https://doi.org/10.18593/cc.v11.35549

Levantamento das manifestações patológicas em um antigo frigorífico da BRF localizado no município de Capinzal, em Santa Catarina

Bruna Recalcati Bossacro[1]
Rafaela Ribeiro[2]
Fabiano Alexandre Nienov[3]

Resumo

Nos dias de hoje, manifestações patológicas como trincas, fissuras, recalque, corrosão e exposição das armaduras, rachaduras, eflorescência, infiltrações, desplacamento, falha na impermeabilização, são facilmente encontradas em inúmeras edificações. Objetiva-se, identificar, mapear, estudar e analisar as patologias encontradas em um antigo frigorífico da BRF em Capinzal/SC, a partir de pesquisas realizadas em diversas bibliografias que abordem o assunto. E assim, demonstrar de modo real, por meio de resultados das vistorias da edificação que hoje se encontra em desuso, quais as consequências do não cumprimento de práticas recomendadas pelas normas técnicas, que poderiam ter sido evitadas se for associado execução *versus* manifestações patológicas. A pesquisa conta com o mapeamento das principais patologias encontradas na edificação afim de determinar a origem, localização e tipo de estrutura. Como objetivo inicial do estudo, adotou-se o antigo frigorífico da BRF, no município de Capinzal/SC, em desuso desde 2004. Após a realização do diagnóstico geral da edificação, o qual foi separado em salas de acordo com a releitura do projeto, determinou-se o quantitativo das manifestações patológicas. Com os resultados, obteve-se o gráfico com o índice de presença das patologias. Os resultados apontam que em grande parte da edificação, a patologia mais presente é a exposição e corrosão da armadura, causada principalmente pela utilização das salas, as quais possuíam grande presença de sal e compostos fixadores de cor, afetando de forma significativa a estrutura.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Patologias.

1 **INTRODUÇÃO**

De acordo com Zuchetti (2015), o processo de construção deve seguir as seguintes etapas: ideia inicial, planejamento prévio, projeto e aí assim, o início da construção. Porém, durante a execução, podem ocorrer falhas. Por isso, o gerenciamento durante a execução e a escolha de materiais de qualidade tem sido um desafio constante na engenharia civil.

[1] Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unoesc *Campus* de Joaçaba, e-mail: brunabossacroo@gmail.com.
[2] Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unoesc Campus de Joaçaba, e-mail: rafaelaribeiro120@gmail.com.
[3] Professor Doutor, Universidade do Oeste de Santa Catarina, e-mail: fabiano.nienov@unoesc.edu.br.

Na construção civil, as manifestações patológicas referem-se a problemas, defeitos ou deteriorações que afetam a estrutura, a qualidade e a segurança das edificações. Essas manifestações podem assumir diversas formas, como fissuras, infiltrações, desplacamentos, corrosão, entre outros. Eles são resultado de falhas no projeto, na execução ou no uso inadequado de materiais, podendo comprometer a durabilidade e a funcionalidade das construções. Compreender e abordar essas manifestações patológicas é fundamental para garantir a integridade das edificações e a segurança das pessoas que as utilizam, bem como para minimizar os custos de manutenção e reparação ao longo do tempo. Neste contexto, é crucial a atuação de profissionais capacitados na área da construção civil, para que se possa prever e corrigir esses problemas.

Assim, o presente trabalho possui o intuito de investigar as ocorrências das manifestações patológicas encontradas na edificação em estudo.

A edificação em estudo foi inaugurada em 1948 como Indústrias Reunidas Ouro S/A – Frigorífico Ouro, localizado em Capinzal/SC. O frigorífico chegou a abater gados e suínos e ao lado da fábrica possuía alojamento para suínos, chamada de pocilga. Também contava com uma vila operária com várias residências da empresa cedidas aos funcionários. No final da década de 1970, iniciou-se uma nova planta do Frigorífico Ouro, no bairro São Cristóvão na Cidade Alta, também localizado em Capinzal/SC, o qual interessou a Perdigão, atual BRF. Em 1980 os dois frigoríficos foram adquiridos pela empresa Perdigão, onde o interesse se deu pela facilidade do transporte do Frigorifico Ouro, visto que o mesmo se encontra localizado em frente a antiga ferrovia, e pela oportunidade de expansão com o novo empreendimento executado na Cidade Alta.

2 **REFERENCIAL TEÓRICO**

Helene (2003) caracteriza patologia como a ciência que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto armado. Visto que, para qualquer dano, podem existir diversos agentes causadores. Tais agentes podem causar desde pequenas infiltrações até o colapso da estrutura.

As manifestações patológicas podem ser decorrentes de falhas nas etapas de concepção, execução ou manutenção da estrutura.

2.1 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

O termo patologia possui origem do grego (páthos = doença) e (logos = estudo), ou seja, o estudo da doença. Na construção civil, as patologias podem ser designadas ao estudo de danos presentes em edificações. As mesmas, podem ser resumidas em deficiências encontradas em construções (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

De acordo com Carraro e Dias (2014), o estudo das patologias é algo novo, visto que, muitas vezes estão submetidas a possíveis defeitos ocasionados em falhas do projeto, execução da obra, materiais com baixa qualidade, e também, o mau uso e envelhecimento natural das edificações. Com isso, deve-se identificar todos as características do problema, tais como: causas e consequências, origem e sintomas.

Existem inúmeros processos de degradação nas estruturas, e com isso o assunto está cada vez mais em pautas. Com isso, classificam-se as origens em causas intrínsecas (ligadas às estruturas) e extrínsecas (externas à estrutura). Ambas as causas podem ser resultado de causas naturais próprias ao material, falhas humanas e ações externas.

2.1.1 **Causas intrínsecas**

As causas intrínsecas se classificam aos processos de deterioração das estruturas de concreto que estão diretamente ligadas a estrutura, ou seja, tudo que possui origem nos materiais e peças estruturais na fase de execução e utilização das edificações, por falhas humanas, problemas com materiais e por ações externas, inclusive acidentes (RIPPER; SOUZA, 2009).

As principais causas intrínsecas aos processos de degradação das estruturas de concreto armado estão apresentadas na Quadro 1.

Quadro 1 – Causas intrínsecas

FALHAS HUMANAS DURANTE A CONSTRUÇÃO	DEFICIÊNCIAS DE CONCRETAGEM	- Transporte - Lançamento - Juntas de concretagem - Adensamento - Cura
	INADEQUAÇÃO DE ESCORAMENTOS E FORMAS	
	DEFICIÊNCIA NAS ARMADURAS	- Má interpretação dos projetos - Insuficiência de armadura - Mau posicionamento das armaduras - Cobrimento de concreto insuficiente - Dobramento inadequado das barras - Deficiência nas ancoragens - Deficiência nas emendas - Má utilização de anticorrosivos
	UTILIZAÇÃO INCORRETA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	- f_{ck} 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 À ESTRUTURA POROSA DO CONCRETO	
	CAUSAS QUÍMICAS	- Reações internas ao concreto - Expansibilidade de constituintes do cimento - Presença de cloretos - Presença de ácidos e sais - Presença de anidrido carbônico - Presença de água - Elevação da temperatura interna do concreto
	CAUSAS FÍSICAS	- Variação de temperatura - Insolação - Vento - Água
	CAUSAS BIOLÓGICAS	

Fonte: Souza e Ripper (2009).

2.1.2 **Causas extrínsecas**

As causas extrínsecas atacam a estrutura "de fora para dentro", durante a construção ou ao longo de sua vida útil, assim, as mesmas não dependem da estrutura em si, nem da composição do concreto e nem de falhas no processo de execução (RIPPER; SOUZA. 2009).

No Quadro 2, pode-se observar as causas extrínsecas.

Quadro 2 – 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	- Choque de veículos - Recalque de fundações - Acidentes (ações imprevisíveis)
AÇÕES FÍSICAS	- Variação de temperatura - Insolação - Atuação da água
AÇÕES QUÍMICAS	
AÇÕES BIOLÓGICAS	

Fonte: Souza e Ripper (2009).

2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

É necessário compreender as diferenças entre os defeitos construtivos e os vícios. Os defeitos são algo que requerem mais atenção, pois eles podem afetar tanto a saúde, quanto a segurança do usuário. Já os vícios, são falhas da construção, ou seja, problemas que surgem ao longo da vida útil da obra, os quais não influenciam no uso da edificação.

As patologias são definidas como simples ou complexas. Mas para que se possa classificá-las de maneira correta é necessário fazer um estudo onde possa compreender a estrutura e futuramente diagnostica-la, identificar os agentes causadores, os sintomas, como e quando surgiram (RIPPER; SOUZA, 1998).

2.2.1 **Fissuras e trincas**

Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora 5575-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p2) a fissura é um "Seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais".

A NBR 15575-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) classifica as fissuras em ativas e passivas, sendo as ativas de movimentação da abertura conforme ações higrotérmicas (diferentes propriedades dos materiais utilizados) e as passivas sendo fissuras de abertura constante.

As trincas normalmente ultrapassam a camada do revestimento e afetam a estrutura interna de forma direta. São mais graves que as fissuras, pois acabam representando a ruptura de elementos e consequentemente, podem afetar a segurança dos componentes estruturais da edificação. As trincas podem ser definidas como o estado de um objeto ou parte dele que se encontra partido. Com isso, até as trincas pequenas e quase imperceptíveis devem ter suas causas pesquisadas, para que se evitem maiores problemas futuros (CEOTTO; BANDUK; NAKAKURA, 2005).

De acordo com Antunes (2010), as fissuras são aberturas finas que comprometem apenas a pintura e o revestimento, não oferecendo grandes riscos à estrutura, porém, permitem a passagem de água da chuva pelas suas aberturas, o que pode facilitar a proliferação de bolores e levar as fissuras a evoluírem na espessura e profundidade. Já as trincas podem trazer riscos à segurança da construção, visto que, as mesmas atingem a estrutura em si. Ainda pode-se citar as rachaduras, como sendo as mais agravantes, pois elas são aberturas acentuadas, maiores e mais profundas, podendo assim comprometer a estrutura da edificação.

Segundo Oliveira (2012), as fissuras se classificam de acordo com sua espessura, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Referencial da espessura da abertura e sua classificação

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Oliveira (2012).

2.2.2 **Exposição e corrosão da armadura**

A exposição ocorre ao longo da vida útil da edificação, em decorrência da exposição natural ou de consequências humanas, muitas vezes pela manutenção mal feita, ou interferência incorreta danificando a estrutura e ocasionando as patologias. Agentes químicos, chuva e regiões marítimas podem ser um exemplo de agravantes naturais (ROSCOE, 2008).

SOUZA e RIPPER (1998) relatam que a corrosão das armaduras é uma deterioração da película presente ao redor da área da barra. Sendo esta, formada pelo impedimento

da dissolução do ferro proveniente da alta alcalinidade da solução aquosa presente no concreto.

Marcelli (2007) afirma que a corrosão das armaduras consiste em um processo eletroquímico, e que normalmente possui aumento em seu efeito por conta de agentes externos e internos, que foram adicionados ao concreto ou gerados no ambiente que se encontra. A corrosão ocorre na presença de oxigênio e umidade, o que resulta em uma célula eletroquímica.

A corrosão das armaduras é frequente nas estruturas de concreto armado, o que acaba danificando a estética e a segurança da edificação. Vale salientar que fenômenos eletroquímicos, assim como a maior parte de reações corrosivas, possuem a presença de água em sua composição, além de poder estar localizado em ambientes úmidos.

2.2.3 **Descolamento de reboco**

O descolamento ocorre quando há desprendimento das camadas do revestimento. Isso ocorre em decorrência de processos físicos, químicos, mecânicos e biológicos, que agridem o revestimento (CARASEK, 2007).

O fenômeno pode ocorrer devido a aplicação incorreta da argamassa colante, a não execução das juntas de assentamento e ainda, umidade excessiva.

Para Marcelli (2007), quando a umidade entra em contato com a armadura, a mesma pode sofrer aumento de até oito vezes em seu volume, o que pode ocasionar trincas no concreto que a recobre, causando assim o descolamento desse concreto.

As criptoflorescências são uma das principais causas do descolamento.

O descolamento em revestimentos argamassados podem ser percebidos, pois há separação de uma ou mais camadas dos revestimentos. Podem se manifestar com pulverulência ou com empolamento de placas (BAUER, 1994).

Ainda segundo Bauer (1994), o uso de produtos não hidratados em argamassas de cal, assim como a má qualidade da cal e o preparo inadequado da massa, são um dos principais problemas encontrados. Já nas argamassas mistas, o excesso de cimento acaba sendo normalmente o principal fator do descolamento.

2.2.4 **Destacamento do Concreto**

O destacamento manifesta-se através da perda da aderência das camadas superficiais do concreto, causando o desprendimento de partes da superfície, podendo ocorrer de forma instantânea e intensa ou gradual e constante. Essa perda de seção decorre das tensões que se desenvolvem no interior do elemento, devido às dilatações térmicas diferenciais de seus componentes e ao processo da saída de vapor da água (FELICETTI; LO MONTE, 2013).

Este fenômeno ocorre com maior suscetibilidade em concretos com a baixa relação água/cimento, por apresentarem menor quantidade de poros, formando um concreto cheio de vazios.

Ainda segundo Felicetti, em um nível mais grave, o destacamento do concreto torna-se evidente, pois deixa a armadura de ferro exposta, suscetível a corrosão.

2.2.4 **Recalque**

A NBR 6122/ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), classifica o recalque como movimento vertical descendente de um elemento estrutural, já o recalque diferencial como sendo a relação entre as diferenças dos recalques de dois apoios e a distância entre eles.

Aoki (2000) afirma que o desempenho de uma construção, ao longo de sua vida útil, principalmente em sua fundação, depende do grau de modificação do maciço de solo durante a fase de execução da mesma.

Danzinger (2000) estabelece que a prática brasileira de fundações compreende em realizar controle de recalques apenas nas situações em que são observados problemas em edificações, como exemplo, trincas e fissuras. O autor ainda enfatiza a importância da medida dos recalques desde o início da obra como um controle de qualidade das fundações.

Velloso e Lopes (2004) citam o recalque imediato como sendo o que ocorre imediatamente após o carregamento, o mesmo é oriundo de deformações, sendo essas as distorções sem redução do índice de vazios, e que aparecem juntamente à aplicação do carregamento, em condições não drenadas em argilas e condições drenadas em areias.

Velloso e Lopes (2004) acrescentam que o recalque de adensamento ocorre na migração de água dos poros como consequência a redução de índices de vazios, e a fenômenos viscosos.

Na Tabela 1 pode-se observar a importância relativa de cada recalque, mas diferentes variedades do solo (HOLTZ, 1991).

Tabela 01 – Importância relativa dos recalques imediato, de adensamento e secundário para diferentes tipos de solo

Tipo de Solo	Recalque Imediato	Recalque por Adensamento	Adensamento Secundário
Areias	Sim	Não	Não
Argilas	Possivelmente	Sim	Possivelmente
Solos	Possivelmente	Possivelmente (não)	Sim

Fonte: Holtz, – (1991).

2.3 ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Comparado com os seres vivos, todas as construções apresentam um ciclo de vida, onde todas nascem (período de planejamento, projeto e construção), crescem (fase de utilização) e morrem (fim da vida útil). Ao longo desses processos, as edificações apresentam níveis de deterioração física e funcional, e com isso, há a diminuição de sua durabilidade (BRITO; GASPAR, 2009).

A avaliação do estado de conservação de um imóvel pode ser realizada através de inspeção visual, em visitas in loco para o reconhecimento das principais anomalias que afetam os elementos construtivos da edificação em estudo.

O estado de conservação é definido por comparações das condições da edificação nos dias das vistorias e das condições da construção no início de sua utilização.

Para Brito e Gaspar (2009), o fim de uma construção representa seu limite físico de durabilidade, distinguindo-se do tempo de serviço da mesma, visto que, a edificação pode estar em desuso por muito tempo antes de atingir seu estado limite de conservação.

Ainda segundo Brito e Gaspar (2009), a vida útil física de um edifício corresponde ao período de tempo no qual a construção se conserva, atendendo as exigências de seu uso. Já o fim da vida útil, corresponde ao limite teórico da durabilidade, seja por deterioração física, desgaste decorrente do uso, ações ambientais, e ainda, degradação por negligência (locais com ausência de manutenção).

3 **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada baseada em vistorias no antigo frigorífico, considerando algumas manifestações patológicas. O mesmo se encontra localizado na Rua Ernesto Hachmann, no município de Capinzal/SC, em um terreno com área de 30 064,40 m², como mostra a Figura 1. O local para a pesquisa foi identificado através de um levantamento na cidade, a busca foi baseada em locais antigos que pudessem haver deterioração.

Figura 1 – Localização do Frigorífico



Fonte: Google Maps (2023).

Nas visitas in loco foram realizadas inspeções visuais e realização de registros fotográficos por meio de telefone celular. Além disso, optou-se em inspecionar apenas uma parcela da edificação, visto que, a mesma apresenta grande área construída. Também se fez necessário aferir medidas do local para reprodução do projeto, visto que, o projeto original do frigorífico não existe mais.

Através das inspeções in loco realizou-se o mapeamento das patologias, em seguida efetuou-se aferição das medidas com o uso de físsurômetro e paquímetro, como mostra as Figuras 2 e 3. Além disso, verificou-se a identificação dos seus aspectos, a exemplo as fissuras, as quais apresentavam-se em 45 e 90 graus.

Figura 2 – Medição de fissura com fissurômetro



Fonte: os autores (2023)

Figura 3 – Medição de fenda com paquímetro



Fonte: os autores

Realizou-se também um levantamento histórico do frigorífico em estudo por meio de pesquisas bibliográficas através de meios eletrônicos e relatos de antigos trabalhadores, podendo assim, identificar o uso de cada sala, e deste modo, avaliar e entender o porquê de cada patologia no local encontrado.

Posterior as visitas, iniciou-se uma revisão bibliográfica sobre patologias da construção civil. Buscou-se em bibliografias nacionais (livros e artigos) por meio de arquivos físicos e eletrônicos, embasamento para o desenvolvimento do assunto. Através das literaturas, conseguiu-se realizar a classificação das patologias e suas possíveis causas.

Por fim, nomeadas e identificadas em projeto, realizou-se a apresentação das patologias através de imagens, seguido de suas possíveis causas. Após todas as identificações indicadas e explanadas, obteve-se a classificação do estado de conservação do imóvel, a qual foi realizada através de bibliografias, inspeção visual nas visitas realizadas in loco e fotografias feitas nos dias das visitas.

4 **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

As visitas feitas no frigorífico possibilitaram diagnosticar manifestações patológicas e suas possíveis causas. As causas puderam ser determinadas através das identificações do uso de cada sala, pois dessa maneira, por meio de bibliografias pôde haver comparações às condições atuais do estudo de caso.

4.1 VISITA TÉCNICA

Com a finalidade de identificar as manifestações patológicas, bem como suas causas, foram realizadas inspeções visuais em um antigo frigorífico da BRF na cidade de Capinzal/SC. Conforme realizadas as inspeções, foram feitos registros fotográficos e medições das patologias, com a finalidade de apresentar as manifestações patológicas encontradas.

Salienta-se a dificuldade de registrar algumas patologias e suas dimensões, visto que, localizavam-se no teto da edificação ou na parte superior das paredes.

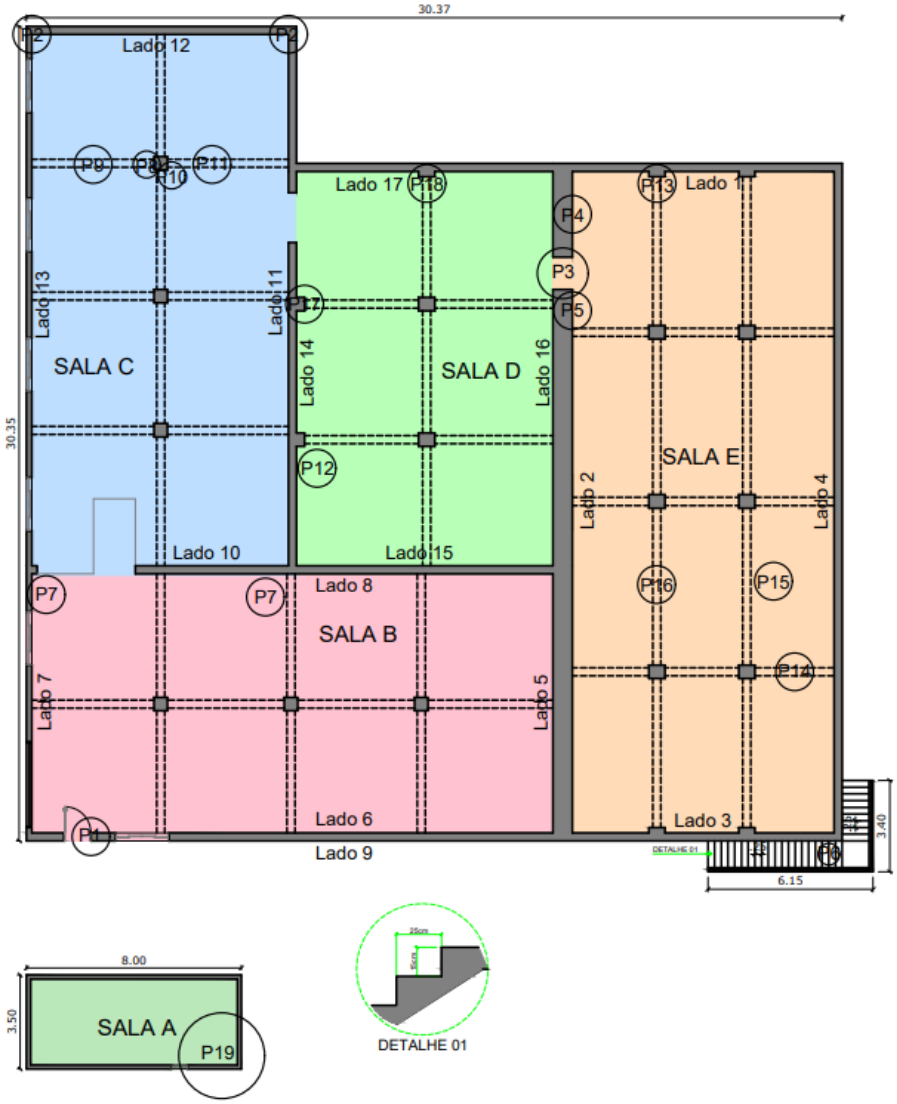
As inspeções in loco possuíram como objetivo, catalogar as manifestações patológicas detectadas na edificação por meio da NBR 13.572 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996) – Perícias de Engenharia na Construção Civil, as quais podem ser apresentadas por meio de registros fotográficos. A apresentação dos dados obtidos dividiu-se em dois: o quadro, o qual apresenta resumo dos quantitativos das patologias mapeadas, conforme tipologia, local encontrado e suas características, e o gráfico, o qual indica a porcentagem das patologias identificadas, e quais apresentam-se com maior frequência.

4.2 ANÁLISE

Por meio das visitas, foram realizados os mapeamentos das manifestações patológicas por salas, através da reprodução da planta que compõe sua divisão (Figura 4). Também foi elaborado um quadro (Quadro 4), o qual apresenta a nomenclatura, o local e a tipologia das

manifestações patológicas. Através do quadro pode-se gerar um gráfico, para a identificação das patologias com maior índice de presença, o mesmo pode ser observado no Gráfico 1.

Figura 4 – Reprodução do projeto



Fonte: os autores

O mapeamento da edificação através das salas teve como objetivo facilitar a localização das manifestações patológicas identificadas in loco.

O processo de pesquisa foi realizado com base na NBR 15.575, p2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Para a representação do diagnóstico das manifestações não se fez necessária a realização de ensaios laboratoriais, pois tem-se a possibilidade do entendimento dos fenômenos e as designações de suas hipóteses através das etapas anteriormente citadas.

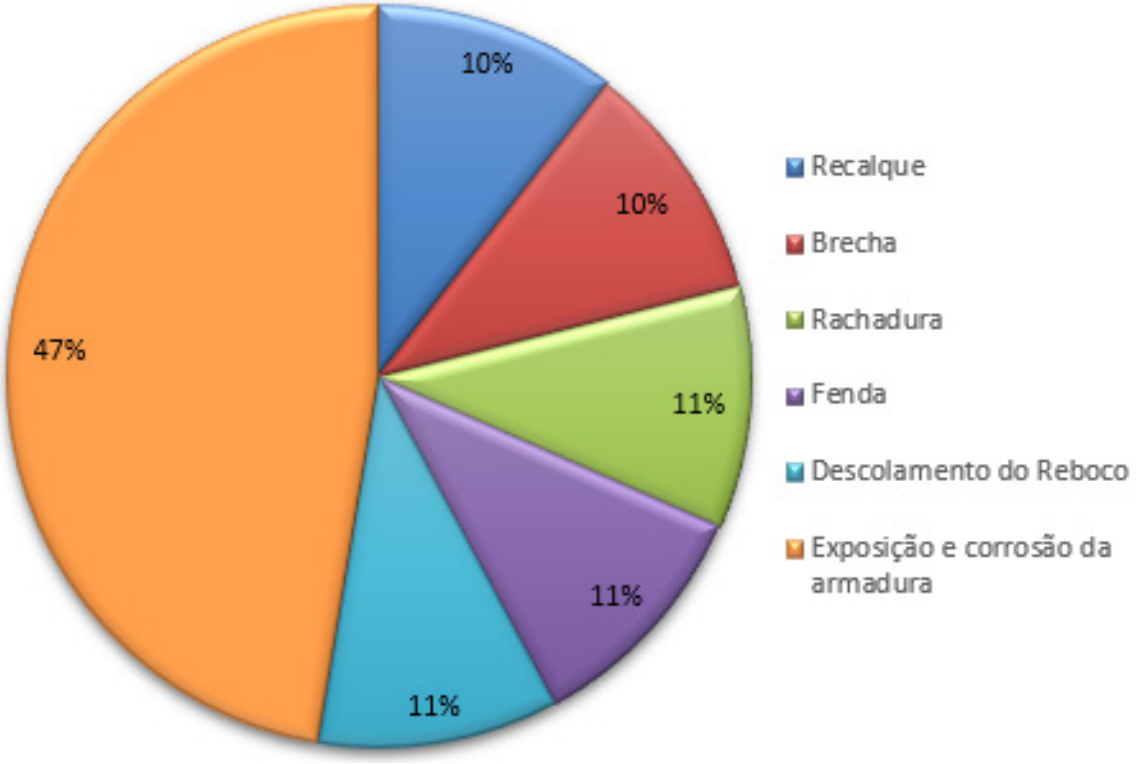
Com as visitas concluídas, foi realizado o levantamento da quantidade de patologias existentes no local e em quais salas elas se localizavam, para que a partir disso, a elaboração do gráfico de quantidades ficasse mais clara. Através do desenvolvimento do gráfico, pôde-se obter qual a manifestação que se apresentou em maior valor.

Quadro 4 – Identificação das manifestações patológicas

Nomenclatura	Tipologia	Local
P1	Recalque	Porta de acesso – Sala B
P2	Rachadura	Cantos superiores lado 12 – Sala C
P3	Fenda	Porta de acesso – Sala E
P4	Rachadura	Lado 2 confrontante com lado 1 – Sala E
P5	Descolamento do reboco	Lado 2 – Sala E
P6	Exposição e Corrosão da armadura	Escada externa
P7	Exposição e Corrosão da armadura	Teto – Sala B
P8	Fenda	Console no pilar – Sala C
P9	Brecha	Viga lado 13- Sala C
P10	Brecha	Pilar – Sala C
P11	Exposição e Corrosão da armadura	Viga lado 11 – Sala C
P12	Destacamento do concreto e Corrosão da armadura	Teto – Sala D
P13	Exposição e Corrosão da armadura	Pilar no lado 1 – Sala E
P14	Exposição e Corrosão da armadura	Viga no lado 4 – Sala E
P15	Exposição e Corrosão da armadura	Teto – Sala E
P16	Exposição e Corrosão da armadura	Viga no lado 2 – Sala E
P17	Exposição e Corrosão da armadura	Console e viga no lado 14 – Sala D
P18	Descolamento do reboco	Pilar no lado 17 – Sala D
P19	Recalque	Casa de luz – Sala A

Fonte: os autores

Gráfico 1 – Índice de presença das patologias



Fonte: os autores

Os resultados apresentados demonstram que a exposição e corrosão da armadura apresentam maior relevância entre as manifestações levantadas, representando 47% do total geral. Como consequência e considerando que os materiais estão saturados em decorrência do período de exposição, destaca-se a presença de fenda, rachaduras e descolamento do reboco, com aparição de 11% cada patologia, totalizando 33% das manifestações. Pode-se observar no gráfico que as patologias como, brecha e recalque, também são bem presentes na edificação, e por consequência das mesmas, há a presença da exposição e corrosão da armadura.

Como o mapeamento foi realizado através de setores, algumas patologias foram encontradas em setores diferentes das outras, ou seja, em uma mesma sala pode haver todas, ou apenas algumas manifestações, gerando assim uma causa e efeito diferente em cada parte da estrutura.

4.2.1 **Exposição e corrosão da armadura**

Exposição e corrosão da armadura são as manifestações de maior presença na área investigada do frigorífico, identificadas nas salas de B a E. Pode-se dizer que a corrosão da armadura acontece quando as proteções da armadura pelo concreto estão desgastadas, possibilitando o contato com agentes externos. Este fenômeno é conhecido como destacamento do concreto, onde este, ocorre quando a camada superficial de concreto perde sua aderência e partes da sua superfície se desprendem, provocando a exposição da armadura de ferro, deixando-a suscetível a corrosão.

Segundo Helene (1986), a corrosão da armadura é definida como a interação da mesma com o ambiente, seja por reação química ou eletroquímica. O aparecimento dessas manifestações pode causar grandes danos à estrutura, como pode-se observar na Figura 5 e Figura 6.

Figura 5 – Teto com exposição e corrosão da armadura localizado na Sala D



Fonte: os autores

Figura 6 – Viga com exposição e corrosão da armadura localizada na Sala E



Fonte: os autores

Segundo Marcelli (2007) essa corrosão da armadura acontece por eletroquímica, que é a oxidação da superfície exposta a agentes internos e externos, que foram adicionados no concreto ou gerados pelo ambiente proporcionando a perca de sessão da armadura, formando a ferrugem.

As atividades destinadas as salas inspecionadas têm potencial influência nas condições atuais de exposição e corrosão das armaduras. Destinada a "sala de cura" e a câmara fria, as salas D e E apresentam maior deterioração, em virtude das suas antigas instalações atenderem a demandas de baixas temperaturas e grande presença de sal e compostos fixadores de cor. Da mesma forma, as salas B e C com menor presença destas manifestações, eram designadas a carga e descarga e embalagem final, onde, resquícios do tempero percorriam e penetravam na estrutura, acarretando a estes dados.

Ainda sobre as causas prováveis para a exposição e corrosão da armadura, pode-se citar, a espessura do cobrimento na seção do aço não ter sido o suficiente. As normativas do ano de execução do frigorífico foram atualizadas ao longo dos anos, e por isso, hoje, o cobrimento em ambientes agressivos é maior do que nas normativas antigas.

Ao ser atacada por agentes causadores de corrosão, a exemplo dos cloretos e sódio presente no frigorífico, na armadura são formados pites. Os pites são capazes de gerar pequenas variações de massa nas armaduras, porém com danos significativos à sua seção transversal, reduzindo de forma notável as propriedades mecânicas das barras quando submetidas à tração (Balestra, 2013).

Nos pontos de criação de pites, a seção de armadura pode ficar comprometida, com grande redução da mesma, o que pode levar a ruptura total de certos trechos da barra, o que nesse caso, pode ser uma causa agravante da exposição e corrosão na edificação.

Assim como a corrosão, a exposição da armadura ocorre por processos químicos ou eletroquímicos, e como consequência, causam alterações prejudiciais a estrutura, tornando o material impróprio para a utilização, como pode-se observar nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Degrau com exposição da armadura localizado na escada externa



Fonte: os autores

Figura 8 – Escada com exposição da armadura



Fonte: os autores

4.2.2 **Fissuras e trincas**

Classificadas e identificadas de acordo com a sua espessura, as rachaduras, fendas e brechas são de evidente presença em grande parte das áreas de investigação. Apresentando diferentes dimensões de abertura, predominantemente verticais e inclinadas nas paredes e pilares, e horizontalmente nas vigas.

As rachaduras apresentam espessura de 1,5 a 5,0 milímetros, enquanto as fendas evidenciam dimensões de 5,0 a 10 milímetros, e ainda, as brechas manifestam significativas aberturas acima de 10 milímetros. Embora apresentem distintas dimensões de aberturas, estas aparecem como um comprometimento na parte externa da estrutura, podendo gerar significativos problemas nesta, sendo capaz de leva-la à ruina.

As patologias do tipo rachadura, fendas e brechas, podem ter suas causas, por movimentação térmica ou física, movimentação higroscópica, atuação de sobrecargas, recalque de fundações, alterações químicas ou até pela idade e conservação da estrutura.

Os componentes da construção em estudo sofreram movimentações térmicas, essas variações produzem variação dimensional nos materiais de construção, neste caso em

questão apenas retração, pois essas movimentações foram ocasionadas pela presença da câmara fria na sala E. Esses movimentos são limitados pelas diversas ligações de elementos e componentes, criando tensão no material e podendo causar fissuras, como pode-se observar nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 – Rachadura – Localizada na parede lado 2 confrontante com lado 1 – Sala E



Fonte: os autores

Figura 10 – Fenda localizada na porta de acesso a sala E



Fonte: os autores

O aumento do teor de umidade decorrente da má impermeabilização das vigas de baldrame e/ou umidade atmosférica, leva a expansão do material, e a diminuição desse teor provoca uma contração, assim, a presença de ligações que impedem essas movimentações, podem ocasionar patologias na estrutura. Como exemplo, pode-se citar a Figura 11.

Figura 11 – Brecha – Localizada no pilar da sala C



Fonte: os autores

A atuação de sobrecarga é considerada como uma solicitação externa, prevista ou não em projeto, capaz de provocar a fissuração de um componente com ou sem função estrutural. Já o recalque de fundações pode ser ocasionado pela sobrecarga, decorrente da má execução da peça ou falha do próprio cálculo estrutural, ou pela fundação mal executada, sem identificações precisas do solo presente.

As alterações químicas podem ser uma das causas das patologias identificadas nas salas inspecionadas, assim como pode constatar nas Figuras 12 e 13, visto que, a sala D era destinada a "sala de cura", onde, especificamente ocorriam a conservação das carnes através da adição de sal e compostos fixadores de cor. As demais salas inspecionadas (salas B, C e E) recebiam resquícios dos agentes químicos presentes nesses conservantes, os quais penetravam na estrutura, acarretando estes dados.

Figura 12 – Fenda – Console localizado na sala C



Fonte: os autores

Figura 13 – Brecha – Viga localizada no lado 13 – Sala C



Fonte: os autores

4.2.3 **Descolamento do reboco**

O descolamento da argamassa de reboco na estrutura possui como uma de suas causas o contato da umidade com a armadura, e com isso, as barras de aço podem sofrer alterações em seu volume por "incharem", o que acaba ocasionando trincas no revestimento, causando assim o descolamento desse reboco, como pode-se observar na Figura 14.

Figura 14 – Pilar com descolamento de reboco localizado no lado 17 – Sala D



Fonte: os autores

Como já citado, as salas D e E tinham como finalidade a cura e câmara fria, respectivamente. A sala de cura possuía presença de sal, o que faz com que a armadura dilate. Já a câmara fria possuía baixa temperatura e umidade. Como consequência, a

dilatação da armadura juntamente com a umidade em contato com a mesma, acabam provocando o descolamento do reboco, também observado na Figura 15.

Figura 15 – Viga com descolamento de reboco localizada no lado 2 – Sala E



Fonte: os autores

4.2.4 **Recalque**

Recalque é denominado como uma deformação que acontece no solo, quando o mesmo é submetido a cargas. Essa deformação ocasiona movimentos na fundação de uma edificação, e dependendo da intensidade pode resultar em sérios danos a estrutura.

Quando os recalques se apresentam em formas diferentes ao longo da fundação, eles podem ocasionar tricas na estrutura, como pode-se observar na Figuras 16.

Figura 16 – Trinca gerada por recalque diferencial na porta de acesso à Sala B



Fonte: os autores

As fissuras inclinadas são as maiores características do recalque diferencial. Essas fissuras normalmente indicam aonde ocorreu o maior recalque, pois tendem a inclinar-se em direção ao local do rebaixamento do solo. A Figura 17 apresenta uma trinca gerada por recalque diferencial.

A Figura 17 apresenta uma trinca gerada por recalque diferencial, onde, a fissura se apresenta à 45° e acabou se deslocando para a frente. Não se pode afirmar ao certo a causa dessa manifestação patológica no local de estudo por já ser uma edificação antiga, mas segundo os estudos realizados, as fissuras ocasionadas por recalque têm como causa a má execução da fundação ou a sobrecarga.

Na porta de acesso à Sala B, representada na Figura 16 pode-se dizer que as possíveis causas desse recalque tenham sido as mesmas citadas a cima. A Sala B tinha como utilidade ser uma sala de carga para os caminhões realizarem o transporte das mercadorias, e com isso, possivelmente o recalque tenha ocorrido devido às falhas no projeto estrutural ou de

fundação. Ainda como causa provável pode-se citar a sobrecarga dos maquinários presentes na sala, os quais não foram previstos na hora da execução do projeto estrutural.

Figura 17 – Trinca gerada por recalque diferencial localizada na Sala A



Fonte: os autores

5 **CONCLUSÃO**

O presente trabalho foi desenvolvido sobre a edificação que abriga o antigo Frigorífico da BRF, no município de Capinzal/SC, tendo como intuito a verificação através de inspeções in loco as principais manifestações patológicas da edificação, a qual se encontra paralisada desde dezembro de 2004.

Através de estudos metodológicos, o desenvolvimento do trabalho foi dividido em etapas, as quais trataram-se das inspeções in loco para a identificação, caracterização e

quantificação das patologias, reconstrução do projeto e finalidade da construção. A partir destes foram especificadas as hipóteses das patologias encontradas.

Através das etapas de estudos e inspeções sobre a obra pode-se constatar que esta, por se tratar de uma edificação que está paralisada a aproximadamente 19 anos e estar exposta a agentes externos, encontra-se em estado de deterioração. Para a determinação de seu nível de deterioração o mapeamento das patologias foi dividido em salas, facilitando assim, o entendimento dos meios de propagação das mesmas.

Conforme salienta Marcelli (2007), as patologias que ocorrem nas estruturas possuem várias causas, das quais vão desde erros de projeto até o emprego e execução inadequada dos materiais. Seguindo esta linha SOUZA E RIPPER (1998) destacam que, muitos destes problemas poderiam ser evitados caso houvesse um estudo básico e antecipado sobre as causas e efeitos que poderão vir a cair sobre as mesmas, pois assim na fase tanto de projeto quanto de execução utilizariam de cuidados necessários para evita-las e combate-las.

Como pode-se observar no projeto e no Quadro de patologias da edificação, constata-se que as salas que mais possuem incidências de manifestações patológicas são as salas D e E, devido as suas instalações atenderem a demanda de baixas temperaturas e grande presença de sal e compostos fixadores de cor, os quais são causadores dos diversos tipos de patologias encontradas na edificação.

Pode-se concluir assim que é imprescindível o diagnóstico e organização dos dados para a execução de uma possível reparação das estruturas, pois é só através do conhecimento específico e embasado de cada uma das patologias que é possível realizar a intervenção de maneira correta e eficaz.

Entretanto para o desenvolvimento completo e habilitado para a execução do diagnóstico e soluções é imprescindível que haja embasamento teórico e científico aliado a conhecimentos e atuação na área, portanto, faz-se necessário a contratação de profissionais extremamente qualificados para a execução de tal procedimento.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, G. R. **Estudo das Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília** – Sistematização da Incidência de Casos. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 2010.

AOKI, N. (2000). Reflexões sobre o comportamento de sistema isolado de fundação In: **SEFE IV**, São Carlos. Anais São Paulo : ABEF/ABMS. V.1,p.24-39.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: Nbr, 2022. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/nbr06122-1996-projeto-e-execucao-de-fundacoes. Acesso em: 20 ago 2023..

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.752**. Pericias de engenharia na construção Civil. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15.575**, p2 Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BALESTRA, C. E. T. **Influência do Grau de Corrosão na Resistência à Tração de Armaduras** – Estudo de Caso das Fundações da Nova Ala Zero do ITA. Dissertação (Mestrado em Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, SP, 2013, 163 p.

BAUER, Falcão. L.A. **Materiais de Construção**. Editora LTC livros técnicos e científicos, Rio de Janeiro. 1994

CARASEK, H. Argamassas. In: **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON,2007.

CARRARO, C. L.; DIAS, J. F. **Diretrizes para prevenção de manifestações patológicas em Habitações de Interesse Social**. Ambiente Construído, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 125-139, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212014000200009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678- 86212014000200009. Acesso em: 17 ago. 2023.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas**: boas Práticas em projeto, execução e avaliação. Porto Alegre: Prolivros, 2005. (Recomendações Técnicas HABITARE, 1).

DANZINGER, F. A. B.; DANZINGER, B. R.; CRISPEL, F. A. (2000). **A medida dos recalques desde o início da construção como um controle de qualidade das fundações**. In: SEFE IV, São Carlos. Anais São Paulo : ABEF/ABMS. v.I, p. 191-202.

FELICETTI, R.; LO MONTE, F. Concrete spalling: interaction between tensile behavior and pore pressure during heating. In: **CONCRETE SPALLING DUE TO FIRE EXPOSITURE**, 3., Paris, 2013. Proceedings [...] Paris: MATEC Web of Conferences, 2013.

GASPAR, Pedro. **Vida útil das construções**: desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção – Aplicação a rebocos de edifícios correntes. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

HELENE, Paulo R. do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

HOLTZ, R. D. (1991). Stress distribution and settlement of shallow foundations. In: WINTERKORN, H. F; FANG, H. Y. (eds). **Foundation engineering handbook**. New York: Ed. Van Nostrand Reinhold Co. Cap. 5

MARCELLI, Maurício. **Sinistros na construção civil**: causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: Pini, 2007.

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/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf. Acesso em: 16 ago. 2023.

OLIVEIRA, A. M. F**issuras e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. 96f. Monografia (Espacialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012.

ROSCOE, Márcia Taveira. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. Monografia (Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª edição, 5ª tiragem. São Paulo, Pini, 2009.

SOUZA, Vicente Custódio e RIPPER. Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

VELLOSO, D. A. LOPES, F. R. **Fundações, critérios de projeto**: investigação do subsolo Edição vol1: Fundações Superficiais. São Paulo-SP. Oficina dos Textos, 2004

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da construção civil**: Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do taquari. 2015. 88 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (cetec), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. Disponível em: ttps://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/939/1/2015PedroAugustoBastianiZuchetti.pdf. Acesso em: 16 ago. 2023.