para a análise de conteúdo dos constructos latentes extraídos, um cálculo para diferentes números de fatores foi efetuado e também foram agrupadas as variáveis a partir de três critérios: (a) possuir carregamento acima de 0,3 no fator; (b) possuir carregamento em apenas um fator; e (c) possuir comunalidade acima de 0,2.

6.4.2.1. Análise fatorial exploratória - Modelo com sete fatores

A Tabela 23 apresenta os resultados da análise fatorial para sete fatores. Nesta distribuição dos itens para sete fatores se verifica uma dispersão das variáveis relacionadas às portas e instalações elétricas em diferentes fatores, ou seja, não se verificam fatores organizados com

base nos subsistemas da edificação como esperado inicialmente. Três fatores, no entanto, tem melhor ajuste: portas, janelas e cobertura, sendo os dois primeiros constructos organizados com apenas duas variáveis, fato que é desaconselhado pela bibliografia (BROWN, 2006; FÁVERO *et al.*, 2009; HAIR *et al.*, 2005), além de apresentar itens relacionados em outros fatores. Devido a estes resultados, a análise fatorial foi testada para outros números de fatores, como forma de melhor entender os dados obtidos.

Tabela 23 - Análise fatorial com retenção de sete fatores da base de dados geral

AFE - 7 Fatores		ULS2	ULS7	ULS3	ULS6	ULS5	ULS4	ULS1	Comu- nalidade >0.2
Descrição das variáveis - carregamentos > 0.3	cód	Pintura e interface	Portas e elétrica	Pisos, elétrica e portas	Paredes e pisos	Janelas	Portas	Cobertura	
Telhas sem amarração	V62	-0.13	-0.04	-0.10	0.15	0.11	0.10	0.94	0.867
Telhas de finalização soltas/desencaixadas	V63	0.02	0.09	-0.24	0.10	0.03	-0.02	0.63	0.480
Geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível	V64	0.08	-0.01	-0.13	-0.05	-0.06	-0.24	0.49	0.362
Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto	V73	0.32	0.01	0.22	0.09	0.08	0.01	-0.10	0.209
Superfície áspera, com farpas	V81	0.70	-0.15	-0.11	0.02	-0.12	-0.06	-0.06	0.415
Pintura desgastada/sem brilho	V82	0.77	-0.18	-0.10	-0.05	-0.04	-0.03	0.04	0.524
Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento	V85	0.37	0.09	0.08	0.15	0.04	0.07	-0.09	0.264
Instalações Elétricas Aparentes - Contatos expostos	V94	0.38	0.08	-0.08	-0.22	0.02	0.18	-0.09	0.238
Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)	V70	0.07	0.45	-0.28	-0.05	0.16	0.08	-0.03	0.423
Acionamento das portas - funciona muito mal	V88I a1	0.07	0.37	0.04	0.09	0.07	-0.18	0.02	0.216
Conjunto porta e componentes aparentemente fora de esquadro	V89	0.12	0.73	0.15	0.10	-0.16	-0.24	0.09	0.570
Fresta excessiva entre folha e marco	V91	0.06	0.72	0.11	0.02	-0.14	-0.27	-0.03	0.485
Fissuras entre painéis de laje pré-moldada	V37	0.01	0.07	0.49	-0.26	-0.10	0.21	-0.09	0.401
Irregularidades no encontro de painéis de laje	V46	0.02	0.01	0.68	-0.03	0.00	-0.17	-0.09	0.462
Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores	V68	0.24	-0.13	-0.50	-0.12	-0.12	0.15	-0.12	0.317
Formato da maçaneta divergente de alavanca	V90	0.06	0.26	0.58	-0.28	0.09	0.01	0.26	0.549
Desalinhamento entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica	V51	-0.10	-0.01	0.10	0.46	-0.05	0.00	-0.03	0.208
Quinas e cantos danificados	V54	-0.05	0.22	-0.02	0.44	0.03	-0.19	-0.10	0.300
Infiltrações na região do box (piso e parede)	V57	0.03	-0.07	0.05	0.44	0.05	0.14	0.05	0.223
Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	V58	0.08	-0.08	-0.05	0.52	0.02	0.04	0.21	0.337
Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	V59	0.06	-0.08	-0.01	0.50	0.08	-0.02	0.21	0.326
Escoamento de águas para local incorreto	V60	-0.07	0.21	-0.11	0.49	-0.07	0.03	-0.11	0.303
Acionamento das janelas - funciona mal	V84I a2	0.09	-0.09	0.00	-0.05	0.81	0.08	-0.05	0.660
Acionamento das janelas - funciona bem	V84I a3	0.10	0.15	-0.03	-0.10	-0.79	0.30	-0.09	0.600
Acionamento das portas - funciona mal	V88I a2	0.22	0.22	0.00	-0.13	0.03	-0.53	-0.02	0.320
Acionamento das portas - funciona bem	V88I a3	0.03	-0.18	-0.15	-0.06	-0.17	0.75	0.09	0.553

Legenda:

0,00 | Carregamentos das variáveis nos fatores que atendem aos critérios estabelecidos

6.4.2.1. Análise fatorial exploratória - Modelo com cinco fatores

A Tabela 24 apresenta os resultados da análise fatorial considerando (5) cinco fatores. Na distribuição dos dados para cinco fatores a combinação de variáveis relacionadas a diferentes subsistemas se mantém da mesma forma que foi observada na análise com sete fatores. Também se combinam itens relacionados a falhas de interface entre subsistemas, como é o caso do item V85 - umidade ou mofo devido à infiltração na interface entre a janela com a alvenaria e revestimento.

Tabela 24 - Análise fatorial com retenção de cinco fatores da base de dados geral

AFE - 5 Fatores		ULS1	ULS2	ULS5	ULS4	ULS3	
Descrição das variáveis - carregamentos > 0.3	cód	Parede, pintura, janelas e interface	Piso, cobertura, elétrica e portas	Portas	Parede, piso e interface	Janelas e Portas	Comunidade >0.2
Fissuras paredes próximo às lajes	V27	0.37	0.19	-0.13	-0.02	-0.16	0.240
Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	V52	0.34	0.08	0.10	0.22	-0.01	0.233
Risco aparente de choque durante uso e manutenção	V69	0.35	-0.10	0.10	0.05	0.24	0.217
Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)	V70	0.38	-0.27	0.26	-0.14	0.10	0.340
Pintura desgastada/sem brilho	V82	0.48	-0.15	-0.05	0.08	-0.06	0.285
Acionamento das janelas - funciona mal	V84Ia2	0.59	0.00	-0.13	-0.06	0.63	0.510
Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento	V85	0.46	0.07	0.04	0.08	0.10	0.235
Instalações Elétricas Aparentes - Contatos expostos	V94	0.52	-0.10	-0.05	-0.25	0.00	0.271
Janelas e seus componentes - Peça não desliza	V103	0.37	0.06	0.12	0.04	0.23	0.203
Fissuras entre painéis de laje pré-moldada	V37	0.15	0.51	-0.04	-0.27	-0.15	0.407
Irregularidades no encontro de painéis de laje	V46	0.00	0.68	0.11	-0.04	0.08	0.446
Irregularidades no encontro entre paredes e laje	V47	-0.21	0.41	-0.02	0.24	-0.05	0.248
Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado	V66	-0.03	-0.35	0.27	0.09	-0.11	0.226
Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores	V68	0.07	-0.52	-0.18	-0.10	-0.14	0.297
Formato da maçaneta divergente de alavanca	V90	0.27	0.54	0.23	-0.18	-0.08	0.404
Acionamento das portas funciona muito mal	V88Ia1	0.18	0.04	0.36	0.02	0.11	0.207
Acionamento das portas - funciona bem	V88Ia3	0.21	-0.11	-0.45	-0.02	-0.35	0.409
Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro	V89	0.17	0.14	0.69	0.05	-0.15	0.557
Fresta excessiva entre folha e marco	V91	0.10	0.11	0.68	-0.05	-0.10	0.465
Quinas e cantos danificados	V54	-0.05	-0.02	0.24	0.34	0.16	0.253
Infiltrações na região do box (piso e parede)	V57	0.11	0.07	-0.11	0.45	0.04	0.230
Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	V58	0.01	-0.06	-0.02	0.60	-0.04	0.361
Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	V59	0.03	-0.01	-0.01	0.60	0.03	0.368

Legenda:

0,00 | Carregamentos das variáveis nos fatores que atendem aos critérios estabelecidos

Outro ponto a destacar nesta análise fatorial é o elevado carregamento dos itens V84Ia2 e V88Ia3 em dois agrupamentos de fatores diferentes, fato que põe em evidência a

possibilidade de constructos latentes de segunda ordem (BROWN, 2006). Neste caso a existência de um fator principal – esquadrias, com dois fatores secundários - portas e janelas. Também, outro fato a ser discutido é a possibilidade de readequação das variáveis V88 e V84 (originalmente variáveis com escala de quatro pontos) para variáveis binárias simples, agrupando o funcionamento “ruim” como evento (1) e funcionamento “bom” em não eventos (0), devido aos carregamentos em diferentes constructos.

Nas análises para as demais distribuições o padrão de comportamentos das variáveis não se alterou. Os constructos latentes identificados a partir da análise fatorial exploratória não ficaram alinhados aos constructos propostos no modelo conceitual de medição inicial como esperado. Verifica-se apenas uma tendência parcial de organização de fatores relacionados às esquadrias. Os demais fatores apresentam relações entre diferentes subsistemas. Outro ponto a observar é a impossibilidade de dissociar, no sistema de alvenaria estrutural, as funções de vedação e estruturas entre os subsistemas o que pode estar comprometendo a separação dos constructos latentes ou fatores, como inicialmente previsto no modelo conceitual de medição.

A análise da comunalidade das variáveis trata da quantidade de variância que cada uma destas variáveis e contribui para a explicação do fator ou constructo latente extraído (BROWN, 2006; FÁVERO *et al.*, 2009; HAIR *et al.*, 2005). Para Hair *et al.* (2005), não há consenso na bibliografia em relação ao estabelecimento de um ponto de corte para as comunalidades, embora se espere valores elevados. Os mesmos autores recomendam análise fatorial apenas para dados quantitativos e um ponto de corte de 0,5. Em outros estudos, fora do campo da engenharia civil, foram empregados valores menores do que 0,5 (BORTOLOTTI; ANDRADE, 2007; SILVA; REBOUÇAS, 2014). Três justificativas são apresentadas para o estabelecimento de um ponto de corte abaixo do recomendado: (a) o tamanho da amostra (N=269) considerado pequeno; (b) elevada quantidade de itens com baixa frequência de observações (23 itens com observações de eventos abaixo de 5%); e (c) o grande número de variáveis sobre as quais não se espera a ocorrência concomitante. Para esta última, justifica-se pelo detalhamento dos itens de pesquisa como, por exemplo, os diferentes tipos de fissuração devido à necessidade de identificar as origens das manifestações patológicas. Dessa forma, os dados de ocorrência de fissuração ficam dispersos em quinze itens de pesquisa que abordam diferentes configurações de fissuras e em baixas quantidades de ocorrência, o que é esperado, considerando que uma unidade habitacional, mesmo com baixa qualidade de execução, não deve possuir todas as manifestações patológicas listadas no instrumento de coleta.

6.4.2.2. Análise fatorial *a priori* - constructos iniciais por subsistemas

Para a análise fatorial *a priori* a Tabela 25 apresenta a análise de confiabilidade pelo *Alpha* de Cronbach e *Ômega* de *McDonald* de cada conjunto de dados, organizados pelos constructos latentes propostos no modelo conceitual de medição inicial. Os referidos constructos representam os agrupamentos por subsistemas da edificação. Nesta análise, os valores identificados apresentaram-se abaixo do esperado, com especial atenção ao subsistema de pintura, instalações elétricas e instalações hidrossanitárias.

Também foram efetuados os testes de KMO e o teste de *Bartlett*, que se apresentaram inadequados para o constructo de instalações elétricas e pintura, se comparados com os valores padrões esperados para tais testes.

Tabela 25 - Análise fatorial para os constructos por subsistemas pré-determinados neste estudo

Original	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de <i>Bartlett</i>	<i>Alpha</i> <i>Cronbach</i>	<i>Ômega</i> <i>McDonald</i>
	Índices esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7
Constructos propostos por subsistemas da edificação	BD_VedVertical	0,54	K-squared = 2667.7, df = 24, p-value < 2.2e-16	0,52	0,53
	BD_VedHorizontal	0,60	K-squared = 1515.3, df = 13, p-value < 2.2e-16	0,44	0,47
	BD_Pintura	0,49	K-squared = 73.997, df = 4, p-value = 3.247e-15	0,30	0,44
	BD_Esquadrias	0,59	K-squared = 914.98, df = 18, p-value < 2.2e-16	0,63	0,67
	BD_InstElétricas	0,48	K-squared = 457.18, df = 8, p-value < 2.2e-16	0,37	0,40
	BD_InstHidrossanit	0,52	K-squared = 880.56, df = 11, p-value < 2.2e-16	0,34	0,36
	BD_Cobertura	0,60	K-squared = 369.95, df = 4, p-value < 2.2e-16	0,51	0,60

Ainda, são apresentados na Tabela 26 os testes que avaliam a qualidade da análise fatorial para os dados. Os resultados de maneira geral apresentam-se adequados para a construção de modelos a partir do índice de confiabilidade de fatoração TLI, que avalia a parcimônia para cada subsistema da edificação. Da mesma forma, os valores dos demais testes, RMSR e RMSEA apresentaram-se adequados aos parâmetros estabelecidos – maior ou igual a 0,8 e 0,1 respectivamente. Outro ponto a observar é a adequação do constructo de esquadrias apresentando melhor resultado em análise fatorial com dois fatores de ordem secundária, já evidenciado na análise de carregamento dos fatores.

Tabela 26 - Índices de adequação dos dados á análise fatorial *a priori*– ciclo um

Original	Bases de dados	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	Correlação dos escores com o fator	R ²
	Índices esperados	>=0,9	<=0,8	<=0,1			
Constructos propostos por subsistemas da edificação	BD_VedVertical	0,971	0,01	0,067	0,057 0,072	0,82	0,67
	BD_VedHorizontal	0,978	0,01	0,075	0,06 0,087	0,83	0,68
	BD_Pintura	0,973	0,01	0,118	0,072 0,167	0,76	0,57
	BD_Esquadrias	0,965	0,01	0,074	0,062 0,082	F1=0,88 F2=0,86	F1=0,77 F2=0,74
	BD_InstElétricas	0,982	0,01	0,07	0,054 0,093	0,72	0,52
	BD_InstHidrossanit	0,988	0,010	0,057	0,037 0,072	0,73	0,54
	BD_Cobertura	0,647	0,00	0,149	0,114 0,183	0,22	0,05

Devido aos resultados de confiabilidade desfavoráveis, uma nova análise de agrupamento dos dados foi efetuada, acatando as recomendações da bibliografia (BROWN, 2006; DAMÁSIO, 2012; FÁVERO *et al.*, 2009; HAIR *et al.*, 2005) de não considerar uma variável em mais de um constructo latente, mesmo que esta possua carregamentos fatoriais adequados nos dois constructos. A proposta inicial não considerou estas recomendações na etapa de construção do instrumento de coleta por dois motivos: (a) a incidência de manifestações patológicas na interface de subsistemas; e (b) a necessidade de simplificação do instrumento de coleta, que levou ao agrupamento de mais de um item do diagrama de afinidades original em uma única variável.

As Figuras 75 e 76 apresentam as relações entre as variáveis e os constructos da proposta inicial, considerando a possibilidade de uma variável possuir carregamento em mais de um subsistema e em mais de um requisito de desempenho. Esta decisão ficou mais evidente para itens relacionados aos subsistemas de vedações verticais e vedações horizontais nos agrupamentos por função, mas também na categorização com base nos requisitos de desempenho. Nesta última, as variáveis também foram classificadas em mais de um constructo em uma maior parcela de variáveis como, por exemplo: o item V30 - fissuras à 45° nos cantos das esquadrias, o qual se refere a uma falha que pode comprometer a durabilidade, a estanqueidade e também a segurança estrutural; o item V50 - umidade ascensional no térreo, que pode comprometer a durabilidade, a estanqueidade, a segurança estrutural e também a saúde e higiene (salubridade), quando a umidade toma maiores proporções e tem caráter permanente. Neste sentido, a escolha da categoria em que a variável será alocada é considerada complexa e necessita ser estabelecida a partir da combinação dos conceitos de cada requisito em conjunto com as observações de campo, como forma de adequar as respostas do instrumento de coleta ao efetivamente observado. Assim, esta atividade contou

com a participação de uma parcela da equipe de coleta de dados para a classificação das variáveis com base em suas observações.

Figura 75 - Variáveis organizadas por subsistema da edificação e pelos requisitos da norma de desempenho (NBR15575/2013)

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional		Subsistemas da edificação						Requisitos de desempenho							
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Vedações verticais	Vedações horizontais	Pintura	Instalações elétricas	Instalações hidrossanitárias	Cobertura	Esquadrias	Durabilidade	Estanqueidade	Segurança estrutural	Segurança ao uso	Conforto térmico e antropodínamico	Funcionalidade e acessibilidade	Salubridade
V27	Fissuras paredes próximo às lajes	x							x	x	x				
V28	Fissuras carga concentrada	x									x				
V29	Fissura vertical encontro de paredes	x									x				
V30	Fissuras 45° cantos esquadrias	x							x	x	x				
V31	Fissuras mapeadas	x							x	x					
V32	Fissuras alinhadas e horizontais	x							x	x					
V33	Fissuras entorno das esquadrias	x							x	x					
V34	Fissuras sobrecarga distribuída	x									x				
V35	Fissuras associadas à recalque	x									x				
V36	Fissura alinhada - tubulações embutidas - lajes	x	x						x	x	x				
V37	Fissuras entre painéis de laje pré-moldada	x							x	x	x		x		
V38	Fissuras lajes próximo a shafts	x							x	x	x				
V39	Desplacamento de revestimento cerâmico	x							x			x	x		
V40	Desplacamento de revestimento de argamassa	x	x						x	x		x	x		
V41	Rompimento da parede - cinta de respaldo	x									x	x	x		
V42	Rompimento da parede - vergas e contravergas	x									x				
V43	Cortes horizontais excessivos (ex. tubulação para split)	x									x				
V44	Remoção de paredes da UH	x							x		x				
V45	Alteração de layout dos equipamentos (elétrica e hidrossanitário)	x											x	x	
V46	Irregularidades no encontro de painéis de laje		x										x		
V47	Irregularidades no encontro entre paredes e laje		x						x					x	
V48	Ferragem exposta - Manchas de ferrugem ou concreto estufado	x	x						x		x				
V49	Afundamento de piso no térreo	x							x	x	x	x	x		
V50	Umidade ascensional no térreo	x							x	x	x				x
V51	Desalinhamento entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica	x			x	x	x		x				x		
V52	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	x							x	x					x
V53	Eflorescências	x	x						x	x			x		x
V54	Quinas e cantos danificados	x							x				x		
V55	Desagregação, descolamento, descascamento com pulverulência	x	x						x						x
V56	Vesículas por hidratação retardada da cal	x	x						x						
V57	Infiltrações na região do box (piso e parede)		x						x	x					x
V58	Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	x	x						x				x	x	
V59	Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	x	x						x	x			x		
V60	Escoamento de águas para local incorreto		x							x			x	x	
V61	Telhas quebradas						x		x	x					
V62	Telhas sem amarração						x			x		x			
V63	Telhas de finalização soltas/desencaixadas						x			x		x			
V64	Geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível						x		x	x					
V65	Geometria de planos de telhado - ex: flexão excessiva de componente estrutural						x		x	x	x				
V66	Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado			x			x		x	x					
V67	Dificuldades de acesso à caixa de disjuntores				x				x			x	x		
V68	Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores				x							x	x		
V69	Risco aparente de choque durante uso e manutenção				x							x	x		

Figura 76 - Variáveis organizadas por subsistema da edificação e pelos requisitos da norma de desempenho (NBR15575/2013) continuação

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional - continuação		Subsistemas da edificação							Requisitos de desempenho						
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Vedações verticais	Vedações horizontais	Pintura	Instalações elétricas	Instalações hidrossanitárias	Cobertura	Esquadrias	Durabilidade	Estanqueidade	Segurança estrutural	Segurança ao uso	Conforto térmico e antropodnâmico	Funcionalidade e acessibilidade	Salubridade
V70	Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)				x							x	x		
V71	Queda frequente do disjuntor do chuveiro				x				x			x		x	
V72	Substituição dos metais originais					x						x	x	x	
V73	Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto	x	x			x			x	x		x			
V74	Odor de esgoto na unidade habitacional					x						x		x	
V75	Rejunte de pias e bacia sanitária ausentes					x			x	x		x			
V76	Aparelhos aparentemente fora de nível					x			x				x	x	
V77	Entupimento frequente em um ponto					x				x			x	x	
V78	Retorno de espuma em ponto de esgoto					x				x			x	x	
V79	Capacidade de ponto de esgoto insuficiente para a vazão de água imposta					x				x			x	x	
V80	Bolhas e áreas descascando			x					x				x	x	
V81	Superfície áspera, com farpas			x					x	x			x		x
V82	Pintura desgastada/sem brilho			x					x						x
V83	Enrugamentos da tinta em trechos da superfície			x					x	x					
V84I	Acionamento das janelas funciona mal							x	x	x					
V85	Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento							x	x	x				x	
V86	Marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras							x	x	x				x	x
V87	Peitoril sem detalhes construtivos necessários para a estanqueidade da interface							x	x	x				x	
V88I	Acionamento das portas funciona mal							x							
V89	Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro							x	x				x		
V90	Formato da maçaneta divergente de alavanca							x	x				x		
V91	Fresta excessiva entre folha e marco							x	x				x		
V92	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Solta				x				x			x	x	x	
V93	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Danificada				x				x			x	x	x	
V94	Instalações Elétricas Aparentes - Contatos expostos				x				x			x		x	
V95	Instalações Elétricas Aparentes - Peça inexistente				x				x			x		x	
V96	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça vazando					x			x	x				x	
V97	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça danificada					x			x	x			x	x	
V98	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça solta					x			x	x			x	x	
V99	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça inexistente					x			x	x				x	
V100	Janelas e seus componentes - Peça solta							x	x	x		x	x	x	
V101	Janelas e seus componentes - Peça danificada							x	x	x		x	x	x	
V102	Janelas e seus componentes - Peça empenada							x	x	x		x		x	
V103	Janelas e seus componentes - Peça não desliza							x	x	x		x	x	x	
V104	Janelas e seus componentes - Peça ausente							x	x	x		x		x	
V105	Portas e seus componentes - Peça solta							x	x				x	x	
V106	Portas e seus componentes - Peça danificada							x	x				x	x	
V107	Portas e seus componentes - Peça empenada							x	x					x	
V108	Portas e seus componentes - Peça não desliza							x	x					x	
V109	Portas e seus componentes - Peça ausente							x	x					x	

6.4.2.3. Preparação para a análise fatorial *a priori* – constructos iniciais por desempenho

Para a análise da base de dados geral, um tratamento possível é o agrupamento dos itens com base nas características mais agregadas das falhas como, por exemplo, agrupar fissuras que comprometem o desempenho dos revestimentos e fissuras com origem em problemas estruturais. Este formato de agrupamento pode auxiliar a análise da base como um todo, mas gera a necessidade de análise complementar dos dados agrupados para o adequado entendimento da ocorrência das falhas. A recomendação para estas atividades de tratamento da base de dados, tais como limpeza, redução, agrupamentos ou supressão de itens de pesquisa, é que elas ocorram de forma manual, efetuadas com base no conhecimento de especialistas (HAIR *et al.*, 2005).

Também, com base em discussões com o grupo de pesquisadores, havia a percepção da equipe de que as variáveis estavam com elevado detalhamento, o que poderia estar ocasionando os valores inadequados nos testes. Neste sentido, os dados foram analisados empregando novos parâmetros de relações entre as variáveis, considerando o que segue: (a) o carregamento de variável apenas em um fator; (b) o balanceamento do número de variáveis por constructo; (c) a discussão sobre as falhas em uma edificação executada em alvenaria estrutural; (d) a avaliação da necessidade de reagrupamento de itens com base nos resultados *Alpha* de Cronbach da base de dados completa; e (e) a categorização dos dados com base nos requisitos de desempenho.

Na primeira etapa de ajustes da base de dados foram elaborados os agrupamentos de itens de pesquisa organizados por função e similaridade, em especial para itens considerados no detalhamento de uma falha, mas buscando o equilíbrio entre a simplificação e a confiabilidade. Desta forma, nem todos os itens foram agrupados. As Figura 77 e Figura 78 apresentam a reorganização dos dados que considerou os agrupamentos, exclusões e reagrupamentos, como no caso dos itens V84 e V88, o que reduziu de oitenta e dois (82) para cinquenta e sete (57) o número de variáveis da análise.

Figura 77 - Reorganização dos dados – agrupamentos, reagrupamentos e exclusões

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional		Agrupamentos	Exclusões		Eventos raros
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Descrição da variável composta	Item não observado	Itens ambiguos	<5%
V27	Fissuras paredes próximo às lajes				
V29	Fissura vertical encontro de paredes				x
V31	Fissuras mapeadas				
V28	Fissuras carga concentrada				
V30	Fissuras 45° cantos esquadrias	34a - fissuras por sobrecarga em paredes			
V34	Fissuras sobrecarga distribuída				
V32	Fissuras alinhadas e horizontais				
V33	Fissuras entorno das esquadrias				
V35	Fissuras associadas à recalque				x
V36	Fissura alinhada - tubulações embutidas - lajes				x
V37	Fissuras entre painéis de laje pré-moldada	38a - fissuras por movimentação em lajes			
V38	Fissuras lajes próximo a shafts				x
V39	Deslocamento de revestimento cerâmico				
V40	Deslocamento de revestimento de argamassa				x
V41	Rompimento da parede - cinta de respaldo				x
V42	Rompimento da parede - vergas e contravergas				x
V43	Cortes horizontais excessivos (ex. tubulação para split)				x
V44	Remoção de paredes da UH	45a - redução de seção das paredes			x
V45	Alteração de layout dos equipamentos (elétrica e hidrossanitário)			x	x
V46	Irregularidades no encontro de painéis de laje				
V47	Irregularidades no encontro entre paredes e laje				
V48	Ferragem exposta - Manchas de ferrugem ou concreto estufado		x		x
V49	Afundamento de piso no térreo				x
V50	Umidade ascensional no térreo				
V51	Desalinho entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica				
V52	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração				
V54	Quinas e cantos danificados				
V53	Eflorescências	55a - presença de umidade			
V55	Desagregação, descolamento, descascamento com pulverulência				
V56	Vesículas por hidratação retardada da cal		x		x
V57	Infiltrações na região do box (piso e parede)				
V58	Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados				
V59	Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados				
V60	Escoamento de águas para local incorreto				
V61	Telhas quebradas				x
V62	Telhas sem amarração				x
V63	Telhas de finalização soltas/desencaixadas	63a - falhas em telhas			
V64	Geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível				x
V65	Geometria de planos de telhado - ex: flexão excessiva de componente estrutural	65a - falhas da estrutura	x		x
V66	Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado				

Figura 78 - Reorganização dos dados – agrupamentos, reagrupamentos e exclusões. Continuação

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional - continuação		Agrupamentos de falhas	Exclusões		Eventos raros
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Descrição da variável composta	Item não observado	Itens ambíguos	<5%
V67	Dificuldades de acesso à caixa de disjuntores				
V68	Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores				
V69	Risco aparente de choque durante uso e manutenção				
V70	Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)				
V71	Queda frequente do disjuntor do chuveiro				
V72	Substituição dos metais originais			x	
V73	Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto				
V74	Odor de esgoto na unidade habitacional				
V75	Rejunte de pias e bacia sanitária ausentes				
V76	Aparelhos aparentemente fora de nível				x
V77	Entupimento frequente em um ponto				
V78	Retorno de espuma em ponto de esgoto				
V79	Capacidade de ponto de esgoto insuficiente para a vazão de água imposta				
V80	Bolhas e áreas descascando				
V81	Superfície áspera, com farpas				
V82	Pintura desgastada/sem brilho				
V83	Enrugamentos da tinta em trechos da superfície	83a - falhas de pintura			
V84	Acionamento das janelas funciona mal	Reagrupados			
V85	Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento				
V86	Marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras				
V87	Peitoril sem detalhes construtivos necessários para a estanqueidade da interface				
V88	Acionamento das portas funciona mal	Reagrupados			
V89	Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro				
V90	Formato da maçaneta divergente de alavanca				
V91	Fresta excessiva entre folha e marco				
V92	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Solta				x
V93	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Danificada				
V94	Instalações Elétricas Aparentes - Contatos expostos	95a - falhas em componentes elétricos			
V95	Instalações Elétricas Aparentes - Peça inexistente				
V96	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça vazando				
V97	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça danificada	99a - falhas em componentes hidrossanitários			
V98	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça solta				
V99	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça inexistente				x
V100	Janelas e seus componentes - Peça solta				
V101	Janelas e seus componentes - Peça danificada				
V102	Janelas e seus componentes - Peça empenada				
V103	Janelas e seus componentes - Peça não desliza				
V104	Janelas e seus componentes - Peça ausente				x
V105	Portas e seus componentes - Peça solta				
V106	Portas e seus componentes - Peça danificada				
V107	Portas e seus componentes - Peça empenada				
V108	Portas e seus componentes - Peça não desliza				
V109	Portas e seus componentes - Peça ausente				x

O próximo passo foi definir as variáveis que compunham cada requisito de desempenho prioritariamente, ou seja, sem considerar carregamentos em mais de um requisito. A Figura 79 apresenta a percepção dos pesquisadores de campo²¹ sobre este carregamento, considerando os agrupamentos de variáveis efetuados.

²¹ Pesquisadores de campo: Pablo Rangel José Villamayor e Letícia Ramos Berr.

Figura 79 – Classificação dos dados por requisitos de desempenho conforme a percepção dos pesquisadores

Lista ajustada de Itens de pesquisa - formulário observacional		Requisitos de desempenho					
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Durabilidade	Estanqueidade	Segurança estrutural	Segurança ao uso	Conforto tátil e antropodinâmico	Funcionalidade e acessibilidade
V27	Fissuras paredes próximo às lajes			x			
V29	Fissura vertical encontro de paredes			x			
V31	Fissuras mapeadas	x					
V34a	Fissuras por sobrecarga em paredes			x			
V32	Fissuras alinhadas e horizontais	x					
V33	Fissuras entorno das esquadrias	x					
V35	Fissuras associadas à recalque			x			
V38a	Fissuras por movimentação em lajes			x			
V39	Desplacamento de revestimento cerâmico	x					
V40	Desplacamento de revestimento de argamassa	x					
V45a	Redução de seção das paredes			x			
V46	Irregularidades no encontro de painéis de laje					x	
V47	Irregularidades no encontro entre paredes e laje					x	
V49	Afundamento de piso no térreo			x			
V50	Umidade ascensional no térreo			x			
V51	Desalinho entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica					x	
V52	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	x					
V54	Quinas e cantos danificados					x	
V55a	Presença de umidade	x					
V57	Infiltrações na região do box (piso e parede)		x				
V58	Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados					x	
V59	Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados					x	
V60	Escoamento de águas para local incorreto						x
V63a	Falhas em telhas		x				
V65a	Falhas da estrutura da cobertura			x			
V66	Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado		x				
V67	Dificuldades de acesso à caixa de disjuntores				x		
V69	Risco aparente de choque durante uso e manutenção				x		
V70	Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)				x		
V71	Queda frequente do disjuntor do chuveiro				x		
V73	Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto		x				
V74	Odor de esgoto na unidade habitacional						x
V75	Rejunte de pias e bacia sanitária ausentes				x		
V76	Aparelhos aparentemente fora de nível					x	
V77	Entupimento frequente em um ponto						x
V78	Retorno de espuma em ponto de esgoto						x
V79	Capacidade de ponto de esgoto insuficiente para a vazão de água imposta						x
V83a	Falhas de pintura	x					
V84I	Acionamento das janelas funciona mal						x
V85	Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento		x				
V86	Marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras		x				
V87	Peitoril sem detalhes construtivos necessários para a estanqueidade da interface		x				
V88I	Acionamento das portas funciona mal						x
V89	Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro					x	
V90	Formato da maçaneta divergente de alavanca					x	
V91	Fresta excessiva entre folha e marco					x	
V95a	Falhas em componentes elétricos				x		
V99a	Falhas em componentes hidrossanitários						x
V100	Janelas e seus componentes - Peça solta						x
V101	Janelas e seus componentes - Peça danificada				x		
V102	Janelas e seus componentes - Peça empenada				x		
V103	Janelas e seus componentes - Peça não desliza						x
V104	Janelas e seus componentes - Peça ausente						x
V105	Portas e seus componentes - Peça solta				x		
V106	Portas e seus componentes - Peça danificada				x		
V107	Portas e seus componentes - Peça empenada						x
V108	Portas e seus componentes - Peça não desliza						x
V109	Portas e seus componentes - Peça ausente						x

Esta categorização considerou os conceitos que foram empregados durante a elaboração do diagrama de afinidades original para cada requisito. A categorização simplificada dos itens de pesquisa, a partir dos requisitos de desempenho, foi organizada com base na moda de respostas dos pesquisadores que coletaram os dados em campo. A distribuição de itens de pesquisa entre os requisitos resultou em 8 itens para durabilidade, 7 itens para estanqueidade, 9 itens para segurança estrutura, 10 itens para segurança ao uso, 10 itens para conforto tátil e antropodinâmico e 14 itens para funcionalidade. A nova categorização foi testada com o emprego dos mesmos parâmetros de análise fatorial, utilizados nas análises anteriores, com os mesmos pacotes carregados *software* livre *R: epicalc, psych, rcmd, lavan, mirt, semplot*.

6.4.2.4. Análise fatorial *a priori* – constructos iniciais por desempenho

Da mesma forma que no ciclo anterior os constructos avaliados referem-se aos preestabelecidos no modelo conceitual de medição inicial. Aqui, no entanto, a retenção de fatores ocorre com a categorização dos dados por requisitos de desempenho (Tabela 27). Porém, esta nova análise fatorial também apresentou inadequação dos agrupamentos. Os valores *Alpha* de Cronbach para cada agrupamento ficaram abaixo do esperado e aceitável para considerar os a análise dos dados confiáveis nos referidos agrupamentos.

Tabela 27 - Fatores com a categorização dos dados por requisitos de desempenho

Original	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	Alpha Cronbach	Ômega T McDonald
	Índices esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7
Constructos propostos por sub-constructos de desempenho	BD_ConfortoTatilAntropo	0,59	K-squared = 319.84, df = 9, p-value < 2.2e-16	0,56	0,57
	BD_Durabilidade	0,51	K-squared = 255.13, df = 7, p-value < 2.2e-16	0,29	0,32
	BD_Estanqueidade	0,55	K-squared = 132.33, df = 6, p-value < 2.2e-16	0,43	0,49
	BD_Funcionalidade	0,57	K-squared = 652.62, df = 12, p-value < 2.2e-16	0,47	0,49
	BD_Segurança Estrutural	0,5	K-squared = 1229, df = 8, p-value < 2.2e-16	0,30	0,43
	BD_Segurança Uso	0,56	K-squared = 314.22, df = 9, p-value < 2.2e-16	0,38	0,41

As análises de ajuste dos fatores para modelagem também apresentaram inadequações relacionadas à quantidade de ruídos e ao índice TLI (Tabela 28). Com destaque os dados relacionados ao agrupamento de segurança estrutural que apresentaram o pior ajuste, indicando a necessidade de considerar a retirada destes dados da base, como forma de melhor ajustá-la.

Tabela 28 - Fatores com a categorização dos dados por requisitos de desempenho – índices de ajuste

Original	Bases de dados	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	Correlação dos escores com o fator	R ²
	Índices esperados	>=0,9	<=0,8	<=0,1			
Constructos propostos por requisitos de desempenho	BD_ConfortoTatilAntropod.	0,912	0,02	0,145	0,126 0,161	0,86	0,74
	BD_Durabilidade	0,995	0,01	0,043	NA 0,072	0,62	0,39
	BD_Estanqueidade	0,948	0,02	0,139	0,11 0,166	0,85	0,72
	BD_Funcionalidade	0,966	0,01	0,090	0,075 0,103	0,80	0,63
	BD_Segurança Estrutural	-15,021	0,02	2898,00	NA NA	0,46	0,21
	BD_Segurança Uso	0,993	0,010	0,044	0,014 0,066	0,71	0,51

Como forma de continuar a análise dos agrupamentos de constructos latentes, os dados também foram organizados com base nos constructos de desempenho: segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Assim, os dados de segurança estrutural e segurança ao uso foram agrupados para a análise de segurança. Os dados de durabilidade representam o constructo sustentabilidade. Os dados de conforto tátil e antropodinâmico, estanqueidade e funcionalidade foram agrupados para a análise da habitabilidade.

A análise fatorial foi aplicada nos dados atribuídos ao constructo de segurança considerando a existência de um e dois fatores (constructos latentes), ambos apresentando inadequações de ajustes (Tabela 29 e a Tabela 30). Os dados atribuídos à habitabilidade foram analisados considerando a existência de um, dois e três fatores, todos com índices de confiabilidade dentro dos valores esperados e adequação de índices. Por fim, os dados relativos ao constructo de sustentabilidade não foram analisados novamente, considerando que os dados de durabilidade, já apresentados, continham ajustes inadequados.

Tabela 29 - Fatores com a categorização dos dados por constructos de desempenho

Original	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	Alpha Cronbach	Ômega T McDonald	Nº Fatores
	Índices esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7	
Constructos propostos por constructos de desempenho	BD_Segurança	0,50	K-squared = 1658,6, df = 18, p-value < 2.2e-16	0,49	0,53	1
				0,51	0,57	2
	BD_Habitabilidade	0,63	K-squared = 1180,6, df = 29, p-value < 2.2e-16	0,68	0,69	1
				0,68	0,70	2
				0,68	0,72	3
				0,68	0,70	2
Habitabilidade sem itens de cobertura V63a V66				0,68	0,72	3

Tabela 30 - Fatores com a categorização dos dados por constructos de desempenho – índices de ajuste

Original	Bases de dados	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	Nº Fatores
	Índices esperados	>=0,9	<=0,8	<=0,1		
Constructos propostos por constructos de desempenho	BD_Segurança	-15,397	0,010	1,365	NA NA	1
		-17,885	0,010	1,465	NA NA	2
	BD_Habitabilidade	0,926	0,020	0,082	0,074 0,085	1
		0,934	0,010	0,078	0,069 0,081	2
		0,945	0,010	0,071	0,062 0,075	3
	Habitabilidade sem itens de cobertura V63a V66	0,94	0,10	0,08	0,066 0,079	2
		0,95	0,01	0,07	0,057 0,071	3

Devido à inadequação do fator relacionado à segurança e sustentabilidade, a análise do agrupamento de habitabilidade foi considerada independente das demais e foi testada com dois e três fatores - Tabela 31 e Tabela 32 respectivamente - nos mesmos parâmetros da análise anterior – carregamentos dos itens nos fatores acima de 0,3 e comunalidades acima de 0,2.

Na análise fatorial *a priori* aplicada aos itens relacionados ao constructo habitabilidade com dois fatores (Tabela 31) verificou-se agrupamentos de itens que possuem relações técnicas conhecidas. O primeiro fator agrupou falhas relacionadas às áreas úmidas da edificação. O segundo fator agrupou falhas relacionadas às portas da edificação, sendo que nesta última apresentou carregamentos e comunalidades mais fortes que o primeiro fator.

Tabela 31 - Análise fatorial *a priori* – constructo “habitabilidade” para dois fatores

Descrição das variáveis - carregamentos > 0.3	cód	ULS1	ULS2	Comunalidade >0.2
Falhas em áreas úmidas				
Infiltrações na região do box (piso e parede)	V57	-0.09	0.47	0.2015
Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	V58	-0.06	0.48	0.2110
Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	V59	-0.06	0.47	0.2026
Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento	V85	0.10	0.46	0.2544
Falhas de funcionamento das portas				
Acionamento das portas funciona mal	V88I	0.61	0.00	0.3765
Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro	V89	0.67	0.07	0.4852
Fresta excessiva entre folha e marco	V91	0.71	-0.02	0.4908

Legenda:

0,00	Carregamentos das variáveis nos fatores que atendem aos critérios estabelecidos
------	---

Já, a análise fatorial do constructo de habitabilidade a partir de três fatores, apresentados na Tabela 32, separou as falhas relacionadas às áreas úmidas em: falhas nas janelas relacionadas

à estanqueidade e as demais falhas em áreas úmidas. Contudo, as áreas úmidas das janelas apresentaram carregamentos acima do estabelecido em apenas dois itens de pesquisa. O primeiro item, relacionado ao entorno da esquadria, está vinculado às falhas que ocorrem nos revestimentos, e o outro vinculado às falhas relacionadas à estanqueidade da própria esquadria. De maneira geral, a análise com três fatores apresentou melhores carregamentos e comunalidades em comparação com a análise empregando dois fatores. Entretanto, apresentou um fator (falhas nas janelas relacionadas à estanqueidade) com apenas dois itens de pesquisa com carregamentos elevados e comunalidades acima de 0,5, recomendado somente nestas condições (FÁVERO *et al.*, 2009; HAIR *et al.*, 2005).

Tabela 32 - Análise fatorial *a priori* –constructo “habitabilidade” para três fatores

Descrição das variáveis - escores > 0.3	cód	ULS1	ULS2	ULS3	Comunalidade >0.2
Falhas em áreas úmidas					
Infiltrações na região do box (piso e parede)	V57	-0.02	0.01	0.53	0.2777
Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	V58	0.02	-0.03	0.62	0.3778
Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	V59	0.05	-0.11	0.64	0.3912
Falhas de interface relacionadas à estanqueidade					
Umidade/mofo infiltração na <u>interface</u> janela com a alvenaria/revestimento	V85	-0.07	0.86	-0.06	0.6700
Marcas de infiltração na <u>base da janela</u> , sem a ocorrência de fissuras	V86	0.01	0.73	-0.12	0.5055
Falhas de funcionamento das portas					
Acionamento das portas funciona mal	V88I	0.64	-0.05	0.01	0.3859
Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro	V89	0.70	-0.04	0.08	0.5042
Fresta excessiva entre folha e marco	V91	0.72	-0.03	-0.04	0.4942
Portas e seus componentes - Peça empenada	V107	0.47	-0.08	0.02	0.2012

Legenda:

0,00	Carregamentos das variáveis nos fatores que atendem aos critérios estabelecidos
------	---

6.4.3. Análise fatorial exploratória e *a priori* - preparação para o ciclo 2

Considerando que apenas uma parcela dos dados apresentou ajustes adequados, uma nova tentativa de categorizar os dados foi efetuada a partir da função das partes da edificação, como forma de melhor entender e utilizar o conjunto de dados. Também neste novo agrupamento, apresentado na Figura 80, as variáveis foram reorganizadas com base nas características das falhas, devido ao tipo de sistema construtivo (alvenaria estrutural) empregado, em que as vedações, tanto vertical quanto horizontal, possuem também o papel de subsistema estrutural.

Figura 80 - Distribuição dos dados em agrupamentos simplificados por funções da edificação.

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional		Constructos por função				
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Revestimento	Estrutural	Sistemas prediais	Esquadrias	Cobertura
V27	Fissuras paredes próximo às lajes		x			
V28	Fissuras carga concentrada		x			
V29	Fissura vertical encontro de paredes		x			
V30	Fissuras 45° cantos esquadrias		x			
V31	Fissuras mapeadas	x				
V32	Fissuras alinhadas e horizontais	x				
V33	Fissuras entorno das esquadrias	x				
V34	Fissuras sobrecarga distribuída		x			
V35	Fissuras associadas à recalque		x			
V36	Fissura alinhada - tubulações embutidas - lajes		x			
V37	Fissuras entre painéis de laje pré-moldada		x			
V38	Fissuras lajes próximo a shafts		x			
V39	Desplacamento de revestimento cerâmico	x				
V40	Desplacamento de revestimento de argamassa	x				
V41	Rompimento da parede - cinta de respaldo		x			
V42	Rompimento da parede - vergas e contravergas		x			
V43	Cortes horizontais excessivos (ex. tubulação para split)		x			
V44	Remoção de paredes da UH		x			
V45	Alteração de layout dos equipamentos (elétrica e hidrossanitário)		x			
V46	Irregularidades no encontro de painéis de laje	x				
V47	Irregularidades no encontro entre paredes e laje	x				
V48	Ferragem exposta - Manchas de ferrugem ou concreto estufado		x			
V49	Afundamento de piso no térreo		x			
V50	Umidade ascensional no térreo		x			
V51	Desalinho entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica	x				
V52	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	x				
V53	Eflorescências	x				
V54	Quinas e cantos danificados	x				
V55	Desagregação, descolamento, descascamento com pulverulência	x				
V56	Vesículas por hidratação retardada da cal	x				
V57	Infiltrações na região do box (piso e parede)	x				
V58	Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	x				
V59	Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	x				
V60	Escoamento de águas para local incorreto	x				
V61	Telhas quebradas					x
V62	Telhas sem amarração					x
V63	Telhas de finalização soltas/desencaixadas					x
V64	Geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível					x
V65	Geometria de planos de telhado - ex: flexão excessiva de componente estrutural					x
V66	Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado					x
V67	Dificuldades de acesso à caixa de disjuntores			x		
V68	Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores			x		
V69	Risco aparente de choque durante uso e manutenção			x		

Figura 80 - Distribuição dos dados em agrupamentos simplificados por funções da edificação (continuação)

Lista completa de Itens de pesquisa - formulário observacional - continuação		Constructos por função				
Cód	Descrição dos itens de pesquisa	Revestimento	Estrutural	Sistemas prediais	Esquadrias	Cobertura
V70	Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)			x		
V71	Queda frequente do disjuntor do chuveiro			x		
V72	Substituição dos metais originais			x		
V73	Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto	x				
V74	Odor de esgoto na unidade habitacional			x		
V75	Rejunte de pias e bacia sanitária ausentes			x		
V76	Aparelhos aparentemente fora de nível			x		
V77	Entupimento frequente em um ponto			x		
V78	Retorno de espuma em ponto de esgoto			x		
V79	Capacidade de ponto de esgoto insuficiente para a vazão de água imposta			x		
V80	Bolhas e áreas descascando	x				
V81	Superfície áspera, com farpas	x				
V82	Pintura desgastada/sem brilho	x				
V83	Enrugamentos da tinta em trechos da superfície	x				
V84I	Acionamento das janelas funciona mal				x	
V85	Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento	x				
V86	Marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras				x	
V87	Peitoril sem detalhes construtivos necessários para a estanqueidade da interface				x	
V88I	Acionamento das portas funciona mal				x	
V89	Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro				x	
V90	Formato da maçaneta divergente de alavanca				x	
V91	Fresta excessiva entre folha e marco				x	
V92	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Solta			x		
V93	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Danificada			x		
V94	Instalações Elétricas Aparentes - Contatos expostos			x		
V95	Instalações Elétricas Aparentes - Peça inexistente			x		
V96	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça vazando			x		
V97	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça danificada			x		
V98	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça solta			x		
V99	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça inexistente			x		
V100	Janelas e seus componentes - Peça solta				x	
V101	Janelas e seus componentes - Peça danificada				x	
V102	Janelas e seus componentes - Peça empenada				x	
V103	Janelas e seus componentes - Peça não desliza				x	
V104	Janelas e seus componentes - Peça ausente				x	
V105	Portas e seus componentes - Peça solta				x	
V106	Portas e seus componentes - Peça danificada				x	
V107	Portas e seus componentes - Peça empenada				x	
V108	Portas e seus componentes - Peça não desliza				x	
V109	Portas e seus componentes - Peça ausente				x	

Assim, os itens de pesquisa foram categorizados como falhas relacionadas à função de revestimento e vedação e como falhas relacionadas à função estrutural da edificação, no caso

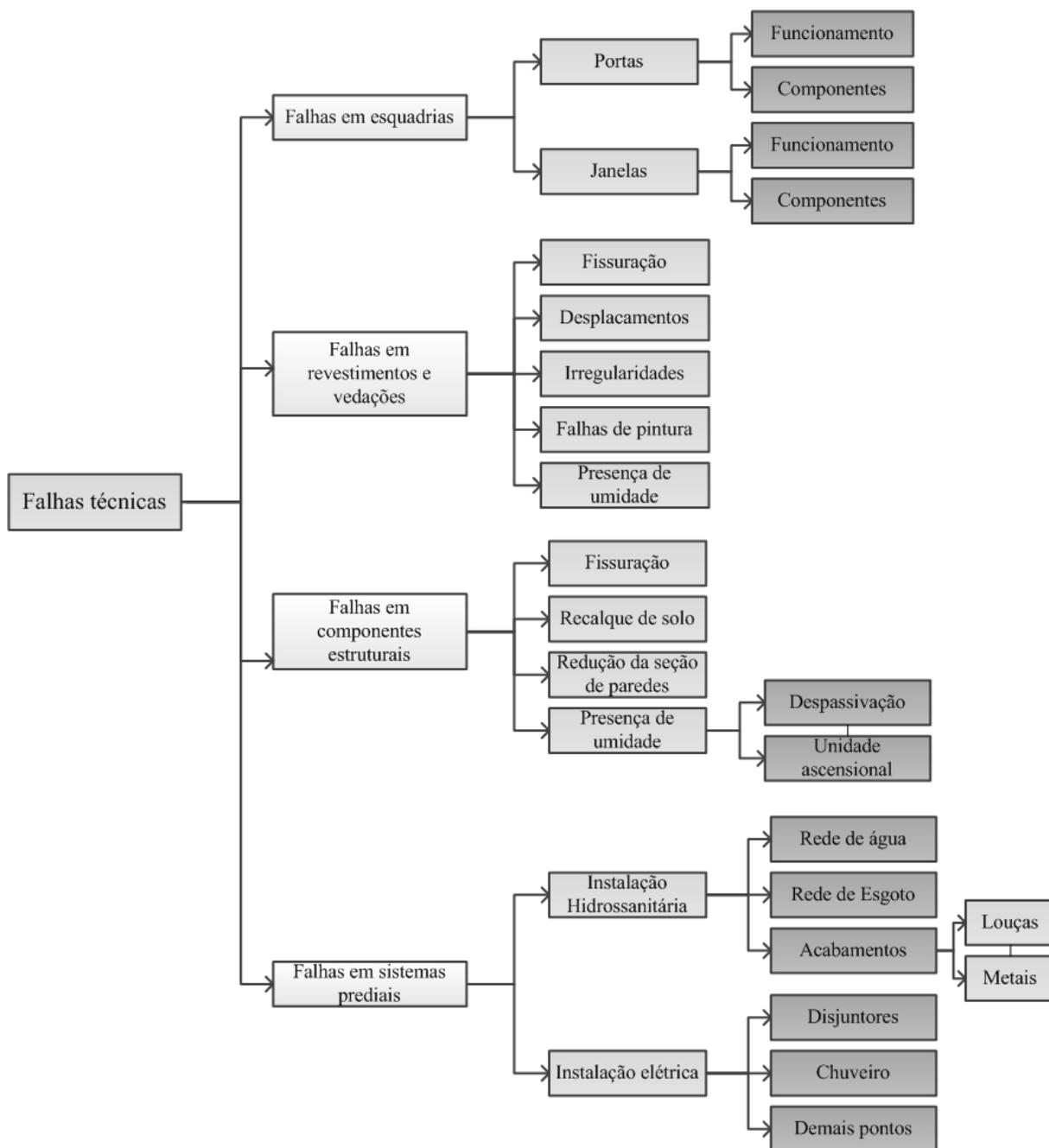
dos itens anteriormente relacionados aos subsistemas de vedação vertical e horizontal, bem como algumas variáveis relacionadas às falhas de interface de subsistemas, como as variáveis de V51, V86, V87 inicialmente relacionadas às esquadrias. Já o constructo de esquadrias manteve sua estrutura inicial, mas com a retirada dos itens relacionados às falhas na interface com o sistema de vedação vertical (V51, V86, V87), enquanto os constructos de instalações elétricas e hidrossanitárias foram agrupados em sistemas prediais, sendo retirado o item V51. O subsistema de pintura foi incorporado às falhas de revestimento, por ser entendido como uma camada de revestimento final, integrante dos subsistemas de vedação com função de vedação e proteção.

Os itens do subsistema de cobertura foram separados entre o agrupamento de revestimentos (V64a e V66) e o agrupamento de estruturas (V65). Da mesma forma que o item pintura, o subsistema de cobertura foi considerado com características de vedação, incluindo os itens relacionados a falhas em telhas e falhas de vazamento, e com características estruturais, incluindo o item que aborda deformações da estrutura do telhado. Por fim, quatro agrupamentos são avaliados como constructos latentes por análise fatorial: (a) falhas em esquadrias; (b) falhas em revestimentos; (c) falhas em componentes estruturais; e (d) falhas em sistemas prediais. Os dados são apresentados na Figura 80, considerando esta nova categorização.

O resultado também é apresentado a partir de um diagrama (Figura 81) em que se buscou manter a relação das falhas com os subsistemas da edificação, mas também se considerou as características das falhas para propor novos agrupamentos e continuar a investigação dos constructos latentes de avaliação da qualidade.

Cabe ressaltar que este novo diagrama de relações entre as variáveis foi elaborado considerando os mesmos parâmetros já abordados: (a) o carregamento de variáveis apenas em um fator; (b) o balanceamento do número de variáveis por constructo; (c) a discussão sobre as falhas em uma edificação executada em alvenaria estrutural; e (d) a avaliação da necessidade de reagrupamento de itens com base nos resultados do *Alpha* de Cronbach da base de dados completa.

Figura 81 - Diagrama de agrupamentos constructos por funções da edificação



6.4.4. Análise fatorial *a priori* – Ciclo 2

Após o tratamento destes dados, considerando os quatro constructos latentes por função, foram efetuados os testes iniciais de verificação para a adequação dos dados à análise fatorial e os índices para avaliação da confiabilidade, apresentados na Tabela 33.

Tabela 33 - Índices de adequação à análise fatorial – categorização por função

Ajuste inicial	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	Alpha Cronbach	Ômega T McDonald	Nº Fatores
Valores	Esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7	
Geral	BD_Geral_Fit1	0,52	3461.3, df = 61, p-value < 2.2e-16	0,71	0,78	4

Para cada subsistema foi, então, aplicada uma nova análise fatorial *a priori* considerando configurações de agrupamentos distintas como forma de melhorar a confiabilidade da base de dados. O resultado é apresentado na Tabela 34.

Para cada agrupamento foram efetuadas análises para diferentes configurações de dados, em especial as falhas relacionadas à interface entre subsistemas que foram testadas nos diferentes agrupamentos. Como, por exemplo, as falhas de interface entre alvenaria, revestimento e esquadrias que estavam alocadas no constructo de esquadrias e que apresentaram melhor ajuste junto às falhas de revestimentos. Os valores de KMO nesta nova distribuição apresentaram-se mais elevados e os valores de *Alpha* e *Ômega*, melhor distribuídos entre os agrupamentos, à exceção do agrupamento de falhas relacionadas a componentes estruturais. Fica evidenciada novamente a necessidade de separação destes dados para análises específicas. As configurações marcadas com sombreamento foram às escolhidas para compor a base de dados de análise.

Tabela 34 - Índices de adequação à análise fatorial *a priori* por constructos reagrupados por função

Análise de ajustes	Ajustes por constructo	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	Alpha Cronbach	Ômega T McDonald
Valores	Esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7
Fit1	BD_Esquadrias_fit51	0,44	K-squared = 1145.9, df = 20, p-value < 2.2e-16	0,62	0,68
Fit2	BD_Esquadrias_fit518687	0,43	K-squared = 1074, df = 18, p-value < 2.2e-1	0,65	0,69
Fit3	BD_Esquadrias_fit2s518687	0,62	K-squared = 791.46, df = 14, p-value < 2.2e-16	0,60	0,65
Fit4	BD_Esquadrias_fit2	0,62	K-squared = 863.76, df = 16, p-value < 2.2e-16	0,60	0,65
Fit1	BD_Revest_fit	0,64	K-squared = 373.67, df = 17, p-value < 2.2e-16	0,53	0,58
Fit2	BD_Revest_cob	0,64	K-squared = 457.61, df = 19, p-value < 2.2e-16	0,58	0,63
Fit3	BD_Revest_c518687	0,63	K-squared = 395.18, df = 19, p-value < 2.2e-16	0,60	0,64
Fit4	BD_Revest_cob_c518687	0,64	K-squared = 484.52, df = 21, p-value < 2.2e-16	0,59	0,63
Fit1	BD_Estrut	0,50	K-squared = 987.08, df = 7, p-value < 2.2e-16	0,38	0,51
Fit2	BD_Estrut_cob	0,50	K-squared = 1229, df = 8, p-value < 2.2e-16	0,30	0,43
Fit1	BD_SistPredial	0,6	K-squared = 388.53, df = 11, p-value < 2.2e-16	0,50	0,55

Legenda:

	Agrupamentos escolhidos para a análise fatorial <i>a priori</i> dos constructos por função
--	--

Nos índices de adequação e ajustes para cada agrupamento (Tabela 35) também se evidenciou a inadequação dos dados relacionados aos componentes estruturais (na análise anterior por constructos de desempenho, vinculado ao constructo de segurança), mas nesta categorização os dados de segurança ao uso estão distribuídos nos demais agrupamentos. O agrupamento de esquadrias apresentou melhor ajuste ao considerar dois constructos latentes de segunda ordem. A escolha da configuração deste agrupamento levou em conta, além do *Alpha* de Cronbach e o *Ômega* de *McDonald*, os ajustes de ruídos e a adequação do constructo de revestimentos, tendo em vista a realocação dos itens de interface entre os dois agrupamentos, apresentada no tópico anterior.

Tabela 35 - Índices de adequação e ajuste do modelo por constructos reagrupados por função

Análise de ajustes	Ajustes por constructo	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	Correlação dos escores com o fator	R ²
Valores	Esperados	>=0,9	<=0,8	<=0,1			
Fit1	BD_Esquadrrias_fits51	0,938	0,01	0,097	0,086 0,103	F2=0,87 F1=0,96	F2=0,076 F1=0,93
Fit2	BD_Esquadrrias_fits518687	0,934	0,01	0,107	0,095 0,114	F2=0,86 F1=0,97	F2=0,74 F1=0,94
Fit3	BD_Esquadrrias_fit2s518687	0,976	0,01	0,073	0,058 0,085	f1=0,87 F2=0,82	F1=0,76 F2=0,67
Fit4	BD_Esquadrrias_fit2	0,980	0,01	0,061	0,046 0,071	F1=0,87 F2=0,82	F1=0,76 F2=0,67
Fit1	BD_Revest_fit	0,962	0,01	0,071	0,059 0,079	0,85	0,71
Fit2	BD_Revest_cob	0,944	0,09	0,083	0,073 0,09	0,85	0,73
Fit3	BD_Revest_c518687	0,943	0,09	0,082	0,071 0,088	0,84	0,71
Fit4	BD_Revest_cob_c518687	0,93	0,10	0,088	0,078 0,094	0,85	0,72
Fit1	BD_Estrut	-12182	0,02	2,972	NA-NA	0,46	0,21
Fit2	BD_Estrut_cob	-15021,00	0,02	2,90	NA-NA	0,46	0,21
Fit1	BD_SistPredial	0,988	0,01	0,051	0,028 0,069	F1=0,74 F2=0,71	F1=0,55 F2=0,51

Legenda:

Agrupamentos escolhidos para a análise fatorial *a priori* dos constructos por função

A Tabela 36 apresenta o conjunto de agrupamentos propostos nesta nova categorização. Os resultados obtidos com a aplicação de análise fatorial *a priori* nos agrupamentos apresentam adequação para a aplicação da AFE, índices de confiabilidade melhores que o agrupamento por subsistemas inicial, mas ainda abaixo do padrão esperado.

Tabela 36 - Configurações escolhidas para análise fatorial – agrupamentos por funções da habitação

Resultado da análise por constructo	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	Alpha Cronbach	Ômega T McDonald
Valores	Esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7
Constructos propostos por função	BD_Revestimento	0,63	K-squared = 395,18, df = 19, p-value < 2.2e-16	0,60	0,64
	BD_Estrutural	0,50	K-squared = 987,08, df = 7, p-value < 2.2e-16	0,38	0,51
	BD_SistPrediais	0,6	K-squared = 388,53, df = 11, p-value < 2.2e-16	0,50	0,55
	BD_Esquadrrias	0,62	K-squared = 791,46, df = 14, p-value < 2.2e-16	0,60	0,65

Legenda:

Agrupamentos escolhidos para a análise fatorial *a priori* dos constructos por função

Os valores de TLI abaixo do esperado podem ser aceitos quando os índices de análise de resíduos apresentam-se adequados e dentro do intervalo de confiança (Tabela 37). No caso do agrupamento de falhas estruturais os índices de resíduos também foram inadequados. Cabe destacar que no agrupamento de falhas relacionadas às estruturas, há uma grande quantidade de itens cujas observações possuem baixos percentuais de eventos (Tabela 20). Por este motivo, este agrupamento deve ser analisado em separado e por técnicas estatísticas que suportem estas características amostrais, como por exemplo, a regressão logística que não será abordado nesta tese.

Tabela 37 - Análise fatorial *a priori* – agrupamentos por funções da habitação – ajustes de modelo

Resultado da análise por constructo	Bases de dados	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	Correlação dos escores com o fator	R ²
Valores	Esperados	≥0,9	≤0,8	≤0,1			
Constructos propostos por função	BD_Revestimento	0,943	0,09	0,082	0,071 0,088	0,84	0,71
	BD_Estrutural	-12182	0,02	2,972	NA-NA	0,46	0,21
	BD_SistPrediais	0,988	0,01	0,051	0,028 0,069	F1=0,74 F2=0,71	F1=0,55 F2=0,51
	BD_Esquadrrias	0,976	0,01	0,073	0,058 0,085	F1=0,87 F2=0,82	F1=0,76 F2=0,67

Legenda:

	Agrupamentos escolhidos para a análise fatorial <i>a priori</i> dos constructos por função
--	--

Após a reorganização dos agrupamentos dos itens foi efetuada nova análise fatorial exploratória para a extração do número de fatores. A análise foi efetuada considerando a existência de um, dois e três fatores - Tabelas 38 e 39.

Tabela 38 - Análise fatorial exploratória - ajustada por função - sem os agrupamentos de falhas em estruturas e cobertura

Ajuste Função	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	Alpha Cronbach	Ômega T McDonald	Nº Fatores
Valores	Esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7	
Geral	BD_Geral_Fit2	0,60	K-squared = 1687,8, df = 46, p-value < 2,2e-16	0,72	0,75	3
				0,73	0,75	2
				0,73	0,74	1

Dentre as três análises fatoriais, a configuração contendo três constructos apresentou melhores resultados de confiabilidade e ajuste de resíduos. Entretanto, todos os índices de RMSEA apresentaram o intervalo de confiança aberto à direita.

Tabela 39 - Análise fatorial exploratória - ajustada por função – sem agrupamento de falhas em estruturas e cobertura – ajustes de modelo

Ajuste Função	Bases de dados	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	NºFatores
Valores	Esperados	$\geq 0,9$	$\leq 0,8$	$\leq 0,1$		
Geral	BD_Geral_Fit2	0,946	0,01	0,057	0,048 NA	3
		0,939	0,01	0,064	0,052 NA	2
		0,930	0,01	0,064	0,056 NA	1

Como comentado anteriormente, o teste de RMSEA pode ser considerado complementar ao TLI, desta forma aceitou-se o ajuste e buscou-se nomear os fatores para as três configurações.

6.4.4.1. Análise fatorial exploratória – Ajuste final para três fatores

Na nomeação da configuração contendo três fatores (Tabela 40) identificaram-se dois fatores relacionados aos revestimentos, mas separados pela incidência ou não de umidade. O outro fator identificado possui falhas relacionadas mais fortemente ao funcionamento das portas, mas também possui carregamentos relacionados à instalação elétrica e às janelas.

Tabela 40 - Análise fatorial exploratória - ajuste final para três fatores

Descrição das variáveis - carregamento > 0.3	cód	ULS1	ULS2	ULS3	Comunidade > 0.2
Falhas em sistemas e esquadrias					
Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)	V70	0,450	-0,100	-0,310	0,343
Acionamento das janelas – funcionamento	V84I	0,430	0,020	-0,140	0,244
Acionamento das portas – funcionamento	V88I	0,610	-0,090	0,040	0,331
Conjunto porta e componentes aparentemente fora de esquadro	V89	0,670	0,050	0,220	0,445
Fresta excessiva entre folha e marco	V91	0,650	-0,070	0,170	0,375
Falhas de revestimentos em áreas úmidas					
Infiltrações na região do box (piso e parede)	V57	-0,060	0,510	-0,010	0,241
Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	V58	-0,060	0,590	-0,010	0,327
Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	V59	-0,050	0,580	-0,060	0,322
Escoamento de águas para local incorreto	V60	0,030	0,420	-0,110	0,207
Falhas de revestimentos em áreas secas					
Irregularidades no encontro de painéis de laje	V46	0,130	0,000	0,590	0,330
Irregularidades no encontro entre paredes e laje	V47	-0,160	0,290	0,340	0,205

Legenda:

0,00	Carregamentos das variáveis nos fatores que atendem aos critérios estabelecidos
------	---

Mesmo com diversidade de falhas, vinculadas a itens distintos, o fator trata de itens de uma habitação que apresentam uma relativa facilidade de intervenção, alteração e manuseio pelo usuário durante a utilização da mesma. Estes sistemas são distintos de outros como o de

revestimentos sobre o qual não há intervenções diárias. Desta forma, este fator foi nomeado de falhas em sistemas e esquadrias. De maneira geral os valores de carregamentos (0,3) e de comunalidades (0,2) dos fatores apresentaram-se acima dos pontos de corte estabelecidos nesta pesquisa.

6.4.4.2. Análise fatorial *a priori* – Constructos por função para dois fatores

Na configuração contendo dois fatores apresentada na Tabela 41, pode-se identificar um fator relacionado aos revestimentos em áreas úmidas e um fator relacionado ao funcionamento das portas. Todos com carregamentos apresentando valores acima de 0,4 e valores de comunalidade acima do ponto de corte estabelecido.

Tabela 41 - Análise fatorial exploratória - ajuste final para dois fatores

Descrição das variáveis - carregamento > 0.3	cód	ULS1	ULS2	Comunalidade >0.2
Falhas de funcionamento em esquadrias				
Acionamento das janelas funciona	V84I	0,420	0,060	0,201
Acionamento das portas funciona	V88I	0,620	-0,110	0,342
Conjunto porta e componentes aparentemente fora de esquadro	V89	0,650	0,000	0,428
Fresta excessiva entre folha e marco	V91	0,650	-0,110	0,381
Falhas de revestimento em áreas úmidas				
Infiltrações na região do box (piso e parede)	V57	-0,080	0,520	0,239
Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	V58	-0,070	0,580	0,311
Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	V59	-0,060	0,590	0,324
Escoamento de águas para local incorreto	V60	0,030	0,430	0,201

Legenda:

0,00	Carregamentos das variáveis nos fatores que atendem aos critérios estabelecidos
------	---

6.4.4.3. Análise fatorial exploratória - Ajuste final para um fator

Na configuração contendo um fator apresentada na tabela 42 o mesmo está relacionado somente ao funcionamento das portas. Todos os carregamentos apresentaram-se acima de 0,4 e as comunalidades apresentam-se acima, porém mais próximas, do ponto de corte estabelecido em 0,2.

Tabela 42 - Análise fatorial exploratória- ajuste final para um fator

Descrição das variáveis - escores > 0.3	cód	ULS1	Comunalidade >0.2
Acionamento das janelas funciona	V84I	0,460	0,210
Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento	V85	0,440	0,200
Acionamento das portas funciona	V88I	0,500	0,250
Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro	V89	0,590	0,350
Fresta excessiva entre folha e marco	V91	0,520	0,270

Legenda:

0,00	Carregamentos das variáveis nos fatores que atendem aos critérios estabelecidos
------	---

Após a identificação dos itens de cada fator para cada configuração de análise os dados foram separados e uma nova análise fatorial exploratória foi efetuada como forma de verificar os ajustes da base de dados reduzida aos itens com os carregamentos e comunalidades finais.

A Tabela 43 apresenta os índices de adequação da base contendo o ajuste final e reduzido para as três configurações de análise – agrupamentos com um, dois e três fatores. Dentre as configurações verifica-se melhor adequação da base estruturada em três fatores. Esta configuração apresenta um fator com apenas dois itens carregados, o que pode sugerir sua rejeição. Contudo, os resultados satisfatórios de todos os índices de ajuste e a amplitude dos fatores extraídos recomendam sua escolha - Tabela 44.

Tabela 43 - Análise fatorial exploratória - ajustada final reduzida

Ajuste Final Reduzido	Bases de dados	KMO	Teste de esfericidade de Bartlett	Alpha Cronbach	Ômega T McDonald	NºFatores
Valores	Esperados	>0,5	p-value<0,1	>0,7	>0,7	
Função	BD_Geral_Fit2	0,640	K-squared = 16.746, df = 10, p-value = 0.08019	0,690	0,730	3
		0,680	K-squared = 12.42, df = 7, p-value = 0.08756	0,640	0,710	2
		0,670	K-squared = 4.6109, df = 4, p-value = 0.3296	0,610	0,650	1

Tabela 44 - Análise fatorial exploratória - ajustada final reduzida - ajustes de modelo

Ajuste Final Reduzido	Bases de dados	TLI	RMSR	RMSEA	IC-RMSEA	NºFatores
Valores	Esperados	$\geq 0,9$	$\leq 0,8$	$\leq 0,1$		
Função	BD_Geral_Fit2	0,965	0,01	0,084	0,06 0,105	3
		0,981	0,01	0,074	0,04 0,105	2
		0,970	0,01	0,119	0,073 0,167	1

6.4.5. Discussão sobre os resultados da análise fatorial

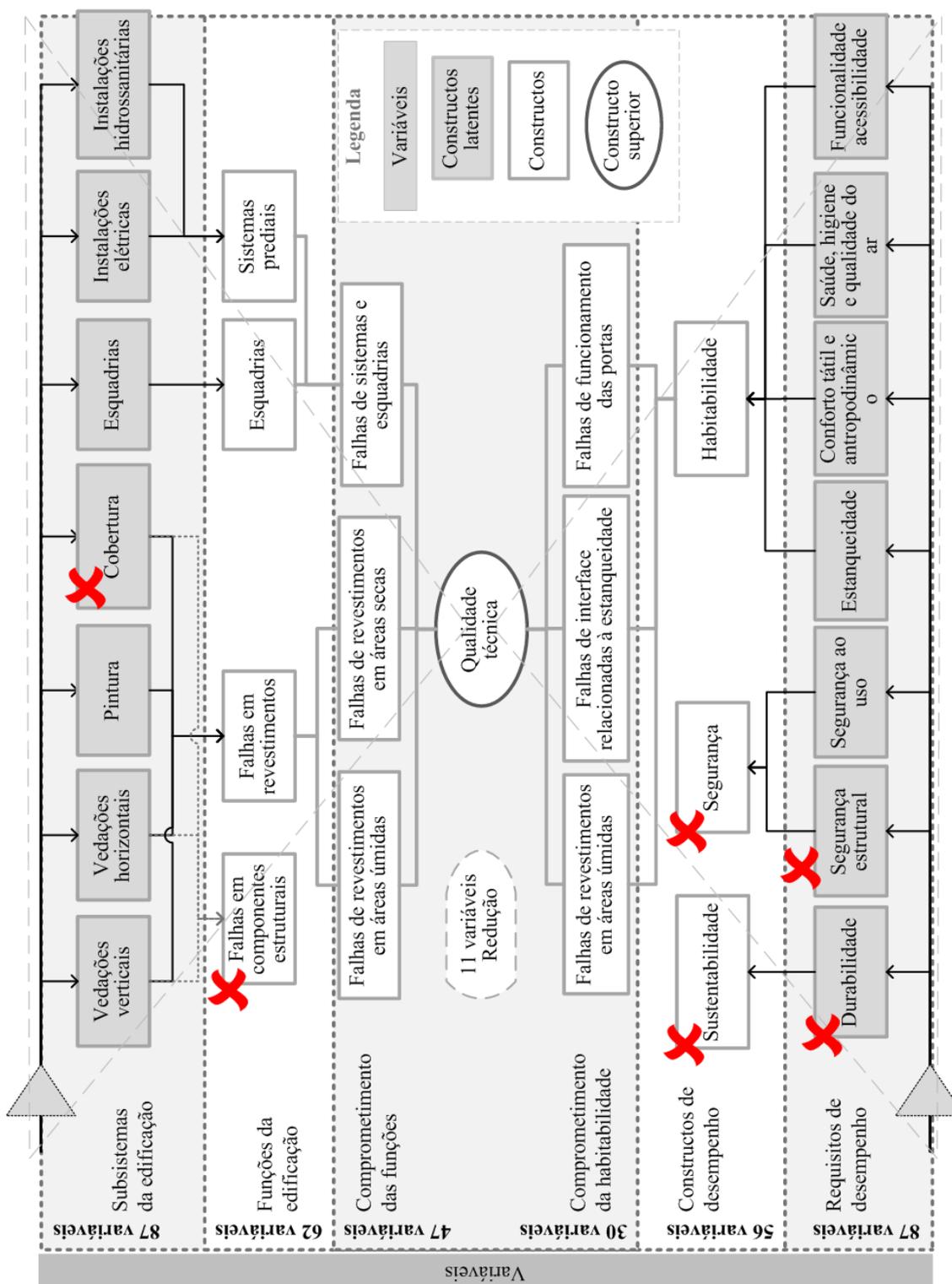
Com base nos resultados da análise fatorial um novo modelo conceitual de medição foi proposto, como forma de relacionar o conjunto de itens pesquisados aos constructos latentes que podem ser observados com validade estatística. Como o instrumento de coleta foi desenvolvido com o propósito de ser abrangente, nem todos os itens pesquisados são observados durante uma coleta de dados. Dessa forma, embora os constructos possam ser considerados reais os mesmos devem ser avaliados como constructos latentes a cada rodada de coleta de dados, tendo em vista as diferentes configurações de variáveis possíveis a cada coleta e a cada empreendimento diferente. Cabe ressaltar que todos os itens de pesquisa, independente da sua força de resposta sobre os constructos latentes extraídos da análise fatorial, podem ser empregados em outras análises de forma independente para o entendimento das falhas amostradas. Também, uma boa parcela dos itens que foram organizados em agrupamentos, por função e por subsistema, apresentou confiabilidade de escala adequada para o uso em outras aplicações e métricas estatísticas, principalmente após o isolamento dos itens relacionados aos componentes estruturais e ao subsistema de cobertura.

O diagrama (Figura 82) apresenta as configurações de análise realizadas nesta etapa da pesquisa e que utilizou como base o modelo conceitual de medição inicial (Figura 27). A leitura do diagrama deve ser efetuada dos extremos superior e inferior para o centro.

Como resumo, inicialmente as análises consideraram os subsistemas da edificação no sentido de identificar os constructos latentes para a análise da qualidade técnica das habitações. O mesmo ocorreu com os dados organizados por requisitos de desempenho. Ambos empregando as 87 variáveis do IC. Com base nos resultados do primeiro ciclo de análise fatorial, houve a necessidade de ajustes na base de dados (retirada ou aglutinação de itens) que ocasionaram em diferentes números de variáveis analisadas a cada categorização efetuada. As análises por subsistema da edificação foram alinhadas às funções da edificação, com características do

sistema construtivo de alvenaria estrutural, o que possibilitou uma simplificação da categorização dos dados. Também, se evidenciou a dificuldade de uso dos itens de pesquisa vinculados às falhas em componentes estruturais e cobertura, os quais foram retirados da base de dados para a aplicação da AFE.

Figura 82 - Evolução dos ajustes do modelo de medição da qualidade técnica a partir do modelo original



No fluxo das análises com enfoque nos constructos de desempenho também se verificou a dificuldade de análises dos constructos de segurança, vinculado à segurança estrutural, bem como à sustentabilidade, vinculada à durabilidade. Assim, apenas a habitabilidade apresentou adequação para a identificação de constructos latentes com enfoque em análises da qualidade construtiva.

As duas linhas de análise, por função e por comprometimento do desempenho, apresentaram resultados semelhantes, o que sugere a possibilidade real do emprego do método por diferentes interessados pela informação. Outro ponto importante é que boa parte das diferentes categorizações avaliadas para a análise fatorial apresentam confiabilidade de escala mínima, mas em condições de serem efetuadas diferentes análises com os dados, bem como o uso das mesmas para análises específicas dos empreendimentos.

Por fim a análise fatorial identificou variáveis com fortes carregamentos que sugerem a possibilidade de avaliar a qualidade construtiva das habitações com um pequeno número de variáveis, o que pode facilitar a operacionalização do método de avaliação da qualidade.

6.5. RESULTADOS OBTIDOS COM O MÉTODO PROPOSTO

Para a apresentação dos dados foi proposta a seguinte estrutura de informações: (a) relação entre a frequência de ocorrência e a fração atribuível populacional de cada item pesquisado; (b) a percepção do usuário da habitação a partir da nota da qualidade construtiva atribuída à habitação e pela percepção de gravidade e qualidade construtiva em cada subsistema da edificação; (c) análise da qualidade construtiva das habitações a partir dos constructos latentes para cada agrupamento amostral proposto (por região, por faixa do programa PMCMV e por tipologia); e (d) indicadores de falhas organizados a partir dos constructos latentes extraídos na análise fatorial. Estes constructos são então combinados com a percepção do usuário a partir da técnica estatística denominada Fração Atribuível Populacional (FAP) para cada agrupamento amostral proposto (por região, por faixa do programa PMCMV e por tipologia).

6.5.1. Relação entre a ocorrência da falha e a percepção do usuário

Os dados foram organizados por subsistemas, na forma com que foram coletados em campo: (a) alvenaria estrutural e revestimentos; (b) esquadrias; (c) sistemas prediais; e (c) cobertura. Alguns itens foram suprimidos da análise: (a) itens de pesquisa sobre os quais o evento não foi observado; (b) itens que abordam alterações na edificação que não são propriamente

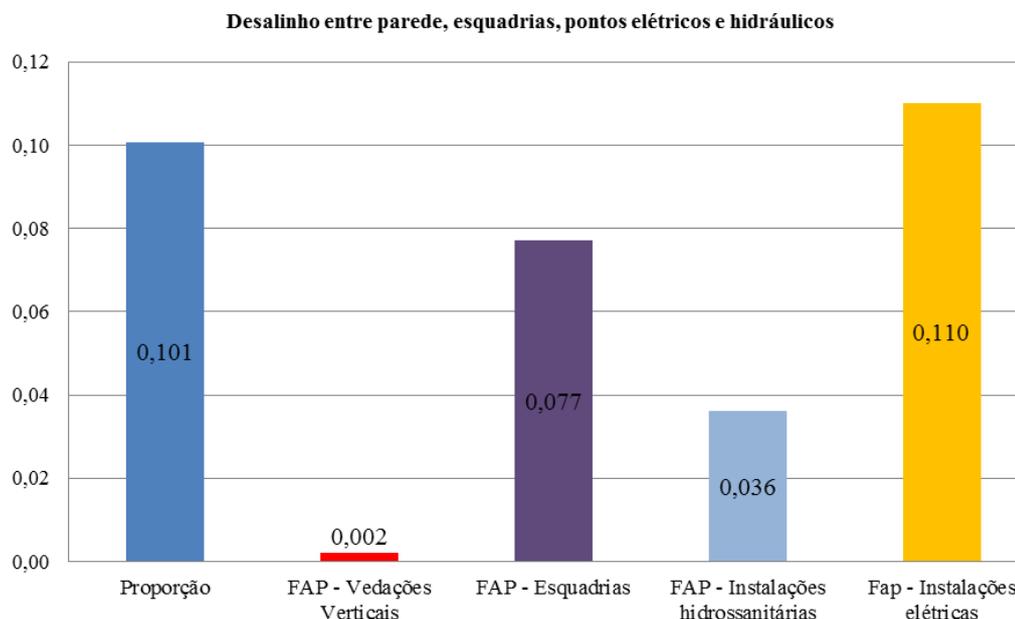
falhas, mas que potencializam a ocorrência de uma falha, tal como alteração de “*layout* de componentes elétricos e hidrossanitários”, cuja ocorrência pode estar relacionada a cortes horizontais excessivos nas alvenarias; e (c) itens de pesquisa que geraram ambiguidades nas respostas dos pesquisadores, já descritos no tópico anterior.

Os itens relacionados à “alvenaria estrutural e revestimentos” referem-se não somente às vedações horizontais e verticais, mas também às estruturas da edificação devido o sistema construtivo estudado. Devido à multifuncionalidade de alguns elementos e componentes da habitação, buscou-se durante a pesquisa simplificar estas relações como forma de facilitar o entendimento do usuário, para que este pudesse opinar sobre a qualidade da habitação. Desta forma os mesmos foram solicitados a responder sobre a qualidade de partes da habitação em termos simplificados e sem associação entre elas, e facilmente observáveis por um leigo: (a) vedações verticais – tratada na pesquisa como paredes; (b) vedações horizontais – tratada como piso/teto; (c) instalações elétricas; (d) instalações hidrossanitárias – tratada como hidráulica; (e) esquadrias – tratada como portas e janelas; e (f) cobertura – tratada como telhado para a tipologia casas.

Nesta simplificação alguns itens de pesquisa geraram mais de uma percepção do usuário, pelo fato de que estes podem estar sendo relacionados a mais de um subsistema, evidenciando as inter-relações de variáveis da base de dados. Como exemplo, pode-se apontar o item “Desalinhamento entre parede, esquadrias, pontos elétricos e hidráulicos”, apresentado na Figura 83.

A relação desta falha nos diferentes subsistemas é avaliada a partir da observação de uma proporção de ocorrência de 10% das unidades habitacionais da amostra e foi analisada considerando a Fração Atribuível Populacional (FAP) nos diferentes subsistemas. Como resultado a falha localizada na interface entre subsistemas foi percebida em instalações elétricas em 11%, ou seja, se esta falha fosse eliminada a percepção negativa da qualidade no referido subsistema reduziria neste percentual. No subsistema de vedações verticais, no entanto, a fração atribuível populacional é tão pequena que se pode dizer que não há associação entre a percepção de qualidade do subsistema e a falha.

Figura 83 - Percepção do usuário sobre uma falha na interface de subsistemas



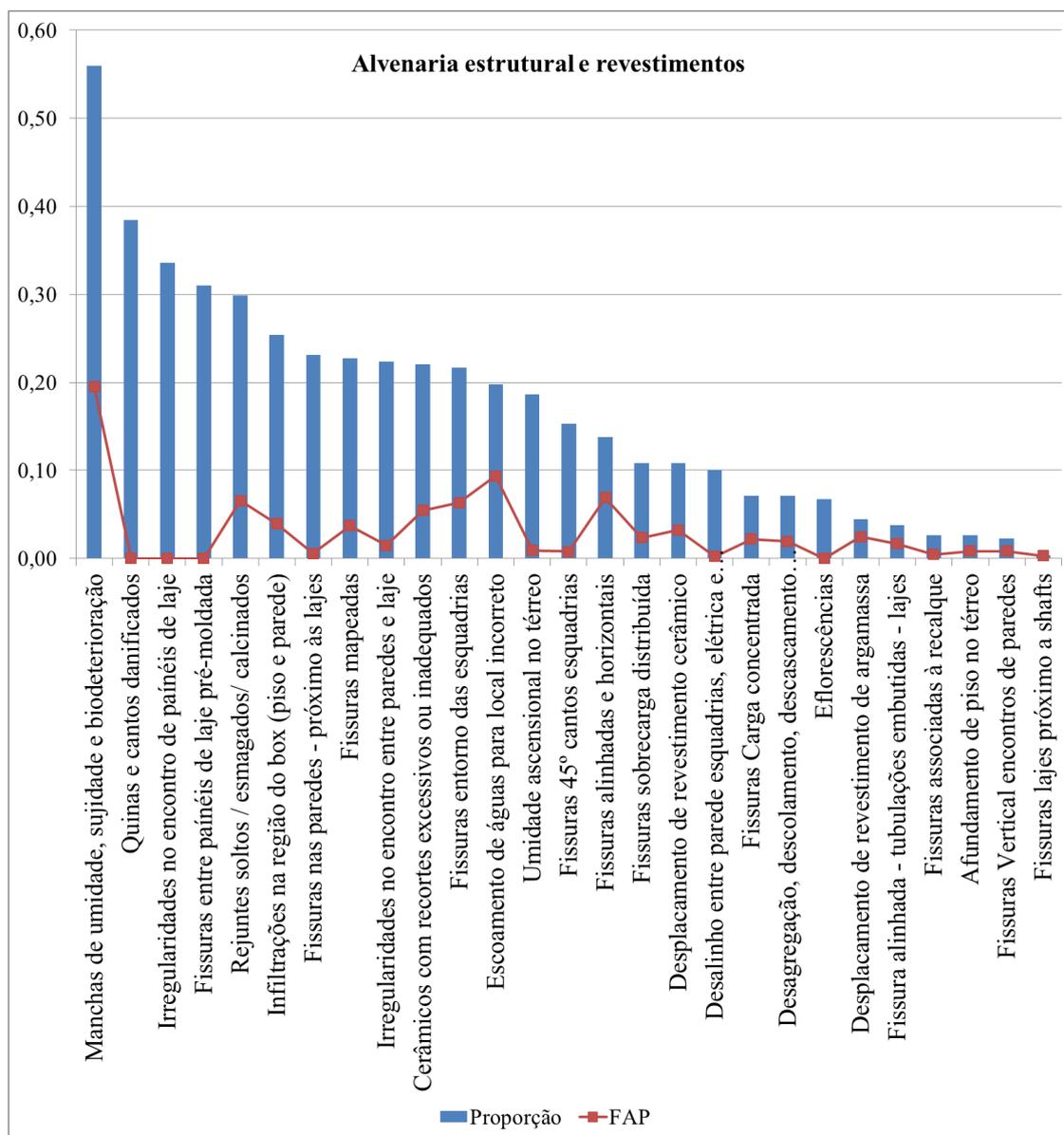
As duas medidas estatísticas - proporção e FAP - referentes ao agrupamento de “alvenaria estrutural e revestimentos” são apresentadas na Figura 84 buscando indicar o comportamento da FAP comparativamente à frequência de ocorrência das falhas obtidas.

Destaca-se a “manchas de umidade, sujidade e biodeterioração” ($p=0,56$), “quinas e cantos danificados” ($p=0,38$) que apresentaram as maiores proporções de ocorrência para o grupo, sendo observadas pelos pesquisadores em 56% e 38% das habitações, respectivamente. Já o comportamento da FAP para os mesmos itens mostra que alguns deles têm mais influência (0,2 e 0 respectivamente) que outros na percepção negativa da qualidade pelo usuário, apesar de nem sempre apresentarem a maior frequência de ocorrência. A relação inversa também ocorre. Em relação à FAP para a primeira falha, os dados indicam que a percepção negativa da qualidade do usuário pode ser diminuída em 20% se as “manchas de umidade, sujidade e biodeterioração” fossem eliminadas, diferente da segunda falha que não apresenta associação com o desfecho.

A Figura 84 apresenta outro exemplo. Percebe-se que os itens “escoamento de águas para local incorreto” e “umidade ascensional no térreo” possuem frequências de ocorrência semelhantes (0,2 e 0,19). Entretanto, a primeira falha influencia mais na percepção de qualidade do usuário (0,09 e 0,009) sobre o subsistema de vedações verticais do que a segunda. Outra relação pode ser verificada com os itens “fissuras mapeadas” e “desplacamento de revestimento cerâmico”, que apresentam FAPs semelhantes (0,037 e 0,032) e diferentes frequências de ocorrência (0,23 e 0,11), indicando que, mesmo com um

menor número de eventos observados, um determinado item pode ter a mesma influência na percepção do usuário que um item de maior proporção.

Figura 84 - Proporção e fração atribuível populacional para itens relacionados às vedações verticais e horizontais

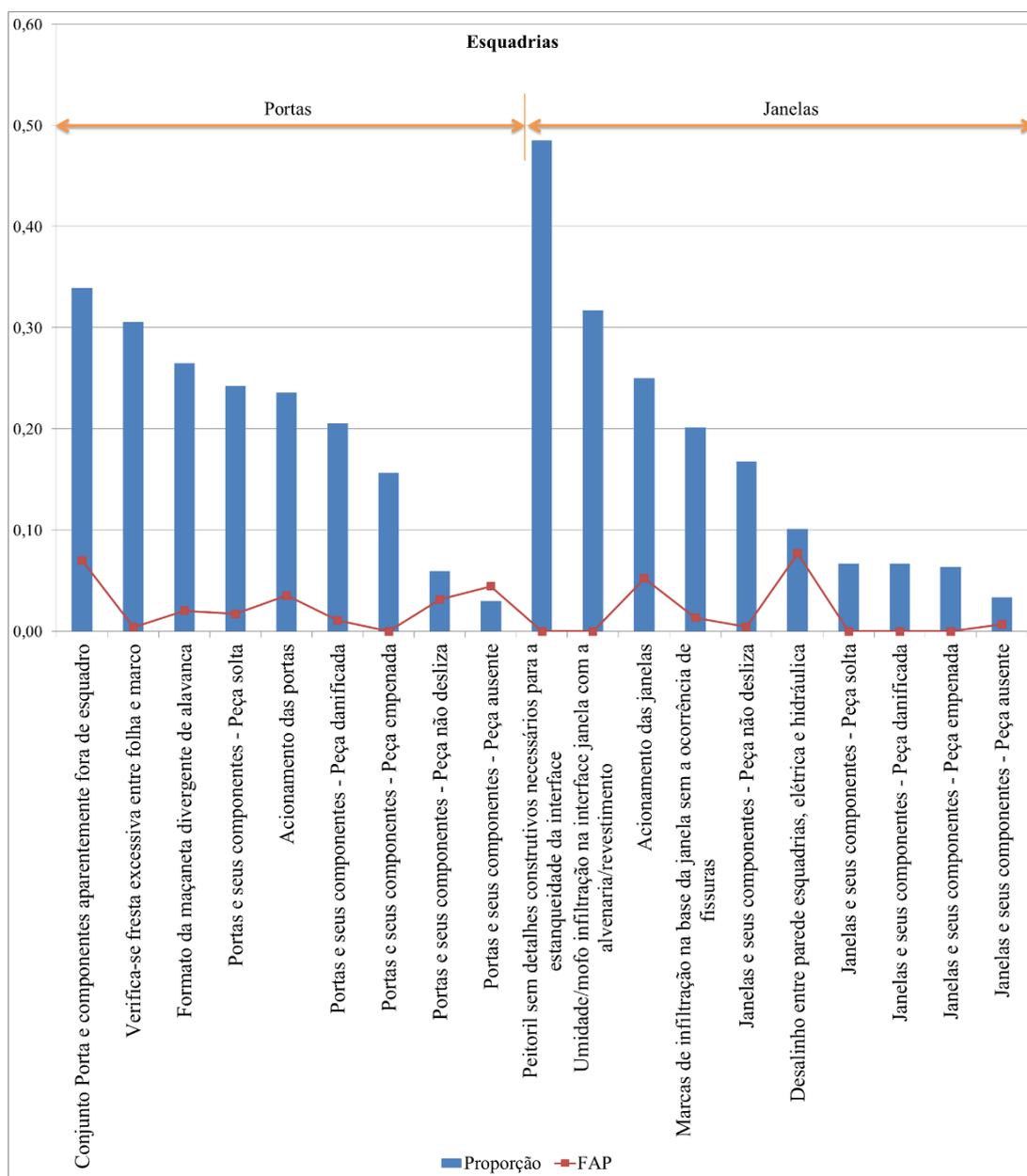


Os itens falhos relacionados às esquadrias são apresentados na Figura 85, separados em portas e janelas. A falha mais recorrente identificada pela análise técnica está relacionada às configurações do peitoril das janelas ($p=0,48$; $FAP=0$), e a segunda mais recorrente refere-se à falhas de alinhamentos entre os componentes das portas ($p=0,34$; $FAP=0,07$).

Neste conjunto de itens os que mais se destacam (negativamente) na visão do usuário são: “desalinhamento entre parede, esquadrias, elétrica e hidráulica”; “portas e componentes aparentemente fora de esquadro”; e “falhas de acionamento das janelas”. Entretanto, os

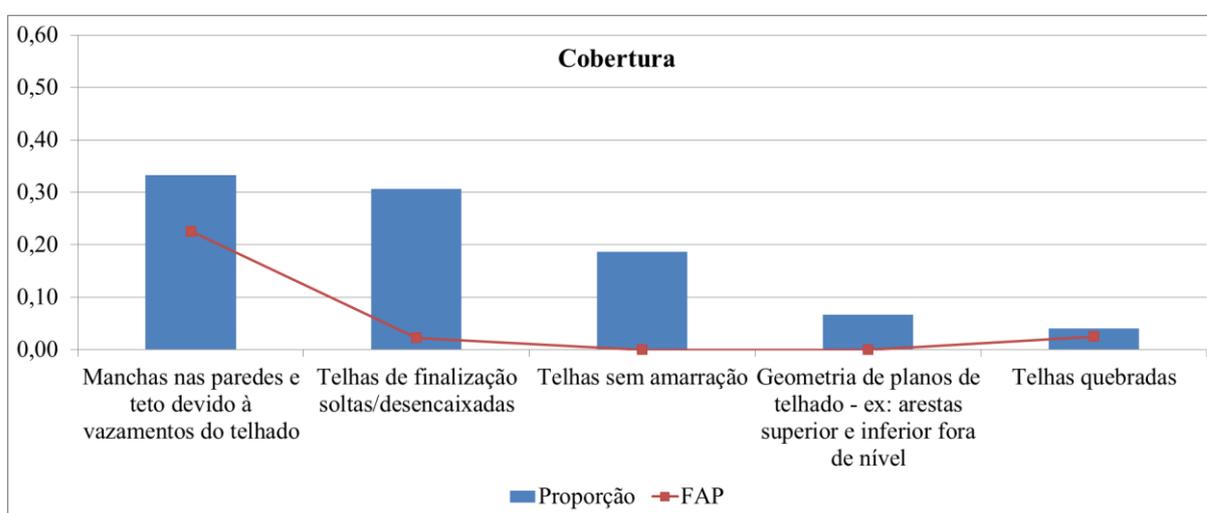
resultados da Fração Atribuível Populacional destes apresentem uma visão mais positiva dos usuários sobre a qualidade construtiva das esquadrias com valores abaixo de 0,1 (0,08, 0,07 e 0,05 respectivamente), ou seja, se as falhas fossem eliminadas, de maneira isolada, a percepção negativa do subsistema esquadrias seria reduzida respectivamente em 8%; 7% e 5%. Contudo, a eliminação conjunta das mesmas não gera uma redução de 20%. Neste caso, cabe uma análise de Fração Atribuível Populacional composta de mais de um fator de exposição (CAMEY *et al.*, 2010), a qual não faz parte do escopo desta pesquisa.

Figura 85 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados às esquadrias



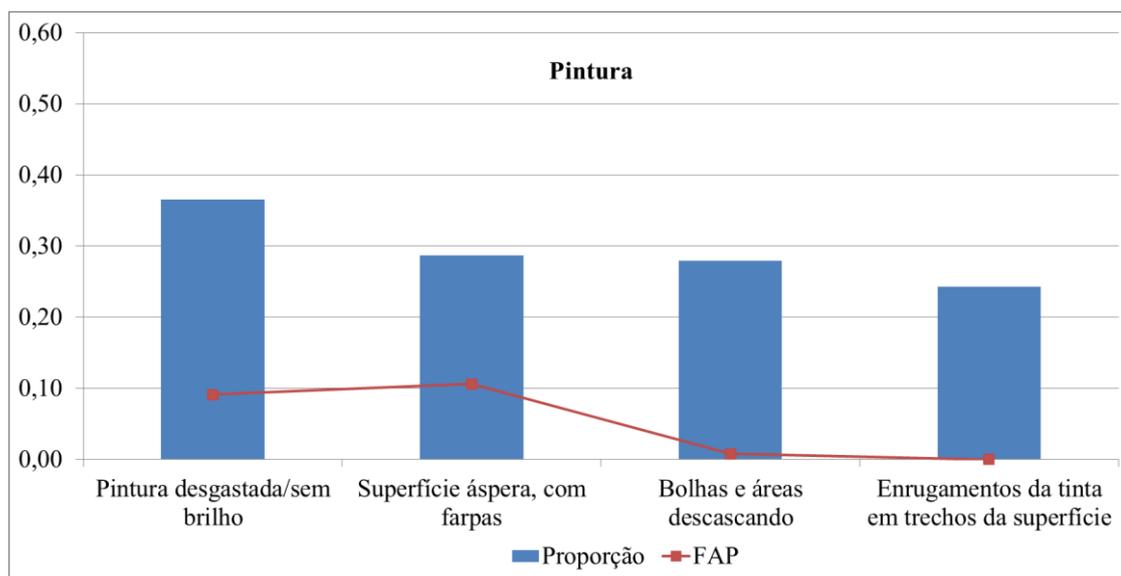
Os itens relacionados à cobertura (Figura 86) foram avaliados apenas para a tipologia casas e sobrados, que corresponderam a 27% da amostra total de unidades visitadas. Os itens “manchas nas paredes e teto devido ao vazamento do telhado” e “telhas de finalização soltas/desencaixadas” apresentaram uma frequência de ocorrência de 33% e 31% respectivamente. A Fração Atribuível Populacional para estes dois itens são respectivamente 23% e 2%. Entretanto, neste caso o primeiro item trata da observação de indícios de vazamentos nos telhados das habitações, enquanto os demais são as falhas que podem gerar as manchas nas paredes. Nestes casos, observa-se que os usuários não identificam os itens falhos propriamente ditos, mas seus efeitos.

Figura 86 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados à cobertura



Os itens relacionados à pintura estão apresentados na Figura 87. Os itens “pintura desgastada/sem brilho” e “superfícies ásperas, com farpas” apresentaram as maiores proporções 37% e 29%, e FAPs de 9% e 11%, respectivamente. Já o item “bolhas e áreas descascando” apresenta uma proporção (28%) semelhante ao item “superfícies ásperas, com farpas”, mas com Fração Atribuível Populacional sem associação com o despejo (abaixo de 1%).

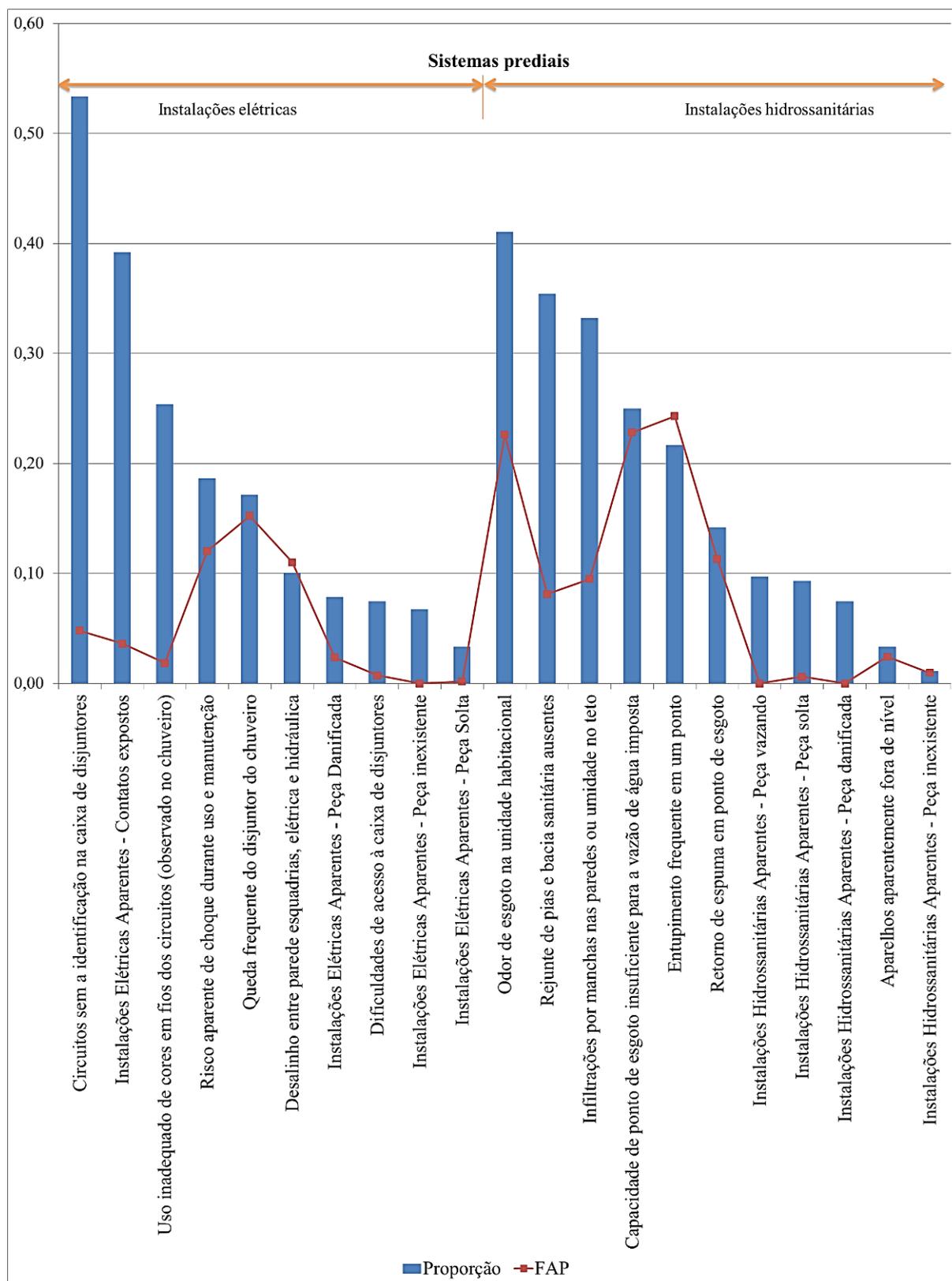
Figura 87 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados à pintura



A proporção e a Fração Atribuível Populacional para itens relacionados aos sistemas prediais são apresentadas na Figura 88, separados em instalações elétricas e instalações hidrossanitárias. Entre os itens relacionados às instalações elétricas, o de maior proporção foi “circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores” ($p=0,53$), mas este item gera uma percepção negativa da qualidade abaixo de 5%, ou seja, a baixa associação com o defeito.

Já o item “queda frequente do disjuntor do chuveiro” possui a FAP mais elevada (15,2%) para o agrupamento de instalações elétricas, mesmo com percentual de ocorrência menor - 17,2% das unidades visitadas com esta falha. Devido à natureza desta falha, a mesma não foi observada, mas sua identificação foi baseada na declaração dos usuários. O mesmo ocorreu para outros itens relacionados a instalações hidrossanitárias: “entupimento frequente em um ponto” e “retorno de espuma em ponto de esgoto” (FAP=0,24 e 0,11, respectivamente). O item de maior ocorrência em instalações hidrossanitárias “odor de esgoto na unidade habitacional” ($p=0,41$) esteve entre as maiores frações atribuíveis populacionais (FAP=0,23) do agrupamento. Outra relação relevante entre as medidas de proporção e a FAP refere-se ao item “entupimento frequente em um ponto”, que apresentou uma percepção negativa da qualidade das instalações hidrossanitárias maior que a proporção de ocorrência da falha. Esta relação evidencia a importância da medida de FAP para identificar a percepção que o usuário possui sobre um item, empregando sua visão do subsistema completo.

Figura 88 - Proporção e Fração Atribuível Populacional para itens relacionados aos sistemas prediais



6.5.2. Análise da confiabilidade com base na ocorrência de falhas

Para esta atividade consideraram-se as falhas agrupadas por função, como apresentado na análise fatorial final e ajustada. Cada agrupamento foi relacionado a um subsistema da edificação com base na norma NBR15575 (ABNT, 2013), Apêndice C, no qual são apresentados os tempos mínimos e máximos de vida útil de projeto (VUP) para cada função da edificação. A Tabela 45 apresenta um trecho da tabela da norma com a combinação das falhas que são apresentadas neste tópico e a vida útil de projeto proposta pela norma. A tabela completa é apresentada no Apêndice 4.

Tabela 45 - Relação entre partes da edificação, VUP (ABNT NBR15575/2013) e os itens falhos pesquisados

Parte da edificação ABNT NBR15575/2013	Item falho pesquisado	VUP (anos)	
		Mínimo	Máximo
Vedação interna	Fissuras no entorno das esquadrias	≥ 20	≥ 30
Estrutura principal	Umidade ascensional no térreo	≥ 50	≥ 75
Revestimento interno aderido	Infiltrações na região do box (piso e parede)	≥ 13	≥ 20

Os tempos empregados nesta análise foram obtidos com base na data de entrega das unidades habitacionais aos moradores, sendo este o instante “t=0”. Para o uso da técnica é necessário transformar os tempos instantâneos em períodos de tempo. Dessa forma, empreendimentos com idade até a data da coleta de dados entre zero (0) e um (1) ano foram alocados no período t=1; empreendimentos com idade acima de um (1) ano e até dois (2) anos foram alocados no período t=2; e assim sucessivamente. A Tabela 46 apresenta estes ajustes. No caso do empreendimento D, a idade oficial do empreendimento era inferior a um ano, mas as unidades habitacionais visitadas estavam há mais de um ano em uso pelos moradores, por declaração dos mesmos. Por esta razão, considerou-se t=2 para este empreendimento.

Todos os gráficos e testes efetuados para as análises de confiabilidade desta etapa do estudo foram elaborados com a utilização do *software Microsoft Excel* e do pacote livre de análises estatísticas *Real-Statistics (Release 4.3)*²².

A análise de confiabilidade desenvolvida estabeleceu como ponto de partida as falhas ao longo do tempo para os agrupamentos de análise estabelecidos no método: região, faixa do

²² Copyright (2013 - 2015) Charles Zaiontz, disponível em <http://www.real-statistics.com>

programa e tipologia. Também há o entendimento de que os dados utilizados têm características de dados censurados, tendo em vista que não estão disponíveis as datas em que as falhas efetivamente ocorreram, sendo adotada, como simplificação, a data da vistoria como a data da ocorrência das falhas. Contudo a análise de confiabilidade emprega as informações de não eventos e o uso da técnica proposta por Kaplan-Meier justifica-se, ao considerar que há informações da não ocorrência da falha até o instante de tempo da vistoria, sobre o qual a curva de confiabilidade é construída.

Tabela 46 - Idade dos empreendimentos da amostra

Código do empreendimento	Data de entrega	Data da coleta de dados	Idade (anos)	Período (anos)
D	10/02/2014	06/12/2014	0,8	2
E	01/06/2013	24/10/2014	1,4	2
H	03/03/2013	29/10/2014	1,7	2
L	09/04/2013	13/12/2014	1,7	2
M	13/09/2013	23/01/2015	1,4	2
O	12/04/2013	24/01/2015	1,8	2
R	11/11/2013	10/12/2014	1,1	2
B	21/10/2011	25/09/2014	2,9	3
C	28/12/2011	03/10/2014	2,8	3
I	11/05/2012	06/12/2014	2,6	3
N	11/08/2012	24/01/2015	2,5	3
Q	13/12/2012	21/01/2015	2,1	3
F	01/07/2011	23/10/2014	3,3	4
G	01/12/2010	28/10/2014	3,9	4
J	01/06/2011	17/11/2014	3,5	4
K	08/02/2011	27/11/2014	3,8	4
A	04/06/2009	20/09/2014	5,3	6
P	06/08/2009	30/01/2015	5,5	6

Embora estas limitações tenham ocorrido nesta pesquisa, os dados resultantes podem ser considerados como o volume inicial da aplicação de um método. Assim, os dados coletados ao longo do tempo poderiam fornecer informações com validade estatística para o conjunto de empreendimentos avaliados e principalmente para análises de confiabilidade dos empreendimentos de forma individual que não são possíveis neste estágio da pesquisa.

Nos itens seguintes são apresentadas as análises de confiabilidade para três falhas distintas: (a) umidade ascensional; (b) infiltração na região do box do chuveiro; e (c) fissuras no entorno de esquadrias. Estas falhas foram escolhidas por comprometerem diferentes partes da edificação que possuem diferentes tempos mínimos de vida útil de projeto. As análises

ocorrem em extratos maiores como forma de utilizar as diferentes idades dos empreendimentos para a avaliação da confiabilidade.

6.5.2.1. Análise de confiabilidade – Umidade ascensional no térreo

A primeira análise apresentada refere-se à falha de “umidade ascensional no térreo”. Para esta falha foram estratificados os dados referentes à tipologia de casas e de apartamentos localizados no andar térreo, totalizando uma amostra de 108 unidades habitacionais. Nesta análise, a falha de umidade ascensional está relacionada ao subsistema da edificação de estruturas, considerando a característica de distribuição homogênea de cargas sobre as paredes. Esta falha pode comprometer, ao longo do tempo, a integridade dos materiais empregados na elevação das alvenarias.

A Figura 89 e a Tabela 47 apresentam dados da curva de confiabilidade ($R(t)$), considerando a totalidade da amostra para a falha de umidade ascensional. Nesta análise, observa-se que a confiabilidade das paredes portantes no sexto ano de serviço das edificações representa 45,94% de confiabilidade à referida falha com 5% de significância estabelecida. Todos os resultados apresentaram-se dentro dos intervalos de confiança de 95%, ou seja, de que o valor verdadeiro encontra-se dentro da amostra em 95% das vezes. Os intervalos estão disponíveis nas colunas – *lower e upper*. Outra medida estatística útil nesta análise é o erro padrão (s.e.). Sua interpretação informa a aderência da amostra à população do estudo, ou seja, quanto mais próximo de zero (0) o valor do erro padrão estiver, mais próximas estão as médias amostrais e as populacionais.

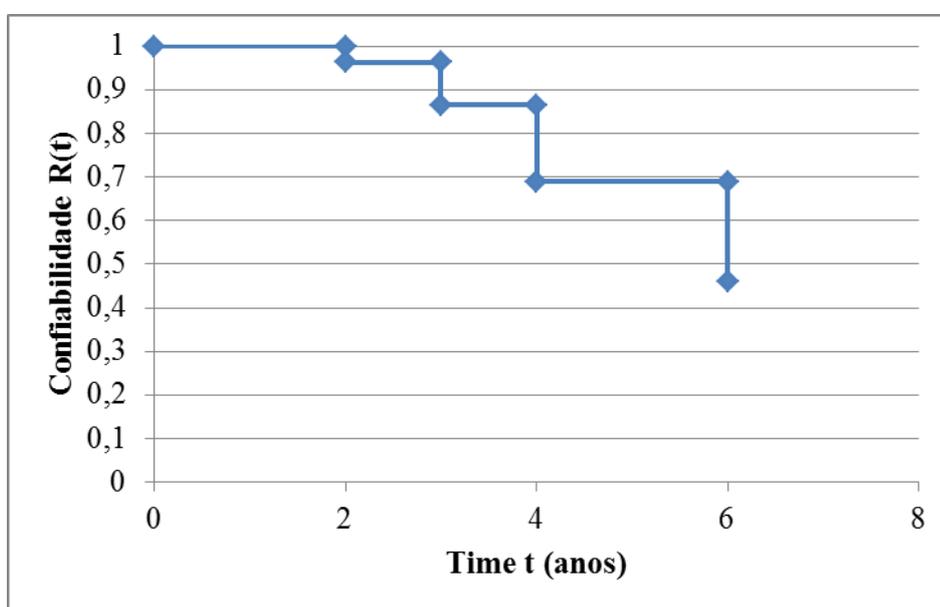
A Tabela 47 informa que entre a entrega do imóvel – considerado o instante de tempo em que as habitações têm confiabilidade de 100% - até o segundo ano de uso das habitações desta tipologia há uma redução de 3,7% em sua confiabilidade. Outra interpretação é que existe a probabilidade de 3,7% de chances de a falha ocorrer no instante $t=2$ com 95% de confiança. O período de tempo $t=1$ não é apresentado por não se dispor de dados de empreendimentos neste período. No período seguinte, entre o instante $t=2$ e $t=3$ a redução é de 9,75%. Na mesma tabela, são apresentados ainda dois valores “d” e “n” que se referem, respectivamente, à ocorrência do evento (falha) e o tamanho amostral para cada posto de tempo estabelecido. A Figura 89 apresenta a curva de confiabilidade da amostra referente à falha umidade ascensional.

Tabela 47 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascensional - com o emprego do estimador *Kaplan-Meier* para a amostra de casas e apartamentos térreos

Kaplan-Meier Method *Alpha* 0,05

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	$1-d/n$	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		108		1			
2	4	108	0,96296	0,96296	0,01817	0,90758	0,98542
3	8	79	0,89873	0,86545	0,03654	0,78883	0,91573
4	11	54	0,7963	0,68915	0,05565	0,60713	0,75748
6	6	18	0,66667	0,45944	0,08509	0,38146	0,53384

Figura 89 - Curva de confiabilidade – falha de umidade ascensional – amostra de casas e apartamentos térreos

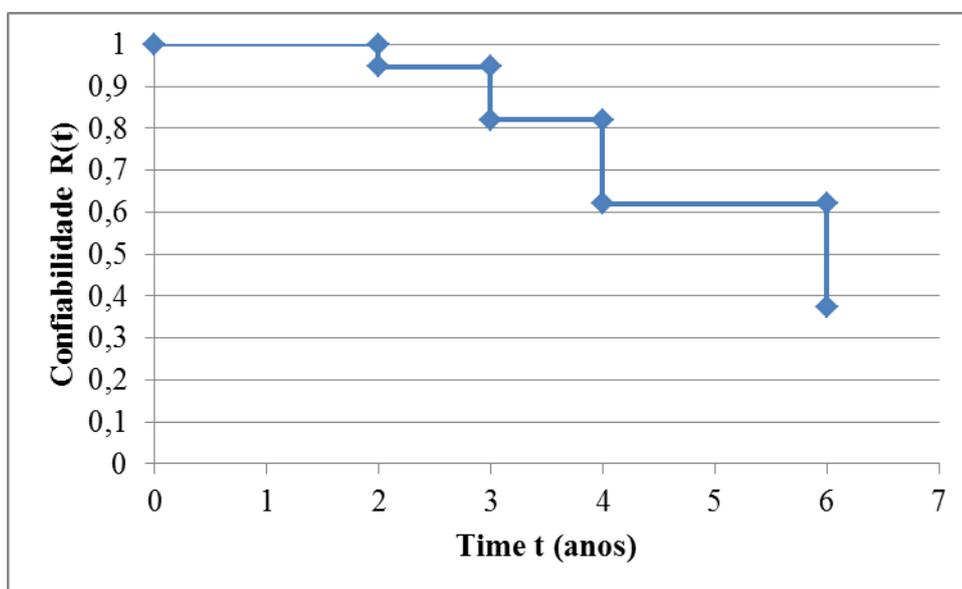


Cabe ressaltar que não foram observados eventos desta falha em apartamentos térreos (apenas não eventos). Assim, a análise foi estratificada para a tipologia casas com 75 observações e são apresentadas na Figura 90 e Tabela 48. Neste caso, também, o valor da confiabilidade no último período ficou acima da significância preestabelecida. O gráfico informa que a confiabilidade no sexto ano de serviço é de 37,19%, ou seja, existe a probabilidade de 62,81% de chances de a falha ocorrer no instante de tempo $t=6$ com 95% de confiança.

Tabela 48 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascensional - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a amostra de casas

<i>Kaplan-Meier Method</i>				<i>Alpha</i>	<i>0,05</i>		
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		75		1			
2	4	75	0,94667	0,94667	0,02595	0,87057	0,97856
3	8	60	0,86667	0,82044	0,04724	0,72908	0,88341
4	11	45	0,75556	0,61989	0,06353	0,53777	0,69172
6	6	15	0,6	0,37193	0,08719	0,30864	0,43513

Figura 90 - Curva de confiabilidade – falha de umidade ascensional – para a amostra de casas



No caso de itens relacionados às estruturas, as análises devem considerar a vida útil de projeto mínima de 50 anos estabelecida para as estruturas de uma edificação (ABNT, 2013). Assim, as análises devem avaliar conjuntamente: (a) os períodos de manutenção e reparos estabelecidos por norma; e (b) os resultados da curva de confiabilidade, como forma de verificar a necessidade de intervenções para reparos nas edificações antes do tempo previsto. Destaca-se que os resultados apresentados não se referem a uma mesma unidade habitacional com uma série de dados temporais e sim a um estrato da amostra cujas diferentes idades dos empreendimentos geraram a curva de confiabilidade.

Estas considerações podem auxiliar as ações de melhoria em níveis mais agregados de análise para a tomada de decisão. Como exemplo, a umidade ascensional, cujo reparo frequentemente representa elevados custos, se comparados com os custos de controles e de execução do

serviço de impermeabilização, esta análise apresenta-se adequada como forma de direcionar esforços que evitem o emprego de materiais e técnicas construtivas prejudiciais à vida útil das edificações. No exemplo da umidade ascensional, a curva de confiabilidade pode motivar os gestores de projetos e obras a estabelecer padrões de aceitação mais rígidos dos serviços de impermeabilização, bem como melhorar as especificações de materiais para este fim. E no caso dos gestores de empreendimentos, estabelecer os períodos de tempo que melhor aliam a manutenção da confiabilidade e os custos dos reparos.

Com relação à análise dos dados organizados pelas regiões RMPA e AUSul, esta é apresentada na Tabela 49. A hipótese nula nesta análise é de que os agrupamentos têm distribuição igual. Os três testes empregados para esta avaliação são apresentados na Tabela 50 e não puderam rejeitar a hipótese nula, tendo em vista que o *p-value* identificado para cada teste está acima de 0,05. Assim, os dados organizados para as duas regiões não podem ser considerados diferentes para este nível de significância.

Tabela 49 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascensional - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para as duas amostras RMPA e AUSul

<i>Kaplan-Meier Method</i>							
<i>Alpha</i> <i>0,05</i>							
<i>Group A</i>							
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		78		1			
2	4	78	0,94872	0,94872	0,02497	0,87511	0,97944
3	8	58	0,86207	0,81786	0,04805	0,72529	0,88173
4	4	39	0,89744	0,73398	0,05864	0,63861	0,80792
6	6	18	0,66667	0,48932	0,09044	0,40015	0,57249

<i>Group B</i>							
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		30		1			
0	0	30	1	1	0		
2	0	21	1	1	0		
3	7	15	0,53333	0,53333	0,12881	0,3909	0,6566
4							

Tabela 50 - Testes de independência entre amostras – umidade ascensional - RMPA e AUSul

Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	0,10137	0,75019408
<i>Log-rank 2</i>	0,12514	0,72352696
<i>Wilcoxon</i>	0,24258	0,62234686
<i>Tarone-Ware</i>	0,0073	0,93191727

Na análise comparativa por faixas de atendimento do programa PMCMV (Tabela 51), os três testes empregados para esta avaliação (Tabela 52), também não puderam rejeitar a hipótese nula, tendo em vista que o *p-value* identificado para cada teste está acima de 0,05. Assim, da mesma forma que nas comparações por região, os dados organizados para as duas faixas do programa não podem ser considerados diferentes para este nível de significância.

Tabela 51 - Dados de confiabilidade - falha de umidade ascensional - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras Faixa I e Faixa II

Kaplan-Meier Method *Alpha* 0,05

Faixa I

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		53		1			
2	4	53	0,92453	0,92453	0,03628	0,82348	0,96879
3	0	30	1	0,92453	0,03628	0,82348	0,96879
4	7	20	0,65	0,60094	0,10139	0,47128	0,70842
6							

Faixa II

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		55		1			
2	0	55	1	1	0		
3	8	49	0,8367	0,83673	0,0528	0,72721	0,90507
4	4	34	0,8824	0,7383	0,06564	0,629	0,81991
6	6	18	0,6667	0,4922	0,09297	0,39985	0,578

Tabela 52 - Testes de independência entre amostras – umidade ascensional - Faixa I e Faixa II

Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	0,59430435	0,440759464
<i>Log-rank 2</i>	0,77717644	0,378006079
<i>Wilcoxon</i>	0,67756861	0,410425224
<i>Tarone-Ware</i>	0,69582481	0,404190187

6.5.2.2. Análise de confiabilidade – Infiltrações na região do box

A Figura 91 e a Tabela 53 apresentam dados da curva de confiabilidade considerando a totalidade da amostra para a falha de infiltrações na região do box de banho. Nesta análise foram empregadas as 269 unidades amostrais coletadas. Neste caso, a confiabilidade da impermeabilização do box, no sexto ano de serviço das edificações indica a probabilidade de 51,52% de chances da falha não ocorrer no referido período, considerando 5% de significância estabelecida. Todos os resultados apresentaram-se dentro dos intervalos de confiança de 95% disponíveis nas colunas – *lower* e *upper*.

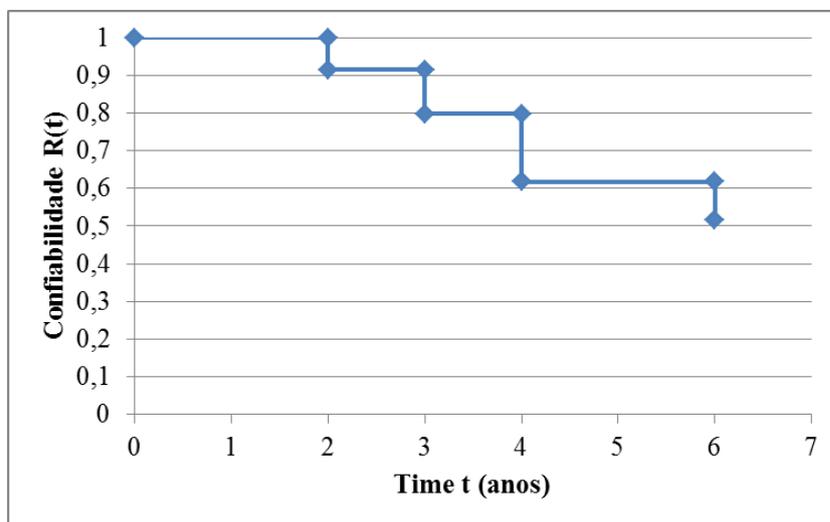
Tabela 53 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para amostra geral

<i>Kaplan-Meier Method</i>				<i>Alpha</i>	<i>0,05</i>		
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		269		1			
2	23	269	0,9145	0,9145	0,01705	0,87818	0,94035
3	21	164	0,87195	0,7974	0,02811	0,74917	0,83737
4	20	89	0,77528	0,61821	0,04147	0,56582	0,66621
6	5	30	0,83333	0,51517	0,05444	0,45886	0,56853

Esta falha está relacionada às vedações das edificações, tanto verticais, quanto horizontais, classificadas como revestimento interno, conforme o Apêndice C da norma NBR15575 (ABNT, 2013), na qual está estabelecida uma vida útil de projeto mínima de 13 anos. Ao considerar as seguintes condicionantes: (a) a disponibilidade de dados próximos ao período de meia vida útil das edificações; (b) a redução da metade da confiabilidade sobre o item; e (c) a ausência de registro de manutenções sobre o item, o gráfico pode auxiliar na tomada de decisão de ações de reparos e manutenções como forma de garantir alcance da vida útil de projeto. No caso de projetistas estas informações, juntamente com as especificações utilizadas

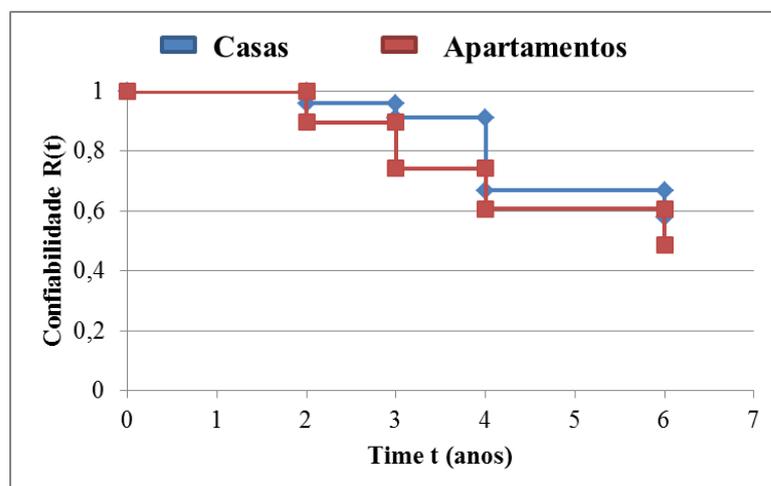
para a execução das impermeabilizações, podem auxiliar na melhoria das especificações, bem como adequar o manual de uso das edificações para as especificações empregadas.

Figura 91 - Curva de confiabilidade – falha de infiltração na região do box – amostra geral



Para verificar a condição de adequação da curva de confiabilidade, são apresentadas as curvas de confiabilidade estratificadas : (a) tipologias – casas e apartamentos; (b) região geográfica – região metropolitana de Porto Alegre - RS (RMPA) e a região do aglomerado urbano sul (AUSul) do Estado do Rio Grande do Sul; e (c) faixa de renda mensal dos moradores no PMCMV – faixa I para moradores com renda até R\$1.600,00 e faixa II para moradores com renda entre R\$1.600,00 até R\$ 3.200,00. Na Figura 92, são comparados os resultados para as tipologias de casas e apartamentos para a falha de infiltração na região do box.

Figura 92 - Curva de confiabilidade – falha de infiltração na região do box – para a duas amostras - casas e apartamentos



Os três testes empregados para esta avaliação, apresentados na Tabela 54, rejeitaram a hipótese nula tendo em vista que o *p-value* identificado nos testes de *Wilcoxon e Tarone-ware* estão abaixo de 0,05. Ou seja, as distribuições podem ser consideradas diferentes para este nível de significância. Para os testes de *Log-Rank 1 e 2* os valores de *p* ficaram acima do estabelecido 0,09 e 0,06 respectivamente. Este último, no entanto, pela proximidade com o valor $\alpha = 0,05$, estabelecido, pode ser aceito considerando que é tolerado um erro tipo I de 6% de rejeitar a hipótese nula, mesmo que esta seja verdadeira.

Tabela 54 - Testes de independência entre amostras - falha de infiltração na região do box – casas e apartamentos

Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	2,74869	0,097333884
<i>Log-rank 2</i>	3,32888	0,068073112
<i>Wilcoxon</i>	5,17458	0,022919666
<i>Tarone-Ware</i>	4,575	0,032441823

Assim, as curvas de confiabilidade para a falha de infiltrações na região do box, agrupadas por tipologia, podem ser comparadas. Neste caso a confiabilidade para as unidades habitacionais vinculadas à tipologia casas apresenta-se maior em relação às unidades vinculadas à tipologia apartamento para esta falha – 57,96% e 48,55% de chances da falha não ocorrer no sexto ano em serviço, respectivamente na Tabela 55.

Tabela 55 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras - casas e apartamentos

Kaplan-Meier Method *Alpha* 0,05

Casas

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		75		1			
2	3	75	0,96	0,96	0,02263	0,88605	0,98632
3	3	60	0,95	0,912	0,03452	0,8253	0,95677
4	12	45	0,73333	0,6688	0,06523	0,57535	0,74621
6	2	15	0,86667	0,57963	0,0815	0,48145	0,66571

Apartamentos

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		194		1			
2	20	194	0,89691	0,89691	0,02183	0,8511	0,92921
3	18	104	0,82692	0,74167	0,03785	0,68177	0,79204
4	8	44	0,81818	0,60682	0,05309	0,54053	0,66659
6	3	15	0,8	0,48546	0,07571	0,41173	0,55515

Para a análise da falha em função da região geográfica das unidades habitacionais foram comparadas a Região Metropolitana de Porto Alegre e o Aglomerado Urbano do Sul, com base nos resultados apresentados na Tabela 56 e na Figura 93.

Os três testes empregados para avaliar a independência dos estratos, apresentados na Tabela 57, rejeitaram a hipótese nula, tendo em vista que os *p-values* identificados para cada um deles apresentaram-se próximos de zero e abaixo do valor estabelecido. Ou seja, as distribuições podem ser consideradas diferentes para este nível de significância.

A curva de confiabilidade para as unidades habitacionais vinculadas à RMPA apresentou-se superior em relação à curva para as unidades vinculadas à região AUSul para a falha de infiltração na região do box. A confiabilidade de não ocorrer esta falha foi de 75,28% para a RMPA e 22,35% para a região AUSul para o quarto ano em serviço. A avaliação ocorreu neste período, por não se dispor de dados referentes ao sexto período na região do AUSul.

Tabela 56 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras - RMPA e AUSul

<i>Kaplan-Meier Method</i>								<i>Alpha</i>	<i>0,05</i>
<i>RMPA</i>									
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>		
0		164		1					
2	6	164	0,96341	0,96341	0,01466	0,92259	0,98291		
3	11	134	0,91791	0,88433	0,02651	0,82894	0,92261		
4	11	74	0,85135	0,75287	0,04298	0,68255	0,8098		
6	5	30	0,83333	0,6274	0,0625	0,54537	0,69876		
<i>AUSul</i>									
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>		
0		105		1					
2	17	105	0,8381	0,8381	0,03595	0,76858	0,88823		
3	10	30	0,66667	0,55873	0,07601	0,47149	0,63721		
4	9	15	0,4	0,22349	0,07694	0,19071	0,25797		
6									

Tabela 57 - Testes de independência entre amostras - falha de infiltração na região do box – RMPA e AUSul

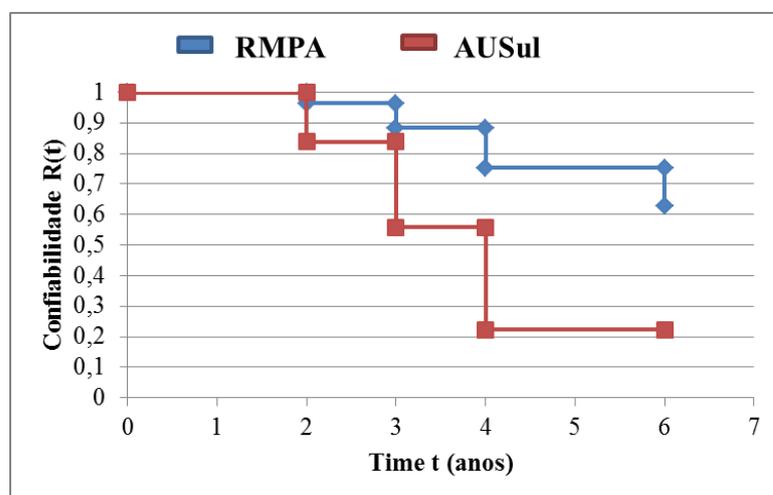
Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	31,6708	1,82652E-08
<i>Log-rank 2</i>	39,3411	3,55867E-10
<i>Wilcoxon</i>	29,5848	5,35231E-08
<i>Tarone-Ware</i>	34,7524	3,74408E-09

Uma possível causa para esta diferença nas curvas de confiabilidade pode estar relacionada a dois empreendimentos com maiores incidências desta falha presentes na amostra. Desta forma, em níveis mais agregados, a curva de confiabilidade pode direcionar esforços de melhorias regionais, bem como a identificação de empreendimentos com curvas descoladas do agrupamento em análise para ações pontuais. Também, pode colaborar na identificação de técnicas construtivas que são mais adequadas a diferentes ambientes de implantação dos empreendimentos habitacionais.

Ao comparar os resultados da amostra geral sobre a infiltração na região do box de banho (Figura 91) e a estratificação por região (Figura 93), os resultados da amostra geral podem ocultar informações úteis para a tomada de decisão de gestores em níveis mais agregados de análise. Assim, verifica-se a necessidade de serem estabelecidos limites de agregação dos dados como forma de não perder informação para as análises. Verifica-se também que, no caso de ações pontuais em empreendimentos críticos é possível alcançar níveis de confiabilidade maiores e mais alinhados com a condição da maioria dos empreendimentos.

Figura 93 - Curva de confiabilidade – falha de infiltração na região do box – para a duas amostras – RMPA e AUSul



Por fim, são apresentadas as análises da falha em função da faixa de renda dos beneficiários empregadas no programa MCMV – faixa I para moradores com renda até R\$1.600,00 e faixa II para moradores com renda entre R\$1.600,00 até R\$ 3.200,00. A Tabela 58 apresenta os resultados da confiabilidade ao longo do tempo das habitações estratificadas na faixa I e faixa II.

Tabela 58 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras - Faixa I e II

Kaplan-Meier Method *Alpha* 0,05

Faixa I

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		134		1			
2	11	134	0,91791	0,91791	0,02371	0,86298	0,95143
3	12	75	0,84	0,77104	0,04367	0,69673	0,82937
4	11	30	0,63333	0,48833	0,07326	0,41655	0,55619
6	0	0	0	0	0	0	0

Faixa II

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		97		1			
2	5	30	0,83333	0,83333	0,06804	0,68463	0,916
3	5	30	0,83333	0,69444	0,08019	0,57057	0,78902
4	5	30	0,83333	0,5787	0,08184	0,48029	0,66502
6	5	30	0,83333	0,48225	0,07875	0,40609	0,55423

Dentre os três testes empregados para esta avaliação apresentados na Tabela 59 apenas um permite a rejeição da hipótese nula. Para os demais testes o *p-value* apresentou resultados acima do valor estabelecido 0,05. Assim, as curvas de confiabilidade para a falha de infiltrações na região do box, agrupadas por faixa, não podem ser consideradas diferentes para este nível de significância.

Tabela 59 - Testes de independência entre amostras - falha de infiltração na região do box – Faixa I e Faixa II

Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	3,14532	0,076145292
<i>Log-rank 2</i>	3,91516	0,047852495
<i>Wilcoxon</i>	1,61219	0,204183875
<i>Tarone-Ware</i>	2,60592	0,106465432

6.5.2.3. Análise de confiabilidade – Fissuras no entorno de esquadrias

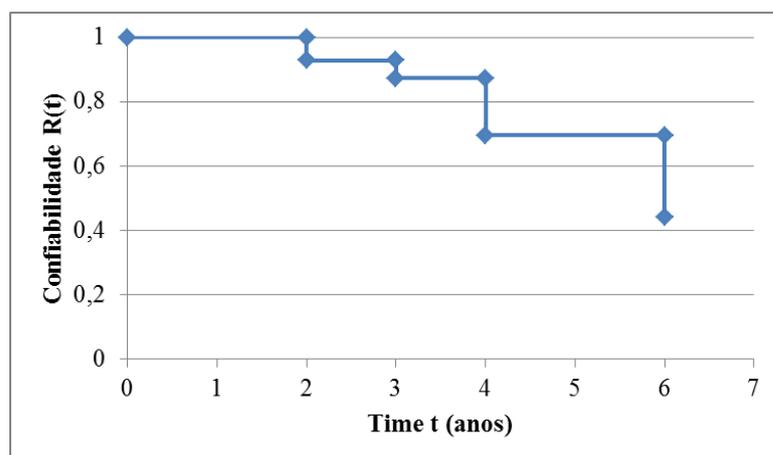
A Figura 94 e a Tabela 60 apresentam dados da curva de confiabilidade considerando a totalidade da amostra para a falha de fissuras no entorno de esquadrias. Nesta análise se identificou que a confiabilidade da fixação e acabamento em revestimento de argamassa no entorno das esquadrias, no sexto ano de serviço das edificações, representa a probabilidade de 44,09% da referida falha não ocorrer antes deste período. Os resultados de todos os períodos apresentaram-se dentro dos intervalos de confiança de 95%, disponíveis nas colunas – *lower* e *upper*.

Esta falha está relacionada às vedações da edificação, classificadas como vedações internas no Apêndice C da norma NBR15575 (ABNT, 2013), na qual está estabelecida uma vida útil mínima de projeto de 20 anos. Ao considerar que a curva de confiabilidade obtida nesta amostra representa a confiabilidade para os seis primeiros anos, o gráfico pode auxiliar no planejamento e na tomada de decisão de ações de reparos e manutenções como forma de garantir alcance da vida útil de projeto. Da mesma forma que para as falhas anteriores, para os projetistas estas informações, juntamente com as especificações utilizadas para a instalação das esquadrias e execução de revestimentos e requadros no entorno das esquadrias, podem auxiliar na melhoria das especificações, bem como adequar o manual de uso das edificações para as especificações empregadas.

Tabela 60 - Dados de confiabilidade - falha de infiltração na região do box - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para amostra geral

<i>Kaplan-Meier Method</i>				<i>Alpha 0,05</i>			
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		269		1			
2	19	269	0,92937	0,92937	0,01562	0,89471	0,95292
3	10	164	0,93902	0,8727	0,02273	0,82789	0,9065
4	18	89	0,79775	0,6962	0,04135	0,63576	0,74863
6	11	30	0,63333	0,44093	0,06662	0,38273	0,49748

Figura 94 - Curva de confiabilidade – falha de fissuras no entorno de esquadrias – para a amostra geral



Também foram analisadas as curvas de confiabilidade dos dados estratificados em tipologias de casas e apartamentos. A Tabela 61 e a Figura 95 apresentam os resultados obtidos. Neste caso, também, o valor da confiabilidade no último período ficou acima da significância preestabelecida. O gráfico informa que a confiabilidade no sexto ano de serviço relacionado à tipologia de casas é de 70,26%. Ou seja, existe a probabilidade de 29,74% de chances de a

falha ocorrer no instante de tempo $t=6$ com 95% de confiança. Esta diferença pode estar relacionada à amostra para o instante $t=6$ de a tipologia apartamentos apresentar apenas um empreendimento com uma quantidade de falhas equivalente aos períodos $t=4$ e $t=3$, que possuem três e sete empreendimentos respectivamente. Neste sentido, as análises embora adequadas estatisticamente, necessitam de um maior número de dados de diferentes empreendimentos em cada período como forma de evitar distorções nas análises.

Tabela 61 - Dados de confiabilidade - falha de fissuras no entorno de esquadrias - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para duas amostras – casas e apartamentos

Kaplan-Meier Method *Alpha* *0,05*

Casas

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		75		1			
2	3	75	0,96	0,96	0,02263	0,88605	0,98632
3	0	60	1	0,96	0,02263	0,88605	0,98632
4	7	45	0,84444	0,81067	0,05527	0,7035	0,88226
6	2	15	0,86667	0,70258	0,08578	0,56646	0,80312

Apartamentos

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		194		1			
2	16	194	0,91753	0,91753	0,01975	0,87376	0,94658
3	10	104	0,90385	0,8293	0,03197	0,76982	0,87466
4	11	44	0,75	0,62198	0,05921	0,54536	0,68942
6	9	15	0,4	0,24879	0,08216	0,20974	0,28965

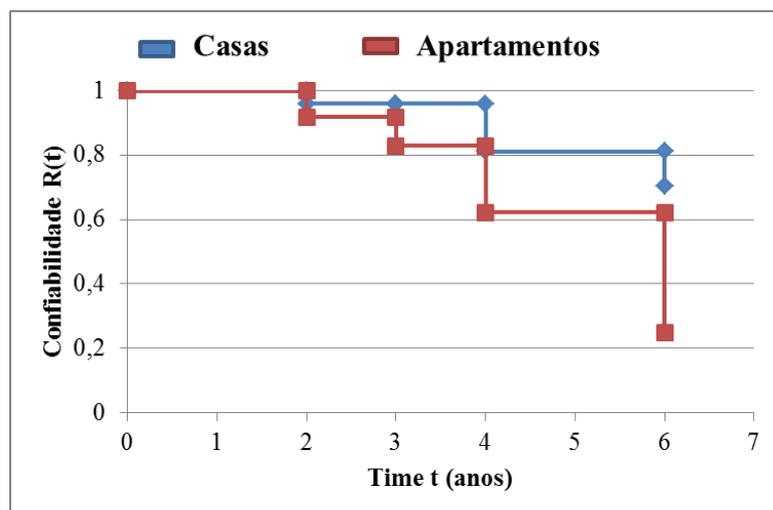
Os três testes empregados para avaliar a independência dos estratos da amostra, apresentados na Tabela 62 para esta avaliação, rejeitaram a hipótese nula, tendo em vista que os *p-values* identificados para cada um deles apresentaram-se próximos de zero e abaixo do valor estabelecido. Ou seja, as distribuições podem ser consideradas diferentes para este nível de significância e comparadas.

Tabela 62 - Testes de independência entre amostras - falha de fissuras no entorno de esquadrias – casas e apartamentos

Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	9,54776	0,002002
<i>Log-rank 2</i>	11,9386	0,00055
<i>Wilcoxon</i>	6,56685	0,01039
<i>Tarone-Ware</i>	9,0004	0,002699

Figura 95 - Curva de confiabilidade – falha de fissuras no entorno de esquadrias – para duas amostras – casas e apartamentos



Também foram analisadas as curvas de confiabilidade dos dados estratificados em tipologias de casas e apartamentos. A Tabela 63 e a Figura 96 apresentam os resultados obtidos. Igualmente neste caso o valor da confiabilidade no último período ficou acima da significância preestabelecida. O gráfico informa que a confiabilidade no sexto ano de serviço relacionada à região RMPA é de 73,79%, enquanto para a região AUSul a confiabilidade é de 60,76%, para o instante de tempo $t=4$ com 95% de confiança. As análises neste caso ocorrem no instante $t=4$ por não dispormos de dados de empreendimentos com a referida falha no sexto ano. A diferença de confiabilidade para o quarto ano dos empreendimentos das duas regiões é pequena se comparada com a falha de infiltração na região do box na mesma estratificação. Contudo, deve-se considerar a amplitude da vida útil das diferentes falhas. Neste sentido, a curva pode auxiliar na gestão de manutenção das diferentes partes da edificação direcionando os esforços de reparos para os pontos mais críticos, no caso da análise de apenas um empreendimento, e em regiões com maior ocorrência das falhas no caso da gestão pós-ocupação de diferentes empreendimentos.

Tabela 63 - Dados de confiabilidade - falha de fissuras no entorno de esquadrias - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para a duas amostras – RMPA e AUSul

Kaplan-Meier Method *Alpha* 0,05

<i>RMPA</i>							
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		164		1			
2	4	164	0,97561	0,97561	0,01205	0,93778	0,99055
3	9	134	0,93284	0,91008	0,0239	0,85649	0,9443
4	14	74	0,81081	0,73791	0,04574	0,66483	0,79748
6	11	30	0,63333	0,46734	0,07109	0,40107	0,5308

<i>AUSul</i>							
<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		105		1			
2	15	105	0,85714	0,85714	0,03415	0,78823	0,90497
3	1	30	0,96667	0,82857	0,04335	0,7442	0,88719
4	4	15	0,73333	0,60762	0,0998	0,47817	0,71432
6							

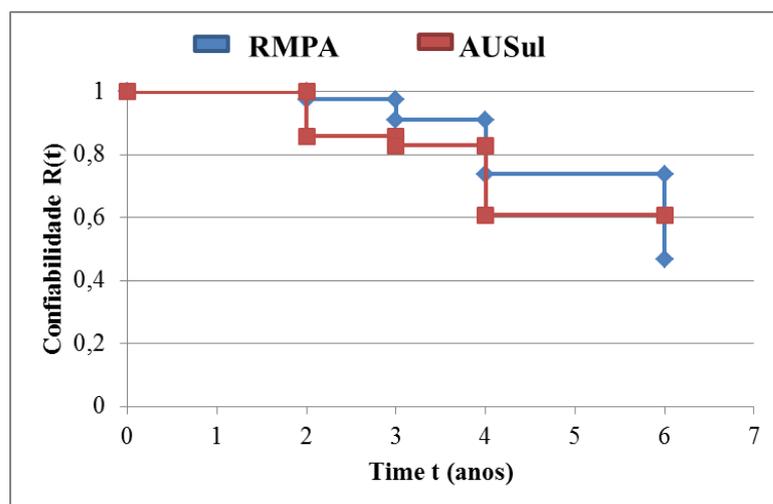
Os três testes empregados para avaliar a independência dos estratos da amostra, apresentados na Tabela 64 para esta avaliação, rejeitaram a hipótese nula, tendo em vista que os *p-values* identificados para cada um deles apresentaram-se próximos de zero e abaixo do valor estabelecido. Ou seja, as distribuições podem ser consideradas diferentes para este nível de significância e comparadas.

Tabela 64 - Testes de independência entre amostras - falha de fissuras no entorno de esquadrias – RMPA e AUSul

Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	6,15815	0,013081
<i>Log-rank 2</i>	7,77668	0,005293
<i>Wilcoxon</i>	11,0215	0,000901
<i>Tarone-Ware</i>	9,75812	0,001785

Figura 96 - Curva de confiabilidade – falha de fissuras no entorno de esquadrias – para duas amostras – RMPA e AUSul



Por fim, são apresentadas as análises da falha em função das faixas de atendimento do programa MCMV. A Tabela 65 e a Figura 97 apresentam os resultados da confiabilidade ao longo do tempo das habitações estratificadas na faixa I e faixa II, para a falha de fissuras no entorno das esquadrias.

Tabela 65 - Dados de confiabilidade - falha de fissuras no entorno de esquadrias - com o emprego do estimador Kaplan-Meier para duas amostras - Faixa I e II

Kaplan-Meier Method *Alpha* 0,05

Faixa I

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		135		1			
2	13	135	0,9037	0,9037	0,02539	0,84745	0,93994
3	7	75	0,90667	0,81936	0,0381	0,7484	0,872
4	11	30	0,63333	0,51893	0,07602	0,439	0,59291
6	0	0	0	0	0	0	0

Faixa II

<i>t</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>1-d/n</i>	<i>R(t)</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
0		134		1			
2	6	134	0,95522	0,95522	0,01787	0,9063	0,9789
3	3	89	0,96629	0,92303	0,02514	0,86228	0,95763
4	7	59	0,88136	0,81351	0,04473	0,72933	0,87375
6	11	30	0,63333	0,51523	0,07698	0,43493	0,58966

Os três testes empregados para avaliar a independência dos estratos da amostra, apresentados na Tabela 66 para esta avaliação, rejeitaram a hipótese nula, tendo em vista que os *p-values*

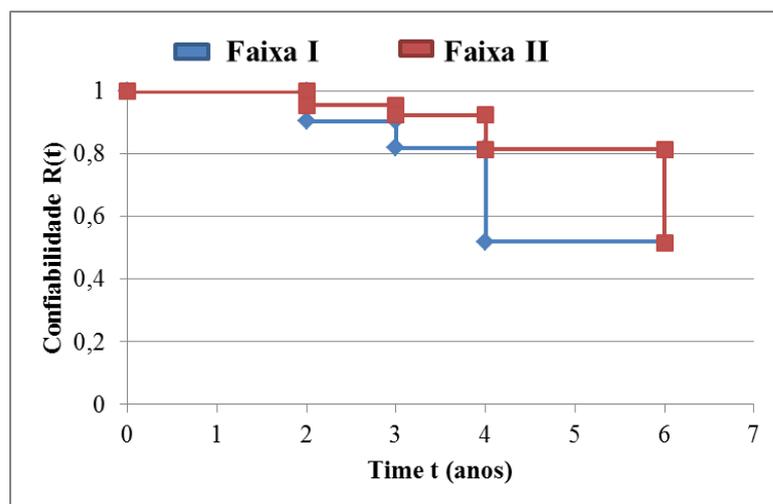
identificados para cada um deles apresentaram-se próximos de zero e abaixo do valor estabelecido. Ou seja, as distribuições podem ser consideradas diferentes para este nível de significância e comparadas.

Tabela 66 - Testes de independência entre amostras - falha de fissuras no entorno de esquadrias – Faixa I e II

Hypothesis Testing

	<i>stat</i>	<i>p-value</i>
<i>Log-rank 1</i>	8,90451	0,002845
<i>Log-rank 2</i>	11,6917	0,000628
<i>Wilcoxon</i>	7,64387	0,005697
<i>Tarone-Ware</i>	9,68942	0,001853

Figura 97 - Curva de confiabilidade –fissuras no entorno de esquadrias para duas amostras – Faixa I e II



Com base nos resultados da curva de confiabilidade, juntamente com as recomendações do Manual de Uso da Edificação e Normas sobre Inspeções, contendo os períodos estabelecidos para manutenções, há a possibilidade de estabelecer intervalos de tempo entre reparos nas edificações. Ao estabelecer uma conduta de manutenção nos diferentes períodos de tempo até a conclusão da vida útil de cada parte da edificação, mais adequados ao estado de conservação dos empreendimentos, e estas informações estiverem disponíveis, a curva de confiabilidade pode ser complementada e apresentar valores ao longo do tempo ajustados ao desempenho das habitações observadas em campo. Nesta linha, pode-se manter a confiabilidade em padrões aceitáveis ao longo do tempo. Também, as informações podem auxiliar em ações de melhoria nas diferentes etapas de desenvolvimento do produto e orientar ações corretivas de

empreendimentos já entregues, alinhadas às características dos empreendimentos nestas estratificações.

6.5.3. Indicador de qualidade construtiva e suas estratificações

Os indicadores de qualidade geral foram formulados nos dois formatos propostos no modelo conceitual de medição final: (a) comprometimento das funções; e (b) comprometimento da habitabilidade. Para o melhor entendimento da construção dos indicadores é apresentada, inicialmente, a estrutura utilizada para a construção dos mesmos. A Figura 98 apresenta esquematicamente a construção do indicador de qualidade geral por funções da edificação e a Figura 99 apresenta a estrutura de construção do indicador de qualidade geral por comprometimento da habitabilidade. Para cada constructo latente identificado pela análise fatorial é formulado um indicador. Este conjunto de indicadores relacionados aos constructos latentes é empregado para a formulação do indicador geral de qualidade nas duas abordagens. Em ambos indicadores a análise técnica e a qualidade percebida (QP) pelos usuários, são combinadas a partir da Fração Atribuível Populacional (FAP).

Figura 98 - Estrutura do indicador de qualidade geral a partir dos constructos latentes por função da edificação

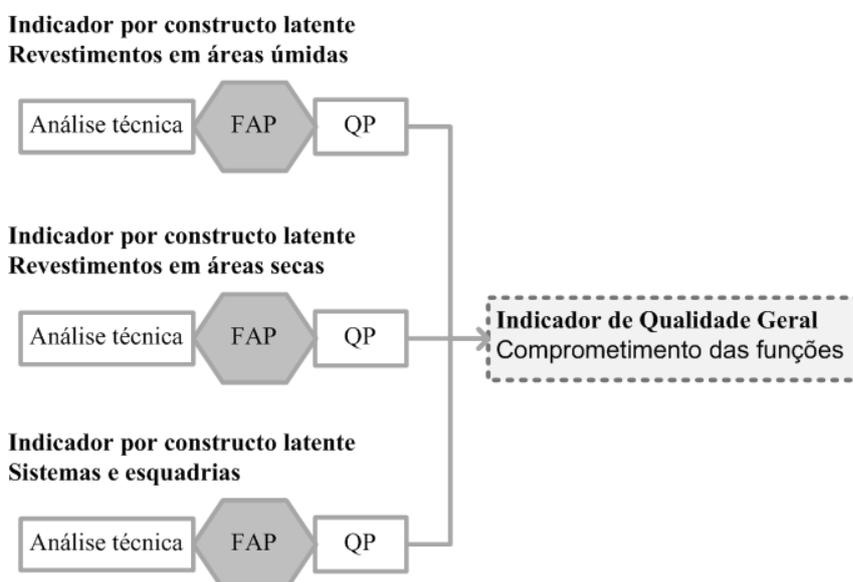
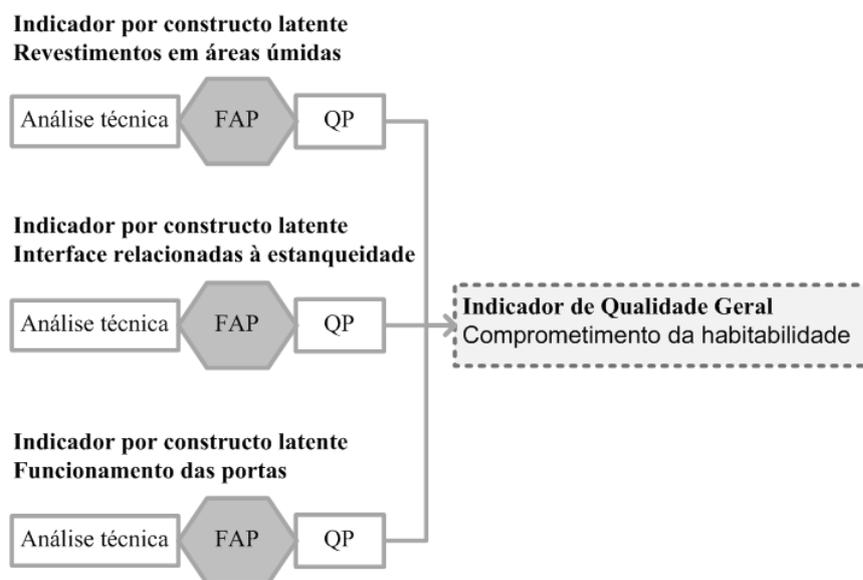


Figura 99 - Estrutura do indicador de qualidade a partir dos constructos latentes por habitabilidade



Para cada constructo latente avaliado na análise fatorial *à priori*, foi elaborado um indicador de falha denominado de Indicador por Constructo Latente (I_c), calculado pela Equação 8 para os agrupamentos amostrais propostos.

Para a composição dos indicadores por constructo latente, inicialmente é calculada a proporção de ocorrência de cada item falho que foi identificado pela análise técnica. Estas proporções são então ponderadas pela Fração Atribuível Populacional (FAP) dos itens. A FAP é obtida a partir da percepção dos usuários sobre qualidade das partes da edificação, representando o fator de exposição. A combinação da percepção do usuário com a ocorrência da falha observada pela avaliação técnica representa o desfecho. A Equação 1 apresenta a formulação desta combinação. Por fim, os valores obtidos com o Indicador por Constructo Latente (I_c) podem variar entre 0 e 1, sendo que 0 representa a ausência de falhas na percepção combinada dos usuários e dos técnicos.

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^k \text{proporção}_i FAP_i}{\sum_{j=1}^n FAP_j} \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

Ic=Indicador de falha por constructo latente

Proporção=Proporção de cada item falho na amostra do constructo latente

FAP_i =Fração atribuível populacional de um determinado item falho

FAP_j =Fração atribuível de um determinado constructo latente

“k” é o número de itens falhos avaliados dentro do constructo latente em análise

“i” itens falhos

“j” *constructos* latentes

Para a formulação do indicador de Qualidade geral, outra medida empregada é a gravidade percebida (GP) do j-ésimo constructo latente, apresentada em tópico anterior pela Equação 4.

Por fim, o cálculo do indicador de qualidade geral (IQg) é o resultado dos indicadores por constructos latentes ponderados pela sua gravidade percebida. O resultado desta ponderação representa as falhas na visão de técnicos e usuários e não a qualidade de cada agrupamento. Desta forma, a formulação apresentada na Equação 9 inverte o resultado como forma de representar a qualidade geral da edificação. Por fim, os valores obtidos com o indicador de qualidade geral podem variar entre 0 e 10, sendo que 0 representa a ausência de qualidade.

$$IQg = \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^n Ic_j GP_j}{\sum_{j=1}^n GP_j} \right) * 10 \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

IQg=Indicador de qualidade geral

Ic=Indicador por constructo latente

GP= gravidade percebida por constructos latentes

“j” *constructos* latentes

6.5.3.1. Indicadores por funções da edificação

Como forma de facilitar o entendimento do indicador proposto, são apresentados, a seguir, os passos de seu cálculo com base nos dados coletados. Todos os gráficos e testes efetuados para a construção e análises dos indicadores, desta etapa do estudo, foram elaborados com a utilização do *software Microsoft Excell*™.

6.5.3.2. Fração Atribuível Populacional e Proporção de itens falhos

Um exemplo de cálculo da Fração Atribuível Populacional (FAP) é apresentado na Tabela 67. Com base em uma tabela de contingência bivariada, faz-se uma relação entre o item falho observado pelo técnico - “manchas de umidade, sujidade e biodeterioração na habitação”, e a “falhas de revestimentos em áreas úmidas”, percebida pelos usuários.

Tabela 67 - Tabela de contingência bivariada – item “manchas de umidade, sujidade e biodeterioração” e a função de “revestimentos em áreas úmidas”

	Percepção de qualidade – Revestimentos em áreas úmidas		Total
	Bom	Ruim	
Há manchas de umidade, sujidade e biodeterioração na habitação?	Não	72	47
	Sim	65	85
Total	137	132	269

A Equação 10 ilustra o cálculo da FAP para a tabela de contingência bivariada apresentada na Tabela 67.

$$FAP = \frac{\frac{132}{269} - \frac{47}{119}}{\frac{132}{269}} = 0,195$$

Equação 10

A partir da identificação da FAP para cada item pesquisado, busca-se identificar em cada unidade habitacional como o usuário percebe a qualidade das partes da edificação da qual o item falho pertence. Como resultado do cálculo da FAP obtém-se o impacto do item na percepção da qualidade da edificação por parte do usuário. Ou seja, se o determinado item fosse eliminado, o usuário teria sua percepção negativa reduzida em 19,5% com relação aos revestimentos da habitação.

6.5.3.3. Formulação do indicador por constructo latente

De posse das FAP calculadas para todos os itens falhos categorizados por constructos latentes, pode-se calcular o indicador para cada constructo. A Tabela 68 apresenta estes valores e a Equação 11 apresenta o resultado do indicador do constructo latente “falhas de revestimentos em áreas úmidas”. A análise de relações entre a proporção e a fração atribuível populacional foi devidamente discutida na seção 5.2.2.5 e na seção 6.5.1, e desta forma não será abordada neste tópico.

Tabela 68 - Dados utilizados no cálculo do indicador do constructo – falhas de revestimentos em áreas úmidas

Itens pesquisados - falhas de revestimentos em áreas úmidas	Proporção	FAP	Proporção *FAP
Presença de umidade	0,123	0,000	0,000
Falhas de pintura	0,662	0,159	0,105
Deslocamento de revestimento cerâmico	0,108	0,032	0,003
Desalinho entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica	0,101	0,002	0,000
Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	0,560	0,195	0,109
Quinas e cantos danificados	0,384	0,000	0,000
Infiltrações na região do box (piso e parede)	0,254	0,039	0,010
Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	0,220	0,054	0,012
Rejuntas soltos / esmagados/ calcinados	0,299	0,066	0,020
Escoamento de águas para local incorreto	0,198	0,094	0,018
Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto	0,332	0,021	0,007
Rejunte de pias e bacia sanitária ausentes	0,354	0,081	0,029
Somatório		0,743	0,314

Para o cálculo, o valor da proporção de ocorrência de cada falha é multiplicado pelo seu respectivo valor da Fração Atribuível Populacional. Individualmente, faz-se o somatório dos valores da FAP, neste caso 0,743, e o somatório do resultado da multiplicação das proporções com a FAP que é 0,314.

$$Ic_{\text{revestimentos em área úmida}} = \frac{0,314}{0,743} = 0,423 \quad \text{Equação 11}$$

O valor do indicador por constructo latente representa o quanto uma ação naquela função poderia impactar na percepção do usuário sobre a qualidade construtiva da edificação baseado em itens aferidos tecnicamente. Assim, o indicador apresenta a relação entre a existência da falha a partir da proporção de ocorrência da mesma e a percepção do usuário que avaliou a qualidade percebida.

No caso de uma falha de baixa proporção de ocorrência e uma percepção negativa do usuário elevada sobre a mesma, o valor do indicador é elevado proporcionalmente. Da mesma forma, quando um item possui elevada proporção de ocorrência aferida pela análise técnica e uma percepção negativa da qualidade baixa por parte do usuário, o indicador tem seu valor

reduzido pela visão do usuário. Caso seja verificada uma elevada ocorrência da falha e uma percepção negativa da qualidade também elevada, então, em conjunto, o valor do indicador é elevado mantendo coerente a combinação das duas visões. No caso dos itens pesquisados, a percepção negativa dos usuários apresentou-se baixa em todos os constructos, reduzindo o peso até mesmo dos maiores valores de proporção.

A Tabela 69 apresenta os valores de somatório das FAP, da proporção*FAP e Ic para os constructos latentes de “falhas de revestimentos em áreas úmidas”, “falhas de revestimentos em áreas secas” e “falhas de funcionamento de sistemas e esquadrias” para a amostra geral.

Tabela 69 - Constructos latentes de avaliação por função - valores Σ FAP, proporção*FAP e Ic

Constructos identificados	Σ FAP	Σ Proporção *FAP	Ic
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	0,743	0,314	0,423
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	1,486	0,354	0,238
Falhas de revestimentos em áreas secas	0,208	0,036	0,173

O valor do indicador para as falhas de revestimentos em áreas úmidas apresentou-se maior que nos demais indicadores. Para este formato de indicador, o maior valor é o pior resultado. Nesta linha, o indicador referente aos revestimentos em áreas secas apresentou o melhor resultado com o valor de 0,173.

Ao comparar as somas das FAPs e a soma do produto, proporção*FAPs, dos constructos latentes propostos, verifica-se que a FAP de maior valor (pior resultado) refere-se aos sistemas e esquadrias. Contudo, devido à pequena proporção de falhas identificadas, o valor final desta é reduzido. No caso de falhas em revestimentos de áreas úmidas a FAP é menor se comparado com o anterior. Há uma redução no valor final, mas a maior proporção de ocorrências elevou o valor. Neste sentido, os indicadores por constructo latente podem auxiliar no direcionamento de melhorias em falhas que foram observadas tecnicamente e que são percebidas negativamente pelos usuários, evidenciando a consideração dos dois pontos de vista no valor final do indicador.

Também, a partir da estratificação dos dados da amostra apresentados na Tabela 70, podem ser avaliados os melhores e os piores resultados de forma comparativa, dos estratos com a amostra geral, bem como entre pares de estratos para uma análise mais detalhada.

Com base nos resultados disponíveis, os esforços deveriam ser direcionados prioritariamente para falhas relacionadas às áreas úmidas das edificações, em especial nos estratos da tipologia

de casas que apresentou o pior resultado com indicador de 0,505. Na análise por região, para o mesmo indicador o AUSul apresentou o indicador maior se comparado com a região RMPA. Na análise por faixas de renda do programa o indicador para falhas relacionadas às áreas úmidas apontou para melhores resultados para a faixa I, enquanto que, os valores nos demais indicadores podem ser considerados semelhantes.

Tabela 70 – Indicador por constructos latentes e por função estratificados

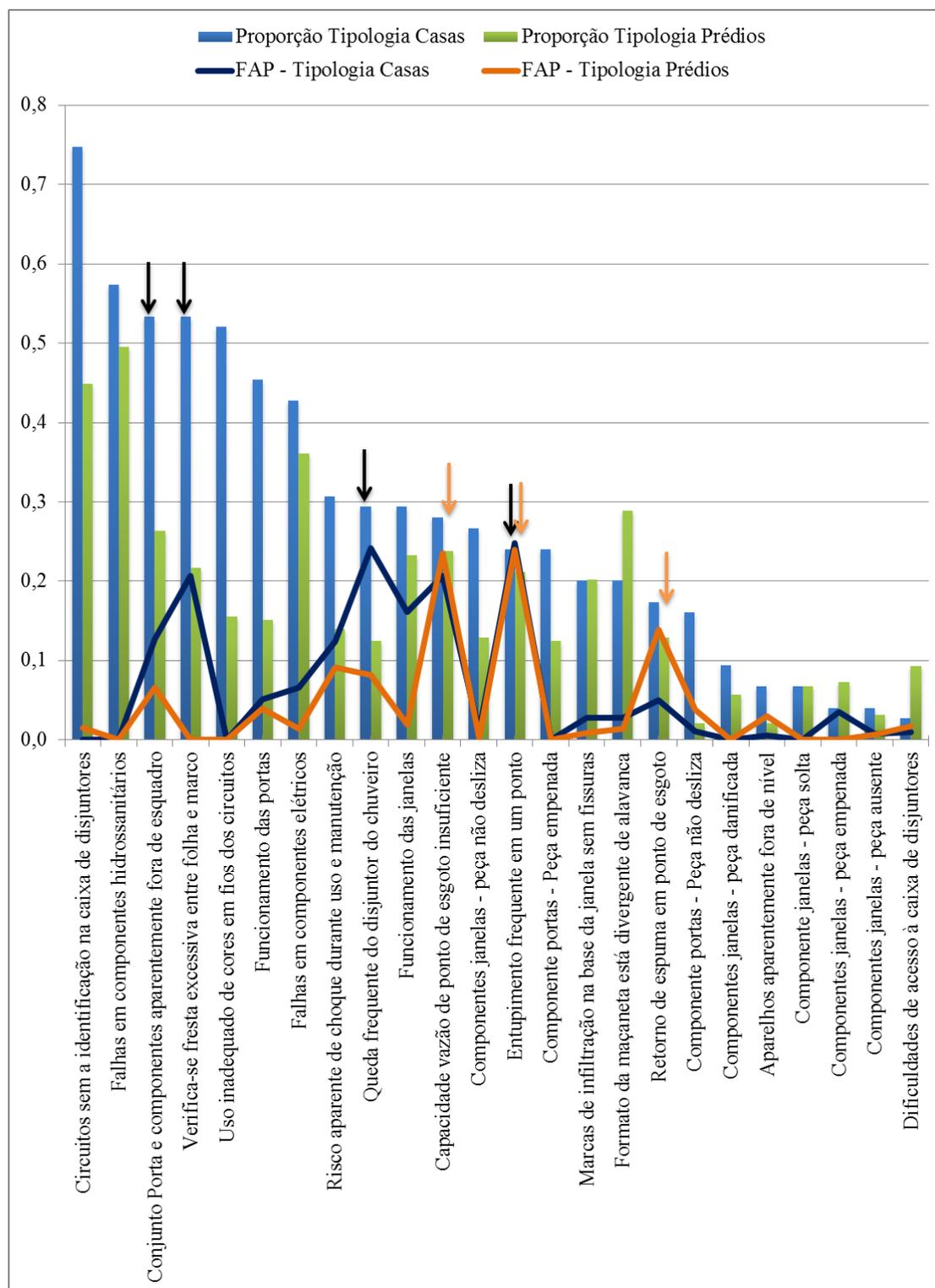
Estratos de análise	Ic - Falhas de revestimentos em áreas úmidas	Ic - Falhas de revestimentos em áreas secas	Ic - Falhas de funcionamento de sistemas e esquadrias
Geral	0,423	0,173	0,238
Casas	0,505	0,285	0,317
Apartamentos	0,363	0,183	0,226
RMPA	0,627	0,189	0,228
AUSul	0,419	0,257	0,225
Faixa I	0,359	0,271	0,255
Faixa II	0,539	0,204	0,229

Para as falhas relacionadas ao funcionamento de sistemas e esquadrias, o estrato relacionado à tipologia de casas também apresentou o pior resultado, ultrapassando o valor geral da amostra. O índice desta tipologia apresenta também um maior distanciamento com relação ao índice da tipologia de apartamentos, o que indica a necessidade de entender este valor com mais detalhes. Nesta linha, para esta tipologia, a análise da FAP em conjunto com a análise da proporção de ocorrências estratificadas possibilita identificar quais itens estão impactando no indicador. A Figura 100 apresenta um gráfico, contendo os agrupamentos de itens referentes ao constructo ‘funcionamento de sistemas e esquadrias’, para as tipologias de casas e apartamentos.

Diferentemente da tipologia de apartamentos, na tipologia de casas os itens que apresentaram os maiores índices de FAP são os relacionados às portas com problemas de alinhamento entre os elementos, bem como frestas entre folha e marco. Sobre as instalações elétricas, nesta tipologia os problemas são relacionados ao circuito do chuveiro. Contudo, problemas relacionados à capacidade de vazão e a ocorrência de entupimentos frequentes de pontos de

esgoto são comuns às duas tipologias e que podem ser eliminadas com relativa facilidade na etapa de uso, ou por meio de especificações e técnicas construtivas adequadas.

Figura 100 - Proporção e fração atribuível populacional – tipologias de casas e apartamentos – falhas de funcionamento de sistemas e esquadrias



Contudo, ao considerar que o pior resultado que pode ser obtido pelos indicadores é o valor um (1), e que para alcançar esta marca todas as unidades devem possuir a falha e todos os beneficiários identificar o constructo como de qualidade muito ruim, há uma probabilidade pequena para esta configuração. Assim, buscou-se a partir de estatística descritiva identificar a média e o desvio padrão destes índices como forma de identificar parâmetros mínimos para entender o comportamento dos valores dos indicadores. A média e o desvio padrão, juntamente com a mediana, são apresentados na Tabela 71.

Tabela 71 - Estatísticas descritivas dos indicadores por constructo latente

	Ic - Falhas de revestimentos em áreas úmidas	Ic - Falhas de revestimentos em áreas secas	Ic - Falhas de funcionamento de sistemas e esquadrias
Média	0,469	0,232	0,247
Mediana	0,462	0,231	0,229
Desvio Padrão	0,107	0,045	0,036

A partir destas informações, foi elaborada a Tabela 72 contendo as frequências a partir de um gerador aleatório de valores²³, como forma de avaliar o padrão de respostas com o uso do método. Assim, foram empregados os seguintes parâmetros: distribuição beta β recomendada para a modelagem de valores de proporção (CHADWICK, 1950); geração de 10 mil números aleatórios para cada configuração de desvio padrão proposto - DP=0,05; 0,1; 0,15; 0,2 e 0,25 - para uma média estabelecida de 0,4. Esta média foi atribuída pela pesquisadora com base na média do indicador para revestimentos em áreas úmidas, cuja distribuição dos valores tendeu a estar deslocado do valor médio do intervalo de valores possíveis (0-1). A Tabela 72 apresenta a distribuição de frequências considerando a mesma média arbitrada e o uso de diferentes desvios padrão também atribuídos para a geração dos números aleatórios.

²³ Hideyuki Torii - NtRand - Numerical Technologies Random Generator for Excel – software livre disponível em <http://www.nttrand.com/> acessado em 29/05/2016.

Tabela 72 - Tabela de frequência de valores aleatórios de proporções com distribuição beta

n=10000

Valores aleatórios	DP=0,05	DP=0,1	DP=0,15	DP=0,20	DP= 0,25
0,05	0	0	5	132	552
0,1	0	0	82	357	691
0,15	0	0	241	576	673
0,2	0	0	549	691	705
0,25	7	620	782	805	750
0,3	166	976	1078	914	660
0,35	1378	1627	1187	847	631
0,4	3442	1827	1178	845	609
0,45	3393	1874	1205	859	627
0,5	1388	1426	1078	812	588
0,55	215	964	897	680	583
0,6	11	444	710	667	491
0,65	0	183	476	555	491
0,7	0	50	273	446	453
0,75	0	8	158	319	440
0,8	0	1	70	241	348
0,85	0	0	27	144	262
0,9	0	0	2	76	228
0,95	0	0	2	31	151
1	0	0	0	3	67

O propósito para a análise destas distribuições foi avaliar a partir da média mais próxima do centro de respostas do indicador, as diferentes distribuições possíveis com distintos desvios padrão. Nesta linha, ao considerar o desvio padrão de 0,05 o mais próximo do desvio padrão apresentado pelos indicadores, o intervalo de respostas dos indicadores estava entre 0,25 e 0,6. Na mesma linha, os desvios padrão 0,1 e 0,15 apresentaram maiores amplitudes, mas sem a ocorrência do valor (1) máximo do indicador. Para os desvios padrão 0,2 e 0,25 houve ocorrências do valor máximo que representam 0,03% e 0,67% respectivamente. Estes resultados podem indicar a necessidade de melhores avaliações sobre o intervalo de respostas real do indicador, bem como avaliar os valores de ponto de controle em que uma determinada demanda torna-se prioritária frente às demais.

6.5.3.4. Nova categorização da gravidade para os constructos latentes por função

Dentro da estrutura do indicador de qualidade geral (IQg) a gravidade percebida tem a função de ponderar o indicador por constructo latente. Com base no modelo conceitual de medição inicial as análises seriam efetuadas a partir de agrupamentos que representam os subsistemas da edificação. Contudo, devido à categorização dos dados de acordo com a AFE, diferente da

proposta inicial, os mesmos foram reagrupados para alinhar a gravidade percebida aos constructos latentes identificados na AFE. A Tabela 73 apresenta a gravidade percebida pelos usuários para os agrupamentos atualizados.

Tabela 73 - Gravidade percebida para agrupamentos por função identificados na AFE.

Categorização das falhas declaradas	Frequência - contagem			Frequência relativa			Gravidade Percebida
	Muito grave	Mediano	Pouco grave	Muito grave	Mediano	Pouco grave	
Geral							
Falhas de revestimentos em áreas secas	105	85	69	0,447	0,376	0,324	2,417
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	56	55	40	0,238	0,243	0,188	1,389
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	74	86	104	0,315	0,381	0,488	2,194
Total frequência	235	226	213				
Tipologia Casas							
Falhas de revestimentos em áreas secas	28	24	19	0,467	0,407	0,317	2,530
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	11	12	11	0,183	0,203	0,183	1,140
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	21	23	30	0,350	0,390	0,500	2,330
Total frequência	60	59	60				
Tipologia Prédios							
Falhas de revestimentos em áreas secas	77	61	50	0,440	0,365	0,327	2,377
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	45	43	29	0,257	0,257	0,190	1,476
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	53	63	74	0,303	0,377	0,484	2,147
Total frequência	175	167	153				
Faixa I							
Falhas de revestimentos em áreas secas	43	36	37	0,371	0,324	0,356	2,116
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	32	28	22	0,276	0,252	0,212	1,544
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	41	47	45	0,353	0,423	0,433	2,340
Total frequência	116	111	104				
Faixa II							
Falhas de revestimentos em áreas secas	62	49	32	0,521	0,426	0,294	2,709
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	24	27	18	0,202	0,235	0,165	1,240
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	33	39	59	0,277	0,339	0,541	2,051
Total frequência	119	115	109				
Região RMPA							
Falhas de revestimentos em áreas secas	64	54	41	0,444	0,391	0,308	2,424
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	37	36	29	0,257	0,261	0,218	1,511
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	43	48	63	0,299	0,348	0,474	2,065
Total frequência	144	138	133				
Região Sul							
Falhas de revestimentos em áreas secas	41	31	28	0,451	0,352	0,350	2,406
Falhas de revestimentos em áreas úmidas	19	19	11	0,209	0,216	0,138	1,196
Falhas no funcionamento de sistemas e esquadrias	31	38	41	0,341	0,432	0,513	2,398
Total frequência	91	88	80				

Este reagrupamento ocorreu a partir das respostas abertas sobre gravidade na parte 1 da entrevista com o morador. A pergunta aberta proporciona facilidade para novas categorizações. Contudo, verificou-se que a informação deve possuir a descrição completa da falha, o subsistema e se o local refere-se às áreas secas ou úmidas da casa. No caso desta pesquisa as respostas apresentavam a falha e o subsistema na maioria das respostas. Como forma de utilizar os dados para a formulação da gravidade, a seguinte regra de categorização

foi empregada: quando a resposta relacionava a umidade com esquadrias ou sistemas prediais o item era classificado no constructo de “falhas em sistemas e esquadrias” e quando o mesmo item era relacionado aos revestimentos e vedações, foi categorizado em “falhas de revestimento em áreas úmidas”. Desta forma, a declaração de gravidade relacionada à umidade, mofo e infiltrações junto a um subsistema determinou a nova categorização.

Ao analisar os índices de gravidade percebida com os indicadores por constructos latentes verifica-se que o usuário atribui gravidade inferior para as falhas em “revestimentos em áreas úmidas”, se comparado com os demais constructos. Entretanto, o valor do indicador para o mesmo constructo latente apresenta maior valor se comparado com os demais. Uma justificativa seria a inversão da pergunta na entrevista: na primeira se solicita identificar as falhas graves para uma unidade qualquer, sem relação com a moradia atual, e na terceira parte do IC busca-se identificar a qualidade dos subsistemas da habitação do morador.

6.5.3.5. Formulação do indicador de qualidade geral para os constructos por função

A combinação entre o indicador por constructo latente e a gravidade percebida resulta no indicador de qualidade geral (IQg), obtido pela Equação 9.

A formulação inicia com a ponderação dos indicadores por constructo latente pela gravidade percebida - GP. A Tabela 74 apresenta estes cálculos para o constructo de “falhas de revestimentos em áreas úmidas” e o resultado da ponderação para os demais indicadores.

Tabela 74 - Cálculo da ponderação dos indicadores por constructo latente por função

Estratos de análise	<i>Ic</i> - Falhas de revestimentos em áreas úmidas	<i>GP</i>	<i>Ic*GP</i> - Falhas de revestimentos em áreas úmidas	<i>Ic*Gp</i> - Falhas de revestimentos em áreas secas	<i>Ic*Gp</i> - Falhas de funcionamento de sistemas e esquadrias
	Geral	0,423	1,389	0,587	0,417
Casas	0,505	1,140	0,576	0,722	0,740
Apartamentos	0,363	1,476	0,536	0,435	0,485
RMPA	0,627	1,511	0,947	0,459	0,470
AUSul	0,419	1,196	0,501	0,618	0,540
Faixa I	0,359	1,544	0,554	0,574	0,598
Faixa II	0,539	1,240	0,668	0,553	0,471

A Equação 12 apresenta o exemplo de cálculo para o indicador de qualidade geral da amostra geral, em que o somatório dos indicadores por constructo latente é ponderado pela gravidade percebida, sendo posteriormente dividido pelo somatório da gravidade percebida. Por fim, este valor é invertido para a obtenção de um indicador que avalie a qualidade e não a falha das habitações e cuja leitura indica que o maior valor é melhor.

$$IQ_g = \left(1 - \frac{(0,587+0,417+0,523)}{(1,389+2,417+2,194)}\right) * 10 = \left(1 - \frac{1,527}{6,000}\right) * 10 = 7,45 \quad \text{Equação 12}$$

Na Tabela 75 são apresentados os indicadores de qualidade gerais (IQg) para cada agrupamento de análise. Os dados da amostra geral apresentaram um índice de 7,45 pontos em uma escala que varia de zero a dez. Como resultado para a tipologia de casas verifica-se um IQg de 6,60, que representa um índice de 0,97 pontos inferior se comparado com a tipologia apartamentos. Esta última apresenta um índice de 7,57. Para os demais pares de análise, faixa de renda e região geográfica, os índices possuem pouca diferença, 0,36 e 0,06 respectivamente. Ainda, a tipologia de apartamentos apresentou um índice, próximo, mas superior ao índice de qualidade geral da amostra.

Tabela 75 - Indicador de Qualidade Geral (IQg) e nota média da qualidade – geral e agrupamentos de análise

Agrupamentos de análise	Indicador de Qualidade Geral	Nota atribuída pelos usuários
Geral	7,45	6,92
Casas	6,60	6,61
Apartamentos	7,57	7,04
Faixa II	6,87	6,61
Faixa I	7,23	7,23
RMPA	7,12	6,55
AUSul	7,18	7,50

Como forma de avaliar o resultado do indicador de qualidade geral, foi calculado o coeficiente de correlação de *Pearson* entre as notas da qualidade declaradas pelos usuários das unidades habitacionais e os resultados do indicador de qualidade geral, apresentado na Tabela 76. Os dados para este cálculo foram estratificados pelos agrupamentos da pesquisa. A hipótese é que há uma correlação direta e parcial entre a nota do usuário e o resultado do indicador. A partir do valor obtido pela correlação de *Pearson* igual a 0,501 verifica-se a associação esperada entre o indicador e as notas atribuídas pelos usuários. Como justificativa

para esta correlação, entende-se que o Indicador de Qualidade Geral é constituído da combinação da análise técnica e da visão do usuário, enquanto a nota média da qualidade é atribuída exclusivamente pelo usuário. Assim, entende-se como adequada uma correlação parcial entre as variáveis. A vantagem de ser empregada nas análises a combinação entre o indicador e a nota da qualidade ocorre pela possibilidade de validação do referido indicador. Também, a estrutura de indicadores, escores e a identificação das falhas construtivas relevantes em cada estrato de análise possibilita identificar quais são os fatores reais relacionados ao produto habitação que impactam na percepção de qualidade do usuário.

Tabela 76 - Análise de associação entre a nota da qualidade atribuída pelos usuários e o Indicador de Qualidade Geral - IQg.

Correlação de Pearson		
	IQg	Nota Qualidade
IQg	1	
Nota Qualidade	0,5069	1

6.6. ANÁLISE DO MÉTODO A PARTIR DOS RESULTADOS OBTIDOS E DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS POTENCIAIS

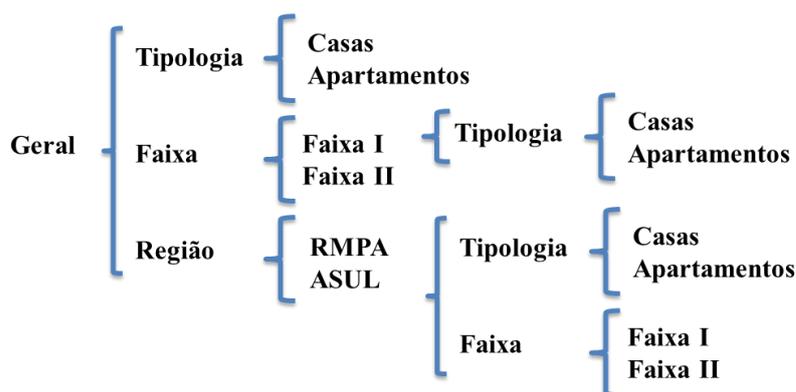
Neste tópico busca-se avaliar o método a partir dos constructos de utilidade e aplicabilidade, com base nos critérios estabelecidos.

6.6.1. Utilidade

6.6.1.1. Comparação entre diferentes categorias de produtos

Como já abordado, o indicador de qualidade geral pode ser empregado como forma de medir a percepção dos usuários sobre a qualidade construtiva das habitações ao longo do tempo. Também, possibilita identificar a percepção de qualidade dos usuários sobre itens que são avaliados tecnicamente de forma comparativa em diferentes estratificações, tais como: tipologia, região de implantação dos empreendimentos e faixas do programa habitacional. A Figura 101 apresenta os vários estratos e as subdivisões possíveis.

Figura 101 - Estratificações propostas para o método

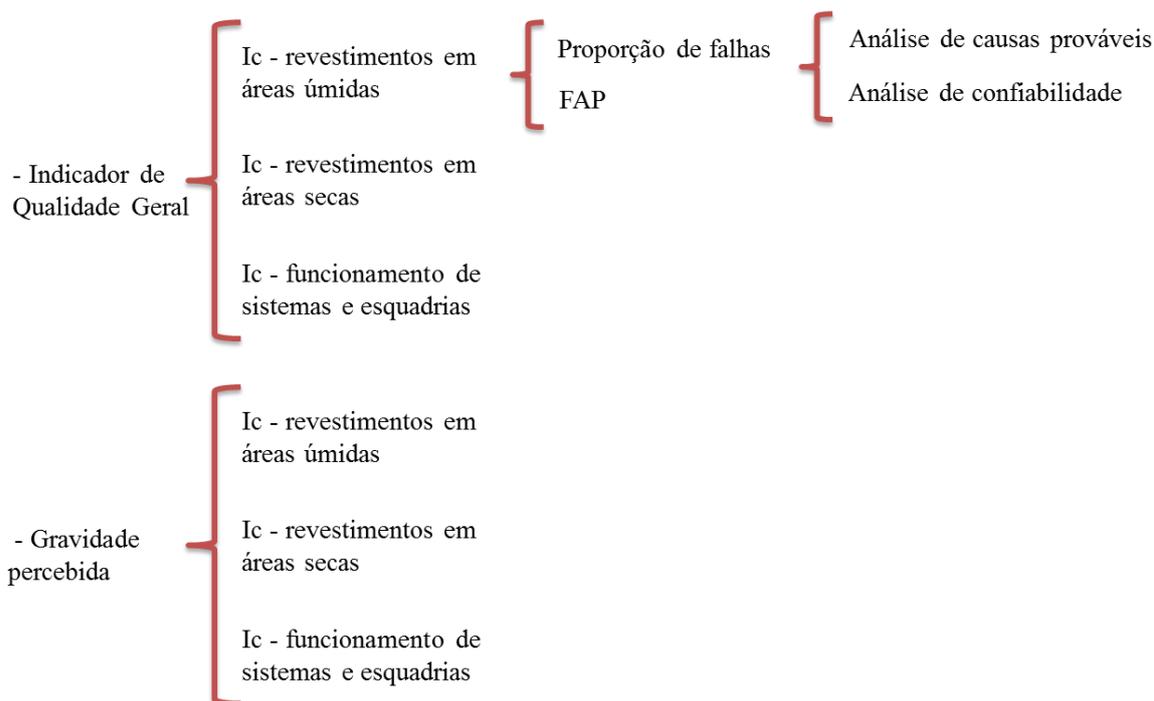


Outras estratificações que embora não tenham sido discutidas neste trabalho poderiam ser obtidas, tais como: por empreendimentos, por construtoras e pelo porte dos empreendimentos. Também poderiam ser incorporadas, desde que fossem coletados alguns dados adicionais, o custo do empreendimento, distância a polos de emprego e educação.

6.6.1.2. Obtenção de uma visão sistêmica dos resultados

O indicador de qualidade geral pode ser desdobrado e analisado, a partir dos indicadores por constructo latente, como forma de identificar os pontos falhos, bem como alguns casos de sucesso vinculados aos agrupamentos de análise. Da mesma forma, os componentes de cada um dos indicadores por constructo latente podem auxiliar no entendimento das falhas na visão técnica pela medida de proporção de falhas identificadas e na percepção dos usuários para cada uma delas a partir das FAP. Com as informações detalhadas por falha e com o propósito de entender as origens das falhas, o diagrama de afinidades auxilia na análise inicial de causas prováveis que permitem direcionar esforços de melhoria nas etapas de desenvolvimento do produto, baseados na retroalimentação de informações vindas da etapa de uso das edificações. Em outra linha, as falhas podem ser avaliadas a partir da análise de confiabilidade em que se verifica a probabilidade da falha ocorrer em diferentes períodos de tempo. A Figura 102 apresenta a estrutura dos resultados que o método pode fornecer, contendo os diferentes níveis de informações disponibilizadas.

Figura 102 - Estrutura de resultados obtidos com o método



- Nota da qualidade

Outros dois índices que fazem parte do método e que tratam da percepção dos usuários são a gravidade percebida e a nota média da qualidade atribuída pelos mesmos. Estes dois índices podem ser utilizados em análises combinadas com o indicador de qualidade geral, sendo que a gravidade percebida possui estrutura de estratificação alinhada aos constructos latentes.

Em linhas gerais, o método foi estruturado para fornecer informações relativas a diferentes dimensões da qualidade: confiabilidade, desempenho e qualidade percebida. O método contém informações baseadas exclusivamente na análise técnica, a partir da curva de confiabilidade do produto e das proporções de falhas observadas e, sobre as quais, se pode avaliar a qualidade do produto com base na dimensão da confiabilidade e identificar oportunidades de melhorias nas especificações das habitações, com o auxílio de dados com validade estatística. O método também fornece informações obtidas exclusivamente da percepção do usuário sobre a qualidade da habitação: (a) de forma mais ampla a partir da nota da qualidade atribuída; e (b) de forma mais específica a gravidade percebida que informa aquilo que o usuário percebe como importante e que, na sua visão, uma habitação não deve conter. Por fim, há a combinação das duas visões, a partir da fração atribuível populacional, com a qual se obtém a percepção do usuário sobre cada falha que foi observada pelo técnico, além da ponderação dos indicadores com base no desempenho que é percebido pelo usuário.

Ou seja, a dimensão da qualidade percebida pelo usuário apresenta três componentes: uma ampla e abstrata, uma específica para agrupamentos de falhas não toleradas e outra específica para falhas existentes.

Sobre os resultados obtidos para os indicadores por constructo latente, o pior resultado foi para “falhas de revestimentos em áreas úmidas”, por apresentar o maior índice de falhas de 0,423, tomado da amostra geral (Tabela 70, pg. 228), e mesmo não possuindo a maior percepção negativa da qualidade por parte dos usuários ($\Sigma FAP=0,743$, pg. 227), apresentou maior proporção de ocorrências de falhas relacionadas ao constructo. Assim, no conjunto de visões – técnica e usuário, este constructo representa o maior impacto na percepção de qualidade da habitação. No caso das falhas em “funcionamento de sistemas e esquadrias” o índice foi de 0,238 para a amostra geral, mesmo apresentando a maior percepção negativa da qualidade por parte dos usuários ($\Sigma FAP=1,486$, pg. 231) a baixa ocorrência da falha reduziu o índice final. O índice para “falhas em revestimentos em áreas secas” apresenta o menor impacto na percepção de qualidade da habitação, com 0,173, devido à baixa percepção negativa e a baixa ocorrência de falhas relacionadas ($\Sigma FAP=0,208$, pg. 231) concomitantes.

No estrato da tipologia de casas verificam-se os índices elevados em todos os constructos. No indicador por constructo “falhas de revestimentos em áreas secas” apresentou o valor de 0,285 (menor é melhor) em comparação com os demais constructos. Contudo, na formulação do Indicador de Qualidade Geral esta componente foi majorada, elevando seu impacto devido à gravidade percebida ter apresentado um valor elevado de 2,53. Ainda, na análise do constructo “falhas em revestimentos em áreas secas” entre estratos verifica-se índices mais elevados para empreendimentos vinculados ao estrato AUSul e Faixa II. Em sentido inverso o Ic de “revestimentos em áreas úmidas” se apresentou maior que os demais, mas a gravidade percebida vinculada a este gerou um impacto reduzido sobre o indicador e, conseqüentemente, sobre o Indicador de Qualidade Geral. Nesta linha, verifica-se o impacto da gravidade percebida sobre cada indicador por constructo latente e sobre o resultado do indicador de qualidade geral.

No caso de falhas consideradas tecnicamente de mesma importância e impacto, as informações sobre a proporção de ocorrência e a Fração Atribuível Populacional sobre cada uma podem direcionar esforços de melhoria para as falhas de maior impacto ao usuário, reduzindo a percepção negativa da qualidade dos mesmos.

Para as falhas consideradas de maior impacto no desempenho das edificações, a análise de confiabilidade auxilia no estabelecimento de prioridades quando se trata da manutenção de edificações existentes. Contudo, assim como o Indicador de Qualidade Geral, o uso sistemático permite estabelecer um padrão de respostas, sobre o qual podem ser tomadas decisões em níveis estratégicos para evitar falhas de elevado impacto no desempenho de edificações futuras. Nesta linha, as informações relacionadas à confiabilidade, juntamente à análise de causas prováveis de cada falha, podem auxiliar na mitigação de possíveis falhas ainda na etapa de projeto. Também, o uso sistemático possibilita estabelecer uma base de informações relevantes para os agentes que necessitam comprovar o atendimento do desempenho das edificações dentro do período de vida útil das mesmas.

Em que pese os benefícios apontados acima, algumas oportunidades de melhoria foram identificadas no seminário realizado com representantes da Caixa Econômica Federal e, também, na entrevista e no monitoramento da coleta de dados realizados:

- a) A possibilidade de adequação dos indicadores frente ao observado nas atividades de acompanhamento de obras e pós-obras: alguns participantes do seminário questionaram indicadores apresentados para algumas empresas. Na ocasião os indicadores propostos haviam sido formatados com constructos organizados por subsistemas da edificação, alinhados com a proposta inicial do modelo de medição. Tais observações indicaram a necessidade de introduzir melhorias, tal como a incorporação da análise de confiabilidade do produto, como forma de apresentar resultados oriundos exclusivamente da visão técnica, buscando a comparação com a visão do usuário. Também, devido aos questionamentos gerados, as atividades de pesquisa foram direcionadas para avaliar a fidedignidade dos constructos latentes do método, com o emprego da análise fatorial exploratória apresentada em tópicos anteriores.
- b) Nas discussões sobre a adequação do uso das informações nas atividades de análise e acompanhamento de obras, os participantes entenderam que as informações podem ser úteis no desenvolvimento das atividades diárias. Na análise da coordenadora da área de normas e padrões da matriz, entretanto, as informações podem ser úteis na formulação de diretrizes unificadas para as análises da engenharia e do trabalho social, e não pelo uso direto dos resultados obtidos. Ou seja, na opinião da mesma, o método pode gerar dados úteis para as tomadas de decisão em níveis hierárquicos mais

elevados. Com base na análise de uma grande quantidade de empreendimentos, em distintas regiões, podem ser geradas regras de análise que favoreçam as empresas construtoras que possuam empreendimentos com melhor desempenho pós-obra e, ainda, estabelecer diretrizes para a aceitação ou rejeição de soluções construtivas que são propostas com base no desempenho das habitações em uso.

- c) Os participantes do seminário também abordaram a necessidade de avaliações que conciliem as questões técnicas do interior da habitação com as questões técnicas relacionadas às áreas condominiais. Para os mesmos, as áreas condominiais representam uma grande demanda de solicitações de reparos, sobre os quais a ausência de manutenção e as dificuldades de gerenciar o bem, que é comum a todos os moradores, geram o aspecto de baixa qualidade ao empreendimento como um todo. Na mesma linha, para a coordenadora de normas e padrões, alguns ajustes seriam necessários como forma de aumentar a utilidade dos dados, buscando incorporar as informações sobre áreas condominiais, áreas de entorno e serviços públicos disponíveis. Esta ampliação forneceria uma visão mais completa da qualidade do empreendimento, tanto na análise técnica, quanto na percepção do usuário. O principal benefício observado pelo emprego destas informações é a consideração da visão do usuário e o rastreamento da qualidade das habitações ao longo do tempo como suporte à tomada de decisão.
- d) Outro ponto positivo refere-se à interação com o morador a partir da entrevista inicial, a qual é percebida por este como uma oportunidade de apresentar ao técnico todas as suas preocupações sobre a qualidade da edificação. Por outro lado, para a empresa, é uma oportunidade para entender as percepções dos usuários. Segundo a coordenadora, um pedido de solução frustrado pode gerar insatisfação no cliente a ponto deste recorrer a uma ação judicial. Neste sentido, as informações ajustadas ao nível de observação que os usuários têm sobre a habitação podem ser úteis para a empresa em ações proativas, o que pode evitar desgastes com os clientes e reduzir os custos relacionados à ocorrência de possíveis ações judiciais.

6.6.2. Aplicabilidade

6.6.2.1. Esforço envolvido no desenvolvimento, coleta, processamento e análise dos dados

Como o método prevê as atividades de desenvolvimento da estrutura sistemática, tais como: as atividades de formulação de modelos, bases de dados, instrumentos de coleta de dados, escalas, validações por especialistas e os tempos, as observações acerca destas atividades são apresentadas neste tópico.

Para o desenvolvimento da base de dados, que originou o diagrama de afinidades, foram necessários quatro meses de trabalho entre a configuração básica do diagrama contendo diferentes sistemas construtivos e a configuração final do diagrama específico de alvenaria estrutural. O referido tempo foi dividido em diferentes atividades, tais como: a contribuição dos profissionais voluntários para a formulação do diagrama, as pesquisas na bibliografia e a inserção de dados de reclamações dos usuários na mesma base. A principal dificuldade foi a unificação dos termos empregados pelos diferentes participantes para as partes da edificação. Desta forma um glossário desenvolvido durante o estudo exploratório foi disponibilizado aos participantes, bem como textos referentes aos constructos de desempenho como forma de auxiliar na tarefa dos mesmos.

Para o desenvolvimento do *layout* do instrumento de coleta de dados foram consumidos três meses de trabalho, desde a primeira proposta de instrumento de coleta de dados até a versão final, totalizando 12 atualizações. As atividades visaram a reduzir o tempo de coleta dos dados, mas sem perder informações. Este *trade off* foi o principal desafio desta atividade. Um ponto positivo nesta atividade foi o desenvolvimento do modelo conceitual de medição que auxiliou na construção e vinculação entre os instrumentos de coleta de dados técnicos e dos usuários, bem como na avaliação da fidedignidade do método.

A coleta dos dados ocorreu em 18 empreendimentos, nas duas regiões de estudo, totalizando 270 unidades habitacionais visitadas, o que representou um total de 23 dias de coleta de dados. Mesmo com o escopo da pesquisa limitado à avaliação da qualidade construtiva apenas das unidades habitacionais, os pesquisadores identificaram o interesse dos usuários participantes em apresentar os pontos positivos e negativos dos empreendimentos com este

enfoque mais amplo, a partir de itens relacionados aos espaços comuns e de entorno dos empreendimentos.

Ainda na avaliação da atividade de coleta de dados, foi efetuado um monitoramento da aplicação do método em campo com a coordenadora de normas e padrões da CEF. Para a coordenadora o tempo de coleta de dados apresentou-se adequado, se comparado com uma inspeção ou vistoria efetuada pela empresa.

Dentre as dificuldades relacionadas à coleta de dados, destacam-se: (a) dificuldades de acesso, em especial nos condomínios caracterizados como faixa II e III; (b) dificuldades no contato de construtoras para solicitar colaboração com o acesso aos condomínios, ao considerar que os mesmos possuem autorização de acesso aos empreendimentos, devido ao período de garantia de cinco anos, bem como interesse nas informações obtidas com o método; e (c) problemas relacionados à segurança da equipe de pesquisa em empreendimentos em que os moradores convivem com a presença ostensiva de pessoas envolvidas com o tráfico de drogas, no entorno dos empreendimentos.

Também houve dificuldades relacionadas ao fato de que a coleta de dados ocorreu em imóveis em uso. Desta forma, uma parcela das instalações e estrutura da UH estão encobertas por móveis, tapetes, laminados e decorações que impedem a observação total de paredes, pisos e instalações prediais aparentes. Algumas vezes os moradores não autorizaram o acesso a determinados cômodos da edificação por questões de privacidade. Desta forma, os pesquisadores se limitaram a acessar uma parcela da edificação o que impossibilitou observar outras possíveis manifestações patológicas nas unidades habitacionais.

Sobre a atividade de processamento de dados houve dificuldades de estabelecer um tempo total necessário, tendo em vista as atualizações realizadas na base de dados e o incremento de técnicas estatísticas que foram identificadas como necessárias ao longo do estudo.

A Fração Atribuível Populacional foi inicialmente obtida com relativa facilidade na formulação e obtenção dos resultados. Entretanto, para a obtenção desta medida nas diferentes estratificações propostas, a base de dados tornou-se carregada e lenta a cada atualização. Assim, para o emprego desta base de dados de forma sistemática haveria a necessidade de um *software* mais robusto, com capacidade de processamento e armazenamento adequados para a quantidade de dados e de cálculos necessários. Contudo, após a formulação e o

estabelecimento dos estratos de interesse, a atividade de abastecimento dos dados na base pode ser considerada de fácil execução.

A análise fatorial exploratória, no entanto, necessita de um pesquisador habilitado para a formulação e extração dos fatores. Nesta atividade, embora existam soluções estabelecidas em *softwares* estatísticos comerciais e livres, são necessárias definições e análises dos dados que dependem da experiência do pesquisador sobre o campo de estudos de que tratam os dados. Assim, o pesquisador deve ter conhecimentos na área de engenharia civil e domínio de técnicas estatísticas. Em cada fase da análise fatorial, as análises estatísticas são intercaladas com a interpretação dos resultados, a partir da qual são definidos os passos seguintes. Assim, a necessidade de profissionais especializados em análise fatorial pode ser um limitador para o emprego do método.

A análise de confiabilidade apresentou facilidade de processamento e de análise com o emprego de estatísticas comumente empregadas na área de controle da qualidade de diferentes indústrias. Entretanto, alguns dados históricos são necessários para que seus resultados apresentem maior fidedignidade, tais como as datas de entrega dos empreendimentos, periodicidades de manutenções e dados de acompanhamento em períodos de tempo preestabelecidos.

A gravidade percebida neste trabalho foi coletada ao permitir que o usuário respondesse o tipo de falha que considerava grave e localizando-a no subsistema de ocorrência. Contudo, com a aplicação da análise fatorial, os constructos de análise foram refinados e, desta forma, os dados que geraram a gravidade percebida necessitaram ser novamente categorizados. Nesta atividade verificou-se a adequada flexibilidade da forma com que os dados foram coletados. Como a gravidade percebida é empregada sobre os indicadores de constructos latentes, gerados pela análise fatorial, os dados de origem podem necessitar de ajustes a partir de diferentes categorizações. Entretanto, identificou-se que para dados serem categorizados de diferentes formas, devido a diferentes possibilidades de formação de constructos latentes, a descrição da falha deve conter três componentes: a falha propriamente dita, o subsistema e o ambiente em que esta ocorre.

6.6.2.2. Facilidade de compreensão dos resultados apresentados

As análises dos dados possibilitam investigar uma diversidade de falhas das habitações. Há itens relacionados apenas à visão técnica, outros relacionados à visão dos usuários e indicadores que combinam as visões. Há a possibilidade de estratificar, bem como identificar as múltiplas causas de uma falha a partir da análise do diagrama de afinidades. Com base na apresentação dos resultados parciais no seminário na CEF aos potenciais usuários do método, bem como na reunião seguida de entrevista semiestruturada com a coordenadora de normas e padrões da CEF, a percepção dos potenciais usuários é de que as informações podem ser úteis nas tomadas de decisão, tanto da área técnica, quanto da área comercial da empresa. Para os mesmos, as análises mais descritivas ou de maior detalhamento são úteis para decisões vinculadas às atividades gerenciais locais ou regionais, possibilitando efetuar ações para a solução de problemas específicos.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões deste trabalho, bem como as sugestões para o desenvolvimento de pesquisas futuras sobre qualidade.

7.1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

O problema de pesquisa apresentado nesta tese abordou a necessidade de informações melhor estruturadas sobre a qualidade construtiva das edificações como forma de aperfeiçoar o conhecimento do setor sobre o produto habitação, entregue e em uso pela população. Também, apontou as dificuldades das empresas em gerenciar o conhecimento obtido ao longo do tempo no setor. Esta dificuldade pode comprometer a obtenção de informações consistentes e em tempo hábil, quando se necessita efetuar uma tomada de decisão, tendo em vista que as informações sobre qualidade construtiva necessitam de coletas sistemáticas e com estrutura preestabelecida para terem utilidade em análises temporais.

Com base na identificação deste problema, o objetivo principal deste trabalho foi formulado e consistiu em desenvolver um método de avaliação sistemática da qualidade construtiva de empreendimentos habitacionais, baseado na percepção dos usuários das habitações e na análise técnica.

A partir de uma revisão bibliográfica inicial sobre conceitos de qualidade na indústria tradicional ao longo do tempo e, também, específica da construção civil, buscou-se entender o caráter multidimensional da qualidade e identificar as dimensões mais relevantes para a avaliação da qualidade construtiva de empreendimentos habitacionais de interesse social.

O trabalho de pesquisa foi organizado em três etapas principais: (a) entender o problema; (b) desenvolver e aplicar a solução; e (c) avaliar a solução. A partir das questões de pesquisa e

dos objetivos deste trabalho, optou-se pela utilização da *Constructive Research*, uma abordagem de pesquisa que visa a propor, implementar e avaliar soluções inovadoras que busquem resolver classes de problemas reais, ao mesmo tempo que permitem a obtenção de contribuições teóricas. Ao longo da pesquisa, houve diversos ciclos de aprendizado, nos quais o método foi sendo refinado, principalmente pela incorporação de técnicas estatísticas não previstas no início das atividades. Tais técnicas possibilitaram avaliar a adequação do método proposto, bem como a confiabilidade das escalas de respostas dos dados e estruturas de análise propostas. Devido ao emprego destas técnicas estatísticas, evidenciou-se que para uma mesma avaliação de qualidade alguns dados podem requerer recortes de pesquisa diferenciados: (a) longitudinal - para a análise da confiabilidade das construções; (b) transversal - para a avaliação da qualidade dos empreendimentos no seu estado atual; e (c) caso controle - para análises de problemas de elevada importância e baixa ocorrência. Com base nesta constatação, uma parcela das variáveis necessitou de tratamentos estatísticos diferenciados como, por exemplo, análise de dados raros a partir de regressão logística, para os quais não houve tempo hábil de desenvolver neste trabalho.

A principal contribuição do trabalho refere-se aos diferentes elementos do método de avaliação da qualidade construtiva proposto, combinando a análise técnica e a percepção dos usuários, o que permite diferentes formas de avaliação: confiabilidade, percepção de qualidade dos usuários e a análise combinada das duas visões. A contribuição prática refere-se à busca, ao longo da pesquisa, em desenvolver uma solução que possibilitasse ser incorporada a atividades e processos internos de diferentes agentes interessados na avaliação da qualidade - quer construtoras ou agentes de políticas públicas e que necessitam responder sobre a qualidade dos empreendimentos, seja pelo desempenho a partir de requisitos de norma ou pela confiabilidade a partir das funções de cada parte das edificações.

Para lidar com as dificuldades que a complexidade do meio e do produto impõem, algumas decisões de pesquisa conduziram a soluções pouco práticas, como as versões iniciais do instrumento de coleta de dados e dos indicadores, sem a previsão de medidas de contraponto para análises comparativas. Assim, buscou-se reduzir o esforço de coleta de dados e a complexidade de algumas análises adotadas, para que o método tivesse potencial para ser aplicado no contexto real. Para esta atividade conceitos e técnicas estatísticas foram aplicados, como a análise fatorial exploratória, identificando os constructos latentes do instrumento de coleta, sobre os quais há a possibilidade de formulação de um instrumento de coleta de dados reduzido. Também, a análise comparativa entre a frequência de ocorrência e a fração

atribuível populacional, a gravidade percebida, bem como a análise da confiabilidade do produto, foram incorporadas ao conjunto de medidas.

Dentre os objetivos específicos, o primeiro refere-se à proposição de uma análise sistemática da qualidade construtiva a partir da combinação das dimensões confiabilidade, desempenho e qualidade percebida. Nesta atividade, a revisão bibliográfica direcionou para a necessidade de definir a qualidade do bem que está sendo medido, como forma de utilizar as dimensões de avaliação mais adequadas ao produto, neste caso a moradia. Também a revisão bibliográfica indicou escassez de trabalhos sobre a qualidade construtiva que discutam a necessidade de uma estrutura pré-estabelecida para a captação das informações, as características dos dados obtidos e proponham estudos sistemáticos, ou de análise específicas item a item. Desta forma, um diagrama de afinidades foi proposto, buscando a vinculação entre: as partes de uma edificação, origens das falhas, as falhas e possíveis comprometimentos no desempenho da edificação que determinada falha pode gerar. Este diagrama, por fim, pode auxiliar na identificação de múltiplas causas de uma falha.

Em relação às dimensões da qualidade estudadas, a confiabilidade e o desempenho recebem atenção especial, tendo em vista que há certa sobreposição entre as mesmas, uma vez que a confiabilidade da construção proposta pode ser considerada a quantificação do desempenho desta ao longo do tempo. Nesta linha, a percepção da qualidade na visão do usuário avalia a qualidade da moradia no instante (t) em que a avaliação ocorreu ou quando este efetua uma reclamação. Com base na visão do usuário no instante (t) e o histórico de confiabilidade do desempenho da habitação ao longo do tempo, podem ser efetuadas ações direcionadas de melhoria, bem como ajustes no desenvolvimento de novos produtos com base nas informações do método.

A abordagem empregada neste estudo para a dimensão da qualidade percebida considerou a visão de Stone-Romero, Stone e Grewal (1997) para entender a percepção do consumidor sobre um produto, ao buscar identificar como este avalia, sem a preocupação de identificar se o produto de fato tem ou não uma determinada falha. Nesta tese, a combinação da dimensão da confiabilidade e da qualidade percebida possibilitou avaliar a percepção do usuário sobre itens avaliados tecnicamente no mesmo instante de tempo. Esta combinação fornece um indicador, baseado em falhas que de fato ocorrem, contemplando a percepção do usuário.

O segundo objetivo específico foi estabelecer uma sistemática para coleta, organização, apresentação e análise dos dados oriundos da aplicação do método proposto. Nesta atividade o entendimento da estrutura de controle e regimento do programa Minha Casa Minha Vida foram fundamentais para a proposição de uma solução adaptável a diferentes formas de uso e escalas de agregação das informações. Além disso, as discussões e apresentações efetuadas aos técnicos da CEF foram fundamentais para o ajuste da sistemática como forma de melhorar sua aplicabilidade e utilidade, bem como identificar a necessidade de adequações futuras, que ficaram fora do escopo do presente trabalho.

O último objetivo específico consistiu em avaliar os principais benefícios e dificuldades para a aplicação do método proposto. Dentre os benefícios, destaca-se a consideração da percepção dos usuários. O simples fato de serem entrevistados sobre a qualidade de suas habitações faz com que os mesmos sintam-se importantes e ouvidos. Verifica-se o empenho dos usuários em demonstrar o lado positivo e negativo de suas habitações e do empreendimento como um todo. Outro benefício refere-se à estruturação da informação, como forma de garantir a comparação de informações ao longo do tempo e gerar uma base de dados robusta sobre a qualidade construtiva.

Por fim, um método como o proposto neste trabalho envolve a participação ativa de uma quantidade expressiva de profissionais nos diferentes estágios da pesquisa e de diferentes áreas de conhecimento, bem como necessita de um longo período de maturação antes da sua implementação. Desta forma, a disponibilidade de tempo e de equipe técnica tornam difícil o desenvolvimento de métodos como este por parte de empresas construtoras, devido ao grande investimento de entrada para a formulação de um método como o proposto. Nesta linha, podem-se buscar alternativas colaborativas entre empresas, ou mesmo setoriais, para a implantação do método proposto que possibilite o uso das informações de forma compartilhada.

As recomendações da ABNT NBR15575/2013 sobre o emprego de ensaios, testes e análises não sugere o emprego de inspeções técnicas nas unidades habitacionais concluídas, como discutidos pela bibliografia, o que pode ser entendido como uma limitação do método proposto. Pode-se apontar, contudo, que esta limitação é compensada, em parte, pela possibilidade de avaliar muitas unidades a baixo custo e de forma rápida. Neste sentido, o desenvolvimento de uma sistemática de coleta de dados sobre a qualidade construtiva das habitações, mesmo não podendo responder pelo seu desempenho de forma completa, pode

evidenciar casos de excelência e casos de inadequação e, assim, direcionar os esforços e testes para a avaliação do desempenho como preconiza a referida norma.

7.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos estudos desenvolvidos, os seguintes trabalhos futuros são sugeridos:

- a) Avaliar e refinar o método proposto empregado em outras tipologias, sistemas construtivos e contextos.
- b) Avaliar e refinar o método proposto agregando itens relacionados à qualidade construtiva de áreas externas e condominiais dos empreendimentos.
- c) Analisar os dados de manifestações patológicas com baixa incidência de ocorrência, mas de elevada importância na mitigação de riscos estruturais a partir de técnicas estatísticas específicas, tais como regressão logística para eventos raros.
- d) Avaliar o conjunto de empreendimentos com o método proposto de forma longitudinal, com o intuito de avaliar o comportamento dos dados ao longo do tempo e o próprio método neste recorte de estudo.
- e) Avaliar a confiabilidade dos empreendimentos como um sistema complexo a partir de técnicas apropriadas, como diagramas de blocos de confiabilidade ou simulações Monte-Carlo.
- f) Desenvolver e ajustar, a partir de análise fatorial confirmatória, uma equação estrutural para a análise da qualidade construtiva das habitações.
- g) Avaliar a estrutura para o atendimento dos reparos nas unidades habitacionais durante o pós-obra e as oportunidades de negócios para empresas construtoras que podem ser associadas a esta atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-RAHMAN, H.; WANG, C. Preliminary approach to improve knowledge management in engineering management. **Scientific Research and Essays**, v. 5, n. 15, p. 1950–1964, 2010.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575 - **Edificações Habitacionais - Desempenho**, 2013.
- ABOWITZ, D. A.; TOOLE, T. M. Mixed Method Research: Fundamental Issues of Design, Validity, and Reliability in Construction Research. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 1, p. 108, 2010.
- ADI IRFAN, C.-A. et al. Building Condition Assessment for New Houses : A Case Study in Terrace. *Jurnal teknologi*, v. 1, p. 43–50, 2014.
- AGARWAL, S.; TEAS, R. K. Cross-national applicability of a perceived quality model. **Journal of Product & Brand Management**, v. 11, n. 4, p. 213–236, 2002.
- AHIRE, S. L.; GOLHAR, D. Y.; WALLER, M. A. Development and validation of TQM implementation constructs. **Decision Sciences**, v. 27, p. 23–56, 1996.
- ALEXANDRE, I. F. **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS-Brasil, 2008.
- ALI, M.; KAMETE, A. Y. Revisiting the urban housing crisis in Zimbabwe: Some forgotten dimensions? **Habitat International**, v. 30, n. 4, p. 981–995, 2006.
- ANDI; MINATO, T. Representing causal mechanism of defective designs: exploration through case studies. **Construction Management and Economics**, v. 22, n. 2, p. 183–192, 2004.
- ARDITI, D.; GUNAYDIN, H. M. Total quality management in the construction process. **International Journal of Project Management**, v. 15, n. 4, p. 235–243, 1997.
- ATWATER, J. B.; PITTMAN, P. H. Facilitating Systemic Thinking in Business Classes. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v. 4, n. 2, p. 273–292, jul. 2006.
- BACCARINI, D. The concept of project complexity - a review. **International Journal of Project Management**, v. 14, n. 4, p. 201–204, 1996.
- BARRETT, P. Systems and relationships for construction quality quality. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 4, p. 377–392, 2000.
- BERR, L. R. et al. Indicador de falhas de qualidade baseado na percepção dos usuários de Habitação de Interesse Social. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 4, p. 19–35, 2015.
- BERR, L. R.; FORMOSO, C. T. Método para avaliação da qualidade de processos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 2, p. 77–96, jun. 2012.
- BLACHÈRE, G. **Savoir bâtir : habitabilité, durabilité, économie des bâtiments**. Paris, 1969.
Disponível em: <<http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.b4321525>>

BONATTO, F. S. et al. **O uso da percepção do usuário na avaliação da qualidade da habitação de interesse social: método de coleta, processamento e análise.** ELAGEC III - Encuentro Latino Americano de Gestión y Economía de la Construcción. **Anais...**Chile: Universidad de los Andes, 2009

BONATTO, F. S.; MIRON, L. I. G.; FORMOSO, C. T. Avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social com base na hierarquia de valor percebido pelo usuário. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 1, p. 67–83, 2011.

BORGES, C. A. DE M.; SABBATINI, F. H. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** São Paulo:2008. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/cursos/pos/areas/area_tecnologia/aut5828/bt515_desempenho_edificios_borges_sabbatani.pdf>.

BORTOLOTTI, S. L. V.; ANDRADE, D. F. DE. Aplicação de um modelo de desdobramento graduado generalizado - GGUM da teoria de resposta ao item. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 18, n. 37, p. 157–188, 2007.

BRASIL, 2004. **Política Nacional de Habitação. Cadernos do Ministério das cidades Habitação 4:** <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/secretaria-de-habitacao/politica-nacional-dehabitacao/4PoliticaNacionalHabitacao.pdf>>. Acessado em 20/01/2009.

BRASIL, 2005. **Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SIAC: regimento geral.** Ministério das cidades:<http://www2.cidades.gov.br/pbqph/projetos_siac.php>. Acessado em 20/01/2009.

BRASIL, 2006a. **PBQP-H. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat.** Ministério das cidades: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/>>

BRASIL, 2013. **Ministério das Cidades. PORTARIA Nº 168, DE 12 DE ABRIL DE 2013.** <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=15/04/2013&jornal=1&pagina=101&otalArquivos=148>. Acessado em 09/01/2016.

BRASIL, 2014. Ministério das Cidades. **Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida.** - Ed. Fernando Garcia de Freitas e Érica Negreiros de Camargo – Brasília, DF: MCIDADES; SNH; SAE-PR; IPEA, 2014. Brasília, DF.

BRITO, J. N. DE S.; FORMOSO, C. T.; ECHEVESTE, M. E. Análise de dados de reclamações em empreendimentos habitacionais de interesse social: estudo no Programa de Arrendamento Residencial. **Ambiente Construído**, v. 11, p. 151–166, 2011.

BROWN, T. A. *Confirmatory factor analysis for applied research.* New York: The Guilford Press, 2006.

BURATI, J. L.; FARRINGTON, J. J.; LEDBETTER, W. B. Causes of Quality Deviations in Design and Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 118, n. 1, p. 34, 1992.

BURATI JR., J. L.; MATTHEWS, M. F.; KALIDINDI, S. N. Quality management in construction industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 117, n. 2, p. 341–359, 1991.

CAMEY, S. A.; AGRANONIK, M.; RADAELLI, J.; HIRAKATA, V.N.. Fração atribuível populacional. **Revista HCPA**, v. 30, n. 1, p. 77–85, 2010.

CBIC, C. B. DA I. DA C. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** Fortaleza-CE - Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>

- CEF, 2014a. Caixa Econômica Federal - **Programa de Olho na qualidade CAIXA**. <http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=523>. Acessado em 09/02/2016.
- CEF, 2014b. Caixa Econômica Federal - **Programa de Olho na qualidade CAIXA**. <http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=513> Acessado em 09/02/2016. (categorização dos atendimentos)
- CEF, 2014c. Caixa Econômica Federal - **Programa de Olho na qualidade CAIXA**. http://www1.caixa.gov.br/imprensa/noticias/asp/popup_box.asp?codigo=7012800. Acessado em 09/02/2016.
- CEF, 2016. Caixa Econômica Federal - **Programa de Olho na qualidade CAIXA**. <http://mcmv.caixa.gov.br/>. Acessado em 09/02/2016.
- CHEN, L.; MOHAMED, S. Impact of the internal business environment on knowledge management within construction organisations. **Construction Innovation: Information, Process, Management**, v. 8, n. 1, p. 61–81, 2008.
- CHEW, M. Y. L. Defect analysis in wet areas of buildings. **Construction and Building Materials**, v. 19, n. 3, p. 165–173, abr. 2005.
- CHONG, W.-K.; LOW, S.-P. Latent Building Defects: Causes and Design Strategies to Prevent Them. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 20, n. 3, p. 213–221, 2006.
- CONTI, T. Quality thinking and systems thinking. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 3, p. 297–308, 2006.
- CONTI, T. How should quality-related concepts evolve to face the challenges of world globalization? **The TQM Journal**, v. 25, n. 6, p. 641–658, 2013.
- CORTINA, J. M. What is coefficient *Alpha*? An examination of theory and applications. **Journal of Applied Psychology**, v. 78, n. 1, p. 98–104, 1993.
- CRAIG, N.; SOMMERVILLE, J.; AUCHTERLOUNIE, T.. **Customer Satisfaction and Snagging in the Uk Private House Building Sector**. 26th Annual ARCOM Conference - Association of Researchers in Construction Management. **Anais...Leeds**: 2010. Disponível em: <http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2010-1199-1208_Craig_Sommerville_and_Auchterlounie.pdf>
- CRONBACH, L. J. Coefficient *Alpha* and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297–334, 1951.
- Da COSTA, J. M. **Métodos de Avaliação da Qualidade de Projectos de Edifícios de Habitação**. Tese (doutorado) – Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia. Porto, Portugal, 1995.
- DAMÁSIO, B. F. Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. **Avaliação Psicológica**, v. 11, n. 2, p. 213–228, 2012.
- DAS, A.; PAUL, H.; SWIERCZEK, F. W. Developing and validating total quality management (TQM) constructs in the context of Thailand's manufacturing industry. **Benchmarking: An International Journal**, v. 15, n. 1, p. 52–72, 2008.
- DILLENBURG, M. R. **Estimativas de confiabilidade de produto a partir das contagens mensais de vendas e falhas ao longo do periodo de garantia**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal

do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS-Brasil, 2005.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a guide to building information modeling**. New Jersey: John Wiley and Sons, 2011.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; Da SILVA, F. L.; CHAN, B. L.. **Análise de dados: modelagem multivariada para a tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2009.

FERGUSON, R. J. et al. Assessing service management effectiveness in a health resort: implications of technical and functional quality. **Managing Service Quality**, v. 9, n. 1, p. 58–65, 1999.

FERNANDES, C. A. B. DE A. **Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação de Monte Carlo**. p. 1–6, 2005.

FIESS, J. R. et al. **Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais X ENTAC...**São Paulo: 2004.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; Da SILVA JÚNIOR, J. A.. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, v. 16, n. 1, p. 160–185, 2010.

FLYNN, B.; SCHROEDERB, R. G.; SAKAKIBARA, S. A framework for quality management research and an associated measurement instrument. **Management**, v. 11, p. 339–366, 1994.

FOLIENSTE, G. C.; LEICESTER, R. H.; PHAM, L. Development of the CIB Proactive Program on Performance Based Building Codes and Standards. **Building**, 1998.

FONG, P. S. W.; CHOI, S. K. Y. The processes of knowledge management in professional services firms in the construction industry: a critical assessment of both theory and practice. **Journal of Knowledge Management**, v. 13, n. 2, p. 110–126, 2009.

FORCADA, N. et al. Influence of Building Type on Post-Handover Defects in Housing. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 26, n. 4, p. 433–440, 2012.

FORCADA, N. et al. Knowledge management perceptions in construction and design companies. **Automation in Construction**, v. 29, p. 83–91, 2013.

FORCADA, N.; MACARULLA, M.; LOVE, P. E. D. Assessment of Residential Defects at Post-Handover. **Journal of construction engineering and management**, n. April, p. 1–12, 2013.

GARVIN, D. A. Competing on the eight dimensions of quality. **Harvard Business Review**, v. November-D, 1987.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: QualityMark, 2002.

GEORGIU, J. Verification of a building defect classification system for housing. **Structural Survey**, v. 28, n. 5, p. 370–383, 2010.

GHARAJEDAGHI, J. Systems Methodology: A Holistic Language of Interaction And Design Seeing Through Chaos and Understanding Complexities. p. 1–15, 2004. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.90.7917>.

GRÖNROOS, C. The Perceived Service Quality Concept – A Mistake? **Managing Service Quality**, v. 11, n. 3, p. 150–152, 2001.

GUL, S.; KHAN, S. Revisiting Project Complexity: Towards a Comprehensive Model of Project Complexity. **International Proceedings of Economics** .v. 15, 2011.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C.. **Análise multivariada de dados**. A. S. Sant'Anna & A. C. Neto (Trad.). Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAN, S. H. et al. Six Sigma-Based Approach to Improve Performance in Construction Operations. **Journal of Management in Engineering**, v. 24, n. January, p. 21–31, 2008.

HANLEY, J. A. A heuristic approach to the formulas for population attributable fraction. *Journal of epidemiology and community health*, v. 55, p. 508–514, 2001.

HARDIE, N.; WALSH, P. Towards a Better Understanding of Quality. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 11, n. 4, p. 53–63, jan. 1994.

HOOVER, D. et al. Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. **The Electronic Journal of Business Research Methods**, v. 6, n. 1, p. 53–60, 2008.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics: foundation of manufacturing management**. New York: McGraw Hill, 2000.

INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL, I. **Groundwater Statistics and Monitoring Compliance, Statistical Tools for the Project Life Cycle**. Washington: 2013. Disponível em: <<http://www.itrcweb.org/gsmc-1/>>.

IPEA, 2013. FURTADO, B. A.; LIMA NETO, V. C.; KRAUSE, C.. **Estimativas do déficit habitacional brasileiro (2007-2011) por municípios (2010)**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA Nota técnica 01. Brasília, 2013.

ISMAILA, I. *et al.* Common building defects in new terrace houses. **Jurnal Teknologi**, v. 9, p. 4–6, 2015.

JINGMOND, M.; ÅGREN, R. Unravelling causes of defects in construction. **Construction Innovation**, v. 15, n. 2, p. 198, 2015.

JOSEPHSON, P. E.; HAMMARLUND, Y. Causes and costs of defects in construction a study of seven building projects. **Automation in construction**, v. 8, n. 6, p. 681–687, 1999.

JURAN, J. M. **Juran on planning for quality**. New York: The Free Press, 1988.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Quality planning and analysis: from product development through use**. 3rd ed ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

KANO, N. et al. **Attractive quality and must be quality**. *Magazine Hinshitsu*, v. 14, n. 2, p. Traduzido para o português por Mário Nishimura, 1984.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction Technology**. Stanford University - Center for Integrated Facility Engineering (CIFE Technical Report, n. 72).

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo 2000. Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; et al.. **O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; et al.. **Da pós ocupação à avaliação de projeto: diretrizes de implantação de conjuntos habitacionais de interesse social no Estado de S. Paulo**, Brasil. X ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...**2004

LAI, A. W. Y.; PANG, P. S. M. Measuring Performance for Building Maintenance Providers. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 8, p. 864–876, 2010.

LAUFER, A.; SHENHAR, A. J.; DENKER, G. R. Simultaneous management: the key to excellence in capital projects. **International Journal of Project Management** Vol. 14, No. 4, pp. 189-199, 1996.

LEITE, F. L. **Contribuições para o gerenciamento de requisitos do cliente em empreendimentos do programa de arrendamento residencial**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS-Brasil, 2005.

LIMA, L. P.; PEGORARO, C.; BASSI, M.; ECHEVESTE, M. E.; FORMOSO, C. T.. **A prática do projeto baseado em evidências (evidence based design) como referência para a melhoria do processo de desenvolvimento de empreendimentos habitacionais de baixo custo**. Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. **Anais CBGDP 2009**, São José dos Campos: 2009.

LIMA, L. P.; FORMOSO, C. T.; ECHEVESTE, M. E. S. Proposta de um protocolo para o processamento de requisitos do cliente em empreendimentos habitacionais de interesse social. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 2, p. 21–37, 2011.

LOPEZ, R. et al. Design Error Classification, Causation, and Prevention in Construction Engineering. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 24, n. 4, p. 399–408, 2010.

LORENZI, L. S. **Análise Crítica e Proposições de Avanço nas Metodologias de Ensaios Experimentais de Desempenho à Luz da ABNT NBR 15575 (2013) para Edificações Habitacionais de Interesse Social Térreas**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS-Brasil, 2013.

LOVE, P. E. D. et al. Influence of Organizational and Project Practices on Design Error Costs. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 28, n. 2, 2014.

LUKKA, K. **The Constructive Research Approach**. In: IN OJALA, L. & HILMOLA, O.-P. (EDS. . C. (Ed.). . Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, 2003. p. 83–101.

MACARULLA, M. et al. Standardizing Housing Defects: Classification, Validation, and Benefits. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 8, p. 968–976, 2013.

MAHADEVA, M. Reforms in housing sector in India: impact on housing development and housing amenities. **Habitat International**, v. 30, n. 3, p. 412–433, 2006.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: Uma orientação aplicada**. 3º ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, dez. 1995.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas. **Laboratório de Psicologia**, v. 4, n. 1, p. 65–90, 2006.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**. p. 1–7, 1997. acessado em <http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A-00034200652814325.pdf>.

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2001.

MILLS, A.; LOVE, P. E.; WILLIAMS, P. Defect Costs in Residential Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 1, p. 12–16, jan. 2009.

MIRON, L. I. G. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS-Brasil, 2002.

MITIDIERI, C. V. **Qualidade e desempenho na Construção Civil**. Materiais de Construção Civil e os Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, 2007.

MITIDIERI, C. V.; HELENE, P. R. **Avaliação de Desempenho de Componentes e Elementos Construtivos Inovadores Destinados a Habitação. Proposições Específicas à Avaliação do Desempenho Estrutural**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP- Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo: 1998.

MOCH, T. **Interface esquadria / alvenaria e seu entorno : análise das manifestações patológicas típicas e propostas de soluções**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS-Brasil, 2009.

MOREIRA, D. DE C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura. **Ambiente Construído**, n. 19, p. 31–45, 2009.

PEZESHKI, V.; MOUSAVI, A.; GRANT, S. Importance-performance analysis of service attributes and its impact on decision making in the mobile telecommunication industry. **Measuring Business Excellence**, v. 13, n. 1, p. 82–92, 2009.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do lean thinkin na construção. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 1, p. 7–23, 2003.

PINTO, J. D. S. et al. **Proposta de método de mensuração da complexidade em projetos**. II Simpósio Internacional de Gestão de projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS). **Anais...**São Paulo: 2014

RAI, B.; SINGH, N. Hazard rate estimation from incomplete and unclean warranty data. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 81, n. 1, p. 79–92, 2003.

RAUSAND, M.; KNUT, O. The basic concepts of failure analysis. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 53, p. 73–83, 1996.

REEVES, C. A.; BEDNAR, D. A. DEFINING QUALITY : ALTERNATIVES AND IMPLICATIONS. **The Academy of Managements review**, v. 19, n. 3, p. 419–445, 1994.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS-Brasil, 2007.

- ROMÉRO, M. DE A.; ORNSTEIN, S. W. **II. APO funcional - Das unidades e das áreas condominiais**. In: ANTAC (Ed.). . **AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**. São Paulo: Coleção Habitare, 2003.
- ROMÉRO, M. DE A.; ORNSTEIN, S. W. **Avaliação Pós-Ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social**. São Paulo: Coleção Habitare, 2003.
- ROZENFELD, H; *et al.*. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Uma Referência para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva, 2016.
- SAFFARO, F. A. **Uso da prototipagem para gestão do processo de produção da construção civil**. Tese (doutorado em engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2007.
- SANCHEZ-FERNANDEZ, R.; INIESTA-BONILLO, M. A. The concept of perceived value: a systematic review of the research. **Marketing Theory**, v. 7, n. 4, p. 427–451, 1 dez. 2007.
- SAVAGE, G. J.; CARR, S. M. Interrelating Quality and Reliability in Engineering Systems. **Information Systems**, v. 14, n. 1, p. 137–152, 2001.
- SILVA, M. A. C.. Dilemas da Construção. **Revista da Construção**, nº 92, 2010.
- SILVA, A. M. DA; REBOUÇAS, S. M. D. P. **Construção e validação de uma escala de avaliação da percepção da educação ambiental em uma instituição de ensino**. XVI ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. **Anais...**São Paulo: 2014
- SOUZA NETO, J.; FERREIRA NETO, A. N. Metamodel of the IT Governance Framework COBIT. **Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 10, n. 3, p. 521–540, 2013.
- STONE-ROMERO, E. F.; STONE, D. L.; GREWAL, D. Development of a multidimensional measure of perceived product quality. **Journal of Quality Management**, v. 2, n. 1, p. 87–111, jan. 1997.
- SULLIVAN, K. T. Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 4, p. 210–219, 2011.
- TANG, W.; CUI, Y.; BABENKO, O. Internal Consistency: Do We Really Know What It Is and How to Assess it? **Journal of Psychology and Behavioral Science**, v. 2, n. 2, p. 205–220, 2014.
- TOMZ, M.; KING, G.; ZENG, L. Logistic regression in rare events data. **International Organization**, v. 55, n. 3, p. 693–715, 2001.
- TRAN, U. S.; FORMANN, A. K. Performance of Parallel Analysis in Retrieving Unidimensionality in the Presence of Binary Data. **Educational and Psychological Measurement**, v. 69, p. 50–61, 2008.
- VOORDIJK, H. Construction management and economics: the epistemology of a multidisciplinary design science. **Construction Management and Economics**, v. 27, n. 8, p. 713–720, ago. 2009.
- WANKHADE, L.; DABADE, B. M. TQM with quality perception: a system dynamics approach. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 4, p. 341–357, 2006.
- WILLIAMS, T. . The need for new paradigms for complex projects. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 5, p. 269–273, out. 1999.
- WINTER, M. et al. Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 8, p. 638–649, nov. 2006.

- WU, S. et al. Reliability in the whole life cycle of building systems. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 13, n. 2, p. 136–153, 2006.
- XU, Q. et al. An analytical Kano model for customer need analysis. **Design Studies**, v. 30, n. 1, p. 87–110, jan. 2009.
- YANG, K.; EL-HAIK, B. S. **Quality Concepts Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development**. 2^o Edition. McGraw Hill Professional, Access Engineering, 2009. Disponível em: <<http://accessengineeringlibrary.com/browse/design-for-six-sigma-a-roadmap-for-product-development-second-edition/p20017dfb9970001001>>
- YUNG, P.; YIP, B. Construction quality in China during transition: A review of literature and empirical examination. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 1, p. 79–91, 2010.
- YUSOF, M. N.; BAKAR, A. H. A. Knowledge Management and Growth Performance in Construction Companies: A Framework. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 62, p. 128–134, 2012.
- ZAIONTZ, C. **Real Statistics Using Excel**. Disponível em: <www.real-statistics.com>.
- ZEITHAML, V. A. Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence. **The Journal of Marketing**, v. 52, n. 3, p. 2–22, 1988.
- ZHANG, Q. Quality dimensions , perspectives and practices A mapping analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 18, n. 7, p. 708–721, 2001.
- ZINBARG, R. E. et al. Cronbach's α , Revelle's β , and McDonald's ω H: their relations with each other and two alternative conceptualizations of reliability. **Psychometrika**, v. 70, n. 1, p. 123–133, 2005.

Apêndice 1

Apêndice 1 - Categorização da base de dados K – falhas construtivas frequentes

Subsistema	Elementos	Categorização de falhas construtivas - reclamada pelo usuário e aferida por técnicos	Proporção de reclamações no subsistema (%)	Nº itens - comprometem estrutura/ estanqueidade
Pintura		Falhas de acabamento	100	
Esquadrias	Janelas	Infiltração	47,43	4
		Ferrugem	2,29	
		Empenamento, solta, com frestas	2,29	
		Marco solto ou fissurado	0,57	
		Janela não funciona/ausência de componentes	2,86	
		Pingadeira quebrada ou ausente	5,7	
	Portas	Porta não funciona	3,43	
		Fechadura não funciona	3,43	
		Marco solto ou fissurado	8,57	
		Empenada, solta, fissurada, com frestas	22,86	
Amassada		0,57		
Sistemas prediais	Elétrica	Ausência de componente e fiação	0,21	
		Curto circuito	0,43	
		Divisão dos circuitos divergindo da NBR5410	0,21	
		Obstrução e infiltração em eletrodutos	2,13	
		Fuga de energia	0,43	
		Rede elétrica não funciona	1,06	
		Componente não funciona	0,64	
		Ponto de energia não funciona	3,4	
		Circuito do chuveiro com falhas	0,43	
		Circuito sobrecarregado	2,34	
	Hidrossanitário	Tubulação quebrada ou amassada	1,49	
		Descarga não funciona	13,4	
		Louça ou metal inexistente	0,21	
		Louça ou metal quebrado/fissurado/com defeito	2,34	
		Louça ou metal - instalação inadequada	2,77	
		Ponto de água com baixa pressão	0,64	
		Ralo quebrado ou obstruído	4,26	
		Metal não funciona	4,04	
		Tubulação obstruída	0,64	
		Componente vazando	28,09	
		Tubulação vazando	30,64	13
		Sistema de esgoto com forte odor	0,2	

Apêndice 1 - Categorização da base de dados K – falhas construtivas frequentes (continuação)

Subsistema	Elementos	Categorização de falhas construtivas - reclamada pelo usuário e aferida por técnicos	Proporção de reclamações no subsistema (%)	Nº itens - comprometem estrutura/estanqueidade
Vedações horizontais	Teto	Falhas de acabamento	0,56	
		Fissuras	13,21	19
		Infiltração	13,03	7
		Desnível	0,28	
		Forro caindo	0,28	
	Piso	Caimento incorreto em áreas molhadas	4,09	
		Infiltração	1,68	
		Desnível	1,3	
		Revestimento solto/faltando	1,86	1
		Revestimento manchado	0,28	
		Revestimento fissurado ou quebrado	48,6	27
	Cobertura	Infiltração	6,42	
		Calhas vazando	0,74	
		Telhas quebradas/fissuradas	0,74	
Telhas soltas/caindo		6,93		
Vedações verticais	Paredes	Infiltração	44,91	5
		Falhas de acabamento	0,71	
		Revestimento cerâmico solto/fissurado/quebrado	1,65	1
		Fissuras	44,88	13
		mofo e umidade	4,72	1
		Falhas de acabamento	1,75	
		Revestimento argamassa solto/fissurado/quebrado	0,57	
		Rejunte ausente/solto	0,81	

Apêndice 1 - Ações de ajuste do instrumento de coleta para o estudo exploratório

	Item de pesquisa	Ação	Motivo(s)
Paredes	Há irregularidades no reboco?	-	Ausência de ocorrência de reclamações na base de dados atualizada Fração atribuível populacional inferior a 0,2 com base no estudo original
	Os azulejos estão soltos, sem rejunte ou faltam peças?	*	“Ausência de peças” incluída no item (c) “falta acabamento (reboco/azulejo/pintura) em alguma parede?” do instrumento de coleta original
Piso/ teto	Há manchas no piso?	-	Baixa ocorrência de reclamações na base de dados atualizada
Estruturas	Há problemas na pintura e acabamento das portas e janelas?	-	Ausência de ocorrência de reclamações na base de dados atualizada
	Alguma porta foi instalada com abertura no sentido contrário?	-	Falta de ocorrência de reclamações na base de dados atualizada Baixa ocorrência no estudo existente Fração atribuível praticamente nula (0,016) no estudo original
	Empoça água nas pingadeiras ou estão quebradas?	+	5,7% dos problemas de esquadrias levantados no banco de dados atualizado estão relacionados às pingadeiras
Inst. Elétrica	(a) Há ausência de algum ponto de luz, tomada ou outro acabamento elétrico?	-	Baixa ocorrência de reclamações na base de dados
Inst. hidrossanitária	(a) Ao receber o imóvel, faltou pia, vaso, torneiras, registros?	-	Item eliminado devido a idade do imóvel na época desta pesquisa (aproximadamente 8 anos) Baixa ocorrência de reclamações na base de dados atualizada Baixa ocorrência no estudo existente
	(b) Ao receber o imóvel, a pia ou o vaso estavam quebrados ou rachados?	-	Item eliminado devido a idade do imóvel na época desta pesquisa (aproximadamente 8 anos) Baixa ocorrência de reclamações na base de dados atualizada Baixa ocorrência no estudo existente
	(g) Há canos aparentes junto ao teto no banheiro, cozinha ou área serviço?	-	Baixa ocorrência de reclamações na base de dados atualizada Baixa ocorrência no estudo existente
	A água é fraca na torneira ou no chuveiro?	+	Ocorrência de reclamações no banco de dados atualizado (%)
	Há louças (pia, vaso) soltos?	+	Ocorrência de reclamações no banco de dados atualizado (%)

Legenda: (-) item excluído; (+) Item incluído; (*) Item adaptado

Apêndice 2

Apêndice 2 - Diagrama de afinidades para alvenaria estrutural

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Fundações	Vigas	Concreto	Material segregado	Redução de seção não projetada	Comprometimento estrutural
Fundações	Vigas	Concreto	Material segregado	Despassivação da armadura	Comprometimento estrutural
Fundações	Vigas	Concreto	Material segregado	Redução da vida útil de projeto	Comprometimento da durabilidade
Fundações	Vigas	Armadura	Exposta	Despassivação da armadura	Comprometimento estrutural
Fundações	Vigas	Armadura	Exposta	Redução da vida útil de projeto	Comprometimento da durabilidade
Fundações	Vigas	Impermeabilizações	Inexistente	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade
Fundações	Vigas	Impermeabilizações	Inexistente	Redução da vida útil de projeto	Comprometimento da durabilidade
Fundações	Vigas	Impermeabilizações	Insuficiente	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade
Fundações	Vigas	Impermeabilizações	Insuficiente	Redução da vida útil de projeto	Comprometimento da durabilidade
Fundações	Vigas	Conforme projeto	Fora de esquadro	Pontos da viga expostos às águas pluviais (ponto de infiltração)	Comprometimento da estanqueidade
Fundações	Vigas	Conforme projeto	Fora de esquadro	(Pontos de alvenaria sem apoio em parte da seção da base)	Comprometimento estrutural
Fundações	Vigas	Conforme projeto	Fora de nível	Distribuição de cargas diferenciais	Comprometimento estrutural
Fundações	Vigas	Conforme projeto	Rompido (passagem de tubulações)	Redução de seção não projetada	Comprometimento estrutural
Fundações	Vigas	Conforme projeto	Rompido (passagem de tubulações)	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade
Fundações	Vigas	Conforme projeto	Desnível elevado	Distribuição de cargas diferenciais	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Concreto	Material segregado	Redução de seção/ ponto frágil da casca	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Concreto	Material segregado	Despassivação da armadura/ umidade ascensional	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Concreto	Material segregado	Despassivação da armadura/ umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade
Fundações	Radier	Concreto	Cura inadequada	Fissuração por retração	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Concreto	Cura inadequada	Despassivação da armadura/ umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade
Fundações	Radier	Concreto	Recalque da base	Fissuração contínua que divide o plano de radier	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Concreto	Recalque da base	Fissuração 45 no plano de parede que inicia alinhada a fissura do radier	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Concreto	Recalque da base	Fissuração vertical no plano de parede que inicia alinhada a fissura do radier	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Armadura	Exposta	Despassivação da armadura/ umidade ascensional	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Armadura	Exposta	Rompimento do concreto/ perda de seção do aço	Comprometimento estrutural
Fundações	Radier	Impermeabilizações	Inexistente	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Fundações	Radier	Impermeabilizações	Inexistente	Umidade ascensional	Comprometimento da durabilidade
Fundações	Radier	Impermeabilizações	Insuficiente	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade
Fundações	Radier	Impermeabilizações	Insuficiente	Umidade ascensional	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Fissuração sistêmica dos blocos	Redução da capacidade de suporte	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Fissuração sistêmica dos blocos	Fissuras verticais distribuídas nos panos de parede	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Rompido (passagem de tubulações)	Alteração de seção	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Amplitude dimensional/comprometimento da paginação	Fissuração escalonada	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Amplitude dimensional/comprometimento da paginação	Fissuração escalonada	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Amplitude dimensional/comprometimento da paginação	Fissuração escalonada	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Fissuração sistêmica dos blocos	Fissuras verticais distribuídas nos panos de parede	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Fissuração sistêmica dos blocos	Redução da capacidade de suporte	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Blocos	Rompido (passagem de tubulações)	Alteração de seção	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Retração da argamassa	Fissuração horizontal	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Expansão da argamassa	Fissuração horizontal distribuída em todo o painel de parede	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Ausência de preenchimento de junta vertical	Fissuração vertical	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
					tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Ausência de preenchimento de junta vertical	Fissuração escalonada	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Juntas sem alinhamento e espessuras variadas	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Preenchimento incompleto das juntas	Fissuração escalonada próximo aos cantos das paredes	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Preenchimento incompleto das juntas	Fissuração localizada em pontos isolados das paredes	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Argamassa de assentamento	Preenchimento incompleto das juntas	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Comprometimento da resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões desenvolvidas nas paredes.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Verga	Ausência ou insuficiência de trespasse	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Sobrecarga de compressão
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Verga	Ausência ou insuficiência de trespasse	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Verga	Armadura exposta	Despassivação da armadura	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Ausência ou insuficiência de trespasse	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Sobrecarga de compressão
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Contraverga pré-fabricada instalada após alvenaria executada	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
vedação)					
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Contraverga pré-fabricada instalada após alvenaria executada	Fissuração localizada em pontos isolados das paredes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Não executadas	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Sobrecarga de compressão
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Armadura inexistente	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Sobrecarga de compressão
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Armadura inexistente	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Armadura inexistente	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Armadura inexistente	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Comprometimento da salubridade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Armadura inexistente	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Contraverga	Sem o preenchimento completo do bloco U na área de transpasse com a alvenaria	Fissuração 45° cantos janelas/ vertical entre janelas contíguas	Sobrecarga de compressão
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Rompido (passagem de tubulações)	Alteração de seção	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Desnivelada (impacta na instalação de laje pré-moldada)	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Problemas de nível entre placas pré-moldadas de lajes
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Desnivelada (impacta na instalação de laje pré-moldada)	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Desnivelada (impacta na instalação de laje pré-moldada)	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Desnivelada (impacta na instalação de laje pré-moldada)	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Problemas de apoio diferencial das cargas da laje e pavimentos superiores
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Desnivelada (impacta na instalação de laje pré-moldada)	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Desnivelada (impacta na instalação de laje pré-moldada)	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento da Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Armadura sem transpasse nos cantos	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento da Durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
vedação)					
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Armadura sem transpasse nos cantos	Fissuração vertical nas paredes próximos as lajes	Comprometimento da Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Armadura sem transpasse nos cantos	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento da Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Armadura sem transpasse nos cantos	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Ausência	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Ausência	Fissuração vertical nas paredes próximos as lajes	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Ausência	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Cinta de respaldo	Ausência	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de controle (vertical)	Ausência	Fissuração vertical em panos de alvenaria longos	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de controle (vertical)	Ausência	Fissuração vertical entre paredes ortogonais	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de controle (vertical)	Espessura incorreta - muito fina	Fissuração variada - Não absorve a dilatação e retrações iniciais da alvenaria	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de controle (vertical)	Espessura incorreta - muito espessa	Fissuração por retração da argamassa da junta	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Ausência	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Redução da capacidade de suporte
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Ausência	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Ausência	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Ausência	Fissuração vertical nas paredes próximos as lajes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Ausência	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento estrutural - Durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
vedação)					
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Obstruídos (falta de limpeza) antes do grouteamento: seção na base preenchida com argamassa	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Redução da capacidade de suporte
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Obstruídos (falta de limpeza) antes do grouteamento: seção na base preenchida com argamassa	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Obstruídos (falta de limpeza) antes do grouteamento: seção na base preenchida com argamassa	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Falta de armadura (se for o caso)	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Redução da resistência à esforços cisalhantes/ ação do vento
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Falta de armadura (se for o caso)	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Falta de armadura (se for o caso)	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Falta de trespasse ou amarração da barra de aço (entre um pavimento e outro)	Perda da resistência à tração do conjunto	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Falta de trespasse ou amarração da barra de aço (entre um pavimento e outro)	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	Executados sem janelas de inspeção (sem comprovação de continuidade)	Redução da capacidade de suporte	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	insuficiente	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	insuficiente	Fissuração vertical nas paredes próximos as lajes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Pontos de groute	insuficiente	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Ausência de junta de movimentação entre alvenaria e laje do último pavimento	Fissuração horizontal por movimentação térmica entre alvenaria e laje último pavimento)	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Ausência de junta de movimentação entre alvenaria e laje do último pavimento	Infiltração de águas pluviais pela fissuração	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Armadura dos pontos de groute do último pavimento furando a junta de movimentação (laje	Fissuração horizontal por movimentação térmica entre alvenaria e laje último pavimento	Comprometimento da estanqueidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
não livre)					
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Armadura dos pontos de groute do último pavimento furando a junta de movimentação (laje não livre)	Fissuração horizontal por movimentação térmica entre alvenaria e laje último pavimento	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Preenchimento com material inadequado	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Tratamento inadequado da junta - falta elemento de acabamento	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Tratamento inadequado da junta - falta elemento de acabamento	Fissuração vertical nas paredes próximos as lajes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Tratamento inadequado da junta - falta elemento de acabamento	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de movimentação (ultimo pavimento)	Tratamento inadequado da junta - falta elemento de acabamento	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de dilatação (entre blocos)	Sem preenchimento com EPS das juntas de movimentação entre blocos	Fissuração localizada - paredes entre junta de movimentação	Comprometimento estrutural (Fissuração localizada - paredes entre junta de movimentação)
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de dilatação (entre blocos)	Preenchida com argamassa de assentamento acidentalmente (durante a elevação da alvenaria)	Fissuração localizada - paredes entre junta de movimentação	Comprometimento estrutural (Fissuração localizada - paredes entre junta de movimentação)
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Junta de dilatação (entre blocos)	Falta de especificação do "acabamento" da junta entre blocos na fachada	Acabamento	Acabamento
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Irregularidades na superfície	Fissuração horizontal na interface entre parede e laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Material segregado	Redução de seção/ ponto frágil da casca/ despassivação da armadura	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Nivelamento irregular	Fissuração horizontal na interface parede laje	
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Nivelamento irregular	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Armadura exposta	Despassivação da armadura	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Cura inadequada, insuficiente ou inexistente	Fissuração por retração	Comprometimento estrutural

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Ausência de camada drenante abaixo da laje em contato com solo (térreo)	Umidade ascensional - térreo	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Dimensões inadequadas (espessura)	Umidade ascensional - térreo	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Tubulações embutidas sem espaçadores	Fissuração com raio nas caixas de distribuição da laje	Comprometimento estrutural - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Tubulações embutidas sem espaçadores	Fissuração com raio nas caixas de distribuição da laje	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Tubulações embutidas sem espaçadores	Fissuração com raio nas caixas de distribuição da laje	Funcionalidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Tubulações embutidas sem espaçadores	Fissuração com raio nas caixas de distribuição da laje	Comprometimento estético
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Falta dos nichos para passagem de instalações (shafts elétrica/inst. Hidr.)	Locação com rompimento da laje/ fissuração 45° cantos do nicho	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Locação errada dos nichos instalações	Realocação com rompimento da laje/ fissuração 45° cantos do nicho	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Dimensões inadequadas (muito pequenas) dos nichos da tubulação	Estrangulamento de tubulações	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Dimensões inadequadas (muito pequenas) dos nichos da tubulação	Rompimento com fissuração 45° cantos do nicho	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Apoiada sem elementos de ligação com a cinta de respaldo	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Apoiada sem elementos de ligação com a cinta de respaldo	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Apoiada sem elementos de ligação com a cinta de respaldo	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Apoiada sem elementos de ligação com a cinta de respaldo	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Apoiada sem elementos de ligação com a cinta de respaldo	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Apoiada sem elementos de ligação com a cinta de respaldo	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Fabricação inadequada	Irregularidades e fissuras superficiais nas faces dos painéis de laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Fabricação inadequada	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Fabricação inadequada	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Transporte inadequado	Irregularidades e fissuras superficiais nas faces dos painéis de laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Transporte inadequado	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Transporte inadequado	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Projeto contrapiso inadequado	Recalque do contrapiso	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Projeto contrapiso inadequado	Recalque do contrapiso	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Projeto contrapiso inadequado	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Projeto contrapiso inadequado	Umidade ascensional	Comprometimento da salubridade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Ausência da armadura negativa	irregularidades e fissuras superficiais nas faces dos painéis de laje	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Ausência da armadura negativa	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Ausência da armadura negativa	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Excesso de tubulações embutidas	Irregularidades e fissuras superficiais nas faces dos painéis de laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Excesso de tubulações embutidas	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Excesso de tubulações embutidas	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Funcionalidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Excesso de tubulações embutidas	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Desnível entre painéis de laje	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Desnível entre painéis de laje	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Ausência de armadura no contrapiso térreo	Afundamento do piso	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Ausência de armadura no contrapiso térreo	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Compactação insuficiente de aterro	Afundamento do piso	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Compactação insuficiente de aterro	Fissuração da base	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Movimentação do aterro interno - térreo	Afundamento do piso	Comprometimento estrutural - Segurança ao uso
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Movimentação do aterro interno - térreo	Fissuração da base	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Movimentação do aterro interno - térreo	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Lajes de térreo e de entre-piso	Colchão drenante de brita ausente ou insuficiente	Umidade ascensional (térreo)	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Remoção de paredes	Fissuração vertical, Remoção de apoio estrutural	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Assentamento da alvenaria fora do prumo	Fissuração vertical	Comprometimento estrutural, redução da resistência ao cisalhamento, capacidade de distribuição de tensões de compressão.
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Carga pontual acima da capacidade de suporte da alvenaria	Fissuração vertical	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Cortes horizontais excessivos para tubulações	Fissuração ao longo do corte e 45° em suas extremidades, Alteração de seção de parede	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Cortes horizontais excessivos para tubulações	Fissuração Localizada em pontos isolados das paredes	Comprometimento da Durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
vedação)					
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Ausência das juntas de retração	Fissuração horizontal nas paredes próximo as lajes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Ausência das juntas de retração	Fissuração vertical nas paredes próximos as lajes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Ausência das juntas de retração	Fissuração horizontal nos cantos das paredes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Ausência das juntas de retração	Fissuração e irregularidades na interface da parede com a laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Execução inadequada no encontro das paredes	Fissuração escalonada próximo aos cantos das paredes	Comprometimento estrutural
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Execução inadequada no encontro das paredes	Fissuração Localizada em pontos isolados das paredes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Execução inadequada no encontro das paredes	Umidade por infiltração nas paredes	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Ausência de junta do piso cerâmico	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Sistemas híbridos (estrutural/vedação)	Alvenaria estrutural	Conforme projeto	Ausência de acabamento no encontro dos painéis de laje	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Chapisco	Ausência de limpeza/tratamento da base	Perda de aderência / Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Chapisco	Ausência de limpeza/tratamento da base	Perda de aderência / Desplacamento do revestimento	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Chapisco	Pulverulência	Perda de aderência/ Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Chapisco	Pulverulência	Perda de aderência/ Desplacamento do revestimento	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Emboço	Ausência/insuficiência (observação da paginação dos blocos)	Espessura fina do revestimento (observação da paginação dos blocos)	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Grande espessura de camada de reboco	Fissuração por retração	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Grande espessura de camada de reboco	Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Grande quantidade de aglomerante na argamassa	Fissuração por retração	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Grande quantidade de aglomerante na argamassa	Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Superfície áspera (granulação areia imprópria)	Desagregação, descolamento com pulverulência	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Ausência de planicidade	Ausência de alinhamento com esquadrias e pontos elétricos e hidráulicos	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Ausência de planicidade	Ausência de alinhamento com esquadrias e pontos elétricos e hidráulicos	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Pintura do reboco ou aplicação do revestimento externo sem espera técnica	Ocorrência de calcinação/eflorescências	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Infiltração ou umidade ascensional	Ocorrência de calcinação/eflorescências	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Infiltração ou umidade ascensional	Ocorrência de calcinação/eflorescências	Comprometimento da salubridade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Infiltração ou umidade ascensional	Ocorrência de calcinação/eflorescências	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Tamanho excessivo do vão frente ao tamanho da esquadria (grande volume de argamassa para seu preenchimento)	Fissuração alinhada com as esquadrias (entorno)	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Tamanho excessivo do vão frente ao tamanho da esquadria (grande volume de argamassa para seu preenchimento)	Fissuração alinhada com as esquadrias (entorno)	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Falta de controle na finalização do serviço	Quinas e cantos danificados	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Peça danificada pelo uso	Quinas e cantos danificados	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Reboco	Presença de óxidos de cálcio e magnésio	Vesículas por hidratação retardada da cal. Fissuras alinhadas e horizontais	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Gesso	Aplicação do revestimento em local inadequado/ úmido	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Gesso	Ausência de planicidade	Ausência de alinhamento com esquadrias e pontos elétricos e hidráulicos	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Gesso	Falta de controle na finalização do serviço	Quinas e cantos danificados	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Gesso	Ausente		
Vedações verticais	Revestimento interno de área seca	Gesso	Peça danificada pelo uso	Quinas e cantos danificados	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Base regularizada	Ausência de planicidade	Falhas na paginação das peças cerâmicas entre planos de parede	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Base regularizada	Ausência de planicidade	Ausência de planicidade entre peças	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de	Base regularizada	Ausência de planicidade	Ausência de planicidade entre peças	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
	área úmida				
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Base regularizada	Caimento invertido no box	Retorno das águas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Base regularizada	Ausência de caimento no box	Empoçamento das águas	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Base regularizada	Pulverulência	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Base regularizada	Pulverulência	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Execução inadequada (método do bolão ou argamassa fora do tempo de aplicação)	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Execução inadequada (método do bolão ou argamassa fora do tempo de aplicação)	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Execução inadequada (método do bolão ou argamassa fora do tempo de aplicação)	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Desrespeito a espera técnica entre assentamento e rejuntamento	Calcinação dos rejuntas	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Ausência de aderência na base ou no tardo	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Ausência de aderência na base ou no tardo	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Junta insuficiente para a movimentação diferencial entre base e revestimento	Rejuntas Soltos/esmagados	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Junta insuficiente para a movimentação diferencial entre base e revestimento	Rejuntas Soltos/esmagados	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Junta insuficiente para a movimentação diferencial entre base e revestimento	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Argamassa de assentamento e rejunte	Junta insuficiente para a movimentação diferencial entre base e revestimento	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Ausência de planicidade das peças	Funcionalidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Comprometimento da Durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Cores divergentes entre peças	Funcionalidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Juntas com dimensões diferentes	Funcionalidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Ausência de alinhamento com esquadrias, pontos elétricos e hidráulicos	Acabamento insuficiente	Funcionalidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Ausência de alinhamento com esquadrias, pontos elétricos e hidráulicos	Uso de prolongadores nas instalações hidráulicas	Comprometimento da Durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Ausência de alinhamento com esquadrias, pontos elétricos e hidráulicos	Uso de prolongadores nas instalações hidráulicas	Funcionalidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Ausência de alinhamento com esquadrias, pontos elétricos e hidráulicos	Caixas elétricas profundas/ uso de parafusos maiores	Funcionalidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Cerâmico	Ausência de alinhamento com esquadrias, pontos elétricos e hidráulicos	Caixas elétricas profundas/ uso de parafusos maiores	Comprometimento da Durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Impermeabilizações	Impermeabilizante inadequado ou insuficiente	Infiltrações na região do box (paredes)	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Impermeabilizações	Impermeabilizante inadequado ou insuficiente	Infiltrações na região do box (paredes)	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Conforme projeto	Divergências de paginação	Recortes excessivos ou inadequados	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento interno de área úmida	Conforme projeto	Divergências de paginação	Recortes excessivos ou inadequados	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Chapisco	Ausência de limpeza/tratamento da base	Perda de aderência / Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Chapisco	Ausência de limpeza/tratamento da base	Perda de aderência / Desplacamento do revestimento	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento externo	Chapisco	Ausência de limpeza/tratamento da base	Perda de aderência / Desplacamento do revestimento	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Chapisco	Pulverulência	Perda de aderência/ Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Chapisco	Pulverulência	Perda de aderência/ Desplacamento do revestimento	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento externo	Chapisco	Perda de aderência/ Desplacamento do revestimento	Infiltração de águas pluviais. Manchas de umidade no lado interno da edificação.	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Emboço	Ausência/insuficiência (observação da paginação dos blocos)	Espessura fina do revestimento (observação da paginação dos blocos)	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Emboço	Ausência/insuficiência (observação da paginação dos blocos)	Infiltração de águas pluviais. Manchas de umidade no lado interno da edificação.	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Grande espessura de camada de reboco	Fissuração por retração	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Grande espessura de camada de reboco	Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Grande espessura de camada de reboco	Infiltração de águas pluviais. Manchas de umidade no lado interno da edificação.	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Grande quantidade de aglomerante na argamassa	Fissuração por retração	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Grande quantidade de aglomerante na argamassa	Desplacamento do revestimento	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Grande quantidade de aglomerante na argamassa	Infiltração de águas pluviais. Manchas de umidade no lado interno da edificação.	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Superfície áspera (granulação areia imprópria)	Desagregação, descolamento com pulverulência	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Superfície áspera (granulação areia imprópria)	Infiltração de águas pluviais. Manchas de umidade no lado interno da edificação.	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Ausência de planicidade	Ausência de alinhamento com esquadrias e pontos elétricos e hidráulicos	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Ausência de planicidade	Ausência de alinhamento com esquadrias e pontos elétricos e hidráulicos	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Pintura do reboco ou aplicação do revestimento externo sem espera técnica	Ocorrência de calcinação e eflorescências	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Infiltração ou umidade ascensional	Ocorrência de calcinação e eflorescências	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Infiltração ou umidade ascensional	Ocorrência de calcinação e eflorescências	Comprometimento da salubridade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Infiltração ou umidade ascensional	Ocorrência de calcinação e eflorescências	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Tamanho excessivo do vão frente ao tamanho da esquadria (grande volume de argamassa de preenchimento)	Fissuração alinhada com as esquadrias (entorno)	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Tamanho excessivo do vão frente ao tamanho da esquadria (grande volume de argamassa de preenchimento)	Fissuração alinhada com as esquadrias (entorno)	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Tamanho excessivo do vão frente ao tamanho da esquadria (grande volume de argamassa de preenchimento)	Infiltração de águas pluviais. Manchas de umidade no lado interno da edificação.	Comprometimento da estanqueidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Falta de controle na finalização do serviço	Quinas e cantos danificados	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Peça danificada pelo uso	Quinas e cantos danificados	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento externo	Reboco	Presença de óxidos de cálcio e magnésio	Vesículas por hidratação retardada da cal. Fissuras alinhadas e horizontais	Comprometimento da durabilidade
Vedações verticais	Revestimento externo	Conforme projeto	Ausência ou insuficiência de juntas	Fissurações diversas/ Desplacamento do revestimento	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações verticais	Revestimento externo	Conforme projeto	Ausência de detalhes construtivos para	Infiltração de águas pluviais. Manchas de	Comprometimento da estanqueidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
			descolamento das águas	umidade no lado interno da edificação.	
Vedações horizontais	Contrapiso	Aterro/com pactação interno (térreo)	Ausência de armadura no contrapiso térreo	Afundamento do piso	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Contrapiso	Aterro/com pactação interno (térreo)	Ausência de armadura no contrapiso térreo	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Aterro/com pactação interno (térreo)	Compactação insuficiente de aterro	Afundamento do piso	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Contrapiso	Aterro/com pactação interno (térreo)	Compactação insuficiente de aterro	Fissuração da base	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Aterro/com pactação interno (térreo)	Movimentação do aterro	Afundamento do piso	Comprometimento estrutural - Segurança ao uso
Vedações horizontais	Contrapiso	Aterro/com pactação interno (térreo)	Movimentação do aterro	Fissuração da base	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Aterro/com pactação interno (térreo)	Movimentação do aterro	Umidade ascensional	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Colchão drenante de brita	Espessura insuficiente	Umidade ascensional (térreo)	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Colchão drenante de brita	Inexistente	Umidade ascensional (térreo)	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Concreto	Cura inadequada, insuficiente ou inexistente	Fissuração por retração	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Concreto	Reguamento irregular na superfície	Fissuração por retração	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Concreto	Superfície queimada/lisa/sem aderência	Desplacamento do revestimento de piso	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Concreto	Superfície queimada/lisa/sem aderência	Desplacamento do revestimento de piso	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Contrapiso	Concreto	Superfície pulverulenta	Desplacamento do revestimento de piso	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Contrapiso	Concreto	Superfície pulverulenta	Desplacamento do revestimento de piso	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Contrapiso	Concreto	Nivelamento irregular		Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Ausência de aderência na base ou no tardo	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Ausência de aderência na base ou no tardo	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Desrespeito a espera técnica entre assentamento e rejuntamento	Calcinação dos rejuntos	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Falhas na locação e nivelamento antes do assentamento do piso	Escoamento de águas para local incorreto	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Falhas na locação e nivelamento antes do assentamento do piso	Escoamento de águas para local incorreto	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação diferencial entre base e revestimento	Rejuntas Soltas/esmagados	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação diferencial entre base e revestimento	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação diferencial entre base e revestimento	Desplacamento de peças cerâmicas	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Base sem regularização	Ausência de planicidade entre peças	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Ausência de planicidade das peças	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Cores divergentes entre peças	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Ausência de alinhamento entre as juntas do piso cerâmico e as juntas da laje	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Ausência de alinhamento entre as juntas do piso cerâmico e as juntas da laje	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Ausência de alinhamento entre as juntas do piso cerâmico e as juntas da laje	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Juntas com dimensões diferentes	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Juntas com dimensões diferentes	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Cerâmico	Problemas de esquadro das paredes	Ausência de alinhamento do piso com as paredes	Funcionalidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Rodapé	Problemas no sistema de encaixe quando em sistema de rodapé bi componente	Desencaixado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Rodapé	Obra sem controle de conclusão de serviços	Ausência	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Rodapé	Sem pré furação quando o material em madeira	Rachado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área seca	Rodapé	Ausência de cuidado no assentamento quando em cerâmica	Desalinhado	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Ausência de aderência na base ou no tardo	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Ausência de aderência na base ou no tardo	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Ausência de aderência na base ou no tardo	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Técnica de aplicação inadequada (bolão)	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Desrespeito a espera técnica entre assentamento e rejuntamento	Calcinação dos rejuntas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação da base	Rejuntas Soltas/esmagados	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação da base	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação da base	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação da base	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico	Base sem regularização	Ausência de planicidade entre peças	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Ausência de planicidade das peças	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Comprometimento da segurança ao uso - Durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico	Ausência de alinhamento entre as juntas do piso cerâmico e as juntas da laje	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Juntas com dimensões diferentes	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico	Problemas de esquadro das paredes	Ausência de alinhamento do piso com as paredes	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico		Presença de trinca ou rachadura	
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico		Quebrado	
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico	Solto ou sem rejunte	descolamento de revestimento	
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Cerâmico		Afundando (ver expressão)	
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Rodapé	Obra sem controle de conclusão de serviços	Ausência	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais		Rodapé		Solto	
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Rodapé	Ausência de cuidado no assentamento quando em cerâmica	Desalinhado	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Impermeabilizações	Ausência de controle do serviço e teste de estanqueidade	Infiltrações na região do box (piso e ralo)	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso interno de área úmida	Impermeabilizações	Ausência de controle do serviço e teste de estanqueidade	Infiltrações na região do box (piso e ralo)	Comprometimento da estanqueidade - Durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Preparação do terreno	Ausência de detalhamento do calçamento e das etapas de preparação	Ausência de nivelamento da calçada	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Preparação do terreno	Ausência de detalhamento do calçamento e das etapas de preparação	Trecho de calçamento rachado (recalque solo)	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Colchão drenante de brita	Ausência de camada drenante abaixo da laje em contato com solo (térreo)	Umidade excessiva do calçamento / pontos de musgo	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Piso em concreto simples	Ausência de inclinação para escoamento de água	Umidade excessiva do calçamento / pontos de musgo	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Piso em concreto simples	Ausência de manutenção	Umidade excessiva do calçamento / pontos de musgo	Comprometimento da segurança ao uso

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Piso em concreto simples	Ausência de detalhes construtivos	Quinas e cantos danificados	Comprometimento da segurança ao uso - Durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Piso em concreto simples	Cura inadequada, insuficiente ou inexistente	Fissuração retração	Comprometimento da segurança ao uso - Durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Piso em concreto simples	Ausência de juntas de piso	Fissuração de planos de piso	Comprometimento da segurança ao uso - Durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Argamassa de assentamento	Ausência de aderência na base ou no tardo	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Argamassa de assentamento	Desrespeito a espera técnica entre assentamento e rejuntamento	Calcinação dos rejuntas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação da base	Rejuntas Soltas/esmagados	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação da base	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Argamassa de assentamento	Juntas insuficiente para a movimentação da base	Deslocamento de peças cerâmicas	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Base sem regularização	Ausência de planicidade entre peças	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Ausência de planicidade das peças	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Problemas de especificação ou recebimento das peças cerâmicas	Problemas de amplitude dimensional das peças acima do padrão	Comprometimento da segurança ao uso - Durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Ausência de alinhamento entre as juntas do piso cerâmico e as juntas da laje	Fissuras e irregularidades no encontro dos painéis da laje	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Problemas de amplitude dimensional das peças	Juntas com dimensões diferentes	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Problemas de esquadro das paredes	Ausência de alinhamento do piso com as paredes	Funcionalidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Ausência de detalhamento	Piso da soleira da porta externa sem caimento para fora	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Ausência de detalhamento	Piso da soleira da porta externa sem caimento para fora	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Ausência de detalhamento	Piso da soleira da porta externa sem caimento para fora	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Ausência de detalhamento	Ausência de Piso tátil de alerta (casos de deficiência física)	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Ausência de detalhamento	Ausência de Piso tátil de alerta (casos de deficiência física)	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Revestimento de piso externo	Cerâmico	Ausência de detalhamento	Ausência de Piso tátil de alerta (casos de deficiência física)	Comprometimento da acessibilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Dimensões entre tesouras divergentes	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Dimensões entre tesouras divergentes	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Fora de prumo	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Fora de prumo	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Fora de prumo	Ausência de nível na linha cumeeira	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Fora de prumo	Ausência de nível na linha cumeeira	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Ausência de ancoragem da estrutura de telhado na estrutura da Unidade habitacional	Arrancamento da estrutura de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Ausência de ancoragem da estrutura de telhado na estrutura da Unidade habitacional	Arrancamento da estrutura de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Ausência de contraventamento entre tesouras	Problemas de planicidade dos panos de telhado	
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Espaçamento excessivo - terças empenadas	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Espaçamento excessivo - terças empenadas	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Ausência de contraventamento interno (asnas)	Graus de liberdade não restringidos	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Tesouras	Posicionamento divergente do projeto	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Beiral	Ausência de controle no recebimento dos serviços	Dimensões diferentes em cada lado da unidade habitacional	Funcionalidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Beiral	Apoio insuficiente	Inclinação excessiva (divergente do plano de telhado)	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Beiral	Apoio insuficiente	Inclinação excessiva (divergente do plano de telhado)	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Contraventamento	Ausente	Aspecto de desalinhamento do conjunto	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Contraventamento	Ausente	Aspecto de desalinhamento do conjunto	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Contraventamento	Ausente	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento estrutural
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Contraventamento	Ausente	Graus de liberdade não restringidos	
Vedações horizontais	Cobertura em telhado	Terças	Espaçamento excessivo - caibros empenados	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
	(estrutura)				
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Terças	Espaçamento excessivo - caibros empenados	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Terças	Uso excessivo de cunhas para nivelamento superior das terças	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Caibros	Empenados	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Caibros	Empenados	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Caibros	Espaçamento excessivo - Ripas empenadas	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Caibros	Espaçamento excessivo - Ripas empenadas	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Caibros	Distâncias diferentes entre caibros	Ondulações localizadas no telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Caibros	Distâncias diferentes entre caibros	Ondulações localizadas no telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Ripas	Instalação sem o uso da galga da telha	Escorregamento das telhas	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Ripas	Instalação sem o uso da galga da telha	Escorregamento das telhas	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Ripas	Ripas com bitola divergente e inferior ao projeto	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Ripas	Ripas com bitola divergente e inferior ao projeto	Problemas de planicidade dos panos de telhado	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Espelho de beiral	Apoio insuficiente	Empenado	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (estrutura)	Espelho de beiral	Ausência de controle do serviço	Acabamento insuficiente	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Fiadas sem alinhamento	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Fiadas sem alinhamento	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas com defeito de forma	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas com defeito de forma	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas quebradas	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas quebradas	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da estanqueidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas sem amarração	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas sem amarração	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas sem amarração	Ocorrência de deslocamento das telhas com o vento	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas sem amarração	Ocorrência de deslocamento das telhas com o vento	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas sem amarração	Ocorrência de deslocamento das telhas com o vento	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas de finalização soltas	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas de finalização soltas	Ocorrência de vazamentos	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas de finalização soltas	Ocorrência de deslocamento das telhas com o vento	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas de finalização soltas	Ocorrência de deslocamento das telhas com o vento	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Telhas de finalização soltas	Ocorrência de deslocamento das telhas com o vento	Comprometimento da segurança ao uso
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas		Presença de trincas	
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Ausência de controle do serviço	Ausência de passarinheiras	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Telhas	Ausência de controle do serviço	Ausência de passarinheiras	Comprometimento da salubridade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Cumeeira	Assentamento da linha cumeeira sem uso de fio de nível	Ausência de nível na linha cumeeira	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Cumeeira	Assentamento da linha cumeeira sem uso de fio de nível	Ausência de nível na linha cumeeira	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Cumeeira	Planos de telhado fora de nível	Ausência de nível na linha cumeeira	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Cumeeira	Planos de telhado fora de nível	Ausência de nível na linha cumeeira	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Cumeeira	Planos de telhado fora de nível	Espessura excessiva ou irregular de argamassa para assentamento da cumeeira	Comprometimento da durabilidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Cumeeira	Planos de telhado fora de nível	Espessura excessiva ou irregular de argamassa para assentamento da cumeeira	Comprometimento da estanqueidade
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Sistema de ventilação	Ausente/insuficiente/divergente do projeto	Movimentação excessiva da laje de cobertura gerando fissuras entre a laje e a alvenaria	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Vedações horizontais	Cobertura em telhado (telhamento)	Sistema de ventilação	Ausente/insuficiente/divergente do projeto	Movimentação excessiva da laje de cobertura gerando fissuras entre a laje e a alvenaria	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Ausência de proteção após instalação / danifica durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Ausência de proteção após instalação / danifica durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Problemas de esquadro entre marco e folha	Fresta excessiva entre folha e marco	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Problemas de esquadro entre marco e folha	Fresta excessiva entre folha e marco	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Problemas de esquadro entre marco e folha	Fresta excessiva entre folha e marco	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Problemas de esquadro entre marco e folha	Falta de funcionalidade	
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Ausência de folga entre folha e o piso	Piso danificado	
Esquadrias	Portas	Folha da porta	Falta de controle na finalização do serviço	Acabamento de testada ausente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/ batente	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Marco/ batente	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para	Solta	Comprometimento da segurança ao uso

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
			chumbadores/ porosa para espuma)		
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Fora de prumo (montante) e ou nível (travessa)	Conjunto finalizado fora de esquadro	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Fora de prumo (montante) e ou nível (travessa)	Conjunto finalizado fora de esquadro	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Fora de prumo (montante) e ou nível (travessa)	Fora de esquadro	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Ausência de alinhamento com revestimento das paredes	Enchimento ou supressão de acabamentos	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Ausência de alinhamento com revestimento das paredes	Enchimento ou supressão de acabamentos	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Ausência de alinhamento com revestimento das paredes	Amplitude de abertura das portas comprometida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Ausência de alinhamento com revestimento das paredes	Amplitude de abertura das portas comprometida	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Desnível com o revestimento final do piso (comprimento insuficiente)	Montantes do marco aparentemente curtos	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Desnível com o revestimento final do piso (comprimento insuficiente)	Montantes do marco aparentemente curtos	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Marco/batente	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Falta de controle na finalização do serviço	Ausente	Comprometimento da segurança ao uso

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Falta de controle na finalização do serviço	Ausente	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Ausência de alinhamento com revestimento das paredes	Enchimento ou supressão de acabamentos	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Instalação inadequada	Solta	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Fixação inadequada	Solta	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Portas	Espelho/ Guarnição	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Ausência de ajuste com a espessura da folha de porta	Solta	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Ausência de ajuste com a espessura da folha de porta	Solta	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Ausência de pino trava	Solta	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Ausência de pino trava	Solta	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Ausência de pino trava	Solta	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Falta de controle na finalização do serviço	Ausente	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Falta de controle na finalização do serviço	Ausente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Peça retirada na etapa de uso	Ausente	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Peça retirada na etapa de uso	Ausente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Falha de especificação/ compra da peça	Formato divergente de alavanca	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Falha de especificação /compra da peça	Formato divergente de alavanca	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Instalação invertida	Mal funcionamento	
Esquadrias	Portas	Maçaneta	Maçanetas arranhadas/ amassadas/ cortadas/	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
			empenadas		
Esquadrias	Portas	Fechadura	Altura elevada do conjunto maçaneta/fechadura	Instalação em altura divergente	Comprometimento da acessibilidade
Esquadrias	Portas	Fechadura	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Fechadura	Instalação lingueta e máquina sem alinhamento	Trinco não trava na lingueta com facilidade	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Fechadura	Problemas de alinhamento entre folha e marco	Trinco não trava na lingueta com facilidade	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Fechadura	Cava para trinco insuficiente	Trinco não trava na lingueta com facilidade	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Fechadura	Solta/peça balança		
Esquadrias	Portas	Fechadura	Espelhos arranhados/ amassados/ cortados/ empenados	Acabamento ausente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Portas	Fechadura	Quebrada		
Esquadrias	Portas	Fechadura	Ausente		
Esquadrias	Portas	Conforme projeto	Presença de ferrugem	Presença de ferrugem	
Esquadrias	Portas	Conforme projeto	Não funcionamento		
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Ausência de alinhamento com revestimento das paredes	Enchimento ou supressão de acabamentos	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Marco/caixilho	Marco ou caixilho fora de prumo e ou nível	Funcionamento inadequado dos demais componentes	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Contra marco	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Contra marco	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Contra marco	Fixação em base não preparada (sem tacos/ sem ancoragem para chumbadores/ porosa para espuma)	Solta	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Ausência de massa, silicone ou baguete para a fixação do vidro	Folga entre vidro e baguete de fixação	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Ausência de massa, silicone ou baguete para a fixação do vidro	Folga entre vidro e baguete de fixação	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Aplicação irregular de e massa, silicone ou baguete para a fixação do vidro	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Aplicação irregular de massa, silicone ou baguete para a fixação do vidro	Acabamento insuficiente	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
				amassada/ manchada/ rompida	
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Ausência de proteção após instalação / danifica durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Ausência de proteção após instalação / danifica durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas de vidro	Marco ou caixilho fora de prumo e ou nível	Folhas não deslizam ou não abrem com facilidade	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Marco ou caixilho fora de prumo e ou nível	Folhas não deslizam ou não abrem com facilidade	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Falha de fabricação	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Baixa qualidade do material	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Empenada	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Não executada ou não prevista	Componente ausente	
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Ausência de proteção após instalação / danifica durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Ausência de proteção após instalação / danifica durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Folhas venezianas	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Trincos/ cremalheiras	Cava para trinco insuficiente	Trinco não trava na lingueta com facilidade	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Trincos/ cremalheiras	Espelhos arranhados/ amassados/ cortados/ empenados	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Esquadrias	Janelas	Trincos/cremalheiras	Não instalado ou retirado	Componente ausente	
Esquadrias	Janelas	Trincos/cremalheiras	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Trincos/cremalheiras	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Vidros	Folga entre vidro e baguete de fixação	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Vidros	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	
Esquadrias	Janelas	Vidros	Folga entre vidro e baguete de fixação	Solto	
Esquadrias	Janelas	Vidros	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Peitoril	Instalação inadequada	Instalado em frente a esquadria e não por baixo	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Peitoril	Instalação inadequada	Trespasse sobre a alvenaria inexistente	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Peitoril	Instalação inadequada	Pingadeira inexistente	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Peitoril	Falha de proteção da peça na obra ou Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Peitoril	Instalação inadequada	Inclinação insuficiente	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Peitoril	Instalação inadequada	Alinhada ao revestimento sem formar pingadeira	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Calafete - vedação esquadria /parede	Inexistente/ insuficiente/ vedante inadequado	Marcas de infiltração na base da janela	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Falta de controle na finalização do serviço	Ausente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Espelho/Guarnição	Falta de controle na finalização do serviço	Ausente	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Ausência de alinhamento com revestimento das paredes	Enchimento ou supressão de acabamentos	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Instalação inadequada	Solta	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Instalação inadequada	Solta	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Cortes irregulares/ felpas / marcas de ferramentas/ fixadores salientes ou aparentes	Acabamento insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/	Comprometimento da segurança ao uso

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
				amassada/ manchada/ rompida	
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Ausência de proteção após instalação / danificada durante a obra	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da durabilidade
Esquadrias	Janelas	Espelho/ Guarnição	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	Comprometimento da segurança ao uso
Esquadrias	Janelas	Conforme projeto	Área de Iluminação Insuficiente	Área de Iluminação Insuficiente	Comprometimento da salubridade
Esquadrias	Janelas	Conforme projeto	Área de ventilação Insuficiente	Área de ventilação Insuficiente	Comprometimento da salubridade
Esquadrias	Janelas	Conforme projeto	Área de ventilação Insuficiente	Área de ventilação Insuficiente	Comprometimento da estanqueidade
Esquadrias	Janelas	Conforme projeto	Instalação invertida		
Esquadrias	Janelas	Conforme projeto	Não funcionamento		
Esquadrias	Janelas	Conforme projeto	Presença de ferrugem	Presença de ferrugem	
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Ausência de controle no recebimento de serviços	Linhas de pintura (rolo) visíveis	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Não execução do número de camadas (demãos) conforme fabricante	Diferença de cor/tonalidade entre cantos e quinas e os planos de parede	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Manutenção com equipe inexperiente	Linhas de pintura (rolo) visíveis	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Não execução do número de camadas (demãos) conforme fabricante	Aspecto de pouco cobrimento	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Reboco base - poroso, irregular, áspero	Descascando em áreas porosas e pulverulentas	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Reboco base - poroso, irregular, áspero	Ocorrência de saponificação	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Ausência da aplicação de fundo preparador para pintura em bases que não serão emassadas	Descascando em áreas porosas e pulverulentas	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Ausência da aplicação de fundo preparador para pintura em bases que não serão emassadas	Ocorrência de saponificação	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Ausência da aplicação de fundo preparador para pintura em bases que não serão emassadas	Ocorrência de manchas	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Ausência de manutenção	Desgastado/ sem brilho	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Qualidade da tinta insatisfatória	Alteração de pigmentação excessiva entre planos de pintura	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Emprego de tinta divergente da	Desgastado/ sem brilho	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
			especificada		
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Emprego de tinta divergente da especificada	Aspecto de pouco cobrimento	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Tempos técnicos entre camadas (demãos) não foram respeitados	Ocorrência de enrugamentos da tinta em trechos da superfície	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Tempos técnicos de cura total do reboco não foram respeitados	Ocorrência de eflorescências (manchas esbranquiçadas)	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Tempos técnicos de cura total do reboco não foram respeitados	Ocorrência de bolhas e áreas descascando	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Ausência de controle no recebimento de serviços	Linhas visíveis de tinta escorrida	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Manutenção com equipe inexperiente	Linhas visíveis de tinta escorrida	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Infiltrações/ umidade ascensional/ vazamentos	Ocorrência de eflorescências (manchas esbranquiçadas)	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Infiltrações/ umidade ascensional/ vazamentos	Ocorrência de bolhas e áreas descascando	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Planos de parede	Infiltrações/ umidade ascensional/ vazamentos	Manchas de umidade/ mofo	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Não execução do número de camadas (demãos) conforme fabricante	Aspecto de pouco cobrimento	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Não execução do número de camadas (demãos) conforme fabricante	Ocorrência de bolhas e áreas descascando	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Manutenção com equipe inexperiente	Ocorrência de bolhas e áreas descascando	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Manutenção com equipe inexperiente	Superfície áspera, com farpas	Comprometimento da segurança ao uso
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Manutenção com equipe inexperiente	Respingos sobre piso, esquadrias, vidros, equipamentos sanitários, acabamentos elétricos, metais, ferragens	Funcionalidade
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Ausência de lixação	Superfície áspera, com farpas	Comprometimento da segurança ao uso
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Ausência de lixação	Ocorrência de bolhas e áreas descascando	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Ausência de lixação	Cortes de madeira sem acabamento	Comprometimento da segurança ao uso
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Ausência de calafetação	Marcas de infiltração na base da janela	Comprometimento da estanqueidade
Pintura	Pintura interna	Esquadrias	Ausência de calafetação	Marcas de infiltração na base da janela	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Limpeza Geral	Ausência de limpeza antes da pintura	Resíduos de obra e pó presos entre as camadas de pintura	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Limpeza Geral	Ausência de limpeza antes da pintura	Ocorrência de bolhas e áreas descascando	Comprometimento da durabilidade
Pintura	Pintura interna	Limpeza Geral	Ausência de proteção das superfícies que não serão pintadas	Respingos sobre piso, esquadrias, vidros, equipamentos sanitários, acabamentos elétricos, metais, ferragens	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tubulação	Ausente	Ponto elétrico inexistente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tubulação		Presença de infiltração	

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tubulação	Obstruída durante a concretagem	Obstruída/ inutilizada	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Circuitos	Condutor de proteção/aterramento não instalado	Risco de choque durante uso e manutenção/ Risco de danificar equipamentos eletrônicos	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Circuitos	Diâmetro fiação divergente do projeto	Relação circuito/disjuntor comprometida	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Circuitos	Circuito iluminação - fio retorno em bitola divergente	Risco de choque durante manutenção/ troca de lâmpada	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Circuitos	Circuitos sem identificação	Ausência de identificação dos circuitos na caixa de distribuição	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Circuitos	Cores dos fios não respeitam convenção	Função dos condutores não identificada visualmente	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Circuitos	Ligação invertida nas tomadas	Ponto de luz invertido	
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Disjuntores	Capacidade Divergente do projeto	Relação circuito/disjuntor comprometida	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Disjuntores	Queda de tensão no apartamento	Oscilação da intensidade da luz	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Disjuntores	Queda frequente do disjuntor do chuveiro	Relação circuito/disjuntor comprometida	Comprometimento da Durabilidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Disjuntores	Queda frequente do disjuntor do chuveiro	Relação circuito/disjuntor comprometida	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Disjuntores	Sem uso de dispositivo DR	Risco de choque durante uso e manutenção	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Disjuntores	Ausente		
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Disjuntores	Soltos na caixa de distribuição	Risco de choque durante uso e manutenção	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada	Condutor de proteção/aterramento não instalado	Risco de choque durante uso e manutenção/ Risco de danificar equipamentos eletrônicos	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada	Ponto instalado fora de nível	Acabamento insatisfatório	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada		Solto	
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada	Ausência do espelho		
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada	Acabamento danificado	Acabamento insatisfatório	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada	Presença de ferrugem		
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada	Condutores desconectados/ seccionados	Não funciona	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Tomada	Uso de equipamento com potência superior a resistência projetada do ponto	Derreteu	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Interruptor	Ponto instalado fora de nível	Acabamento insatisfatório	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Interruptor	Acabamento danificado	Acabamento insatisfatório	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Interruptor	Instalação incorreta	Ausência de funcionamento	
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Iluminação artificial do apartamento	Número de pontos insuficiente	Insuficiente	Funcionalidade
Sistemas	Instalação	Iluminação		Pontos não funcionam	

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
prediais	elétrica	artificial do apartamento			
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Iluminação artificial do apartamento	Potência das lâmpadas insuficiente	Insuficiente	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de medição	Instalação local divergente do Projeto	Instalação local divergente	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de medição	Ausente		
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de medição	Fiação com partes vivas expostas	Risco de choque durante uso e manutenção	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Instalação local divergente do Projeto	Acesso rápido ao sistema comprometido	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Instalação local divergente do Projeto	Acesso rápido ao sistema comprometido	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Altura inadequada	Acesso rápido ao sistema comprometido	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Altura inadequada	Acesso rápido ao sistema comprometido	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Barramento de neutro e de proteção - isolamento inadequado	Contatos expostos/ curto circuito	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Ausência no controle de qualidade recebimento do material	Danificada	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Danificada	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Ausência de proteção após instalação/danificam durante a obra	Danificada	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Mau uso do sistema	Danificada	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Caixa de distribuição	Mau uso do sistema	Danificada	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Antena TV	Não executada ou não prevista	Ausente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Antena TV	Não executada ou não prevista		
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Antena TV		Ausência de funcionamento	
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Telefonia	Não executada ou não prevista		Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação elétrica	Iluminação de emergência	Não executada ou não prevista		
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Localização inadequada da caixa d'água	Acesso difícil para limpeza	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Instalação local divergente do Projeto do Projeto	Instalação local divergente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Problemas na ligação flangeada	Vazamento	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Problemas na ligação flangeada	Vazamento	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Presença de rachaduras	Vazamento	
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Mal funcionamento		
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Boia defeituosa	Paredes com marcas água - indicando ocorrência de vazamento	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa d'agua	Boia defeituosa	Paredes com marcas água - indicando ocorrência de vazamento	Comprometimento da estanqueidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - esgoto	Dimensionamento da tubulação de esgoto	Entupimento frequente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - esgoto	Mau uso do sistema	Entupimento frequente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - esgoto	Vazamento da tubulação do andar superior	Vazamento da tubulação do andar superior	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - esgoto	Vazamento da tubulação do andar superior	Vazamento da tubulação do andar superior	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais		Ramais - esgoto	Obstruída durante a concretagem	Obstruída/ inutilizada	
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - esgoto	Vazamento a céu aberto	Vazamento sobre o terreno	
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - esgoto	Dimensionamento e localização da tubulação de ventilação	Odor de esgoto frequente	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - pluvial	Problemas de vinculação entre componentes/ Ausência de cola	Vazamento da tubulação do andar superior	
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - pluvial	Dimensionamento insuficiente do sistema	Entupimento de calhas e tubos de queda	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - pluvial	Ausência de manutenção	Vazamentos	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - pluvial	Ausência de limpeza	Entupimento de calhas e tubos de queda	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - pluvial	Vazamento em ponto hidráulico	Manchas na alvenaria indicando vazamento de ponto	
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - pluvial	Danificado		
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ramais - pluvial	Inexistente	Alagamentos	
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ponto da máquina de lavar	Local/Altura divergente	Retorno de água da máquina de lavar	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa sinfonada	Sifão ausente	Odor de esgoto frequente	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ralo seco	Obstruído com calça de obra	Insuficiente para a vazão do chuveiro	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ralo seco	Ausência de limpeza	Entupimento frequente	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ralo seco	Ausência de limpeza	Entupimento frequente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ralo seco	Quebrado		
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ralo seco	Impermeabilização entorno do ralo do box insuficiente	Infiltração localizada para andar inferior	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Ralo seco	Impermeabilização entorno do ralo do box insuficiente	Infiltração localizada para andar inferior	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa de gordura	Ausência de limpeza	Entupimento frequente	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa de gordura	Ausência de limpeza	Entupimento frequente	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa de gordura	Obstruído com calça de obra	Entupimento frequente	Comprometimento da salubridade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Caixa de gordura	Obstruído com calça de obra	Entupimento frequente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Fossa séptica	Dimensões internas e níveis da tubulação inadequada	Sem vazão adequada	Funcionalidade
Sistemas prediais	Instalação hidro sanitária	Fossa séptica	falhas na execução da base em concreto	Rachada/quebrada	Comprometimento da salubridade
Sistemas	Instalação	Fossa	Fahas de	Erosão no entorno e	Comprometimento da

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
prediais	hidro sanitária	séptica	impermeabilização	vazamentos	salubridade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Rejuntamento ausente	Rejuntamento ausente	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Rejuntamento ausente	Rejuntamento ausente	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Danificado	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Ausência de proteção após instalação/danificam durante a obra	Danificado	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Fora de nível	Fora de nível	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Local divergente	Local divergente	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Local divergente	Local divergente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Lavatório	Modelo divergente do especificado	Modelo divergente do especificado	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Vedação inexistente com a parede	Vedação inexistente com a parede	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Vedação inexistente com a parede	Vedação inexistente com a parede	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Danificado	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Ausência de proteção após instalação/danificam durante a obra	Danificado	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	
Sistemas prediais	Louças	Pia	Local Divergente	Local Divergente	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Local Divergente	Local Divergente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Fora de nível	Fora de nível	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Pia	Modelo divergente do especificado	Modelo divergente do especificado	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Danificado	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Ausência de proteção após instalação/danificam durante a obra	Danificado	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Fora de nível	Fora de nível	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Vedação inexistente com a parede	Vedação inexistente com a parede	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Ausente		
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Vedação inexistente com a parede	Vedação inexistente com a parede	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Local divergente	Local divergente	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Louças	Tanque	Modelo divergente do especificado	Inadequação com pontos hidrossanitários	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Instalação não concluída	Rejuntamento ausente	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Instalação não concluída	Parafusos Soltas	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Falha no recebimento/ Estoque das peças	Danificado	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Ausência de proteção após instalação/danificam	Danificado	Comprometimento da durabilidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
			durante a obra		
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Peça danificada pelo uso	Peça danificada / quebrada/ lascada/ amassada/ manchada/ rompida	
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Tubulação obstruída durante a obra	Entupido	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Tubulação obstruída por mau uso	Entupido	Funcionalidade
Sistemas prediais			Defeito de fabricação / danificado na obra	Entupido	
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Instalação em local divergente	Problemas de espaçamento entre equipamentos	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Locação da tubulação de esgoto	Local divergente	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Locação da tubulação de esgoto	Local divergente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Modelo divergente do especificado	Distanciamento da parede diferente do projeto	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Modelo divergente do especificado	Distanciamento da parede diferente do projeto	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Vaso sanitário	Instalação inadequada	Irregularidade do acabamento	
Sistemas prediais	Louças	Flexíveis de água fria	Instalação inadequada	Entrada de água vazando	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Louças	Flexíveis de água fria	Instalação inadequada	Entrada de água vazando	Funcionalidade
Sistemas prediais	Louças	Flexíveis de água fria	Ausente		
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Defeito de fabricação / danificado na obra	Vazando	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Defeito de fabricação / danificado na obra	Presença de oxidação/descascando	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Desgaste pelo uso	Vazando	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Desgaste pelo uso	Presença de oxidação/descascando	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Fixação inadequada	Soltas	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Fixação inadequada	Soltas	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Formato do acionamento diferente de cruzeta ou alavanca	Operação de uso dificultada	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Não compatíveis com as louças	ex. Torneira muito curta que não possibilita lavar a mão	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Não compatíveis com as louças	ex. Torneira muito curta que não possibilita lavar a mão	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Bitola divergente da tubulação	Uso de adaptadores para instalação do metal	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Instalação em local divergente	Problemas de espaçamento entre equipamentos	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Torneiras	Não executada ou não prevista	Ponto de água ausente	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Defeito de fabricação / danificado na obra	Vazando	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Defeito de fabricação / danificado na obra	Travados	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Desgaste pelo uso	Vazando	Comprometimento da estanqueidade

Subsistema	Elementos	Componentes	Origem da falha	Falha	Relação com a Norma de Desempenho
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Desgaste pelo uso	Travados	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Defeito de fabricação / danificado na obra	Quebrado	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Defeito de fabricação / danificado na obra	Quebrado	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Desgaste pelo uso	Quebrado	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Desgaste pelo uso	Quebrado	Funcionalidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Formato do acionamento diferente de cruzeta ou alavanca	Operação de uso dificultada	Comprometimento da acessibilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Tubulação interna sem ancoragem	Soltas	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Registros	Tubulação interna sem ancoragem	Soltas	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Acabamento de Registro	Instalação do registro superficial	Solta	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Acabamento de Registro	Instalação do registro superficial	Solta	Comprometimento da estanqueidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Acabamento de Registro	Instalação do registro profunda	Inexistente	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Acabamento de Registro	Instalação do registro profunda	Cortes sem acabamento para instalação	Comprometimento da durabilidade
Sistemas prediais	Metais sanitários	Acabamento de Registro	Instalação do registro profunda	Cortes sem acabamento para instalação	Comprometimento da segurança ao uso
Sistemas prediais	Metais sanitários	Acabamento de Registro	Instalação do registro profunda	Dificuldade de operação devido a pressão do acabamento imposta ao acionamento	Comprometimento da segurança ao uso

Apêndice 3

Roteiro de entrevista semiestruturada efetuada após apresentação do escopo da pesquisa e os resultados preliminares à coordenadora da área de normas e padrões vinculadas ao setor habitacional da CEF.

A entrevista visou à avaliação da utilidade e aplicabilidade do método proposto

Com relação ao tipo de estrutura de informações resultante do método apresentado:

A proposta traz alguma oportunidade de melhoria a ser utilizada no programa de olho na qualidade que a CEF utiliza?

- Qual a sua visão?

Sobre as informações apresentadas em tabelas e gráficos:

Podem contribuir para uma decisão?

- De que tipo e de que nível gerencial
- Podem contribuir com a solução direta de um problema?
- De que tipo e de que nível gerencial
- Podem contribuir para a melhoria de processos?
- De que tipo e de que nível gerencial

Quais ajustes seriam necessários para aumentar a utilidade dos dados obtidos com o método?

Quais são os meios mais eficazes de disponibilização destas informações dos indicadores?

Quem são os principais interessados pelo tipo de informação obtida com o método?

Como estas informações seriam disseminadas para o resto da empresa?

Quais os benefícios observados pelo emprego destas informações?

Quais as dificuldades observadas pelo emprego destas informações?

Que sugestões de maneira geral poderiam melhorar a utilização do método?

Existe a possibilidade de incorporar o método proposto as atividades e processos internos existentes?

Quais ajustes seriam necessários para aumentar a aplicabilidade do método?

Apêndice 4

Apêndice 4 - Tabela de relações entre itens da pesquisa e o tempo de vida útil de projeto proposto pela ABNT NBR15575.

Parte da edificação	Item pesquisado	VUP anos	
		Mínimo	Máximo
Estrutura principal	Fissuras paredes próximo às lajes	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Fissuras carga concentrada	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Fissuras verticais encontros de paredes	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Fissuras 45° cantos esquadrias	≥ 50	≥ 75
Vedação interna	Fissuras mapeadas	≥ 20	≥ 30
Vedação interna	Fissuras alinhadas e horizontais	≥ 20	≥ 30
Vedação interna	Fissuras no entorno das esquadrias	≥ 20	≥ 30
Estrutura principal	Fissuras sobrecarga distribuída	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Fissuras associadas à recalque	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Fissura alinhada - tubulações embutidas - lajes	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Fissuras entre painéis de laje pré-moldada	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Fissuras lajes próximo a <i>shafts</i>	≥ 50	≥ 75
Revestimento interno aderido	Desplacamento de revestimento cerâmico	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Desplacamento de revestimento de argamassa	≥ 13	≥ 20
Estrutura principal	Rompimento da parede - cinta de respaldo	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Rompimento da parede - vergas e contravergas	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Cortes horizontais excessivos (ex. tubulação para <i>split</i>)	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Remoção de paredes da UH	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Alteração de layout dos equipamentos (elétrica e hidrossanitário)	≥ 50	≥ 75
Revestimento interno aderido	Irregularidades no encontro de painéis de laje	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Irregularidades no encontro entre paredes e laje	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Ferragem exposta - Manchas de ferrugem ou concreto estufado	≥ 13	≥ 20
Estrutura principal	Afundamento de piso no térreo	≥ 50	≥ 75
Estrutura principal	Umidade ascensional no térreo	≥ 50	≥ 75
Revestimento interno aderido	Desalinho entre parede esquadrias, elétrica e hidráulica	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Manchas de umidade, sujidade e biodeterioração	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Eflorescências	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Quinas e cantos danificados	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Desagregação, descolamento, descascamento e pulverulência	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Vesículas por hidratação retardada da cal	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Infiltrações na região do box (piso e parede)	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Cerâmicos com recortes excessivos ou inadequados	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Rejuntas soltos / esmagados / calcinados	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Escoamento de águas para local incorreto	≥ 13	≥ 20
Cobertura - Telhamento	Telhas quebradas	≥ 13	≥ 20
Cobertura - Telhamento	Telhas sem amarração	≥ 13	≥ 20
Cobertura - Telhamento	Telhas de finalização soltas/desencaixadas	≥ 13	≥ 20
Cobertura - Telhamento	Geometria de planos de telhado - ex: arestas superior e inferior fora de nível	≥ 13	≥ 20
Cobertura - Telhamento	Geometria de planos de telhado - ex: flexão excessiva de componente estrutural	≥ 13	≥ 20
Cobertura - Telhamento	Manchas nas paredes e ou forro/laje devido à vazamentos do telhado	≥ 13	≥ 20
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Dificuldades de acesso à caixa de disjuntores	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Circuitos sem a identificação na caixa de disjuntores	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Risco aparente de choque durante uso e manutenção	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Uso inadequado de cores em fios dos circuitos (observado no chuveiro)	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Queda frequente do disjuntor do chuveiro	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Substituição dos metais originais	≥ 3	≥ 4

Parte da edificação	Item pesquisado	VUP anos	
		Mínimo	Máximo
Revestimento interno aderido	Infiltrações por manchas nas paredes ou umidade no teto	≥ 13	≥ 20
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Odor de esgoto na unidade habitacional	≥ 4	≥ 6
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Rejunte de pia e bacia sanitária, ausentes	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Aparelhos aparentemente fora de nível	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Entupimento frequente em um ponto	≥ 4	≥ 6
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Retorno de espuma em ponto de esgoto	≥ 4	≥ 6
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Capacidade de ponto de esgoto insuficiente para a vazão de água imposta	≥ 4	≥ 6
Pintura	Bolhas e áreas descascando	≥ 3	≥ 4
Pintura	Superfície áspera, com farpas	≥ 3	≥ 4
Pintura	Pintura desgastada/sem brilho	≥ 3	≥ 4
Pintura	Enrugamentos da tinta em trechos da superfície	≥ 3	≥ 4
Esquadrias internas	Acionamento das janelas	≥ 8	≥ 12
Revestimento interno aderido	Umidade/mofo infiltração na interface janela com a alvenaria/revestimento	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno aderido	Marcas de infiltração na base da janela sem a ocorrência de fissuras	≥ 13	≥ 20
Esquadrias externas (de fachada)	Peitoril sem detalhes construtivos necessários para a estanqueidade da interface	≥ 20	≥ 30
Esquadrias internas	Acionamento das portas	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Conjunto Porta e componentes aparentemente fora de esquadro	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Formato da maçaneta divergente de alavanca	≥ 4	≥ 6
Esquadrias internas	Fresta excessiva entre folha e marco	≥ 8	≥ 12
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Solta	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Elétricas Aparentes - Peça Danificada	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Elétricas Aparentes - Contatos expostos	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Elétricas Aparentes - Peça inexistente	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça vazando	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça danificada	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça solta	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso	Instalações Hidrossanitárias Aparentes - Peça inexistente	≥ 3	≥ 4
Esquadrias internas	Janelas e seus componentes - Peça solta	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Janelas e seus componentes - Peça danificada	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Janelas e seus componentes - Peça empenada	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Janelas e seus componentes - Peça não desliza	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Janelas e seus componentes - Peça ausente	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Portas e seus componentes - Peça solta	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Portas e seus componentes - Peça danificada	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Portas e seus componentes - Peça empenada	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Portas e seus componentes - Peça não desliza	≥ 8	≥ 12
Esquadrias internas	Portas e seus componentes - Peça ausente	≥ 8	≥ 12