

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS HENRIQUE HERBST

**DETERMINAÇÃO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO DAS EDIFICAÇÕES MUNICIPAIS DE ASSISTÊNCIA
SOCIAL NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS - SC**

GUARAPUAVA

2022

CARLOS HENRIQUE HERBST

**DETERMINAÇÃO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO DAS EDIFICAÇÕES MUNICIPAIS DE ASSISTÊNCIA
SOCIAL NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS - SC**

**Determination of the deterioration degree of reinforced concrete structures of
municipal social assistance buildings in the city of Canoinhas - SC**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Dyorgge Alves Silva.

GUARAPUAVA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

CARLOS HENRIQUE HERBST

**DETERMINAÇÃO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO DAS EDIFICAÇÕES MUNICIPAIS DE ASSISTÊNCIA
SOCIAL NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS - SC**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 13/dezembro/2022

Dyorgge Alves Silva
Mestrado em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília, UnB
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Bruna Regina Knop
Especialização em de Estruturas de Concreto pelo Instituto de Engenharia do Paraná, IEP
Secretaria de Planejamento de Canoinhas

Brenda Badzinski Varela
Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR
Bsk Construção civil e serviços eireli

GUARAPUAVA

2022

Dedico este trabalho à minha família
e ao amor da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Estou certo de que tais agradecimentos não serão suficientes para incluir todas as pessoas que me ajudaram nessa importante fase da minha vida, assim, aos que não forem diretamente citados, fica meu agradecimento em forma de pensamento e consideração.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Dyorgge Alves Silva, pela sabedoria e pela disposição ao me guiar durante o percurso.

Aos meus amigos, que dia após dia estão ao meu lado.

À minha namorada, quem me dá forças e incentivos todos os dias para vencer os objetivos.

Com agradecimento especial à minha família, pois sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Aos meus avôs (*in memoriam*), que sempre batalharam pela evolução e desenvolvimento da família, minha eterna gratidão.

Enfim, meu agradecimento a todos que fizeram parte deste processo de qualquer forma.

“Não podemos resolver nossos problemas com o
mesmo pensamento que tínhamos quando os
criamos.”
(EINSTEIN, Albert)

RESUMO

As edificações sob gestão de órgãos públicos são de extrema importância para a gestão de pessoas e políticas públicas. O avanço tecnológico e o desenvolvimento da construção civil são associados ao aumento dos riscos de deterioração das estruturas. Deste modo, surge a necessidade da análise e determinação quantitativa da relevância das patologias que surgem. No município de Canoinhas, as obras públicas de nível municipal apresentam diversas manifestações patológicas devido aos procedimentos de projeto e acompanhamento das obras. Assim, através da Metodologia GDE/UnB, este trabalho tem como objetivo a determinação do grau de deterioração de estruturas de concreto armado em edificações sob gestão da Secretaria Municipal de Assistência Social de Canoinhas, por meio de inspeções *in loco* dos elementos estruturais e registros fotográficos, foram confeccionados croquis das estruturas das edificações para identificação dos elementos e quantificação dos dados obtidos, posteriormente, realiza-se o levantamento das medidas mitigadoras a serem realizadas juntamente com as ações recomendadas para as patologias identificadas, estabelecendo também uma ordem de prioridade para a execução das ações recomendadas nas edificações.

Palavras-chave: Concreto Armado; Patologias das Estruturas; Metodologia GDE/UnB; Medidas Mitigadoras.

ABSTRACT

Buildings under the management of public agencies are extremely important for people management and public policies. Technological advances and the development of construction are associated with increased risks of deterioration of structures. Thus, the need for analysis and quantitative determination of the relevance of the pathologies that arises. In the municipality of Canoinhas, public works of municipal level present several pathological manifestations due to the procedures of design and monitoring of the works. Thus, through the GDE/UnB Methodology, this work aims to determine the degree of deterioration of reinforced concrete structures in buildings under management of the Municipal Secretariat of Social Assistance of Canoinhas, through on-site inspections of structural elements and photographic records, sketches of the building structures were made to identify the elements and quantify the data obtained, subsequently, the mitigating measures to be carried out are carried out together with the recommended actions for the identified pathologies, also establishing a priority order for the execution of the recommended actions in the buildings.

Keywords: Reinforced Concrete; Structural Pathologies; GDE/UNB Methodology; Mitigating Measures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lei de Sitter.....	22
Figura 2 – Fluxograma da metodologia para o cálculo do Grau de Deterioração da Estrutura	27
Figura 3 – Localização de Canoinhas em Santa Catarina.....	41
Figura 4 – Município de Canoinhas-SC	42
Figura 5 – Localização das edificações em Canoinhas-SC	43
Figura 6 – Planta de situação Casa Lar do Idoso	44
Figura 7 – Vista frontal Casa Lar do Idoso.....	45
Figura 8 – Grau de deterioração global da estrutura da Casa Lar do Idoso	46
Figura 9 – Manchas (Fi=3)	47
Figura 10 – Fissura (Fi=1)	47
Figura 11 – Eflorescência (Fi=2).....	47
Figura 12 – Fissura (Fi=2)	47
Figura 13 – Planta de situação CRAS 1	48
Figura 14 – Fachada do CRAS 1	48
Figura 15 – Grau de deterioração global da estrutura do CRAS 1.....	51
Figura 16 – Deslocamento (Fi=2)	51
Figura 17 – Fissura (Fi=2)	51
Figura 18 – Deslocamento (Fi=2)	51
Figura 19 – Fissura (Fi=2)	51
Figura 20 – Planta de situação do CRAS 2.....	52
Figura 21 – Fachada do CRAS 2	53
Figura 22 – Grau de deterioração global da estrutura do CRAS 2.....	55
Figura 23 – Manchas (Fi=2)	55
Figura 24 – Fissura (Fi=1)	55
Figura 25 – Recalque (Fi=3).....	56
Figura 26 – Fissura (Fi=2)	56
Figura 27 – Planta de situação do CRAS 3.....	56
Figura 28 – Fachada do CRAS 3	57
Figura 29 – Grau de deterioração global da estrutura do CRAS 3.....	59
Figura 30 – Manchas (Fi=2)	59
Figura 31 – Fissura (Fi=1)	59
Figura 32 – Deslocamento (Fi=2)	59
Figura 33 – Manchas (Fi=2)	59
Figura 34 – Planta de situação do CREAS	60
Figura 35 – Fachada do CREAS	60
Figura 36 – Grau de deterioração global da estrutura do CREAS	62
Figura 37 – Fissuras (Fi=2).....	63
Figura 38 – Fissura (Fi=1) e manchas (Fi=2).....	63
Figura 39 – Manchas (Fi=2)	63
Figura 40 – Manchas (Fi=2)	63
Figura 41 – Planta de situação Mercado Público Municipal	64
Figura 42 – Fachada do Mercado Público Municipal	64
Figura 43 – Grau de deterioração global da estrutura do Mercado Público	67
Figura 44 – Recalque (Fi=2).....	67
Figura 45 – Carbonatação (Fi=1).....	67
Figura 46 – Manchas (Fi=3)	67

Figura 47 – Fissuras (Fi=1)	67
Figura 48 – Planta de situação PAVI	68
Figura 49 – Fachada PAVI	68
Figura 50 – Grau de deterioração global da estrutura do PAVI	70
Figura 51 – Recalque (Fi=2)	70
Figura 52 – Fissuras (Fi=1)	70
Figura 53 – Manchas (Fi=2) e fissuras (Fi=1)	71
Figura 54 – Manchas (Fi=2)	71
Figura 55 – Croqui Casa Lar do Idoso	84
Figura 56 – Croqui CRAS 1	86
Figura 57 – Croqui do CRAS 2	88
Figura 58 – Croqui do CRAS 3	90
Figura 59 – Croqui do CREAS	92
Figura 60 – Croqui do Térreo Mercado Público	94
Figura 61 – Croqui do pavimento superior Mercado Público	95
Figura 62 – Croqui do PAVI	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Grau de deterioração das estruturas	72
Gráfico 2 – Incidência das manifestações patológicas	74
Gráfico 3 – Estudo comparativo entre as manifestações patológicas em Guarapuava – PR e Canoinhas - SC	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fator de ponderação (F_p) de pilares	29
Tabela 2 - Fator de ponderação (F_p) de vigas	29
Tabela 3 - Fator de ponderação (F_p) de lajes	30
Tabela 4 – Fator de ponderação (F_p) de cortinas (muros de arrimo)	30
Tabela 5 – Fator de ponderação (F_p) de escadas e rampas.....	31
Tabela 6 – Fator de ponderação (F_p) de reservatórios	31
Tabela 7 – Fator de ponderação (F_p) de blocos de fundação	32
Tabela 8 – Fator de ponderação (F_p) de juntas de dilatação	32
Tabela 9 – Fator de ponderação (F_p) de composição arquitetônica	32
Tabela 10 – Fator de intensidade de dano	33
Tabela 11 – Classificação dos danos e Fator de intensidade (F_i) (<i>continua</i>)	33
Tabela 12 – Classificação do nível de deterioração de um elemento estrutural	36
Tabela 13 – Fator de relevância estrutural	37
Tabela 14 – Classificação do nível de deterioração da estrutura	38
Tabela 15 – Graus de deterioração das estruturas	72
Tabela 16 – Incidência das manifestações patológicas por edificação	73
Tabela 17 – Incidência das manifestações patológicas por elemento	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Causas intrínsecas das patologias no concreto.....	18
Quadro 2 – Causas extrínsecas das patologias no concreto.....	19
Quadro 3 – Critérios de desempenho.....	20
Quadro 4 – Classes de agressividade ambiental (CAA)	20
Quadro 5 – Manifestações patológicas do concreto no estado fresco	23
Quadro 6 – Manifestações patológicas do concreto no estado endurecido.....	24
Quadro 7 – Grau de deterioração dos pilares da Casa Lar do Idoso.....	45
Quadro 8 – Grau de deterioração das vigas da Casa Lar do Idoso	46
Quadro 9 – Grau de deterioração global da estrutura da Casa Lar do Idoso	46
Quadro 10 – Grau de deterioração dos pilares de CRAS 1.....	49
Quadro 11 – Grau de deterioração das vigas do CRAS 1	50
Quadro 12 – Grau de deterioração global do CRAS 1.....	50
Quadro 13 – Grau de deterioração dos pilares do CRAS 2	54
Quadro 14 – Grau de deterioração das vigas do CRAS 2.....	54
Quadro 15 – Grau de deterioração global do CRAS 2.....	55
Quadro 16 – Grau de deterioração dos pilares do CRAS 3	58
Quadro 17 – Grau de deterioração das vigas do CRAS 3.....	58
Quadro 18 – Grau de deterioração global do CRAS 3.....	58
Quadro 19 – Grau de deterioração dos pilares do CREAS	61
Quadro 20 – Grau de deterioração das vigas do CREAS	62
Quadro 21 – Grau de deterioração global do CREAS	62
Quadro 22 – Grau de deterioração dos pilares do Mercado Público	65
Quadro 23 – Grau de deterioração das vigas do Mercado Público	66
Quadro 25 – Grau de deterioração global do Mercado Público	66
Quadro 25 – Grau de deterioração global do Mercado Público	66
Quadro 26 – Grau de deterioração dos pilares do PAVI	69
Quadro 27 – Grau de deterioração das vigas do PAVI.....	69
Quadro 28 – Grau de deterioração global do PAVI	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	16
2.1	Conceito de Patologia na Construção Civil	16
2.1.1	Causas das patologias em estruturas de concreto armado.....	17
<u>2.1.1.1</u>	<u>Causas intrínsecas</u>	<u>17</u>
<u>2.1.1.2</u>	<u>Causas extrínsecas</u>	<u>18</u>
2.1.2	Desempenho	19
2.1.3	Durabilidade	20
2.1.4	Vida útil.....	21
2.2	Manutenções.....	21
2.3	Manifestações Patológicas.....	23
3	METODOLOGIA GDE/UNB	26
3.1	Divisão em famílias de elementos típicos	28
3.2	Fator de ponderação (F_p)	28
3.3	Fator de intensidade (F_i)	33
3.4	Formulações da metodologia GDE/UnB.....	35
3.4.1	Grau de Dano (D).....	35
3.4.2	Grau de deterioração de um elemento (G_{de})	36
3.4.3	Grau de deterioração de uma família de elementos (G_{df}).....	36
3.4.4	Fator de relevância estrutural (F_r).....	37
3.4.5	Grau de deterioração da estrutura (G_d).....	37
4	RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ..	39
5	DEFINIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	41
5.1	Caracterização do local	41
6	INSPEÇÕES <i>IN LOCO</i>.....	44
6.1	Casa Lar do Idoso	44
6.2	Centro de Referência de Assistência Social 1	47
6.3	Centro de Referência de Assistência Social 2	52

6.4	Centro de Referência de Assistência Social 3.....	56
6.5	Centro de Referência Especializado de Assistência Social	60
6.6	Mercado Público Municipal	63
6.7	Programa de Apoio e Valorização à Terceira Idade	68
7	ANÁLISE DOS RESULTADOS	72
7.1	Níveis de deterioração e ordem de prioridade.....	72
7.2	Incidência das manifestações patológicas	73
7.3	Medidas mitigatórias.....	76
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
9	RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	79
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICE A – CROQUI CASA LAR DO IDOSO.....	83
	APÊNDICE B – CROQUI CRAS 1	85
	APÊNDICE C – CROQUI CRAS 2.....	87
	APÊNDICE D – CROQUI CRAS 3.....	89
	APÊNDICE E – CROQUI CREAS.....	91
	APÊNDICE F – CROQUI MERCADO PÚBLICO MUNICIPAL	93
	APÊNDICE G – CROQUI PAVI	96

1 INTRODUÇÃO

As construções humanas da antiguidade tinham como materiais estruturais mais utilizados a pedra e a madeira, mais tarde, fez-se a utilização de ligas metálicas. A busca pelos materiais estruturais tem como finalidade a obtenção de três qualidades essenciais: resistência, durabilidade e disponibilidade. Um grande avanço ocorreu a partir do desenvolvimento dos chamados materiais aglomerantes, como a cal e o cimento pozolânico, que possibilitaram a fabricação de uma pedra artificial através do endurecimento ao entrar em contato com a água, denominada concreto (CLÍMACO, 2016).

Visando o aprimoramento das estruturas de concreto, há a inserção de armaduras de aço no concreto, com o objetivo de obtenção de maior resistência a tração no elemento estrutural. Entretanto, mesmo com a alta resistência final do elemento estrutural de concreto armado, a falta de controle de qualidade, seja na fase de projeto, execução ou utilização pode acarretar na ocorrência de manifestações patológicas estruturais, ocasionando problemas estéticos ou até comprometendo a segurança e a funcionalidade da estrutura (NADALINI; BISPO, 2017)

Patologia é a ciência que estuda a origem os mecanismos, os sintomas e a natureza das doenças, proveniente das palavras gregas *pathos* (sofrimento, doença) e *logia* (ciência, estudo). Assim, essa ciência é caracterizada pelo estudo do desvio das condições normais ou esperadas, anormalidades, que conflita com a integridade e interfere no comportamento habitual do elemento (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

A partir da necessidade da abordagem, de maneira científica, do comportamento e dos problemas relacionados a estruturas, surge o desenvolvimento de um novo campo relacionado a engenharia das construções, designado genericamente por patologia das estruturas, ocupado pelo estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas (SOUZA; RIPPER, 1998).

Os requisitos de desempenho das construções no Brasil ampliaram significativamente nos últimos anos, tendo como exemplo a NBR 15575:2013, que trata dos requisitos de desempenho a serem atendidos por construções habitacionais, estabelecendo no item 14 da parte 1 os requisitos de durabilidade e manutenção, onde diz-se que a durabilidade do edifício e de seus sistemas é um requisito econômico do

usuário, estando diretamente associado ao custo global do bem, tal durabilidade se extingue quando o produto deixa de atender as funções para a qual foi atribuído.

A falta de uma cultura de manutenção, principalmente relacionada aos cuidados preventivos, acarreta na priorização da execução das obras públicas, nos níveis federal, estadual e municipal, sem haver grandes preocupações relativas à conservação. A demora em iniciar as manutenções em uma obra torna os reparos mais trabalhosos e onerosos, conforme cita a Lei de Sitter (1984), os custos de correção aumentam em uma progressão geométrica de razão cinco ao decorrer do tempo (VITÓRIO, 2005).

No ano de 1994, Castro desenvolveu a metodologia GDE/UnB para quantificar o grau de deterioração em estruturas de concreto armado convencionais, sucessivamente aperfeiçoada por Lopes (1998), Boldo (2002), Fonseca (2007), Euqeres (2011) e Verly (2015) (BOAS *et al.*, 2018).

A fim de avaliar o grau de deterioração das estruturas, serão realizadas vistorias *in loco* nas edificações públicas vinculadas à Secretaria Municipal de Assistência Social (SEMAS) do município de Canoinhas – SC pela Metodologia GDE/UnB. Com os resultados coletados, espera-se apresentar medidas de manutenção e recuperação das estruturas à SEMAS afim de colaborar com a tomada de decisão acerca das estruturas que necessitam de reparos.

1.1 Objetivos

Os objetivos do trabalho são divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.1.1 Objetivo Geral

Determinar o grau de deterioração das estruturas e as medidas mitigatórias de edificações vinculadas à Secretaria Municipal de Assistência Social do município de Canoinhas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento das patologias por meio de inspeção *in loco*;
- Determinar os níveis de deterioração das estruturas através da Metodologia GDE/UnB;

- Propor medidas mitigatórias para recuperação das edificações analisadas;
- Apresentar à Secretaria Municipal de Assistência Social do município de Canoinhas a ordem de prioridade na restauração das edificações.

2 PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Este capítulo tem como objetivo definir os principais conceitos relacionados as patologias em estruturas de concreto armado, bem como a forma como se manifestam nas edificações.

2.1 Conceito de Patologia na Construção Civil

Há muito tempo, o homem se envolve com a construção de estruturas de edifícios, as quais são adaptadas de acordo com as necessidades. O passar do tempo possibilitou um grande desenvolvimento tecnológico na área da construção civil, envolvendo tanto a concepção estrutural, no cálculo, na análise e no detalhamento, quanto nos materiais e técnicas de construção (WEIMER; THOMAS; DRESCH; 2018).

A construção de estruturas de concreto armado, ainda hoje, pode ser considerada como praticamente artesanal, visto que as matérias primas são trazidas ao canteiro de obras e processadas de acordo com as necessidades de projeto da estrutura requerida, aliada a grande quantidade de etapas e profissionais envolvidos no processo de concepção das estruturas de concreto armado e a complexidade das obras, tem-se um conjunto de fatores responsáveis pela grande quantidade de problemas encontrados em edificações (ROCHA, 2015).

O crescimento sempre acelerado da construção civil resultou na necessidade de inovações, tendo como consequência a aceitação implícita de maiores riscos. Apesar do desenvolvimento tecnológico, existem diversas limitações relacionadas a construção civil, associadas às inevitáveis falhas involuntárias e casos de imperícia, acarretam em um desempenho insatisfatório de estruturas, gerando as patologias da construção civil (SOUZA; RIPPER, 1998).

A utilização do termo patologia na engenharia civil advém da similaridade dos objetos de estudo da engenharia civil e da medicina, as edificações e o ser humano, respectivamente. Pode-se traçar um paralelo de comparação entre o esqueleto humano e a estrutura de um edifício, porém, durante muitos anos a engenharia civil era como uma medicina que não fazia exame nem procurava a doença, sendo os serviços de reparos feitos sem o envolvimento de especialistas na área de patologias das construções, atualmente, apesar da existência de empresas que não aplicam toda a teoria de patologias da construção, já existe muito conhecimento produzido e disponibilizado (SILVA *et al.*, 2011).

Patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos das construções civis, caracterizando as partes que compõem o diagnóstico de um problema, tal diagnóstico se faz de maneira adequada e completa quando esclarece todos os aspectos envolvendo o problema (HELENE, 1992).

De acordo com Cremonini (1988), a patologia das edificações é a área da engenharia ocupada por edifícios e componentes que passam a apresentar desempenho insatisfatório por algum motivo, fazendo-se uma análise dos defeitos através dos sintomas ou manifestações patológicas, incluindo sua origem e causas, mecanismos de ocorrência e consequências.

O conjunto de fatores patológicos gera o que é chamado de deterioração estrutural, tendo as mais diversas causas, incluindo o envelhecimento “natural” da estrutura, acidentes ou até irresponsabilidade de alguns profissionais pela utilização de materiais fora das especificações (SOUZA; RIPPER, 1998).

2.1.1 Causas das patologias em estruturas de concreto armado

Se dividirmos o processo construtivo em etapas de concepção, execução e utilização, as causas dos processos de deterioração das estruturas podem ser classificadas de duas maneiras, a depender da origem: causas intrínsecas e causas extrínsecas. (WEIMER, 2018)

2.1.1.1 Causas intrínsecas

As causas intrínsecas aos processos de deterioração das estruturas de concretos classificam-se como as que são inerentes às próprias estruturas, tendo como origem os materiais e as peças estruturais durante as fases de execução e/ou utilização da edificação, podendo ser consequência de falhas humanas, características do material e por ações internas, incluindo acidentes. As causas intrínsecas são detalhadas no Quadro 1 (SOUZA; RIPPER, 1998).

Quadro 1 – Causas intrínsecas das patologias no concreto

CAUSAS INTRÍNSECAS		
Falhas humanas durante a construção	Deficiência de concretagem	Transporte
		Lançamento
		Juntas de concretagem
		Adensamento
		Cura
	Inadequação de escoramento e fôrmas	
	Deficiência nas armaduras	Má interpretação dos projetos
		Insuficiência de armaduras
		Mal posicionamento das armaduras
		Cobrimento de concreto insuficiente
		Dobramento inadequado das barras
		Deficiência nas ancoragens
		Deficiências nas emendas
	Má utilização de anticorrosivos	
	Utilização incorreta dos materiais de construção	fck inferior ao especificado
		Aço diferente do especificado
		Solo com características diferentes
Utilização de agregados reativos		
Utilização inadequada de aditivos		
Dosagem inadequada do concreto		
Inexistência de controle de qualidade		
Falhas humanas durante a utilização (Ausência de manutenção)		
Causas naturais	Causas próprias a estrutura porosa do concreto	
	Causas químicas	Reações internas ao concreto
		Presença de cloretos
		elevação da temperatura interna do concreto
	Causas físicas	Variação de temperatura
		Insolação
		Vento
		Água
	Causas biológicas	

Fonte: adaptado de Souza e Ripper (1998)

2.1.1.2 Causas extrínsecas

De acordo com Souza e Ripper (1998), as causas extrínsecas são as que independem do corpo estrutural em si, podendo ser vistas então como fatores que atacam a estrutura de fora para dentro durante as fases de concepção ou ao longo da vida útil. As causas extrínsecas são detalhadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Causas extrínsecas das patologias no concreto

CAUSAS EXTRÍNSECAS	
Falhas humanas durante o projeto	Modelização inadequada da estrutura
	Má avaliação das cargas
	Detalhamento errado ou insuficiente
	Inadequação ao ambiente
	Incorreção na interação solo-estrutura
	Incorreção na consideração de juntas de dilatação
Falhas humanas durante a utilização	Alterações estruturais
	Sobrecargas exageradas
	Alteração das condições do terreno de fundação
Ações mecânicas	Choques de veículos
	Recalque de fundações
	Acidentes (Ações imprevisíveis)
Ações físicas	Variação de temperatura
	Insolação
	Atuação da água
Ações químicas	
Ações biológicas	

Fonte: adaptado de Souza e Ripper (1998)

2.1.2 Desempenho

O desempenho em serviço “consiste na capacidade da estrutura manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada” (NBR 6118, 2014).

Para que uma edificação tenha um bom desempenho, pode-se entender que além do suprimento das necessidades e exigências do usuário, é fundamental que o comportamento dos materiais e de todos os componentes e elementos que compõem a estrutura sejam igualmente avaliados (WEIMER; THOMAS; DRESCH; 2018).

Compreende-se como requisito de desempenho o levantamento qualitativo das propriedades a serem alcançadas pelo edifício e seus componentes de modo a suprir as necessidades do usuário. Tais requisitos de desempenho estão diretamente associados ao uso da edificação, à resistência oferecida aos desgastes atuantes e às consequências ambientais produzidas (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007).

A NBR 15775-1 estabelece que o desempenho de uma edificação são especificações quantitativas dos requisitos de desempenho (qualitativos). São previstos 12 critérios de desempenho baseados na norma ISSO 6241 (1984) e adaptados para a realidade brasileira (Quadro 3).

Quadro 3 – Critérios de desempenho

Itens	ISO 6241 (1984)	NBR 15575-1 (2013)
1	Estabilidade estrutural e resistência a cargas estáticas. Dinâmicas e cíclicas	Desempenho estrutural
2	Resistência ao fogo	Segurança contra incêndio
3	Resistência à utilização	Segurança no uso e na operação
4	Estanqueidade	Estanqueidade
5	Conforto higrotérmico	Desempenho térmico
6	Conforto acústico	Desempenho acústico
7	Conforto visual	Desempenho lumínico
8	Durabilidade	Durabilidade e manutenibilidade
9	Higiene	Saúde, higiene e qualidade do ar
10	Conforto tátil	Funcionalidade e acessibilidade
11	Conforto antropométrico	Conforto tátil e antropodinâmico
12	Qualidade do ar	Adequação ambiental
13	Custos	

Fonte: Possan e Demoliner (2013)

2.1.3 Durabilidade

Entende-se como durabilidade o parâmetro que relaciona as características de deterioração do concreto ou demais sistemas estruturais a uma determinada construção, isolando-a através da avaliação da resposta aos efeitos da agressividade ambiental. Para as estruturas de concreto, além das questões associadas à resistência mecânica propriamente dita, tem-se como principal elemento relacionado a durabilidade do concreto, a água (SOUZA; RIPPER, 1998).

De acordo com a NBR 6118 (2014), a classe de agressividade ambiental “está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto” e deve ser classificada de acordo com o Quadro 4 e avaliada segundo as condições de exposição da estrutura e suas partes.

Quadro 4 – Classes de agressividade ambiental (CAA) (continua)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	
^a	Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).		

Quadro 4 – Classes de agressividade ambiental (CAA) (continuação)

b	Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.
c	Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118 (2014)

De acordo com a ISO 13823 (2008), a durabilidade é a capacidade da estrutura ou de seus componentes de satisfazer os requisitos de desempenho do projeto por um período de tempo específico tendo como influência as ações ambientais e os processos naturais de envelhecimento, levando em consideração a existência de manutenção planejada.

De acordo com a NBR 6118:2014, deve ser produzido por profissional habilitado, um manual de utilização, inspeção e manutenção, a depender do porte da construção e da agressividade do meio. Tal manual deve especificar de forma clara e sucinta os requisitos básicos para a utilização e manutenção preventiva de modo a garantir a vida útil prevista para a estrutura.

2.1.4 Vida útil

A vida útil das edificações pode ser definida como o tempo em que a edificação apresenta níveis de desempenho satisfatórios ao uso para o qual foi determinado, levando-se em conta a execução adequada e corretos procedimentos de manutenção necessários (WEIMER; THOMAS; DRESCH; 2018).

A NBR 15575-1:2013 define vida útil dividindo-a em vida útil de projeto (VUP) e vida útil requerida (VUR), sendo VUP o período de tempo estimado em que o sistema é projetado para atender os requisitos de desempenho estabelecidos na norma, sendo cumprido o programa de manutenção previsto no manual de operação, uso e manutenção, VUR é definida para atendimento das exigências do usuário, sendo definida em projeto ou através das especificações de desempenho.

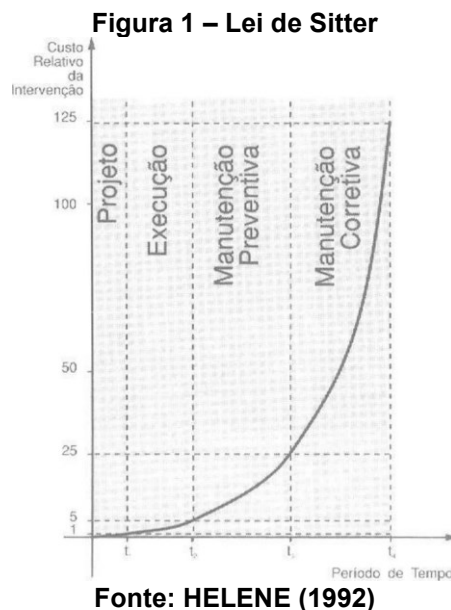
2.2 Manutenções

A NBR 5674:1999 define manutenção como o conjunto de atividades realizadas para conservação ou recuperação da capacidade funcional de atender as necessidades e segurança dos usuários da edificação e de suas partes constituintes.

De acordo com Weimer, Thomas e Dresch (2018), a manutenção deve ser interpretada como uma ação programada, com o objetivo de evitar problemas futuros e não apenas como uma ação corretiva para problemas observados. Assim, seria ideal a adoção de um programa de manutenção periódica baseado em certa metodologia de operação, controle e execução. Pode-se dividir esse programa em três tipos:

- Manutenção planejada preventiva: são realizadas atividades durante toda a vida útil da edificação, antecipando-se ao surgimento de prováveis defeitos;
- Manutenção planejada corretiva: realização de atividades de recuperação do desempenho já perdido;
- Manutenção não planejada: conjunto de atividades realizadas para recuperar o desempenho já perdido resultante de causas externas não previstas.

De acordo com Helene (1992), pode-se afirmar que as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de executar e mais baratas quanto mais cedo forem executadas. A demonstração mais expressiva dessa afirmação é a chamada “lei de Sitter”, que define que os custos crescem de acordo com uma progressão geométrica. Dividindo-se as etapas construtivas e de uso em projeto, execução, manutenção preventiva e manutenção corretiva, para cada uma há um custo correspondente que segue uma progressão geométrica de razão cinco, conforme apresenta-se na Figura 1.



2.3 Manifestações Patológicas

Os problemas patológicos são, normalmente, provocados pela ação de agentes agressivos, por esforços internos e/ou externos não previstos nos projetos ou por erros de procedimento nas etapas de execução e de utilização, aos quais a edificação não se adapta. As manifestações patológicas resultantes podem ser separadas nas ocorrentes no estado fresco do concreto e nas que ocorrem no estado endurecido (ARANHA, 1997).

As manifestações patológicas que ocorrem no estado fresco do concreto são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Manifestações patológicas do concreto no estado fresco

Concreto no estado fresco	
Fissuras por assentamento plástico	Tendência das partículas sólidas do concreto em movimentarem-se para baixo pela ação da gravidade (sedimentação) e, quando obstruídas pela armadura e/ou pelos agregados de maiores dimensões ou variação de seções poderão, produzir fissuras.
Fissuras por dessecação superficial	Ocorre pela perda excessiva da água de amassamento do concreto no estado fresco, seja por evaporação, por absorção dos agregados ou por absorção das fôrmas
Ninhos de concretagem ou bicheiras	São vazios deixados na massa de concreto, devido à dificuldade de penetração do concreto por ocasião do lançamento, não permitindo o completo reenchimento das fôrmas.
Segregação do concreto	Decorre da falta de uniformidade de uma mistura, quando os compostos de uma massa heterogênea, como o concreto, separam-se, não mais distribuindo-se uniformemente.
Alteração na geometria	São modificações, em relação ao especificado em projeto, na geometria dos elementos estruturais podendo ser de nível, de planeza, de esquadro ou nas dimensões das seções acima das tolerâncias.
Fissuras por movimentação das fôrmas	Ocorrem devido à movimentação das fôrmas quando o concreto no estado fresco não tem condição de resistir aos esforços aplicados.

Fonte: ARANHA (1994)

As manifestações patológicas que ocorrem no estado endurecido do concreto são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Manifestações patológicas do concreto no estado endurecido (continua)

Concreto no estado endurecido	
Fissuras por movimentação térmica interna	Ocorrem quando as tensões geradas por esforços de tração devido às contrações das peças estruturais superam a resistência à tração do concreto, e as tensões são originadas pelo alto calor de hidratação -devido às reações exotérmicas-do cimento, com elevação da temperatura do concreto.
Fissuras por movimentação térmica externa	Ocorrem quando as tensões geradas por esforços de tração devido a contrações das peças estruturais superam a resistência à tração do concreto. e as tensões são geradas por mudanças bruscas nas condições ambientais ou devido a elevadas temperaturas produzidas pela ação do fogo, com a elevação da temperatura do concreto.
Fissuras por retração por secagem ou retração hidráulica	Decorre da restrição à contração volumétrica da pasta de cimento pela saída da água livre interna do concreto. conservada em ar não saturado, quando as tensões desenvolvidas superam a resistência à tração do concreto.
Fissuras coincidentes à direção de eletrodutos	São originadas pela falta de cobrimento adequado de concreto aos eletrodutos e devido às movimentações térmicas ou hidráulicas do concreto.
Fissuras devidas às reações expansivas com sulfatos	Resultam da reação química entre certos produtos da hidratação do cimento e os sulfatos que produzem compostos cujo volume é superior ao volume inicial, submetendo a massa do concreto a elevadas tensões às quais não é capaz de suportar. O surgimento de fissuras facilita o acesso de novos agentes agressivos o que acaba provocando a desagregação total do componente.
Fissuras devidas às reações expansivas com álcali-agregado	Provenientes da reação dos álcalis do cimento com a sílica reativa eventualmente contida em alguns tipos de agregados.
Fissuras por posicionamento incorreto da armadura, por transmissão inadequada de esforços ou por deficiência no dimensionamento	São fissuras geradas pelas tensões principais que. por qualquer das causas acima. não encontra elemento capaz de resisti-las
Fissuras por redução da capacidade portante	Ocorrem quando a capacidade resistente de um elemento estrutural é reduzida em relação às cargas de serviço. A redução da capacidade portante pode ser causada pela perda de seção das armaduras. pela alteração da resistência característica à compressão do concreto e pela redução das seções de aço e/ou concreto quando da execução das peças.
Lixiviação	É um processo químico no qual ocorre a dissolução e remoção de compostos hidratados da pasta de cimento. reduzindo o Ph do concreto lixiviado.
Eflorescência	São depósitos salinos de cor branca depositados nas superfícies do concreto, na forma de véu, resultantes da dissolução de cal em presença de umidade que. quando da evaporação da água, transformam-se em carbonato de cálcio.
Infiltração	Consiste da penetração de umidade ou líquidos na massa do concreto endurecido. em geral através das fissuras, ninhos e juntas de concretagens mal executadas. ou devido à alta permeabilidade do concreto.
Manchas superficiais	Consiste da presença de umidade na superfície do concreto.
Desagregação	Reside na separação da massa de concreto endurecido em partes diversas. em geral com desprendimento de agregados.
Lascamento	Descolamento de trechos isolados do concreto, onde a massa, propriamente dita, encontra-se sã.
Bolor	Resulta do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos.

Quadro 6 – Manifestações patológicas do concreto no estado endurecido (continuação)

Alteração do acabamento superficial e aspecto estético deficiente	Refere-se à alteração na rugosidade e demais imperfeições do acabamento superficial do concreto. Consiste na falta de homogeneidade da superfície em e as de concreto aparente.
Fissuras por recalques diferenciais	Ocorrem quando as fundações são submetidas a deformações diferenciadas ao longo do plano das mesmas
Fissuras por sobrecargas	Resultam de solicitações superiores aos esforços previstos em projeto. A tipologia dessas fissuras segue padrões próprios de acordo com as solicitações, sejam elas de tração, compressão, flexão, cisalhamento ou torção.
Deformação	Ocorrem quando as peças são submetidas a esforços superiores aos estabelecidos no projeto, por falhas no dimensionamento quanto à limitação de deformações, por falhas na execução (concreto com resistência inadequada ou armadura insuficiente) gerando deformações superiores aos limites estabelecidos em normas.
Detalhes construtivos	São fissuras provocadas pela ausência ou deficiência de detalhes, embora o dimensionamento em geral atenda aos esforços a que a peça se encontra submetida.
Fissuras por momento volvente	São fissuras provocadas por momento volvente perpendicular à linha de ruptura, como consequência de deficiência de armadura.
Corrosão de armaduras	É um processo físico-químico gerador de óxidos e hidróxidos de ferro, denominados produtos de corrosão, os quais ocupam um volume significativamente superior ao volume original das armaduras -até seis vezes superior ao volume inicial-, o que sujeita o concreto a tensões geradas pelos produtos de expansão, bastante elevadas, ocasionando a fissuração e/o lascamento da massa do concreto.

Fonte: ARANHA (1994)

3 METODOLOGIA GDE/UNB

Este capítulo tem como objetivo descrever a metodologia GDE/UnB, utilizada para investigar e tratar as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, incluindo sua origem, formulação, aplicações e apontamento de suas limitações.

Desenvolvida por Castro (1994), a metodologia GDE/UnB, cujo significado é Grau de Deterioração de Estruturas, teve origem no Programa de mestrado em Estruturas e Construção Civil na Universidade de Brasília e tem como objetivo a avaliação quantitativa do grau de deterioração em estruturas de concreto armado em edificações usuais, viabilizando a definição de prioridades para realização das manutenções. Posteriormente, a metodologia foi aprimorada por Lopes em 1998, Boldo em 2002, Fonseca em 2007, Euqeres em 2011 e Verly em 2015 (BOAS, et. al., 2018).

Em 1994, Castro desenvolveu a metodologia GDE/UnB pelo estabelecimento dos danos e evolução das manifestações patológicas através da determinação do grau de deterioração da estrutura. A aplicação dos conceitos se deu através da avaliação de uma edificação pelos seus requisitos de segurança, funcionalidade e estética, definindo-se as prioridades para a realização das manutenções necessárias e criando o Caderno de Inspeções, propondo valores para a determinação dos Fatores de intensidade do dano (F_i) com o intuito de facilitar os trabalhos de inspeção (MOYA, 2021).

Através da análise dos resultados obtidos por Castro (1994), foi constatado que a metodologia utilizada poderia apresentar resultados desconexos, então, Lopes (1998) modificou a fórmula do Grau de deterioração do elemento (Gde). Boldo (2002), então, aplicou o princípio aplicado por Lopes (1998) para a modificação do grau de deterioração da família (Gdf), alterando também a denominação de Caderno de Inspeções para Inspeção para Estruturas de Concreto (MOYA, 2021).

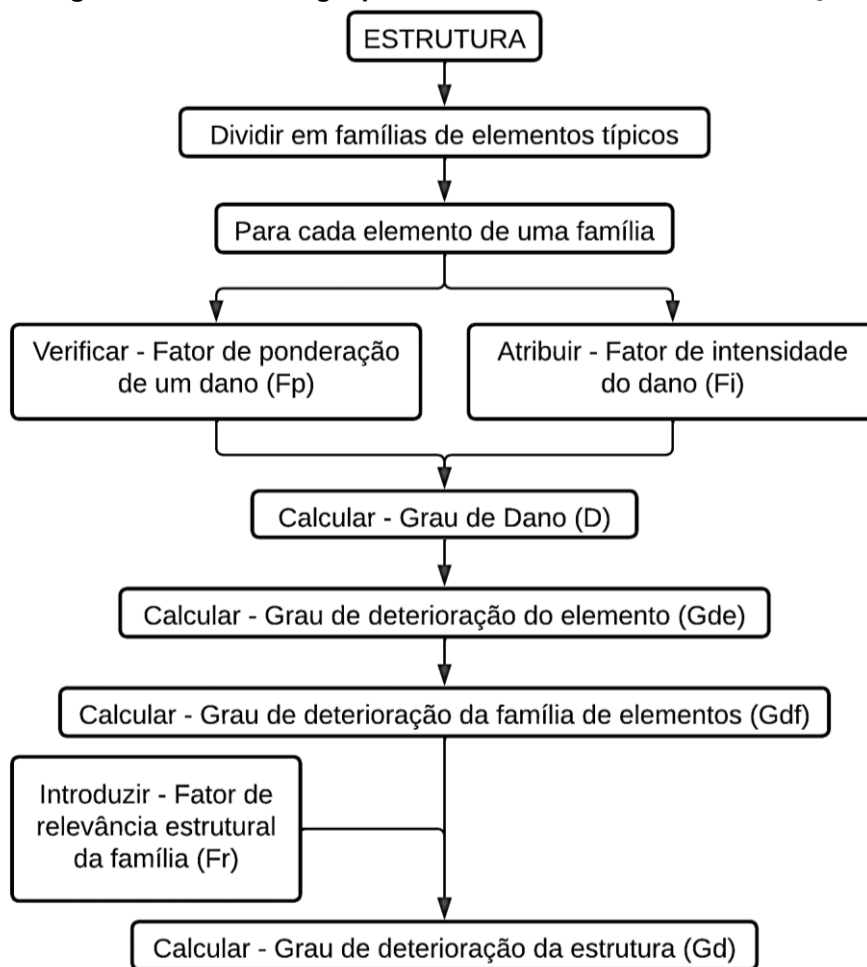
Em 2007, Fonseca apresenta novas modificações para a metodologia, incluindo as fórmulas do Grau de deterioração da família (Gdf) e a fórmula do Grau do Dano (D), além de alterar os tipos de patologias mais frequentes que ocorrem em estruturas de concreto (MOYA, 2021).

Semelhantemente aos demais, em 2011, Euqeres adaptou a metodologia de referência para inspeções com base na utilizada por Fonseca (2007), adequando-a às

particularidades das estruturas de pontes, denominando a Roteiro de Inspeções para Estruturas e Pontes de Concreto Armado. Tal roteiro foi ainda modificado posteriormente por Verly (2015), o qual adaptou a formulação do Grau de Deterioração da Estrutura, denominou então o documento como Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB a Obras de Arte Especiais (FERREIRA, 2016).

A forma de utilização dessa metodologia deve seguir o fluxograma elaborado por Castro (1994), o qual apresenta a sequência bem definida de procedimentos facilitando sua aplicação, conforme apresenta-se na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma da metodologia para o cálculo do Grau de Deterioração da Estrutura



Fonte: CASTRO (1994)

A seguir serão descritas as etapas de aplicação da Metodologia GDE/UnB de acordo com as modificações de Fonseca (2007), incluindo a descrição da formulação utilizada.

3.1 Divisão em famílias de elementos típicos

A divisão em famílias de elementos típicos é feita através do agrupamento de elementos da edificação de acordo com as características de suas funcionalidades, divide-se em:

- Pilares;
- Vigas;
- Vigas secundárias;
- Lajes;
- Cortinas (muros de arrimo);
- Escadas/rampas;
- Reservatórios (inferiores e superiores);
- Blocos de fundação;
- Juntas de dilatação;
- Elementos de composição arquitetônica.

3.2 Fator de ponderação (F_p)

O fator de ponderação do dano (F_p) visa quantificar a importância relativa de um determinado dano, levando-se em consideração as condições gerais de estética, funcionalidade e segurança dos elementos de uma família. É definido a partir do estabelecimento dos problemas mais relevantes, passíveis de serem detectados, quanto aos aspectos de durabilidade e segurança estrutural. A mesma manifestação patológica pode apresentar fatores de ponderação diferentes a depender da característica da família na qual está inserido e das consequências que o dano possa acarretar. O fator de ponderação do dano pode variar entre 0 e 10 (CASTRO, 1994).

Tabela 1 – Fator de ponderação (F_p) de pilares

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	4
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamento	3
Desvio de geometria	4
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	3
Fissuras	2 a 5
Manchas	3
Recalque	5
Sinais de esmagamento	5
Umidade na base	3

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 2 - Fator de ponderação (F_p) de vigas

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	4
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamento	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	2
Fissuras	2 a 5
Flechas	5
Manchas	3
Sinais de esmagamento	4
Umidade	3

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 3 - Fator de ponderação (F_p) de lajes

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	3
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamento	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	2
Fissuras	2 a 5
Flechas	5
Manchas	3
Umidade	3

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 4 – Fator de ponderação (F_p) de cortinas (muros de arrimo)

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	4
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Deslocamento por empuxo	5
Desplacamento	3
Desvio de geometria	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	2
Fissuras	2 a 5
Manchas	3
Sinais de esmagamento	5
Umidade	3

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 5 – Fator de ponderação (F_p) de escadas e rampas

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	4
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamento	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	2
Fissuras	2 a 5
Flechas	5
Manchas	3
Sinais de esmagamento	4
Umidade	3

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 6 – Fator de ponderação (F_p) de reservatórios

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	3
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamento	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	2
Fissuras	2 a 5
Impermeabilização deficiente	4
Vazamento	5

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 7 – Fator de ponderação (F_p) de blocos de fundação

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	4
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamento	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	3
Fissuras	2 a 5
Recalque	5
Sinais de esmagamento	5
Umidade na base	3

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 8 – Fator de ponderação (F_p) de juntas de dilatação

Danos	F_p
Obstrução da junta	5
Umidade	5

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

Tabela 9 – Fator de ponderação (F_p) de composição arquitetônica

Danos	F_p
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	4
Corrosão de armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamento	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	2
Fissuras	2 a 5
Manchas	3
Sinais de esmagamento	5
Umidade	3

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

3.3 Fator de intensidade (F_i)

O fator de intensidade de dano classifica o nível de gravidade e a evolução das manifestações de dano em elementos em uma escala que vai de 0 a 4 descrita na Tabela 10, conforme proposto por Klein et al. (1991) *apud* Castro (1994).

Tabela 10 – Fator de intensidade de dano

Nível de gravidade	F_i
Sem lesões	0
Lesões leves	1
Lesões toleráveis	2
Lesões graves	3
Estado crítico	4

Fonte: Adaptada de CASTRO (1994)

Porém, as definições apresentadas na Tabela 10 são consideradas subjetivas, assim, faz-se necessária a inserção de uma classificação mais detalhada, para que o fator de intensidade de dano represente a intensidade da lesão naquele momento, visto que a mesma pode evoluir, para isso, Castro (1994), elaborou uma classificação detalhada dos F_i de acordo com o tipo de manifestação apresentada, posteriormente modificada por Fonseca (2007), conforme apresenta-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Classificação dos danos e Fator de intensidade (F_i) (continua)

Tipos de danos	Fator de intensidade do dano - Tipo de manifestação
Carbonatação	1 - localizada, com algumas regiões com $pH < 9$, sem atingir a armadura
	2 - localizada, atingindo a armadura, em ambiente seco
	3 - localizada, atingindo a armadura em ambiente úmido
	4 - generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido
Cobrimento deficiente	1 - menores que os previstos em norma, no entanto, sem permitir a localização da armadura
	2 - menor que o previsto em norma, permitindo a localização visual da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões
	3 - deficiente, com armaduras expostas em extensões significativas
Contaminação por cloretos	2 - em elementos no interior sem umidade
	3 - em elementos no exterior sem umidade
	4 - em ambientes úmidos
Corrosão de armaduras	2 - manifestações leves, pequenas manchas
	3 - grandes manchas e/ou fissuras de corrosão
	4 - corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção
Desagregação	2 - início da manifestação
	3 - manifestações leves, início de estofamento do concreto
	4 - por perda acentuada de seção e estofamento do concreto
Deslocamento por empuxo	3 - deslocamento lateral da cortina no sentido horizontal, estável
	4 - deslocamento lateral da cortina no sentido horizontal, instável
Desplacamento	2 - pequenas escamações do concreto
	3 - lascamento de grandes proporções, com exposição da armadura
	4 - lascamento acentuado com perda relevante de seção

Tabela 11 – Classificação dos danos e Fator de intensidade (F_i) (continuação)

Desvios de geometria	2 - pilares e cortinas com excentricidades $\leq h/100$ (h =altura)
	3 - pilares e cortinas com excentricidades $h/100 \leq e < h/50$
	4 - pilares e cortinas com excentricidades $\geq h/50$
Eflorescência	1 - início de manifestações
	2 - manchas de pequenas dimensões
	3 - manchas acentuadas, em grandes dimensões
	4 - grandes formações de crostas de carbonato de cálcio (estalactites)
Falha de concretagem	1 - superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça
	2 - significativa em relação às dimensões da peça
	3 - profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura
	4 - perda relevante da seção da peça
Fissuras	1 - aberturas menores do que as previstas em norma
	2 - estabilizadas, com abertura até 40% acima dos limites da norma
	3 - aberturas excessivas, estabilizadas
	4 - aberturas excessivas, não estabilizadas
Flechas	1 - não perceptíveis a olho nu
	2 - perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos na norma
	3 - superiores em até 40% às previstas na norma
	4 - excessivas
Impermeabilização deficiente	2 - danos na camada protetora e/ou perda de elasticidade do material da impermeabilização
	3 - descontinuada, degradada em alguns pontos (pontos de infiltração)
	4 - degradação acentuada com perda relevante de estanqueidade
Manchas	2 - manchas escuras de pouca extensão, porém significativas (< 50% da área visível do elemento estrutural)
	3 - manchas escuras de grande extensão (> 50%)
	4 - manchas escuras em todo o elemento estrutural (100%)
Obstrução de juntas de dilatação	2 - perda de elasticidade do material da junta, início de fissuras paralelas às juntas nas lajes adjacentes
	3 - presença de material não compressível na junta, grande incidência de fissuras paralelas às juntas nas lajes adjacentes
	4 - fissuras em lajes adjacentes às juntas, com prolongamento em vigas e/ou pilares de suporte
Recalques	2 - indícios de recalque pelas características das trincas na alvenaria
	3 - recalque estabilizado com fissuras em peças estruturais
	4 - recalque não estabilizado com fissuras em peças estruturais
Sinais de esmagamento do concreto	3 - desintegração do concreto na extremidade superior do pilar, causada por sobrecarga ou movimentação da estrutura, fissuras diagonais isoladas
	4 - fissuras de cisalhamento bidiagonais, com intenso lascamento e/ou esmagamento do concreto devido ao cisalhamento e compressão, com perda substancial de material, deformação residual aparente, exposição e início de flambagem de barras da armadura
Umidade	1 - indícios de umidade
	2 - pequenas manchas
	3 - grandes manchas e/ou fissuras de corrosão
	4 - generalizada
Umidade na base	3 - indícios de vazamento em tubulações enterradas que podem comprometer as fundações
	4 - vazamentos em tubulações enterradas causando erosão aparente junto às fundações

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

3.4 Formulações da metodologia GDE/UnB

Com base nas informações obtidas dos fatores de ponderação F_p e de intensidade F_i , aplicam-se as formulações desenvolvidas para a metodologia para a análise e avaliação das estruturas de concreto armado, visando a obtenção do grau de deterioração da estrutura. De acordo com as adaptações realizadas na metodologia ao longo do tempo, apresenta-se a formulação determinada por Fonseca (2007), as fórmulas utilizadas são:

- Grau de dano (D);
- Grau de deterioração de um elemento (Gde);
- Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf);
- Fator de relevância estrutural (Fr);
- Grau de deterioração da estrutura (Gd).

Este tópico apresenta a descrição e apresentação de cada fórmula e suas considerações.

3.4.1 Grau de Dano (D)

O grau de dano (D) tem como objetivo quantificar a manifestação de cada dano no elemento, através de uma analogia com o modelo proposto por Tuutti (1982) *apud* Castro (1994). O grau de dano depende do fator de ponderação (F_p) específico de cada dano, pré-fixado levando-se em consideração as características de cada elemento e a intensidade com que ocorre a manifestação (F_i).

Fonseca (2007), define que o grau de dano deve ser calculado através da Equação 1 e Equação 2.

$$D = 0,8 * F_i * F_p \text{ para } F_i \leq 2,0 \quad \text{Equação 1}$$

$$D = (12F_i - 28) * F_p \text{ para } F_i > 2,0 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

D : Grau de dano;

F_i : Fator de intensidade;

F_p : Fator de ponderação.

3.4.2 Grau de deterioração de um elemento (G_{de})

O grau de deterioração de um elemento isolado (G_{de}) é determinado em função do fator de intensidade atribuído para cada dano (F_i) e o grau respectivo de dano (D), conforme mostra-se na Equação 3.

$$G_{de} = D_{m\acute{a}x} \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

G_{de} : Grau de deterioração de um elemento estrutural;

$D_{m\acute{a}x}$: Maior grau de dano no elemento;

m : Número de danos contabilizados no elemento;

$D_{(i)}$: Grau de dano de ordem i .

Através do valor obtido para o grau de deterioração de um elemento estrutural, pode-se determinar o nível de deterioração do elemento estudado para a definição da ação a ser adotada, afim de prolongar a vida útil da estrutura e garantir a segurança do elemento, conforme apresenta-se na Tabela 12 (FONSECA, 2007).

Tabela 12 – Classificação do nível de deterioração de um elemento estrutural

Nível de deterioração	G_{de}	Ações a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva
Médio	15 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos)
Alto	50 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 1 ano)
Sofrível	80 - 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses)
Crítico	>100	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

3.4.3 Grau de deterioração de uma família de elementos (G_{df})

De acordo com Castro (1994), o cálculo do grau de deterioração de uma família de elementos (G_{df}) é definido como a média aritmética dos graus de deterioração dos elementos (G_{de}), o qual deve ter no mínimo um nível de deterioração médio, ou seja, com valor maior ou igual a 15, conforme mostra-se na Tabela 12, afim de evidenciar os elementos mais danificados. O cálculo do G_{df} é realizado através da Equação 4 (FONSECA, 2007).

$$G_{df} = G_{de\acute{m}ax} \left[\sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m G_{de(i)} - G_{de\acute{m}ax}}{\sum_{i=1}^m G_{de(i)}}} \right] \quad \text{Equa\c{c}o\~{e} 4}$$

Onde:

G_{df} : Grau de deteriora\c{c}o\~{e} da fam\i{l}ia de elementos;

$G_{de\acute{m}ax}$: Grau de deteriora\c{c}o\~{e} m\acute{a}xima entre os elementos;

$G_{de(i)}$: Grau de deteriora\c{c}o\~{e} do elemento de ordem i .

3.4.4 Fator de relev\~{a}ncia estrutural (F_r)

O fator de relev\~{a}ncia estrutural (F_r) tem por objetivo a considera\c{c}o\~{e} da importa\~{n}cia relativa de cada fam\i{l}ia de elementos dentro do conjunto em que a obra \e subdividida, no comportamento da estrutura e no bom desempenho da mesma (CASTRO, 1994).

De acordo com Fonseca (2007), a escala adotada para o fator de relev\~{a}ncia estrutural (F_r) para estruturas convencionais de concreto armado se d\~{a} de acordo com a fam\i{l}ia de elementos, conforme apresenta-se na Tabela 13.

Tabela 13 – Fator de relev\~{a}ncia estrutural

Elemento de composi\c{c}o\~{e} arquitet\~{o}nica	$F_r = 1,0$
Reservat\~{o}rio superior	$F_r = 2,0$
Escadas/rampas, Reservat\~{o}rio inferior, Cortinas, Lajes secund\~{a}rias	$F_r = 3,0$
Lajes, Funda\c{c}o\~{e}s, Vigas secund\~{a}rias, Pilares secund\~{a}rios	$F_r = 4,0$
Vigas e Pilares principais	$F_r = 5,0$

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

3.4.5 Grau de deteriora\c{c}o\~{e} da estrutura (G_d)

O grau de deteriora\c{c}o\~{e} da estrutura (G_d) \e definido como uma fun\c{c}o\~{e} dos diferentes graus de deteriora\c{c}o\~{e} das fam\i{l}ias de elementos da edifica\c{c}o\~{e} associados aos respectivos fatores de relev\~{a}ncia estrutural, calcula-se atrav\~{e}s da Equa\c{c}o\~{e} 5 (FONSECA, 2007).

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^k F_{r(i)} * G_{df(i)}}{\sum_{i=1}^k F_{r(i)}} \quad \text{Equa\c{c}o\~{e} 5}$$

Onde:

G_d : Grau de deteriora\c{c}o\~{e} da estrutura;

F_r : Fator de relev\~{a}ncia estrutural de cada fam\i{l}ia;

k : N\~{u}mero de fam\i{l}ias contabilizadas na edifica\c{c}o\~{e};

G_{df} : Grau de deterioração da família.

Com o valor obtido do grau de deterioração da estrutura (G_d) através da Equação 5, efetua-se a classificação da estrutura de acordo com a escala apresentada na Tabela 14, que indica a situação atual da estrutura e as medidas de intervenção a serem tomadas, visando a manutenção e o prazo adequados para a estrutura.

Tabela 14 – Classificação do nível de deterioração da estrutura

Nível de deterioração	G_d	Ações a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva
Médio	15 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos)
Alto	50 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 1 ano)
Sofrível	80 - 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses)
Crítico	>100	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

Fonte: Adaptada de FONSECA (2007)

4 RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

A definição da recuperação e reforço de estruturas se dá a partir da definição da origem e da causa das patologias, possibilitando-se então a determinação das técnicas de reparo. É importante definir se haverá a realização de intervenções de recuperação da estrutura ou se é necessário também o reforço estrutural. Entende-se como recuperação da estrutura, envolvendo a vida útil inicial e solução e recomposição da geometria, envolvendo o substrato do concreto e as armaduras (RESENDE, 2018).

Os serviços de reparo ou recuperação de estruturas de concreto podem ser classificados em reparos de pequena monta e reparos de grande monta, descritos a seguir (SOUZA E RIPPER, 1998).

Reparos de pequena monta são os reparos ocasionais ou de manutenção rotineira, podem ser executados pela equipe própria de manutenção, classificam-se como reparos de pequena monta:

- Reparos de partes danificadas dos pavimentos e de revestimentos;
- Selagem de juntas de dilatação com elastômeros;
- Modificação da declividade em pisos;
- Reconstituição de pingadeiras e de pinturas protetoras contra a ação das águas;
- Pequenos trabalhos de reconstituição do cobrimento de armaduras expostas através da erosão ou choque mecânico;
- Casos simples de nivelamento do aterro nos encontros de pontes.

Já os reparos de grande monta são divididos em três grupos básicos: renovação integral do pavimento, revisão da impermeabilização e execução de reparos estruturais. Os dois primeiros grupos têm como objetivo principal a proteção da estrutura contra a ação abrasiva, choques mecânicos e agressão química e biológica. No geral, os reparos de grande monta são trabalhos especializados que só devem ser realizados por pessoal técnico qualificado.

Os trabalhos de reforço de estruturas de concreto podem se fazer necessários por diversas razões, assim como a necessidade do aumento da capacidade de carga da estrutura ou a correção de danos causador por agentes externos ou deteriorações de grau elevado na estrutura. A execução de tais trabalhos de reforço devem contar

com equipe e empresas especializadas, sendo necessária a elaboração de projetos de reforço por engenheiros estruturais (SOUZA E RIPPER, 1998).

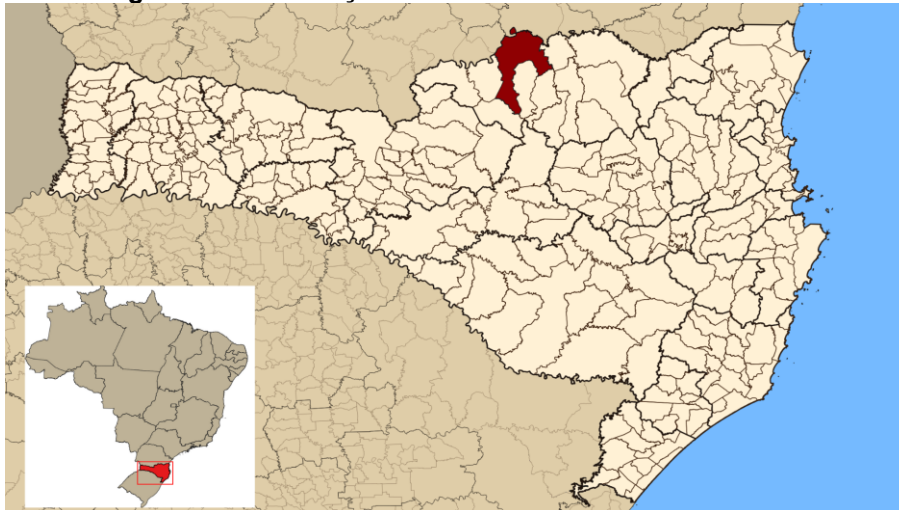
5 DEFINIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Este trabalho caracteriza-se pela análise das manifestações patológicas presentes em edificações sob gestão da Secretaria Municipal de Assistência Social do município de Canoinhas – SC.

5.1 Caracterização do local

O município de estudo é Canoinhas (Figura 4), situado no Planalto Norte do estado de Santa Catarina, tem a população estimada de 54.558 habitantes e possui uma extensão territorial de 1.148,036 km² e altitude de 839 metros (IBGE, 2021). A localização de Canoinhas em Santa Catarina é apresentada na Figura 3, elaborada através do software QGIS Desktop 3.24.2.

Figura 3 – Localização de Canoinhas em Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Canoinhas destaca-se pela produção histórica de erva-mate, que atualmente divide a importância com outros produtos agrícolas e com a indústria de beneficiamento de papel. Tem como municípios limítrofes: Irineópolis, Timbó Grande, Bela Vista do Toldo, Major Vieira e Três Barras, sendo polo regional de oito municípios com uma população somada de 130 mil habitantes (CANOINHAS, 2022).

Figura 4 – Município de Canoinhas-SC

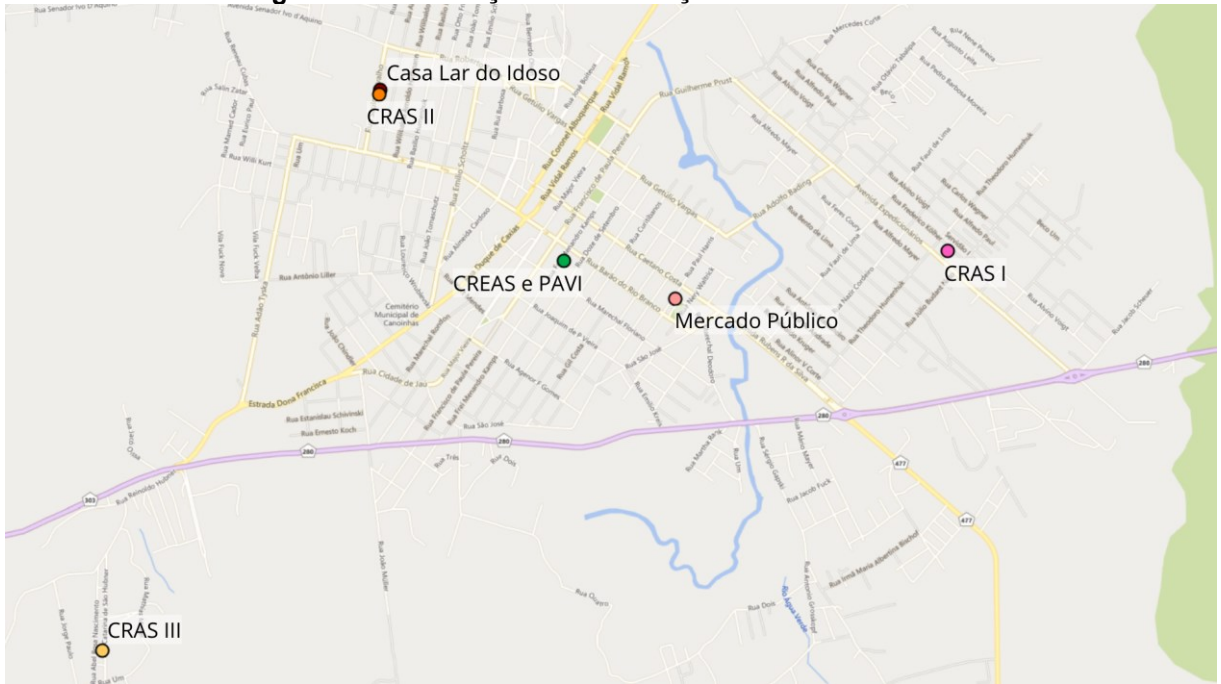


Fonte: Canoinhas (2022)

Localizado próximo à fronteira com o Paraná, é considerado o epicentro da Guerra do Contestado, o município está próximo as rodovias BR-280, BR-116, SC-477 e SC-301 (CANOINHAS, 2022).

Para o trabalho em questão foram consideradas sete edificações sob gestão da Secretaria Municipal de Assistência Social do município, são elas: Casa Lar do Idoso, CRAS I, CRAS II, CRAS III, CREAS, Mercado Público e PAVI. Na Figura 5 apresenta-se a distribuição das edificações no município de Canoinhas.

Figura 5 – Localização das edificações em Canoinhas-SC



Fonte: Adaptado de Bing Road Map (2022)

6 INSPEÇÕES *IN LOCO*

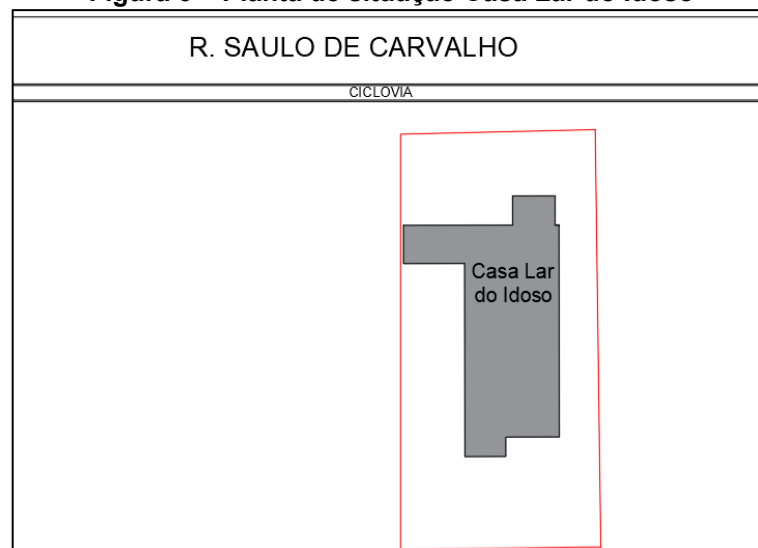
Com base na Metodologia GDE/UnB adaptada por FONSECA (2007) descrita na revisão bibliográfica, neste capítulo apresentam-se os resultados das inspeções realizadas nas sete edificações selecionadas.

A classe de agressividade do ambiente para todas as edificações é definida como Nível II, em intensidade moderada, visto que todas as edificações estão localizadas na área urbana do município, o que de acordo com o Quadro 4, representa um pequeno risco de deterioração das estruturas.

6.1 Casa Lar do Idoso

Localizada na rua Saulo de Carvalho, 630, bairro Sossego, a Casa Lar do Idoso “Stellita Pacheco Costa” é uma modalidade disponível do Serviço de Acolhimento Institucional da Proteção Social Especial – Alta Complexidade. Com uma área aproximada de 259 m², possui um sistema construtivo composto por estrutura de concreto armado moldado *in loco* e vedação de alvenaria convencional, com uma garagem construída em estrutura metálica. A casa é composta por quartos, salas de convivência, escritório, recepção, cozinha, refeitório, banheiros e lavanderia. É destinada para o acolhimento de idosos com 60 anos ou mais, de ambos os sexos, independentes e/ou com diversos graus de dependência, a Figura 6 apresenta a planta de situação da Casa Lar do Idoso, a Figura 7 mostra a vista frontal da casa (CANOINHAS, 2022).

Figura 6 – Planta de situação Casa Lar do Idoso



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 7 – Vista frontal Casa Lar do Idoso



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na Figura 55, inserida no Apêndice A, apresenta-se o Croqui da Casa Lar do Idoso, afim de facilitar a visualização e compreensão dos elementos estruturais da edificação e suas respectivas nomenclaturas.

Após a inspeção visual de cada patologia, identificou-se 21 danos provenientes de 5 tipos de patologias, são eles: desagregação, eflorescência, fissuras, manchas e umidade, os quais se manifestaram nos pilares e nas vigas da edificação.

A quantificação dos danos foi feita de acordo com a metodologia apresentada no item 3, as patologias de maior relevância foram identificadas no pilar P39 e nas vigas V14 e V22. O Quadro 7 e o Quadro 8 apresentam as patologias encontradas na Casa Lar do Idoso e os graus de deterioração dos elementos e da família de elementos, sendo encontrado para os pilares, um grau de deterioração da família de 24 e para as vigas de 34,44.

Quadro 7 – Grau de deterioração dos pilares da Casa Lar do Idoso

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
P04	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo	24,00	24	5
P09	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P12	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P25	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P35	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P38	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P39	Eflorescência	3	3	24	24	24	Médio			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 8 – Grau de deterioração das vigas da Casa Lar do Idoso

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
V01	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo	26,82	34,44	5
V02-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V13	Eflorescência	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V14-4	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V14-8	Eflorescência	2	2	3,2	24	27	Médio			
	Umidade	3	3	24						
V17-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V18	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V19-7	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V22-3	Umidade	3	2	4,8	4,8	6	Baixo			
	Fissuras	2	1	1,6						
V22-4	Manchas	3	3	24	24	24	Médio			
V22-5	Manchas	3	3	24	24	26	Médio			
	Eflorescência	2	1	1,6						

Fonte: Autoria Própria (2022)

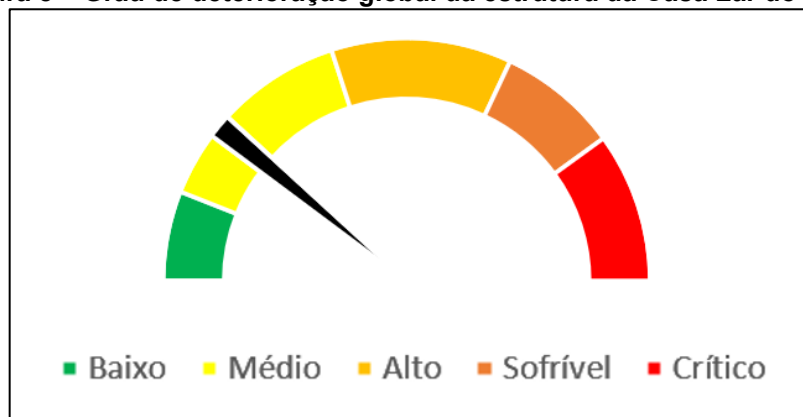
Todos os elementos das famílias de pilares e vigas da casa lar do idoso apresentam nível de deterioração baixo ou médio, visto que nenhum dos elementos apresentou grau de deterioração superior a 50.

Calculou-se então o grau de deterioração global para a edificação da Casa Lar do Idoso, para o qual obteve-se 29,22, conforme mostra-se no Quadro 9 e na Figura 8, resultando em um nível médio de deterioração global, sendo recomendada a definição de prazo/natureza para uma nova inspeção, com planejamento de intervenção a longo prazo, com prazo máximo de 2 anos.

Quadro 9 – Grau de deterioração global da estrutura da Casa Lar do Idoso

Elementos	Gdf	Fr	Gd	Nível de deterioração	Ações recomendadas
Pilares	24,00	5	29,22	Médio	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (2 anos)
Vigas	34,44	5			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 8 – Grau de deterioração global da estrutura da Casa Lar do Idoso

Fonte: Autoria Própria (2022)

As figuras 9, 10, 11 e 12 apresentam algumas das patologias identificadas na edificação assim como os fatores de intensidade (Fi) atribuídos às manifestações patológicas observadas.

Figura 9 – Manchas (Fi=3)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 10 – Fissura (Fi=1)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 11 – Eflorescência (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 12 – Fissura (Fi=2)

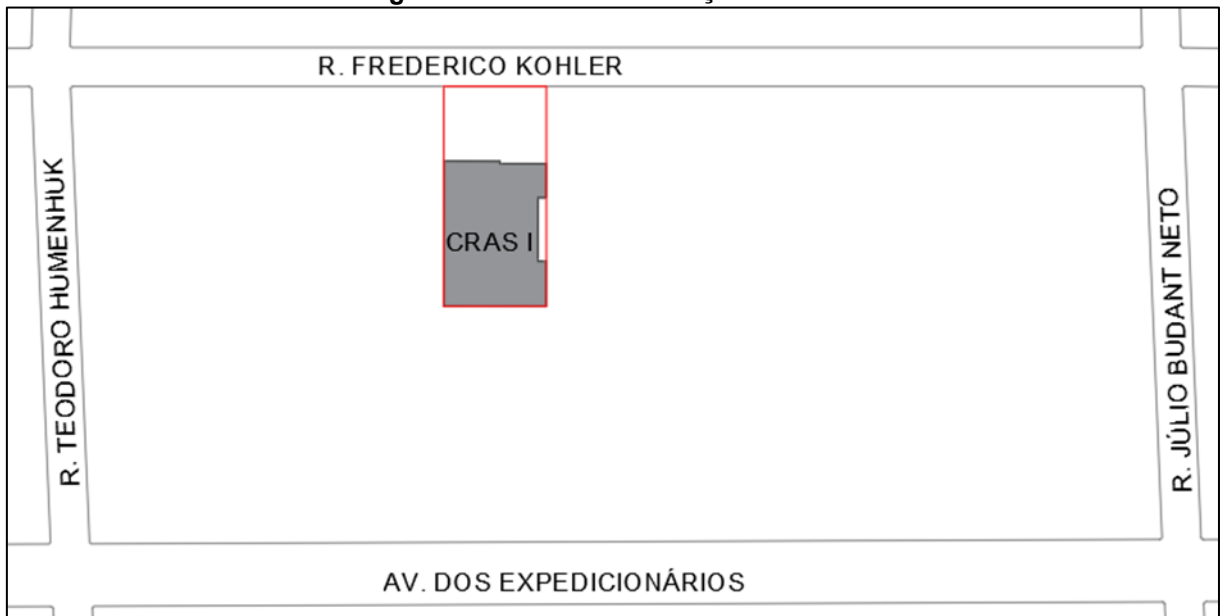


Fonte: Autoria Própria (2022)

6.2 Centro de Referência de Assistência Social 1

O CRAS Lourdes Bernadete Ferreira Haack fica localizado na rua Frederico Köhler, 1098, no bairro Campo d'Água Verde e tem como abrangência as localidades: Campo da Água Verde, Água Verde, Cohab II, São Marcos, Industrial II, Vila Militar, Salto da Água Verde, Arroios, Salseiro, Palmital, Rio da Veada, Forquilha e Laranjeiras, beneficiando 200 famílias em situação de pobreza e 267 famílias em situação de extrema pobreza. A edificação tem aproximadamente 480 m² de área, contendo sala de espera, salas de atendimento e de atividades, refeitório, cozinha, banheiros e lavanderia. A Figura 13 apresenta a planta de situação do CRAS 1 e na Figura 14 mostra-se a fachada da edificação (CANOINHAS, 2022).

Figura 13 – Planta de situação CRAS 1



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 14 – Fachada do CRAS 1



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na Figura 56, contida no Apêndice B, apresenta-se o Croqui do CRAS 1, com o objetivo de facilitar a visualização e compreensão dos elementos estruturais constituintes da edificação, assim como suas respectivas nomenclaturas.

Realizada a inspeção visual, identificou-se a manifestação de 48 danos provenientes de 6 tipos de patologias, são eles: desagregação, deslocamento, fissuras, flechas, manchas e umidade, os quais se manifestam nos pilares e nas vigas da edificação.

A quantificação dos danos foi feita de acordo com a metodologia apresentada no item 3, as patologias de maior relevância foram identificadas nos pilares P36, P42 e P46 e nas vigas V01 e V12. O Quadro 10 e o Quadro 11 apresentam as patologias encontradas no CRAS 1 e os graus de deterioração dos elementos e da família de elementos para a edificação, para a família de pilares, calculou-se um grau de deterioração de 38,66, para a família de vigas, de 31,83.

Quadro 10 – Grau de deterioração dos pilares de CRAS 1

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
P03	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo	29,05	38,66	5
P10	Desagregação	3	3	24	24	24	Médio			
P14	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P18	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P23	Desplacamento	3	2	4,8	4,8	7,2	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						
P26	Fissuras	2	1	1,6	4,8	2,4	Baixo			
P29	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P32	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P36	Manchas	3	2	4,8	24	29	Médio			
	Desagregação	3	3	24						
	Fissuras	2	1	1,6						
P42	Manchas	3	2	4,8	4,8	7,5	Baixo			
	Desplacamento	3	2	4,8						
	Fissuras	2	1	1,6						
P43	Desagregação	3	3	24	24	24	Médio			
P44	Desagregação	3	3	24	24	24	Médio			
P45	Fissuras	2	1	1,6	24	26	Médio			
	Desagregação	3	3	24						
P46	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P47	Desplacamento	3	2	4,8	4,8	7,2	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						
P48	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 11 – Grau de deterioração das vigas do CRAS 1

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
V01-2	Manchas	3	3	24	24	24	Médio	26,18	31,83	5
V02-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V03-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V03-2	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V03-3	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V11-3	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V11-5	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V11-6	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V12-1	Fissuras	2	1	1,6	4,8	6	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						
V12-2	Desplacamento	3	1	2,4	24	26	Médio			
	Umidade	3	3	24						
V12-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V12-4	Fissuras	2	1	1,6	4	2,3	Baixo			
V12-6	Flechas	5	1	4	4	4	Baixo			
V14	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V15-1	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V15-2	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V15-3	Fissuras	2	2	3,2	3,2	3,2	Baixo			
V15-5	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V16-5	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V16-6	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V17-3	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V18-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V18-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Para todos os elementos das famílias dos pilares e das vigas, o grau de deterioração máximo calculado não foi maior do que 50, sendo assim, apresentam nível de deterioração baixo ou médio.

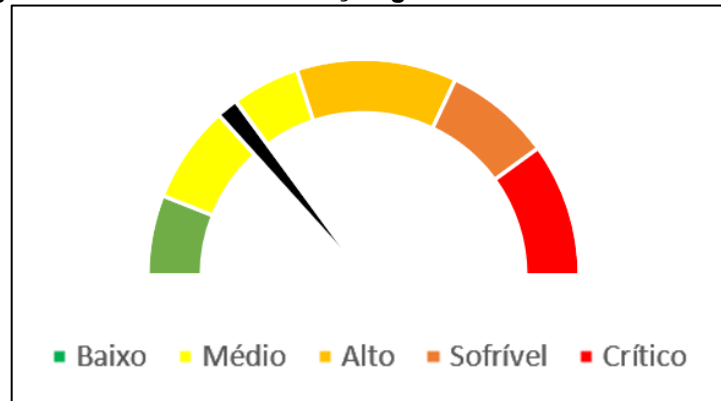
O grau de deterioração global da estrutura do CRAS 1 calculado foi de 35,24, representando um nível médio de deterioração, sendo recomendada a definição de um prazo/natureza para nova inspeção e o planejamento de intervenção em longo prazo, de no máximo 2 anos, conforme apresenta-se no Quadro 12 e na Figura 15.

Quadro 12 – Grau de deterioração global do CRAS 1

Elementos	Gdf	Fr	Gd	Nível de deterioração	Ações recomendadas
Pilares	38,66	5	35,24	Médio	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (2 anos)
Vigas	31,83	5			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 15 – Grau de deterioração global da estrutura do CRAS 1



Fonte: Autoria Própria (2022)

As figuras 16, 17, 18 e 19 apresentam algumas das patologias identificadas na edificação do CRAS 1 assim como os fatores de intensidade (Fi) atribuídos às manifestações patológicas observadas.

Figura 16 – Deslocamento (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 17 – Fissura (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 18 – Deslocamento (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 19 – Fissura (Fi=2)

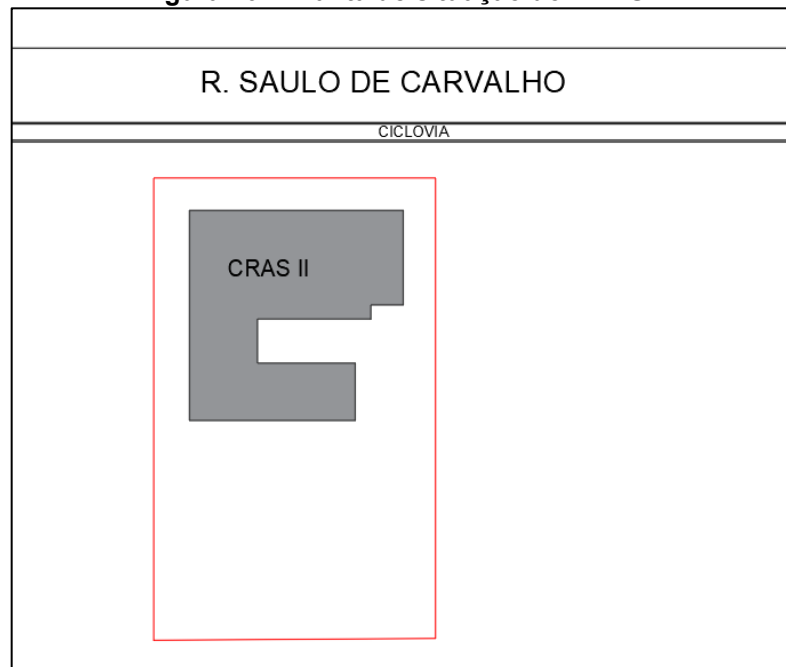


Fonte: Autoria Própria (2022)

6.3 Centro de Referência de Assistência Social 2

Localizado na rua Saulo de Carvalho, 626, no bairro Sossego, o CRAS Maria Iracema Kohler Fedalto possui como área de abrangência: Industrial I, Jardim Esperança, Vila Zugmann e Serrajão (pertencentes ao Alto da Tijuca), Parado e parte da localidade Pedra Branca. O CRAS 2 beneficia um número de 101 famílias em situação de pobreza e 176 famílias em situação de extrema pobreza. Conta com uma edificação com área de aproximadamente 302 m², incluindo sala de espera, salas de atendimento e de atividades, refeitório, cozinha, banheiros e lavanderia. A Figura 20 apresenta a planta de situação do CRAS 2 e a Figura 21 mostra a fachada do CRAS 2 (CANOINHAS, 2022).

Figura 20 – Planta de situação do CRAS 2



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 21 – Fachada do CRAS 2

Fonte: Autoria Própria (2022)

Na Figura 57, contida no Apêndice C, apresenta-se o Croqui do CRAS 2, com o objetivo de facilitar a visualização e compreensão dos elementos estruturais constituintes da edificação, assim como suas respectivas nomenclaturas.

Através da inspeção visual realizada, pode-se identificar 42 manifestações patológicas de 6 tipos de patologias, são eles: desagregação, fissuras, flechas, manchas, recalque e umidade, identificados nos pilares e vigas da edificação. As patologias de maior relevância foram identificadas no pilar P01 e nas vigas V04 e V10, com destaque para o recalque observado, levando em consideração as fissuras em 45° nas alvenarias, portas emperradas e rebaixos do piso. As manifestações patológicas identificadas e os graus de deterioração dos elementos e famílias calculados através da metodologia descrita no item 3 são apresentados no Quadro 13 para os pilares e no Quadro 14 para as vigas da edificação do CRAS 2.

Para todos os elementos das famílias de pilares e vigas do CRAS 2 os valores do grau de deterioração não foram superiores a 50, assim, caracterizam-se como nível baixo ou médio de deterioração, o grau de deterioração da família calculado para os pilares foi de 46,90 e para as vigas foi de 31,75, resultando em nível médio de deterioração para ambos.

Quadro 13 – Grau de deterioração dos pilares do CRAS 2

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
P01	Recalque	5	3	40	40	40	Médio	40	46,90	5
P04	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P05	Desagregação	2	2	3,2	4,8	6,7	Baixo			
	Recalque	3	2	4,8						
P10	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P32	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P39	Umidade	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P40	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P45	Manchas	3	3	24	24	24	Médio			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 14 – Grau de deterioração das vigas do CRAS 2

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
V01-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo	24	31,75	5
V01-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V01-4	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V03-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V03-2	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V04-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V04-2	Fissuras	3	3	24	24	24	Médio			
V04-3	Fissuras	3	3	24	24	24	Médio			
V04-4	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V05	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V06	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V07-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V08-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V10-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V10-3	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V10-5	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V10-6	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V11-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V11-2	Manchas	3	2	4,8	4,8	6	Baixo			
	Fissuras	2	1	1,6						
V12-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V14	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V15-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V15-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V16-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V16-2	Fissuras	3	3	24	24	24	Médio			
V16-3	Fissuras	3	3	24	24	24	Médio			
V17-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V17-4	Fissuras	2	1	1,6	4,8	6	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						
V18-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V18-4	Flechas	5	2	8	8	11	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						

Fonte: Autoria Própria (2022)

O grau de deterioração global da estrutura do CRAS 2 resultou em 39,33, caracterizando um nível médio de deterioração e a recomendação da definição do

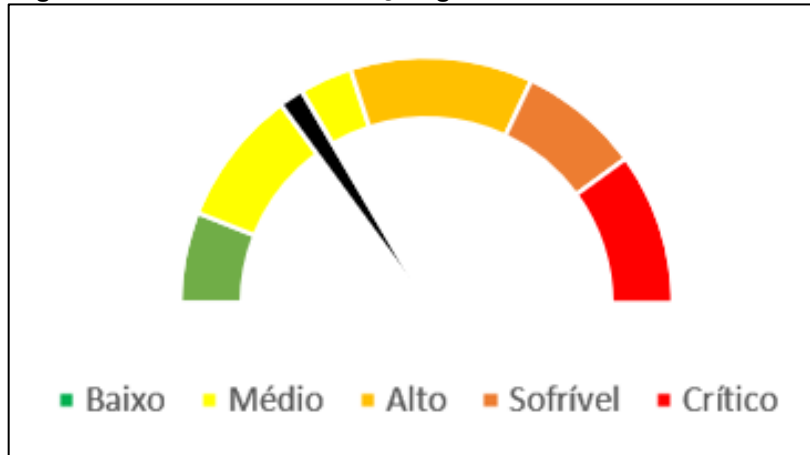
prazo e natureza para nova inspeção, planejando-se a intervenção em longo prazo, com prazo máximo de 2 anos, conforme mostra-se no Quadro 15 e na Figura 22

Quadro 15 – Grau de deterioração global do CRAS 2

Elementos	Gdf	Fr	Gd	Nível de deterioração	Ações recomendadas
Pilares	46,90	5	39,33	Médio	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (2 anos)
Vigas	31,75	5			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 22 – Grau de deterioração global da estrutura do CRAS 2



Fonte: Autoria Própria (2022)

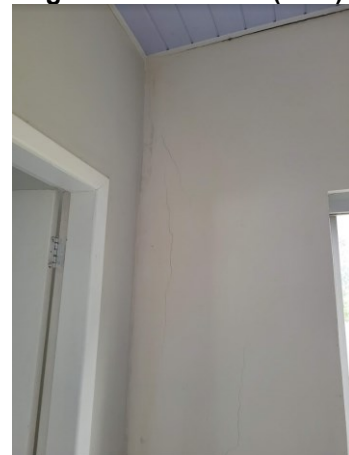
As figuras 23, 24, 25 e 26 apresentam algumas das manifestações patológicas identificadas no CRAS 2 assim como os fatores de intensidade (Fi) atribuídos às manifestações patológicas observadas.

Figura 23 – Manchas (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 24 – Fissura (Fi=1)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 25 – Recalque (Fi=3)

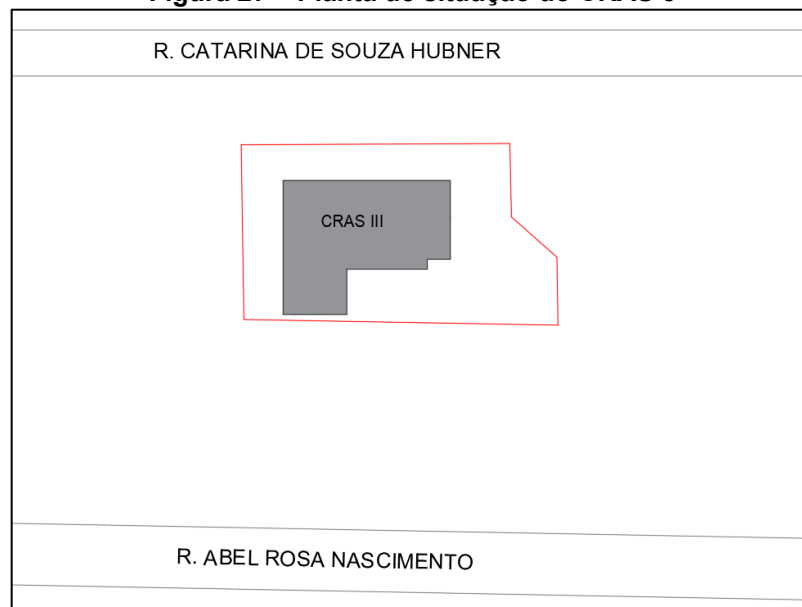
Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 26 – Fissura (Fi=2)

Fonte: Autoria Própria (2022)

6.4 Centro de Referência de Assistência Social 3

Localizado na rua Catarina de Souza Hubner, 620, no bairro Piedade, tem como áreas de abrangência os bairros Boa Vista, Piedade e localidades do interior, beneficiando 318 famílias em situação de pobreza e 206 em situação de pobreza extrema. A edificação tem área aproximada de 222 m², contendo sala de espera, salas de atendimento e de atividades, refeitório, cozinha, banheiros e lavanderia. A Figura 27 apresenta a planta de situação do CRAS 3 e a Figura 28 sua fachada.

Figura 27 – Planta de situação do CRAS 3

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 28 – Fachada do CRAS 3

Fonte: Autoria Própria (2022)

A Figura 58, inserida no apêndice D, apresenta o croqui do CRAS 3, para facilitar a visualização e identificação dos elementos estruturais existentes na edificação, assim como as respectivas nomenclaturas.

Através da inspeção visual realizada, foram identificadas 26 manifestações patológicas de 5 tipos de patologias, são eles: desagregação, deslocamento, fissuras, manchas e umidade, existentes nos pilares e vigas da edificação. Não foram identificadas manifestações de grande relevância.

As manifestações patológicas identificadas e os graus de deterioração dos elementos e famílias calculados através da metodologia descrita no item 3 são apresentados no Quadro 16 para os pilares e no Quadro 17 para as vigas da edificação do CRAS 3.

Para todos os elementos das famílias de pilares e vigas do CRAS 3 os valores do grau de deterioração não foram superiores a 15 (quinze), assim, caracterizam-se como nível baixo de deterioração, o grau de deterioração da família calculado para os pilares e vigas foi de 0 (zero), visto que não foi identificada nenhuma manifestação patológica com grau de deterioração superior a quinze, resultando em nível baixo de deterioração para ambos.

Quadro 16 – Grau de deterioração dos pilares do CRAS 3

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
P01	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo	6	0,00	5
P02	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P09	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P12	Fissuras	2	1	1,6	4,8	6	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						
P24	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P25	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P38	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 17 – Grau de deterioração das vigas do CRAS 3

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
V03-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo	6	0,00	5
V03-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V03-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V03-4	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V05-1	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V07-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V08-1	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V10-1	Flechas	5	2	8	8	8	Baixo			
V10-3	Desplacamento	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V10-6	Umidade	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V11-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V11-2	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V11-3	Fissuras	2	1	1,6	4,8	6	Baixo			
	Desagregação	3	2	4,8			Baixo			
V17-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V18-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V18-3	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

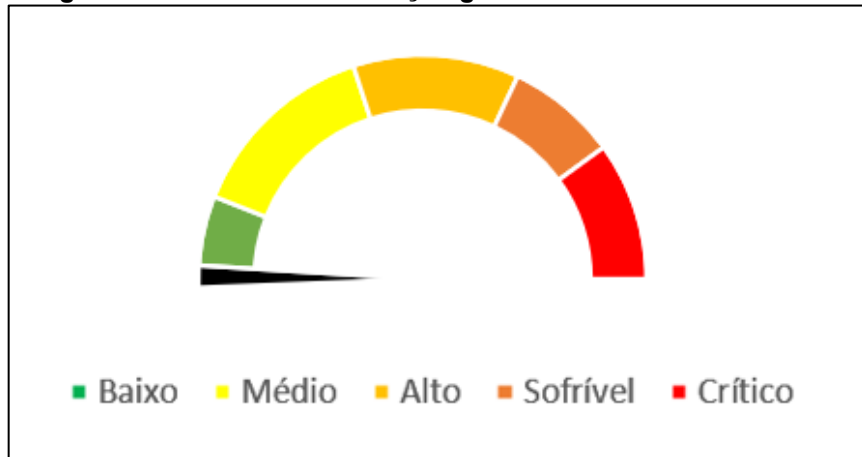
Tendo em vista que os graus de deterioração das famílias de estruturas da edificação do CRAS 3 são iguais a 0 (zero), obtém-se o grau de deterioração global da estrutura igual a 0 (zero), caracterizando nível de deterioração baixo com estado aceitável, recomendando-se a manutenção preventiva da edificação, conforme mostra-se no Quadro 18 e na Figura 29.

Quadro 18 – Grau de deterioração global do CRAS 3

Elementos	Gdf	Fr	Gd	Nível de deterioração	Ações recomendadas
Pilares	0,00	5	0	Baixo	Estado aceitável. Manutenção preventiva
Vigas	0,00	5			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 29 – Grau de deterioração global da estrutura do CRAS 3



Fonte: Autoria Própria (2022)

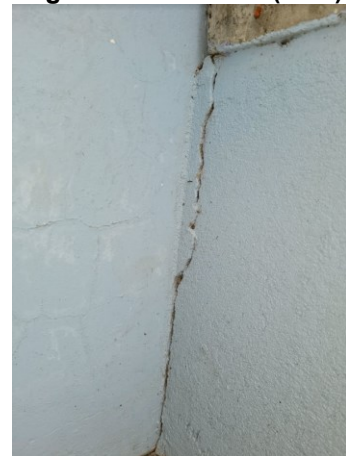
As figuras 30, 31, 32 e 33 apresentam algumas das manifestações patológicas identificadas na edificação do CRAS 3 assim como os fatores de intensidade (Fi) atribuídos às manifestações patológicas observadas.

Figura 30 – Manchas (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 31 – Fissura (Fi=1)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 32 – Deslocamento (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 33 – Manchas (Fi=2)

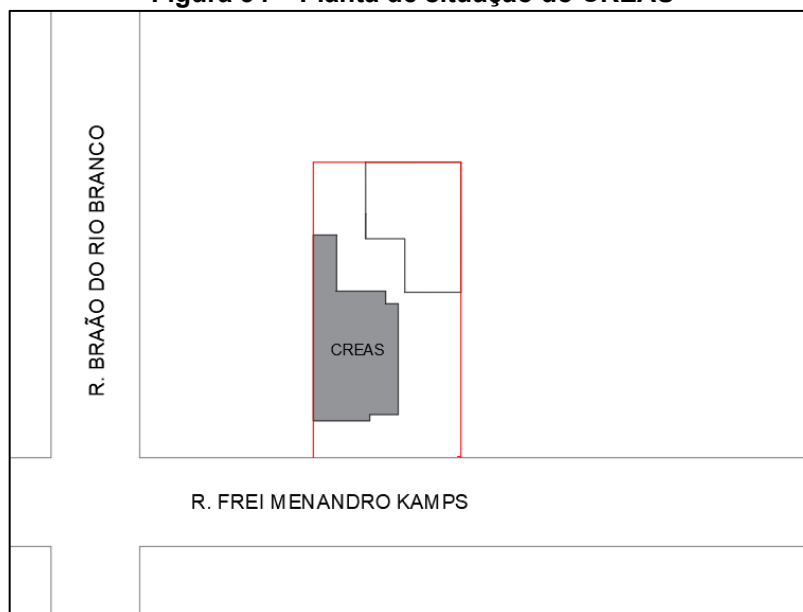


Fonte: Autoria Própria (2022)

6.5 Centro de Referência Especializado de Assistência Social

Localizado na rua Frei Menandro Kamps, 879, Centro, é caracterizado como a unidade pública destinada à prestação de serviços a indivíduos e famílias que se encontram em situação de risco pessoal ou social, por violação dos direitos ou contingência, que demandam intervenções especializadas da proteção social especial. A edificação tem área aproximada de 216 m², contendo sala de espera, salas de atendimento e de atividades, refeitório, cozinha, banheiros e lavanderia. A Figura 34 apresenta a planta de situação do CREAS e a Figura 35 sua fachada.

Figura 34 – Planta de situação do CREAS



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 35 – Fachada do CREAS



Fonte: Autoria Própria (2022)

A Figura 59, inserida no apêndice E, apresenta o croqui do CREAS, para facilitar a visualização e identificação dos elementos estruturais existentes na edificação, assim como as respectivas nomenclaturas.

Através da inspeção visual realizada, foram identificadas 40 manifestações patológicas de 5 tipos de patologias, são eles: desagregação, deslocamento, fissuras, manchas e umidade, existentes nos pilares e vigas da edificação, os elementos onde identificou-se as manifestações patológicas de maior relevância foram as vigas V05 e V18.

As manifestações patológicas identificadas e os graus de deterioração dos elementos e famílias calculados através da metodologia descrita no item 3 são apresentados no Quadro 19 para os pilares e no Quadro 20 para as vigas da edificação do CREAS.

Os elementos da família de pilares apresentam em totalidade graus de deterioração inferiores a 15 (quinze), assim, resultando em um nível baixo de deterioração, para as vigas, os elementos apresentaram graus de deterioração não superiores a 50, resultando em nível baixo ou médio de deterioração.

Quadro 19 – Grau de deterioração dos pilares do CREAS

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
P02	Deslocamento	3	2	4,8	4,8	7,2	Baixo	7,2	0,00	5
	Umidade	3	2	4,8						
P03	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P04	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P05	Fissuras	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P08	Fissuras	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P09	Deslocamento	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P10	Fissuras	2	2	3,2	3,2	3,2	Baixo			
P11	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P12	Fissuras	2	2	3,2	3,2	3,2	Baixo			
P14	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P15	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P16	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P19	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P25	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P26	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P30	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P31	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P32	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P33	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
P35	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P41	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 20 – Grau de deterioração das vigas do CREAS

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
V03	Fissuras	2	1	1,6	4,8	6	Baixo	24	29,39	5
	Manchas	3	2	4,8						
V04	Fissuras	2	1	1,6	4,8	6	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						
V05	Fissuras	3	2	4,8	8	11	Baixo			
	Flechas	5	2	8						
V06-1	Fissuras	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V08	Fissuras	5	2	8	8	8	Baixo			
V10-3	Desplacamento	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V10-6	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V11-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V11-2	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V11-3	Fissuras	2	1	1,6	4,8	6	Baixo			
	Desagregação	3	2	4,8			Baixo			
V17-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V18-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	Umidade	3	3	24	24	24	Médio			
V18-3	Umidade	3	3	24	24	24	Médio			

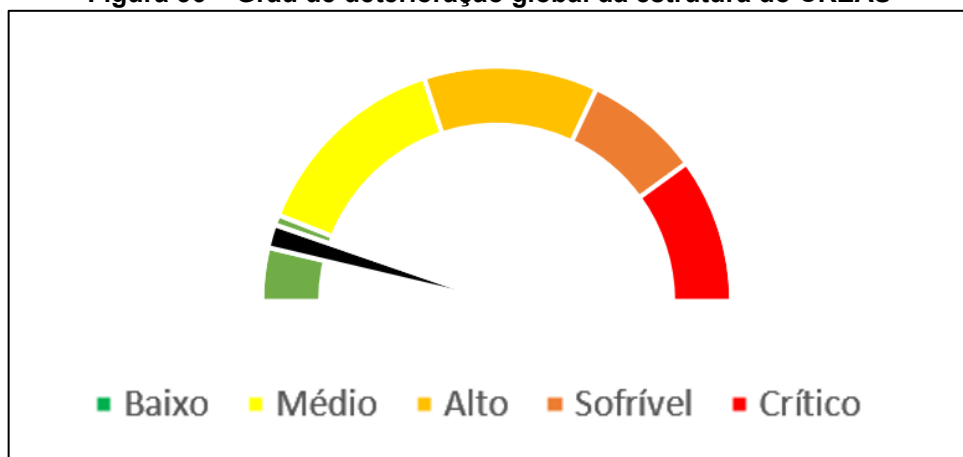
Fonte: Autoria Própria (2022)

O grau de deterioração global da estrutura do CREAS resultou em 14,70, representando um nível de deterioração baixo, em estado aceitável, com recomendação de manutenção preventiva, conforme apresenta-se no Quadro 21 e na Figura 36.

Quadro 21 – Grau de deterioração global do CREAS

Elementos	Gdf	Fr	Gd	Nível de deterioração	Ações recomendadas
Pilares	0,00	5	14,70	Baixo	Estado aceitável. Manutenção preventiva
Vigas	29,39	5			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 36 – Grau de deterioração global da estrutura do CREAS

Fonte: Autoria Própria (2022)

As figuras 37, 38, 39 e 40 apresentam algumas das manifestações patológicas identificadas na edificação do CREAS assim como os fatores de intensidade (Fi) atribuídos às manifestações patológicas observadas.

Figura 37 – Fissuras (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 38 – Fissura (Fi=1) e manchas (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 39 – Manchas (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 40 – Manchas (Fi=2)

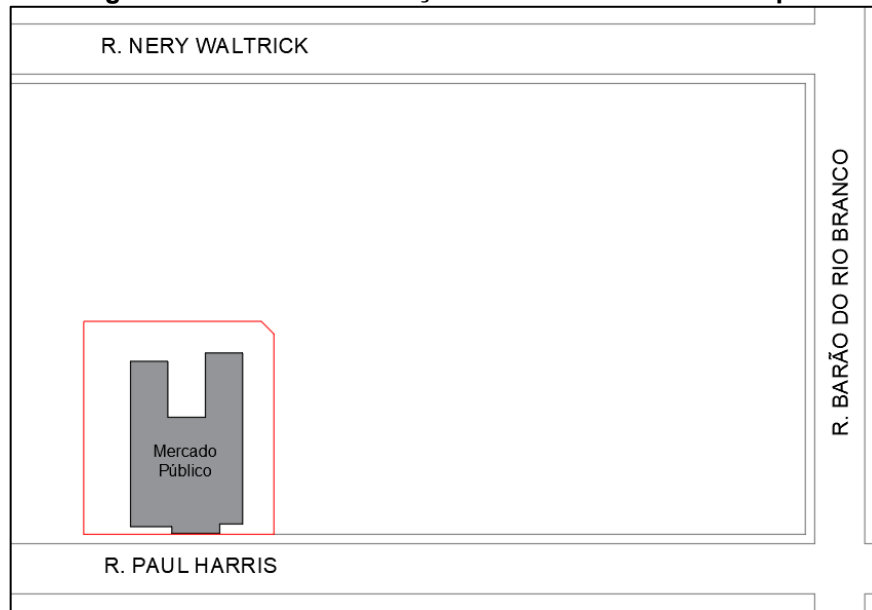


Fonte: Autoria Própria (2022)

6.6 Mercado Público Municipal

Localizado na rua Paul Harris, 635, Centro, o mercado público de Canoinhas é a edificação onde encontra-se a coordenação de segurança alimentar e nutricional e o local de realização de feiras livres de produtos oriundos da agricultura familiar. Com uma área construída de aproximadamente 361 m², possui dois pavimentos, o pavimento térreo conta com uma área aproximada de 361 m², contendo a recepção, banheiros e a área destinada para a realização das feiras livres e o 1º pavimento com uma área de aproximadamente 131 m², contendo banheiros, escritórios e sacada. A Figura 41 apresenta a planta de situação do Mercado Público e a Figura 42, sua fachada.

Figura 41 – Planta de situação Mercado Público Municipal



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 42 – Fachada do Mercado Público Municipal



Fonte: Autoria Própria (2022)

A Figura 60 e a Figura 61, inseridas no Apêndice F apresentam os croquis do Mercado Público, visando facilitar a visualização e identificação dos elementos estruturais da edificação de acordo com os pavimentos existentes.

A realização das inspeções visuais na edificação resultou na identificação de 38 manifestações patológicas provenientes de 6 tipos de patologias, são eles: carbonatação, desagregação, fissuras, manchas, recalque e umidade, existentes nos pilares, vigas e lajes da edificação, tendo como elemento com manifestações mais relevantes o pilar P35, com destaque para as manifestações indicativas à recalque,

relacionando fissuras a 45° nas alvenarias, rebaixamento dos pisos e janelas emperradas.

A quantificação das manifestações patológicas e graus de deterioração podem ser visualizados no Quadro 22 para os pilares, no Quadro 23 para as vigas e no Quadro 24 para as lajes da edificação.

Os pilares da edificação apresentaram níveis de deterioração baixos e médios, visto que os valores dos graus de deterioração não foram superiores a 30, assim como ocorre para as vigas, diferentemente, nas lajes, ocorre a incidência somente de nível baixo de deterioração, pois os valores dos graus de deterioração obtidos são inferiores a 15.

Os valores encontrados para o grau de deterioração da família para pilares, vigas e lajes são 36,06, 24,00 e 0, respectivamente.

Quadro 22 – Grau de deterioração dos pilares do Mercado Público

Pavimento	Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
Térreo	P03	Umidade	3	3	24	24	24	Médio	30	36,06	5
	P04	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
	P05	Recalque	5	2	8	8	8	Baixo			
	P07	Recalque	5	2	8	8	8	Baixo			
	P10	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	P11	Recalque	5	2	8	8	8	Baixo			
	P12	Recalque	5	2	8	8	8	Baixo			
	P19	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	P20	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	P22	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
	P35	Umidade	3	3	24	24	30	Médio			
		Recalque	5	2	8						
	P46	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	P47	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
1º	P08	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
	P09	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
	P16	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	P17	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	P18	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 23 – Grau de deterioração das vigas do Mercado Público

Pavimento	Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
Térreo	V07-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo	24	24,00	5
	V07-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V08	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V11-5	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V11-6	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V12-1	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
	V14	Carbonatação	3	1	2,4	2,4	2,4	Baixo			
	V15-2	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
	V15-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
1º	V01-3	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V05	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
	V06-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V09-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V10-3	Umidade	3	3	24	24	24	Médio			
	V11-1	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
	V12-1	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 24 – Grau de deterioração das lajes do Mercado Público

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
L1	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo	4,8	0	4
L2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
L7	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			

Fonte: Autoria Própria (2022)

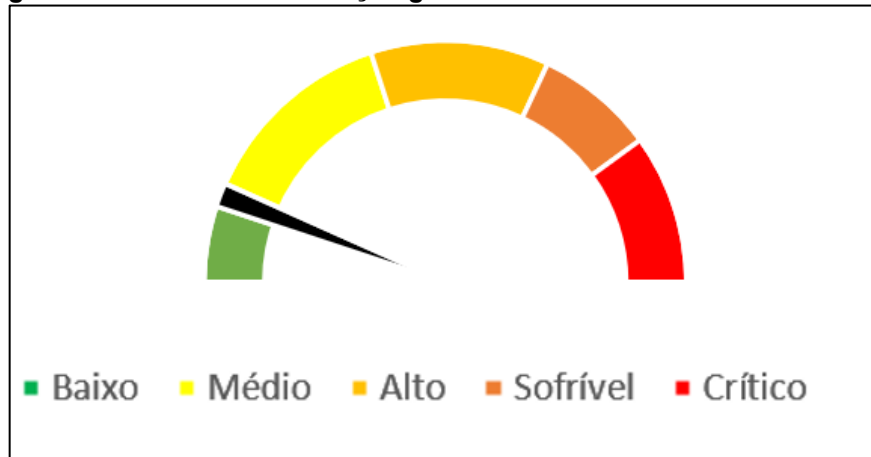
O grau de deterioração global do Mercado Público resultou em 21,45, caracterizando-se como nível médio de deterioração, com recomendação de definição de prazo e natureza para nova inspeção e planejamento de intervenção em prazo máximo de 2 anos, conforme apresenta-se no Quadro 25 e na Figura 43.

Quadro 25 – Grau de deterioração global do Mercado Público

Elementos	Gdf	Fr	Gd	Nível de deterioração	Ações recomendadas
Pilares	36,06	5	21,45	Médio	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (2 anos)
Vigas	24,00	5			
Lajes	0,00	4			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 43 – Grau de deterioração global da estrutura do Mercado Público



Fonte: Autoria Própria (2022)

As figuras 44, 45, 46 e 47 apresentam algumas das manifestações patológicas identificadas na edificação assim como os fatores de intensidade (Fi) atribuídos às manifestações patológicas observadas.

Figura 44 – Recalque (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 45 – Carbonatação (Fi=1)



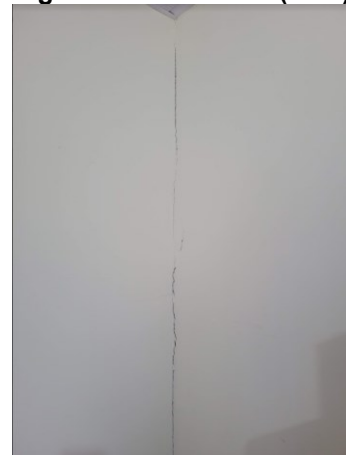
Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 46 – Manchas (Fi=3)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 47 – Fissuras (Fi=1)

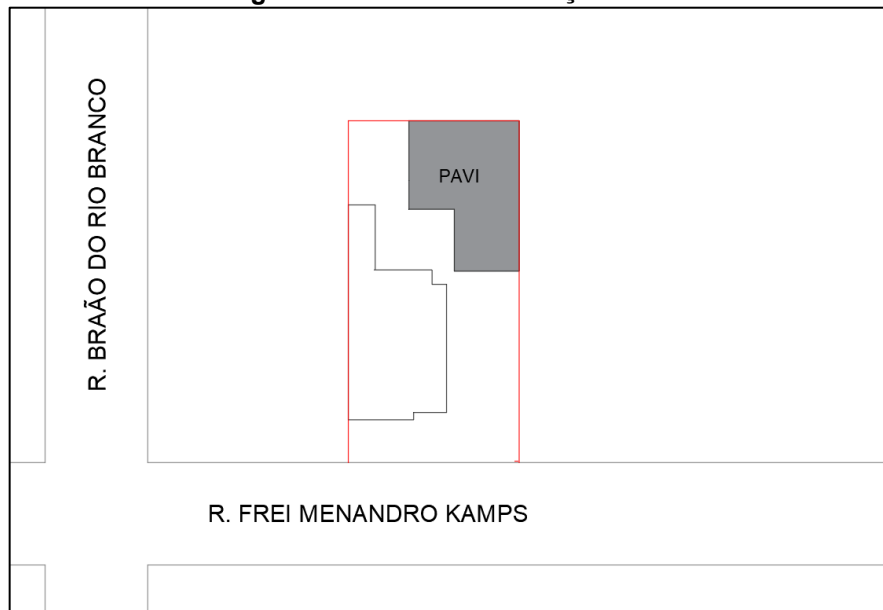


Fonte: Autoria Própria (2022)

6.7 Programa de Apoio e Valorização à Terceira Idade

Localizado na rua Frei Menandro Kamps, 879, Centro, é inserido no mesmo terreno do CREAS e apesar da edificação ter sido construída para alocação do Programa de Apoio e Valorização à Terceira Idade, hoje é a Casa dos Conselhos de Canoinhas. A edificação tem área aproximada de 191 m², contendo recepção, banheiros, salas de atividades e depósito. A Figura 48 apresenta a planta de situação da edificação e a Figura 49 a fachada.

Figura 48 – Planta de situação PAVI



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 49 – Fachada PAVI



Fonte: Autoria Própria (2022)

A Figura 62, inserida no Apêndice G, apresenta o croqui da edificação, para facilitar a visualização e identificação dos elementos estruturais da mesma.

A partir da inspeção realizada, fez-se a identificação de 16 manifestações patológicas incluídas em 45 tipos de patologias, são eles: desagregação, fissuras, manchas, recalque e umidade, a incidência se deu nos pilares e nas vigas da edificação, com destaque para o pilar P01, o qual apresentou manifestações patológicas de maior relevância.

As manifestações patológicas identificadas e os graus de deterioração dos elementos e famílias calculados através da metodologia descrita no item 3 resultam nos graus de deterioração da família de 30,86 para os pilares e 32,79 para as vigas, os quais são apresentados no Quadro 26 para os pilares e no Quadro 27 para as vigas da edificação do PAVI.

Os elementos da família de pilares apresentação em totalidade graus de deterioração inferiores a 50, assim, resultando em um nível médio ou baixo de deterioração, para as vigas, os elementos apresentaram graus de deterioração não superiores a 50, resultando em nível baixo ou médio de deterioração.

Quadro 26 – Grau de deterioração dos pilares do PAVI

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
P01	Manchas	3	3	24	24	30,86	Médio	30,86	30,86	5
	Fissuras	2	1	1,6						
	Recalque	5	2	8						
P03	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P04	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
P05	Fissuras	3	2	4,8	4,8	6	Baixo			
	Fissuras	2	1	1,6						
P20	Manchas	2	1	1,6	4,8	6	Baixo			
	Manchas	3	2	4,8						

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 27 – Grau de deterioração das vigas do PAVI

Elemento	Tipo de dano	Fp	Fi	D	Dmáx	Gde	Nível de deterioração	Gde (máx)	Gdf	Fr
V01-1	Fissuras	2	1	1,6	24	26	Médio	25,5	32,79	5
	Umidade	3	3	24						
V01-4	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V04-2	Fissuras	2	1	1,6	1,6	1,6	Baixo			
V06-2	Manchas	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V08-4	Desagregação	3	2	4,8	4,8	4,8	Baixo			
V09-1	Manchas	3	3	24	24	24	Médio			
V09-5	Manchas	3	3	24	24	24	Médio			

Fonte: Autoria Própria (2022)

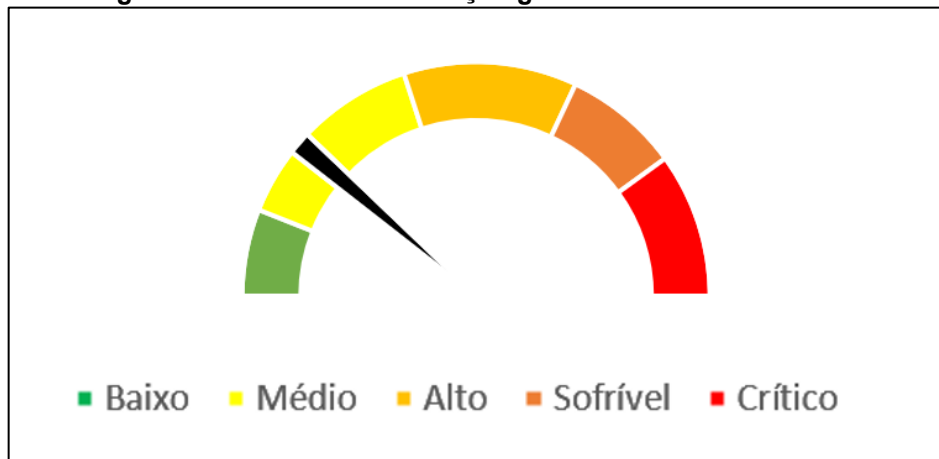
O grau de deterioração global da estrutura do PAVI resultou em 31,82, representando nível médio de deterioração, recomendando-se a definição de prazo e natureza para nova inspeção com planejamento de intervenção em no máximo 2 anos.

Quadro 28 – Grau de deterioração global do PAVI

Elementos	Gdf	Fr	Gd	Nível de deterioração	Ações recomendadas
Pilares	30,86	5	31,82	Médio	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (2 anos)
Vigas	32,79	5			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 50 – Grau de deterioração global da estrutura do PAVI



Fonte: Autoria Própria (2022)

As figuras 51, 52, 53 e 54 apresentam algumas das manifestações patológicas encontradas na edificação do PAVI assim como os fatores de intensidade (F_i) atribuídos às manifestações patológicas observadas.

Figura 51 – Recalque ($F_i=2$)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 52 – Fissuras ($F_i=1$)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 53 – Manchas (Fi=2) e fissuras (Fi=1)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 54 – Manchas (Fi=2)



Fonte: Autoria Própria (2022)

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apresenta-se neste capítulo as análises específicas e geral dos resultados obtidos.

7.1 Níveis de deterioração e ordem de prioridade

A partir dos resultados obtidos das inspeções e do estudo experimental através da metodologia GDE/UnB, foram classificadas por ordem decrescente as estruturas de acordo com seu nível de deterioração, conforme apresenta-se na Tabela 15.

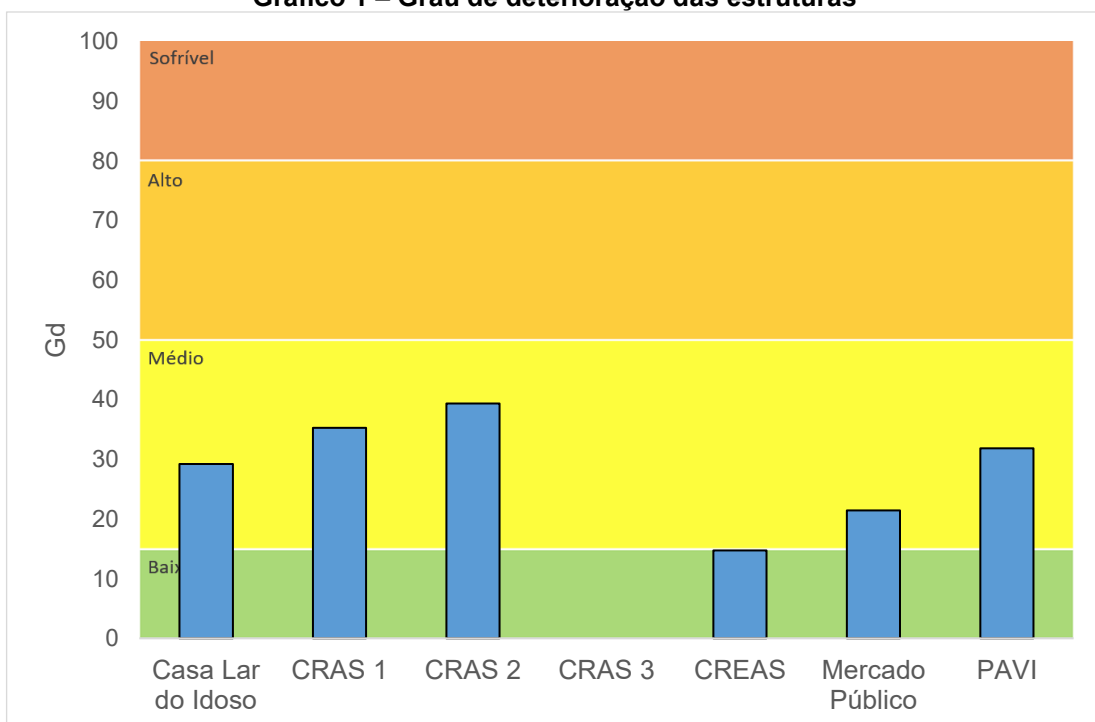
Tabela 15 – Graus de deterioração das estruturas

Edificação	Gd	Nível de deterioração
CRAS 2	39,33	Médio
CRAS 1	35,24	Médio
PAVI	31,82	Médio
Casa Lar do Idoso	29,22	Médio
Mercado Público	21,45	Médio
CREAS	14,70	Baixo
CRAS 3	0	Baixo

Fonte: Autoria Própria (2022)

Os resultados obtidos apontam que 71% das edificações analisadas apresentam nível médio de deterioração seguidas de 29% com nível baixo, nenhuma delas apresentou nível alto, sofrível ou crítico, como mostra-se no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Grau de deterioração das estruturas



Fonte: Autoria Própria (2022)

As edificações da Casa Lar do Idoso, CRAS 1, CRAS 2, Mercado Público e PAVI apresentam nível de deterioração médio, sendo assim, recomenda-se o a definição de prazo e natureza para nova inspeção com planejamento de intervenção de no máximo 2 anos, as edificações do CRAS 3 e do CREAS apresentam nível de deterioração baixo, caracterizando-se como em estado aceitável com a recomendação de execução de manutenção preventiva.

Através dos dados apresentados na Tabela 15 e no Gráfico 1, define-se também a ordem de prioridade da execução de ações nas edificações estudadas, sendo definida a execução de ações na ordem: CRAS 2, CRAS 1, PAVI, Casa Lar do Idoso, Mercado Público, CREAS e CRAS 3.

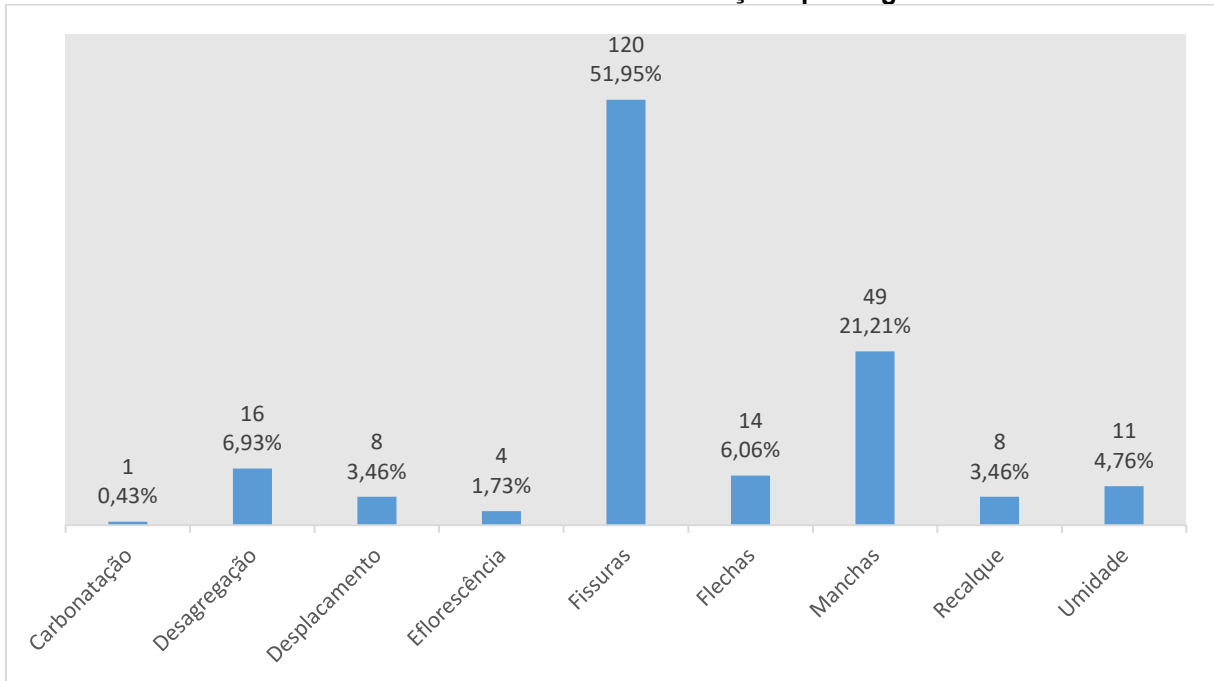
7.2 Incidência das manifestações patológicas

A Tabela 16 quantifica a incidência das manifestações patológicas em todas as edificações inspecionadas, podendo-se destacar as fissuras, que representam 51,95% das manifestações identificadas, conforme apresenta-se também no Gráfico 2.

Tabela 16 – Incidência das manifestações patológicas por edificação

Manifestação Patológica	Casa Lar do Idoso	CRAS 1	CRAS 2	CRAS 3	CREAS	Mercado Público	PAVI	Total	%
Carbonatação	0	0	0	0	0	1	0	1	0,43%
Desagregação	1	8	1	3	1	1	1	16	6,93%
Desplacamento	0	4	0	1	3	0	0	8	3,46%
Eflorescência	4	0	0	0	0	0	0	4	1,73%
Fissuras	12	19	28	11	26	18	6	120	51,95%
Flechas	0	7	4	2	1	0	0	14	6,06%
Manchas	2	9	6	8	6	10	8	48	21,21%
Recalque	0	0	2	0	0	5	1	8	3,46%
Umidade	2	1	1	1	3	3	0	11	4,76%

Fonte: Autoria Própria (2022)

Gráfico 2 – Incidência das manifestações patológicas

Fonte: Autoria Própria (2022)

Na Tabela 17 pode-se verificar a taxa de incidência das manifestações patológicas por elemento estrutural.

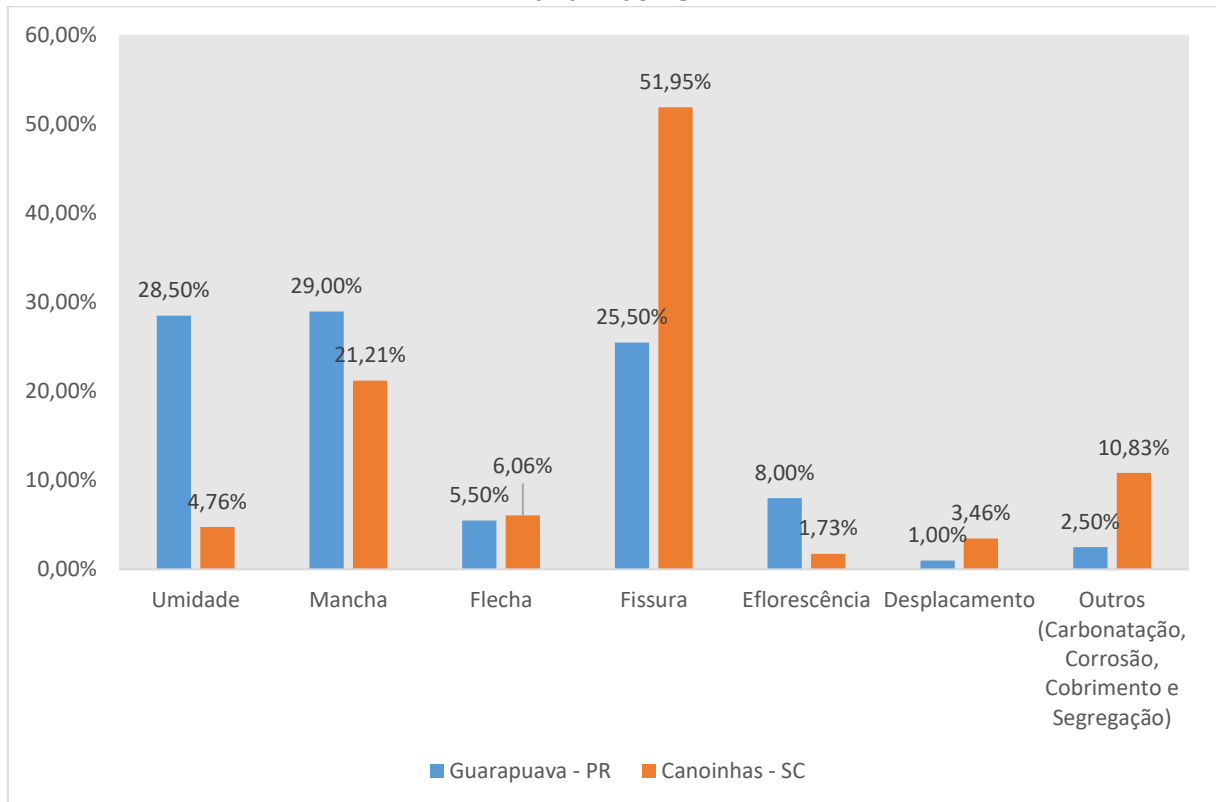
Tabela 17 – Incidência das manifestações patológicas por elemento

Elemento	Manifestações patológicas	Porcentagem
Pilares	96	41,56%
Vigas	132	57,14%
Lajes	3	1,30%
Total	231	100%

Fonte: Autoria Própria (2022)

Moya (2021) realizou um estudo das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado pré-moldado no Campus Guarapuava da UTFPR, através da inspeção dos blocos de acordo com a metodologia GDE/UnB. Com os resultados disponibilizados, foi realizado um estudo comparativo, apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Estudo comparativo entre as manifestações patológicas em Guarapuava – PR e Canoinhas - SC



Fonte: Autoria Própria (2022)

Diante do exposto, conclui-se que as patologias que apresentam semelhanças em ambos os estudos foram de deslocamento, flechas e manchas. As manifestações que apresentaram maiores disparidades foram relacionadas à eflorescência, fissuras, umidade e outros. Pode-se justificar tal discrepância pela diferença topográfica e climática das regiões estudadas, assim como as características de urbanização, Guarapuava apresenta 22,9% de urbanização de vias públicas enquanto Canoinhas apresenta 12% (IBGE, 2021), interferindo diretamente na drenagem das águas urbanas, caracterizando a diferença na presença de umidade. Pode-se destacar que as obras do Campus Guarapuava da UTFPR são de escala federal, já as edificações da Secretaria Municipal de Assistência Social são de escala municipal, apresentando diferenças nos requisitos de projetos e procedimentos licitatórios, influenciando também nas edificações resultantes.

Durante a realização das inspeções, constatou-se a falta de detalhamento ou inexistência dos projetos complementares relativos às edificações estudadas, resultando em sistemas inadequados de drenagem ou até mesmo estruturais.

7.3 Medidas mitigatórias

De acordo com o referencial adotado e os resultados apresentados anteriormente, realiza-se o levantamento de possíveis medidas mitigatórias para as edificações estudadas.

Para a Casa Lar do Idoso, as principais medidas consistem no tratamento das fissuras, podendo-se utilizar posteriormente a técnica de injeção, selagem ou grampeamento das fissuras.

No CRAS 1, as medidas mitigadoras principais envolvem o tratamento de fissuras e das manchas presentes, podendo-se utilizar posteriormente a técnica de injeção, selagem ou grampeamento das fissuras, com posterior limpeza de regiões onde há presença de manchas, associada a identificação da causa de umidade e pontos de infiltração.

Para a edificação do CRAS 2, tem-se como medidas principais o tratamento de fissuras e do recalque, iniciando-se com a identificação do agente causador do recalque, afim de estabilizar a estrutura, posteriormente, realiza-se a utilização da técnica de injeção, selagem ou grampeamento das fissuras.

Para o CRAS 3, direciona-se as medidas para o tratamento das fissuras e das manchas, pode-se utilizar a técnica de injeção, selagem ou grampeamento das fissuras, realiza-se então a identificação do agente causador das manchas para solução pela origem da manifestação e limpeza do concreto com presença de manchas.

Para a edificação do CREAS, direciona-se as medidas para o tratamento das fissuras, iniciando-se com a identificação do tipo de fissura, podendo-se utilizar posteriormente a técnica de injeção, selagem ou grampeamento das fissuras.

No Mercado Público, tem-se como principais medidas as de tratamento de recalque, manchas e fissuras, visto que a edificação é uma construção recente, deve-se realizar o levantamento dos agentes causadores do recalque e manchas, com análise da evolução das patologias, para determinação de posterior necessidade de recuperação ou reforço estrutural. Para o tratamento de fissuras, inicialmente pode-se utilizar a técnica de injeção, selagem ou grampeamento das fissuras, com posterior limpeza de regiões onde há presença de manchas, associada à identificação da causa e infiltrações afim de tratar as manifestações em suas origens.

Para a edificação do PAVI, as medidas mitigadoras principais são referentes ao tratamento das manchas e umidade, deve-se realizar a determinação do agente causador das manchas e da umidade e pontos de infiltração visando tratar as manifestações na origem com posterior limpeza das áreas afetadas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo realizado, foram caracterizadas e analisadas 7 estruturas de concreto armado vinculadas à Secretaria Municipal de Assistência Social do município de Canoinhas através da Metodologia GDE/UnB, afim de determinar o grau de deterioração das estruturas através de fatores de intensidade e de ponderação dos danos, possibilitando a determinação das medidas mitigadoras.

Através do estudo realizado, percebe-se que as estruturas de concreto armado estão suscetíveis à diversas manifestações patológicas, as quais tem origem diretamente associada as etapas de projeto, de execução das obras ou manutenção.

Observa-se que 71% das estruturas estudadas encontram-se em nível de deterioração médio e 29% em nível baixo de deterioração, porém, mesmo com tais níveis de deterioração, as edificações apresentam poucas patologias que comprometam a segurança e resistência das estruturas, sendo de grande importância a realização das manutenções preventivas e novas inspeções para garantia da integridade ao longo da vida útil.

As principais manifestações patológicas identificadas foram fissuras (51,95%) e manchas (21,21%), além das demais patologias (26,84%), que incluem carbonatação, desagregação, deslocamento, eflorescência, flechas, recalque e umidade. Distribuídas predominantemente nas vigas (57,14%) e pilares (41,56) das edificações.

Conclui-se que é notório a importância da realização de manutenções periódicas pré-estabelecidas, a fim de alcançar uma relação favorável entre os custos de manutenção e reparo e os níveis de deterioração das estruturas de concreto armado.

9 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Para a realização de trabalhos futuros, recomenda-se a realização de uma análise mais detalhada sobre o Mercado Municipal, localizado na rua Paul Harris, 635, Centro, visto que o mesmo é uma obra recente e já apresenta indícios de recalque na estrutura, a análise pode ser feita através da metodologia GDE/UnB e tem como objetivo verificar a evolução das patologias identificadas ao longo do tempo, assim como o surgimento de novas patologias.

Recomenda-se a criação de um sistema de automatização da metodologia GDE/UnB, afim de facilitar o procedimento de inspeção.

REFERÊNCIAS

- ARANHA, P. M. S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado na região amazônica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674:** Manutenção de edificações - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:** Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BING. **Bing Road.** *In: OpenLayers Plugin. QGIS Desktop 3.24.2.*
- BOAS, E. L. B. V *et al.* Aplicação de Metodologia GDE/UnB em uma Edificação Habitacional: Estudo de Caso em Águas Lindas de Goiás – GO. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO. 60. 2018. Anais do 60º Congresso Brasileiro de Concreto CBC2018.* Foz do Iguaçu: IBRACON, 2018.
- BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. do L. **Patologia de estruturas.** São Paulo: Oficina de textos, 2019.
- CANOINHAS. **Plano Municipal de Assistência Social 2022-2025.** Prefeitura Municipal de Canoinhas. Canoinhas, 2022.
- CASTRO, E. K. de. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado.** Dissertação de Mestrado em Estruturas. Publicação E.DM - 004A/94, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 1994. 139 p.
- CLÍMACO, J. C. T. de S. **Estruturas de Concreto Armado:** fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. 3. ed. Brasília, DF: Ed. UnB, 2016.
- CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre:** Recomendações para projeto, execução e manutenção. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1420>. Acesso em: 10 de julho de 2022.
- FERREIRA, B. M. **Análise quantitativa da ponte do Bragueto – DF utilizando a Metodologia GDE/UnB.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2016.
- FONSECA, R.P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências:** Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM – 006 A/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2007, 213p.
- GNIPPER, S. F.; MIKALDO JR. J. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicos-sanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo**

de produção do projeto. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://docplayer.com.br/55289233-Patologias-frequentes-em-sistemas-prediais-hidraulico-sanitarios-e-de-gas-combustivel-decorrentes-de-falhas-no-processo-de-producao-do-projeto.html>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades:** Canoinhas – SC. Brasil, 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). General Principles on the Design of Structures for Durability. **ISO 13823.** Geneva: ISO/TC, 2008.

MOYA, B. M. G. M.P. **Avaliação patológica do nível de deterioração de estruturas de concreto armado de edificações públicas – Estudo de caso: UTFPR – Câmpus Guarapuava.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2021.

NADALINI, A. C. V.; BISPO, A. de O. **Patologia em Estruturas de Concreto Armado em Ambiente Marítimo.** *In:* Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. 19. 2017. Inovações Científicas e Tecnológicas. Foz do Iguaçu, PR: COBREAP, 2017.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma:** Inspeção dos sete postos de saúde. Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/151>.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações:** Abordagem geral. Revista técnico-científica, v. 1, n. 2358–5420, p. 1–50, 2007.

RESENDE, G. A. **Recuperação de Estruturas de Concreto Armado:** Técnicas e Materiais para Prolongar a Vida Útil. *In:* CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIAS E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS. 6. 2018, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2018.

ROCHA, B. dos S. **Manifestações patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SILVA, F. B. da *et al.* **Patologia das construções:** uma especialidade na engenharia civil. 174. ed. 2011. Acesso em: 10 de julho de 2022.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1998.

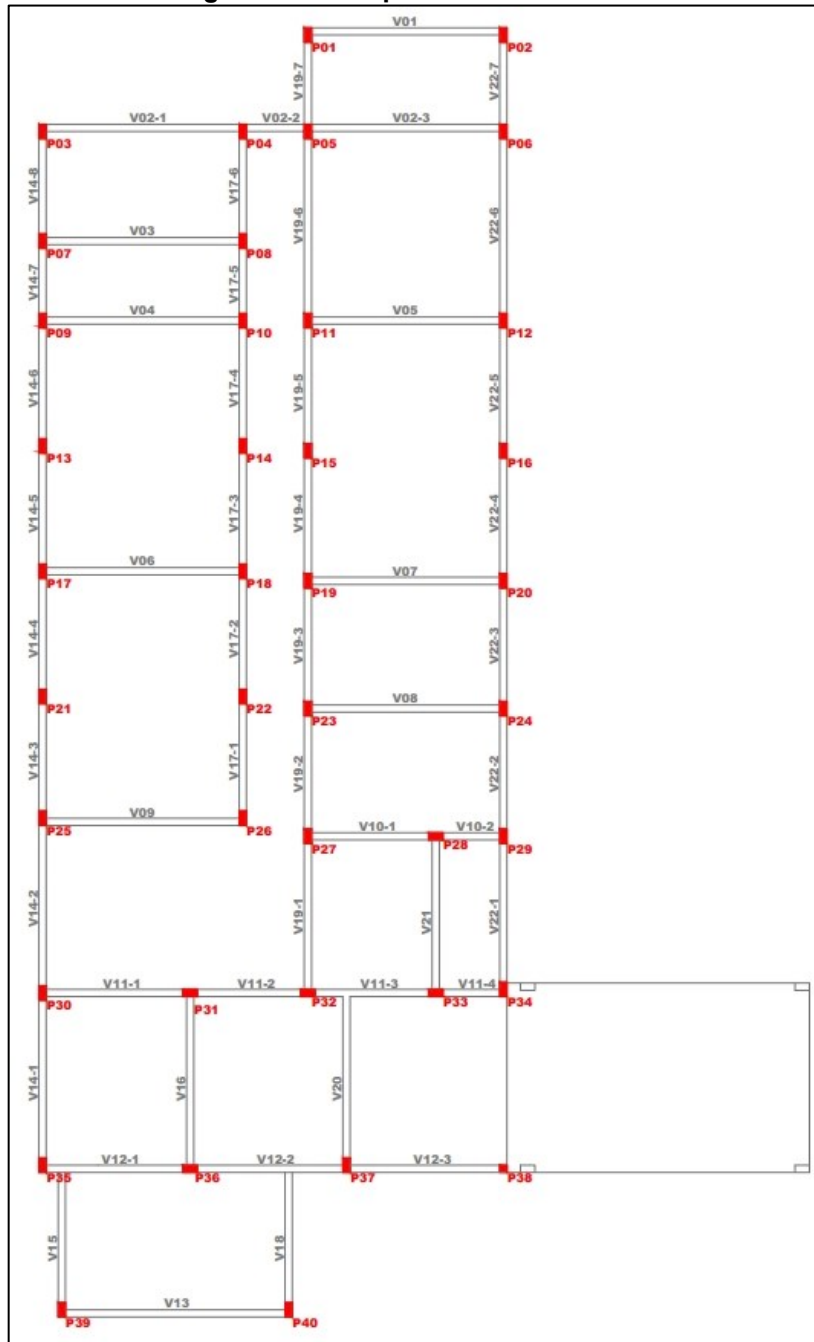
VARELA, B. B. **Determinação do grau de deterioração das estruturas de concreto armado e protendido das obras de arte especiais do perímetro urbano de Guarapuava – PR.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2021.

VITÓRIO, J.A.P. Manutenção e gestão de obras de arte especiais. VII Enaenco, Pernambuco, pág. 2, 2005.

WEIMER, B. F.; THOMAS, M.; DRESCH, F. **Patologia das estruturas**. Porto Alegre: Sagah, 2018.

APÊNDICE A – Croqui Casa Lar do Idoso

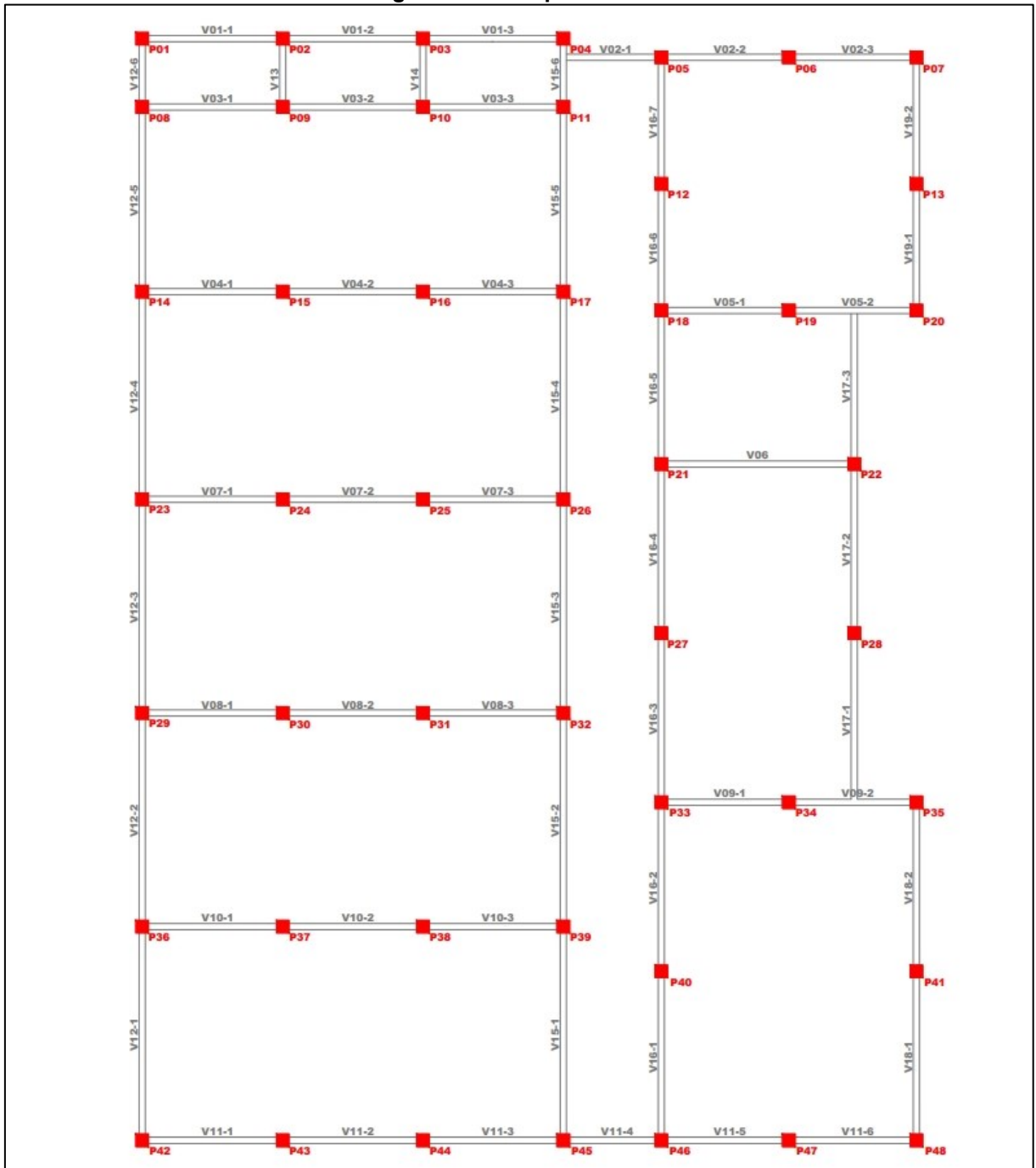
Figura 55 – Croqui Casa Lar do Idoso



Fonte: Autoria Própria (2022)

APÉNDICE B – Croqui CRAS 1

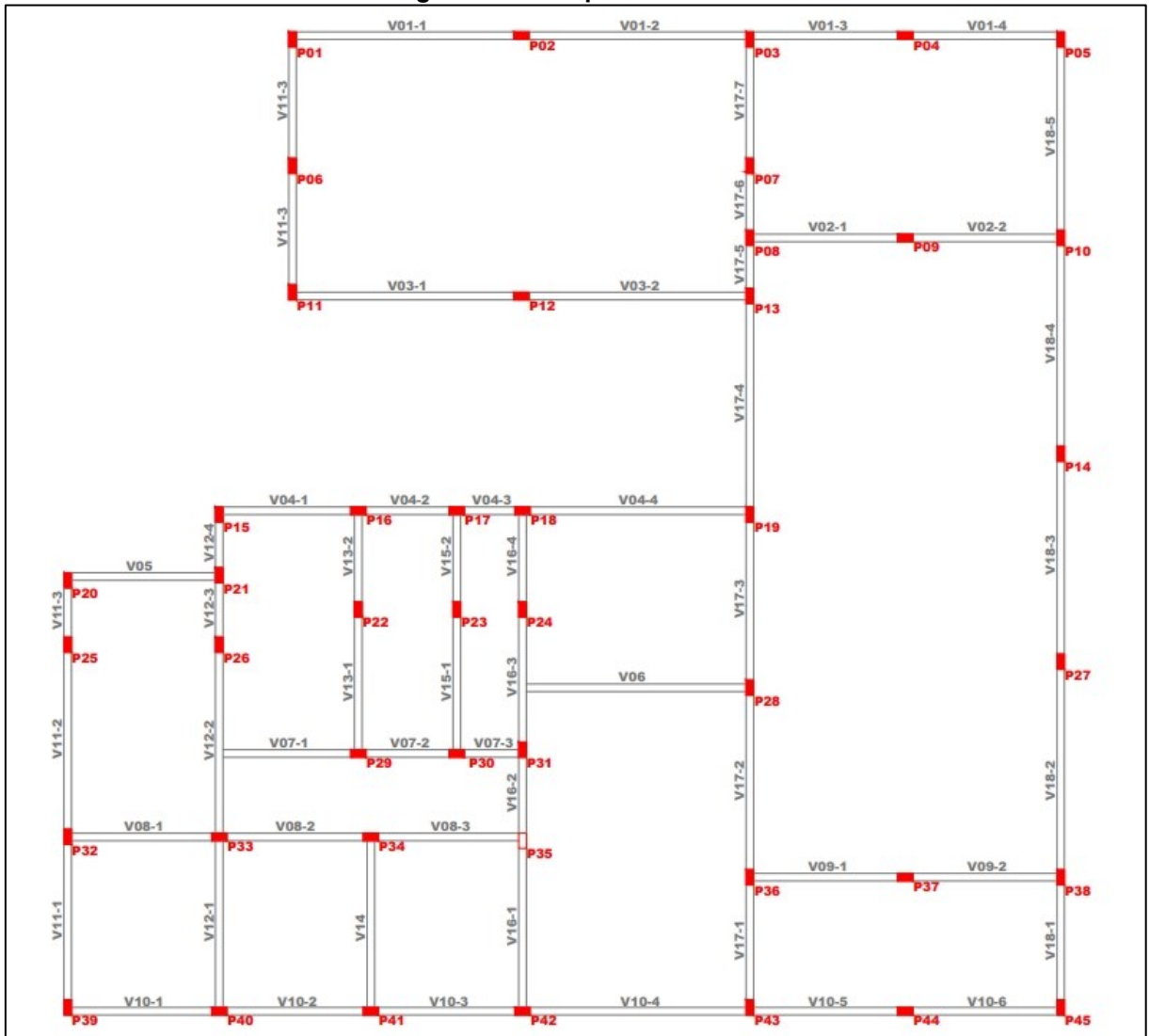
Figura 56 – Croqui CRAS 1



Fonte: Autoria Própria (2022)

APÉNDICE C – Croqui CRAS 2

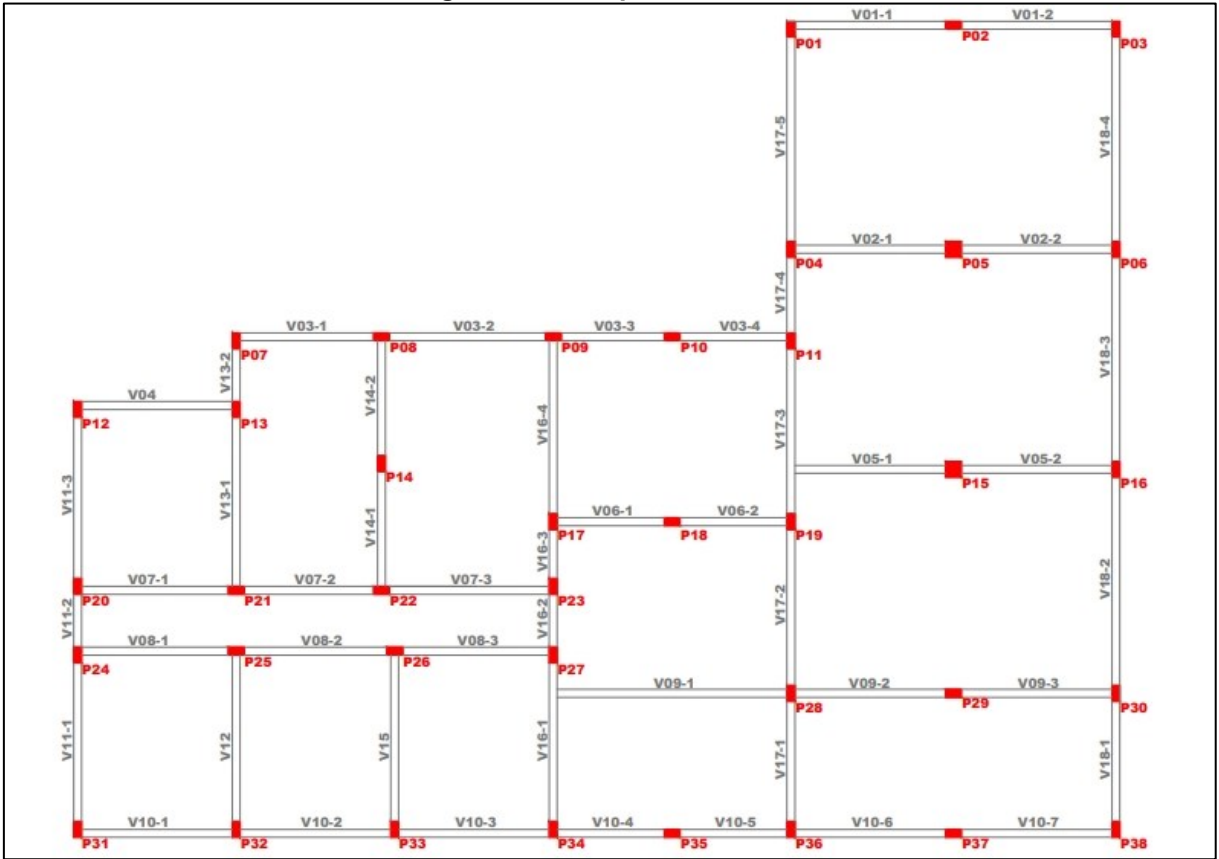
Figura 57 – Croqui do CRAS 2



Fonte: Autoria Própria (2022)

APÉNDICE D – Croqui CRAS 3

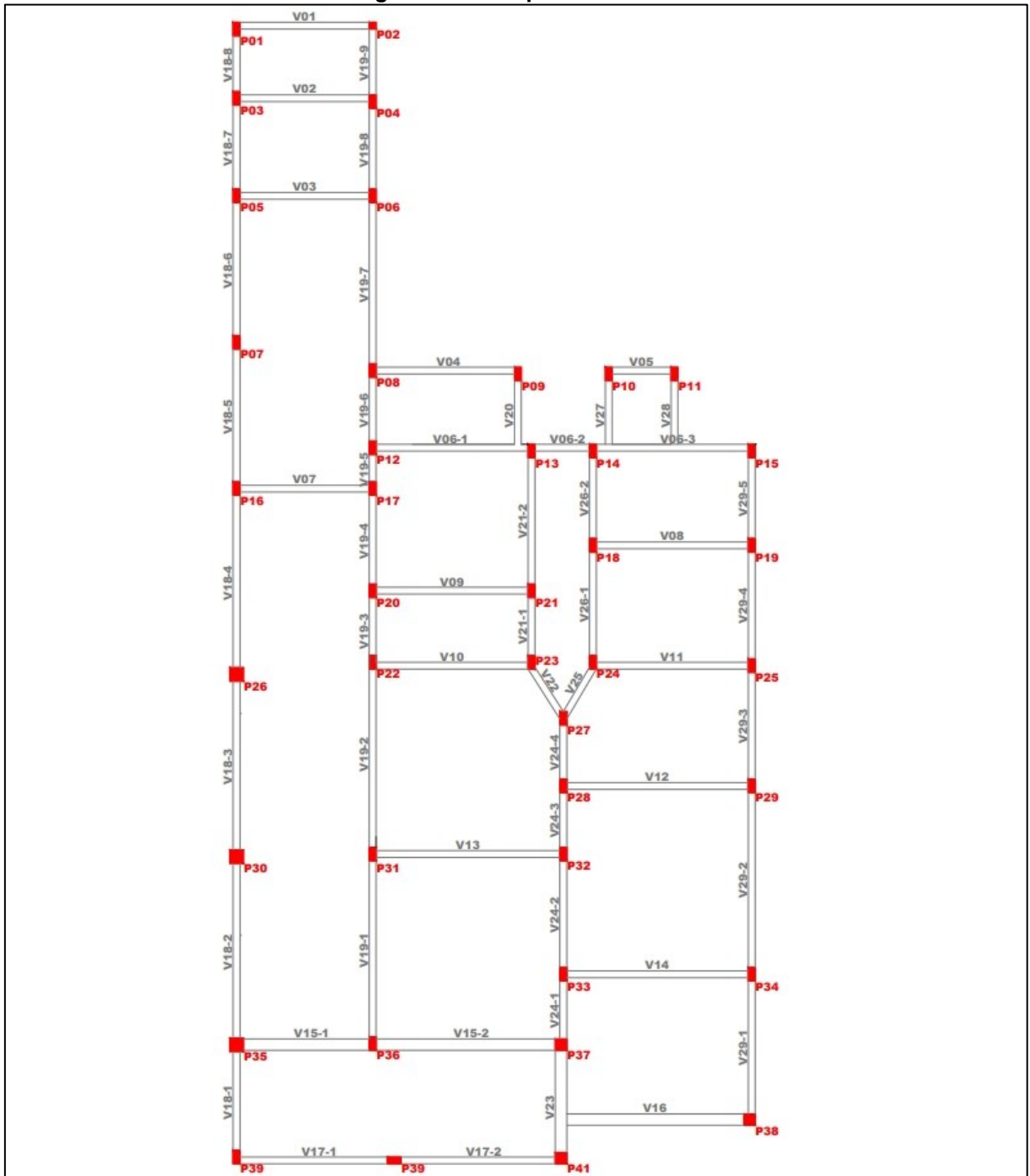
Figura 58 – Croqui do CRAS 3



Fonte: Autoria Própria (2022)

APÊNDICE E – Croqui CREAS

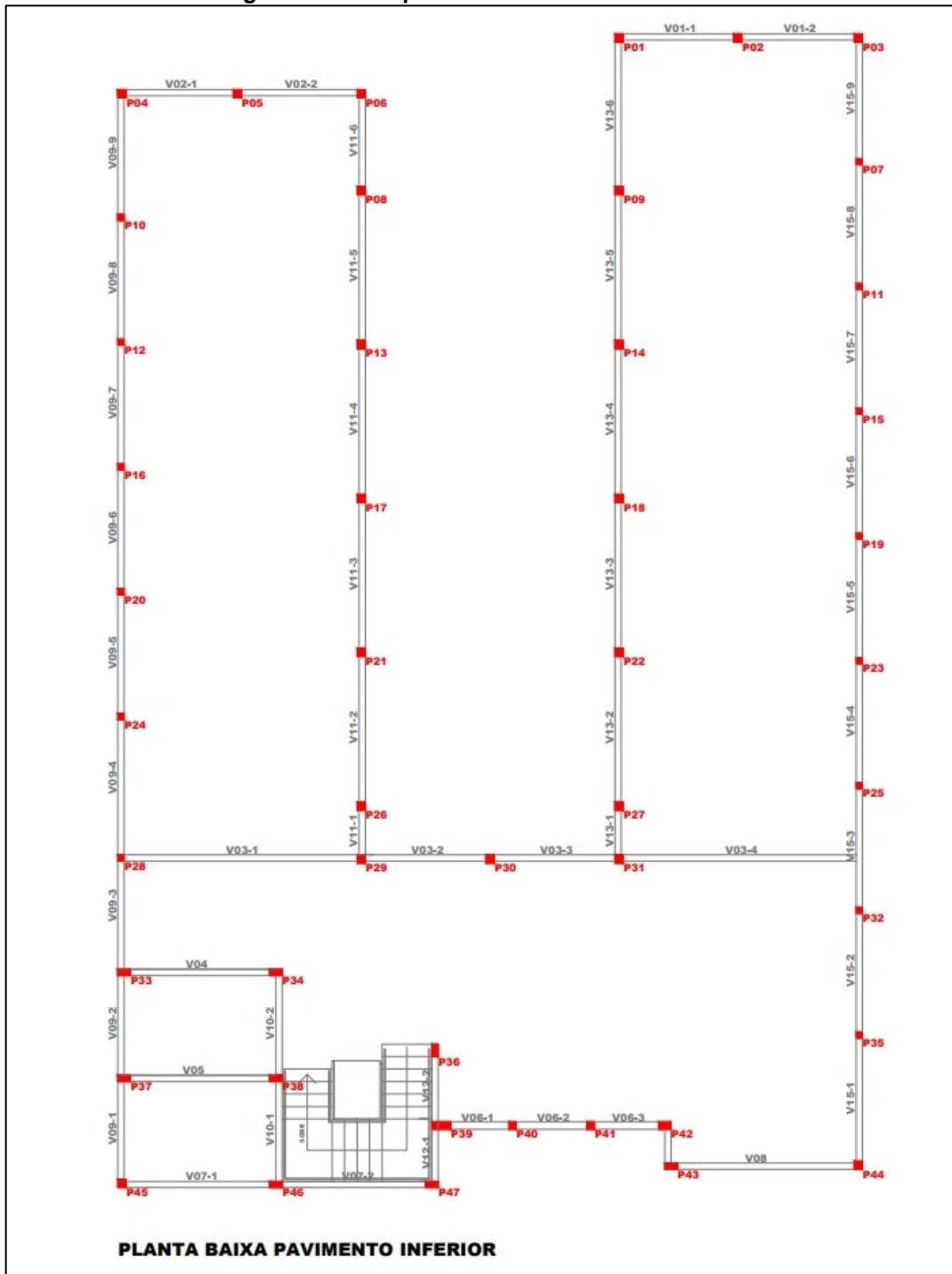
Figura 59 – Croqui do CREAS



Fonte: Autoria Própria (2022)

APÊNDICE F – Croqui Mercado Público Municipal

Figura 60 – Croqui do Térreo Mercado Público



Fonte: Autoria Própria (2022)

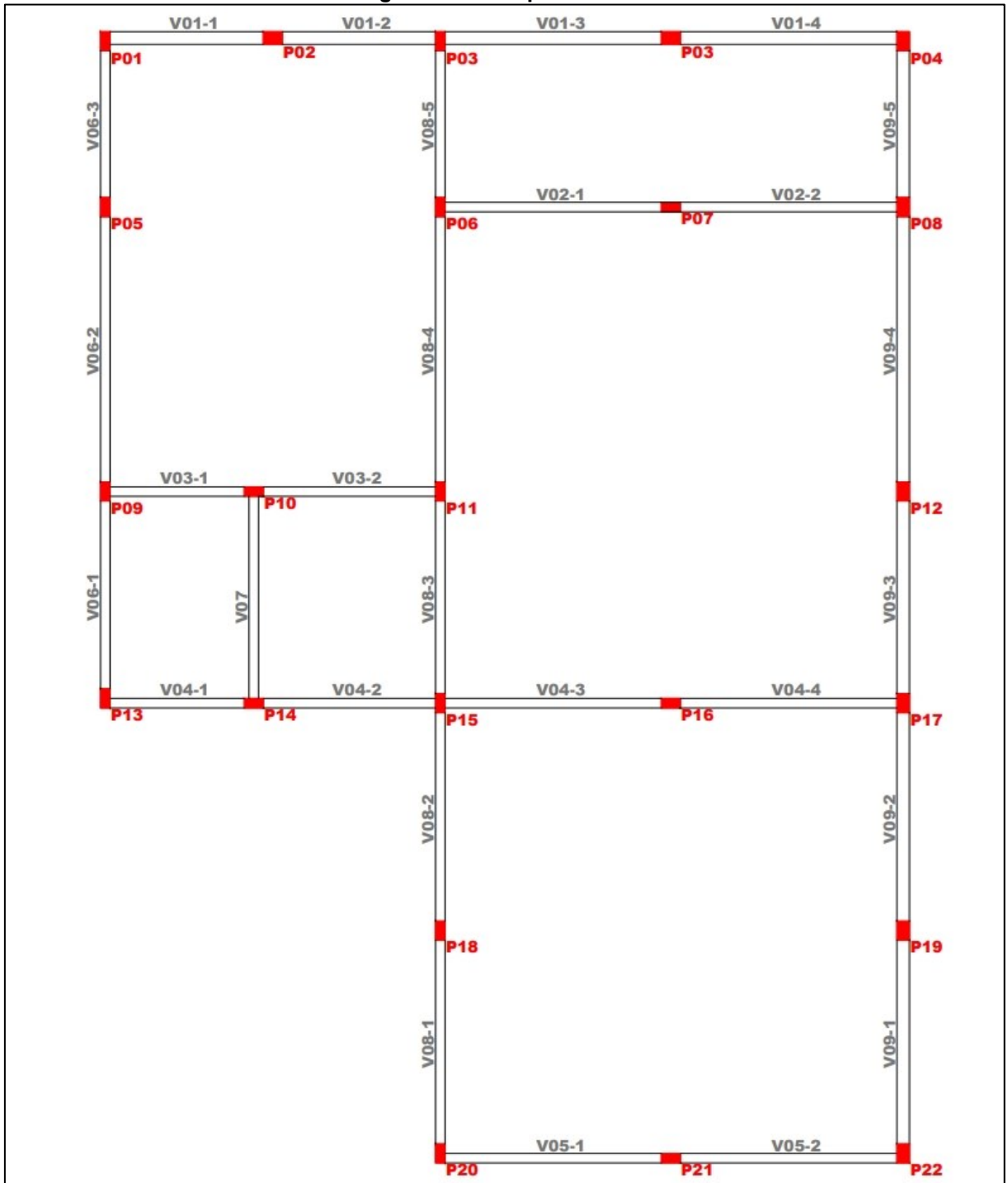
Figura 61 – Croqui do pavimento superior Mercado Público



Fonte: Autoria Própria (2022)

APÊNDICE G – CROQUI PAVI

Figura 62 – Croqui do PAVI



Fonte: Autoria Própria (2022)