



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PALLOMA LIRA F. GOMES
REBEKAH SAMARA V. DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE
PATOLOGIAS SEGUNDO A NBR 15.575 EM UM
CONJUNTO HABITACIONAL DE GOIANÉSIA GO**

PUBLICAÇÃO Nº: 06_2019

**GOIANÉSIA / GO
2019**



**PALLOMA LIRA F. GOMES
REBEKAH SAMARA V. DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE
PATOLOGIAS SEGUNDO A NBR 15.575 EM UM CONJUNTO
HABITACIONAL DE GOIANÉSIA GO**

PUBLICAÇÃO N°: 06_2019

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: MSc. WELINTON ROSA

GOIANÉSIA / GO: 2019

**PALLOMA LIRA F. GOMES
REBEKAH SAMARA V. DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE
PATOLOGIAS SEGUNDO A NBR 15.575 EM UM CONJUNTO
HABITACIONAL DE GOIANÉSIA GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**MSc. WELINTON ROSA DA SILVA, FACEG
(ORIENTADOR)**

**MSc. DANIELLY LUZ ARAÚJO DE MORAIS, FACEG
(EXAMINADOR INTERNO)**

**Esp. JULIANA COSTA CAMPOS, FACEG
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 12 de JUNHO de 2019.

*Dedicamos este trabalho:
aos nossos pais;
nossos irmãos e,
a toda nossa família.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queremos agradecer a Deus por nos permitir viver essa conquista, nos dar força para vencer cada obstáculo, pela escolha da parceria para este estudo, sabendo que tudo foi providencia Dele. Aos nossos pais Elson Gomes e Edlene Lira / Eva Aparecida e Milton José pelo amor incondicionalmente, por nos proporcionarem apoio e consolo em todos os momentos dessa trajetória.

Aos nossos irmãos Patrícia Lira/ Isaque Muriel que se dedicaram a nos ajudar em toda dificuldade, pelo incentivo e motivação. Aos namorados pela compreensão nos momentos de ausência e pelo apoio na realização deste trabalho.

Ao Me. Welinton Rosa pela orientação, paciência, incentivo e amizade. Ao professor Daniel Caixeta pela paciência com nossas dúvidas e desesperos. A nossa equipe de trabalho que nos apoiaram e incentivou á continuar. A nossas amigas de graduação que compartilhamos nossas angustias, alegrias, derrotas e vitórias. Queremos agradecer a todos os colaboradores da FACEG que nos proporcionou um aprendizado valioso.

“Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta.”
Chico Xavier

RESUMO

Para o melhor desempenho na vida útil das obras no Brasil, se tornou necessário o estudo e aplicação da norma ABNT (NBR 15.575, 2013) que salienta a importância de prever a necessidade de manutenções preventivas e corretivas logo na fase de planejamento, técnicas que asseguram a conservação do edifício para prolongar a vida útil, em situações de durabilidade e de segurança estrutural que proporciona segurança ao usuário (proprietário). Apesar do desenvolvimento tecnológico em relação aos materiais e técnicas ter expandido nos últimos anos, o setor da construção civil tem passado por dificuldade no que se refere à mão de obra qualificada, isso pode causar prejuízos na evolução econômica brasileira. A falta de informações para uso e manutenções tem possibilitado um alto índice de insatisfação dos proprietários. O propósito desse estudo é esclarecer as causas e consequências de patologias conforme a norma de desempenho. Apresentar o histórico de problemas conforme a satisfação do usuário, de acordo com conforto térmico, acústico, de iluminação, de segurança e patologias encontradas. Propor medidas corretivas adequadas para garantir um melhor desempenho da edificação. A partir do levantamento fotográfico e de dados colhidos com moradores, foi possível apresentar a análise dos problemas com base na norma ABNT NBR 15.575, que tem como prioridade analisar o comportamento conforme a durabilidade e vida útil das edificações para atender as necessidades humanas. A problemática a ser resolvida é como a norma em questão pode facilitar no processo de entendimento do desempenho de edificações tanto para os engenheiros e construtores quanto para os usuários, também esclarecer como o estudo e aplicação da norma pode evitar diversas patologias e a insatisfação do cliente. No estudo, observou-se que o aparecimento de patologias mais frequentes é possivelmente resultado da falha de planejamento, da má execução e falta de manutenção. Procura-se contribuir com o desempenho das edificações habitacionais, para a melhoria da vida útil, conforto dos moradores, estabilidade e segurança, foi abordado nesse estudo a ABNT NBR 15.575-2013, observando que as edificações que forem construídas com a devida orientação da norma de desempenho terão uma maior vida útil, isso possibilita melhor conforto aos proprietários.

Palavras-chave: Desempenho, Construção Civil, Obra, Vida Útil, Durabilidade.

ABSTRACT

For the best performance in the useful life of the works in Brazil, it became necessary to study and apply the ABNT NBR 15.575 standard that stresses the importance of predicting the need for preventive and corrective maintenance in the planning phase, techniques that ensure the conservation of the building to prolong the useful life, in situations of durability and structural security that provides security to the user (owner). Although the technological development in relation to materials and techniques has expanded in recent years, the construction industry has experienced difficulties with regard to skilled labor, this can cause losses in the Brazilian economic evolution. Lack of information for use and maintenance has enabled a high level of owner dissatisfaction. The purpose of this study is to clarify the causes and consequences of pathologies according to the performance norm. To present the history of problems according to the satisfaction of the user, according to thermal comfort, acoustic, lighting, safety and found pathologies. Propose appropriate corrective measures to ensure a better performance of the building. From the photographic survey and data collected with residents, it was possible to present the analysis of the problems based on the standard ABNT NBR 15.575, which has as a priority to analyze the behavior according to the durability and useful life of the buildings to meet human needs. The problem to be solved is how the standard in question can facilitate in the process of understanding the performance of buildings for both engineers and builders as well as users, as well as clarifying how the study and application of the standard can avoid various pathologies and customer dissatisfaction. In the study, it was observed that the appearance of more frequent pathologies is a result of planning failure, poor execution and lack of maintenance. It seeks to contribute to the performance of housing developments, to improve living life, comfort of the residents, stability and security, was approached in this study ABNT NBR 15.575-2013, noting that buildings that are built with proper guidance of the standard of performance will have a longer life, this allows better comfort to owners.

Key words: Performance, Construction, Work, Life, Durability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Fase de uma construção | 10 |
| Figura 2 – Diagrama de causa e efeito | 18 |
| Figura 3 – Fissura encontrada em ambiente interno..... | 21 |
| Figura 4 – Fissura em vedação externa | 21 |
| Figura 5 – Trinca em vedação interno..... | 22 |
| Figura 6 – Trinca em vedação externo | 22 |
| Figura 7 – Manutenção realizada em trinca | 23 |
| Figura 8 – Faixas de eflorescência | 24 |
| Figura 9 – Eflorescência em piso | 25 |
| Figura 10 – Mancha em piso | 26 |
| Figura 11 – Mancha em piso | 26 |
| Figura 12 – Vedação externa contendo infiltração..... | 27 |
| Figura 13 – Infiltração na parede..... | 27 |
| Figura 14 – Portas e janelas oxidadas..... | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Vida útil de projeto mínima e superior | 10 |
| Tabela 2 – Características gerais da obra | 15 |
| Tabela 3 – Frequência da presença de patologia (Eflorescências) | 25 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 01 – Origem dos problemas patológicos | 07 |
| Gráfico 02 – Lei de evolução de custos, lei de Sitter | 09 |
| Gráfico 03 – Amostra de moradores entrevistados | 16 |
| Gráfico 04 – Ocorrência de patologias | 17 |
| Gráfico 05 – Satisfação dos moradores | 18 |
| Gráfico 06 – Frequências de patologia em vedações | 20 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

FACEG – Faculdade Evangélica de Goianésia

NBR – Norma Regulamentadora Brasileira

SVVIE - Sistemas de vedações verticais internos e externos

VU – Vida Útil

VUP – Vida útil de projeto

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 OBJETIVOS GERAIS | 3 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 3.1 ABNT NBR 15575 | 4 |
| 3.2 PATOLOGIA CONSTRUTIVA | 5 |
| 3.2.1 Manifestação Patológica | 5 |
| 3.2.1.1 Corrosão | 6 |
| 3.2.1.2 Trincas/Fissuras | 6 |
| 3.2.1.3 Eflorescências | 6 |
| 3.2.2 CAUSAS E ORIGEM | 7 |
| 3.3 CUSTOS DE REPARO E MANUTENÇÃO | 8 |
| 3.4 DESEMPENHOS, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE | 9 |
| 3.5 DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS | 11 |
| 3.6 TRATAMENTO | 12 |
| 3.7 MANUTENÇÃO | 12 |
| 4 METODOLOGIA | 14 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 16 |
| 5.1 PROTEÇÃO, ILUMINAÇÃO, CONFORTO TÉRMICO, ACÚSTICO E QUÍMICO | 18 |
| 5.2 FISSURAS/TRINCAS | 20 |
| 5.3 EFLORESCÊNCIAS | 23 |
| 5.4 INFILTRAÇÃO | 26 |
| 5.5 CORROSÃO | 28 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 29 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |

1 INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil é muito importante para a economia brasileira, pois estimula a cadeia produtiva de fornecedores, serviços de comercialização e manutenção. (MELLO E AMORIM, 2009). Esse setor é dividido em três áreas de atuação: a residencial, cujo foco está no custo da edificação; a comercial cujo fator crítico é o prazo de entrega; e de infraestrutura, que impacta diretamente em contratos comerciais e de transferências de tecnologias (DIEESE, 2012; MAGALHÃES, MELLO E BANDEIRA, 2018).

Com as transformações e crescimento no setor da construção civil ao longo dos anos, as edificações passaram a ter resultado insatisfatório (ARIVABENE, 2015). A falta de mão de obra qualificada gera muitos riscos e prejuízos ao setor, que pode causar patologias relacionadas a infiltrações, manchas, bolor ou mofo, trincas e eflorescência. A infiltração ocorre devido o excesso de água em paredes, forros e pisos, as manchas aparecem quando a água penetra e fica retida nas alvenarias. O bolor ou mofo são causados por fungos que altera a superfície dos materiais. A eflorescência promove a formação de salinas com aspecto esbranquiçado nas superfícies de paredes (MIOTTO, 2010).

O Brasil precisa tomar providências sobre a qualidade das edificações, diversas obras recém-construídas apresentam degradações acentuadas sem intervenção de reparos. Os proprietários precisam estar cientes da importância de uma manutenção, para garantir a vida útil da edificação. E para melhorar a qualidade das obras no país é preciso implantar nos novos projetos de engenharia a abordagem de desempenho dada pela ABNT NBR 15.575 (2013) (POSSAN, 2013).

Nas diversas normas de projeto estrutural, o foco principal é a tecnologia das construções, e a avaliação em realização aos ensaios, e não no monitoramento das técnicas executadas. Já a norma ABNT (NBR 15.575,2013) é uma norma de desempenho da edificação, que analisa o comportamento da edificação ao longo da sua vida útil, garantindo o bom atendimento das necessidades humanas, exigindo produção de técnicas em diversos requisitos como: estabilidade estrutural, desempenho térmico, acústico, conforto tátil entre outros. As exigências dos usuários para edifício habitacional esta sendo priorizada nessa Norma, garantindo maior qualidade da edificação. As etapas de projeto, execução, seleção dos materiais, a estratégia de manutenção, reparos e a característica do ambiente que a obra será exposta, tem extrema importância para a durabilidade da construção e sua vida útil (POSSAN, 2013).

A patologia é um dos pontos tratados na NBR 15.575-2013, sendo a ciência da engenharia que estuda as causas, origem, e sintomas, decorrentes de falhas no processo construtivo e estabelece o diagnóstico do problema. Portanto é a ciência que se dedica as anomalias ou problemas e as alterações funcionais provocadas em edificações (OLIVEIRA, 2013). Já a manifestação patológica é a demonstração resultante de um mecanismo de degradação, exemplo: a fissura é uma manifestação decorrente de um mecanismo como a corrosão ou deformação da estrutura (SILVA 2011).

O processo de construção é dividido em cinco etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais, execução e uso. As manifestações patológicas estão relacionadas à fase de planejamento e projeto, que envolve a concepção da estrutura, e á erros ou falta de planejamento de manutenção da edificação. Esses problemas comprometem a durabilidade e vida útil da edificação (ARIVABENE, 2015).

As atividades de manutenção asseguram a conservação do edifício com o propósito de prolongar sua vida útil, em situações de durabilidade e de segurança estrutural, sem colocar em risco a utilização dos edifícios. Portanto é necessário prever essa necessidade logo na fase de projeto, proporcionando técnicas de manutenção planejadas, eficazes e econômicas. A manutenção preventiva é a realização de técnicas desde o projeto ao incentivo dos gestores e dono de obras para uma pratica de manutenção proativa. Abordam na manutenção preventiva os aspectos técnicos, econômicos, ambientais, genéricos e aspectos funcionais (COUTO, 2007).

O presente trabalho analisa as patologias construtivas conforme a NBR 15.575 que entrou em vigor em 19 de junho de 2013 para um melhor desempenho habitacional, com a avaliação de um bairro popular na cidade de Goianésia-GO e fazendo assim um levantamento dos principais problemas das construções, contrastando os tratamentos e manutenções necessárias.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Detectar as causas e consequências para edificação de patologias conforme a norma ABNT NBR 15.575-2013 em habitações populares na cidade de Goianésia-GO.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o conforto e atendimento aos moradores conforme NBR 15575-2013
- Estabelecer as principais patologias encontradas conforme ABNT NBR 15575-1_2013
- Indicar as possíveis causas relacionadas às patologias encontradas.
- Propor soluções para correção dos problemas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O setor da construção civil necessita prever soluções para uma melhoria na qualidade das edificações, muitas obras apresentam degradações acentuadas sem intervenção de reparos. E para uma melhoria a norma de desempenho aborda quesitos para uma ótima satisfação dos usuários, esclarecendo a importância de manutenções para garantir a vida útil da edificação (ABNT NBR 15.575- 2013, POSSAN, 2013).

3.1 ABNT NBR 15.575-2013

A NBR 15.575-2013 entrou em vigor em 19 de junho de 2013, Edificações habitacionais – Desempenho, que se aplicam as obras em andamento ou concluídas após essa data. A norma avalia edificações habitacionais independente dos materiais e sistema construtivo. Dividida em cinco subsistemas, que estabelece requisitos de exigências qualitativas e critérios de exigências quantitativas, que são: estruturas, pisos, vedações verticais, coberturas e instalações, incluindo também requisitos gerais para toda a edificação.

Para a avaliação de desempenho é preciso realizar uma investigação capaz de produzir uma interpretação sobre o comportamento esperado de uso, funciona como um monitoramento para checar se realmente atende á Norma de desempenho. ABNT NBR 15.575_2013 é subdividida em cinco partes:

- Parte 1: Requisitos Gerais - O foco é as exigências dos usuários quanto ao seu comportamento e uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos. Essa norma explora conceitos indispensáveis de uma obra para o consumidor, com o objetivo de prezar a durabilidade, acessibilidade, higiene, estabilidade, manutenção, conforto tátil dos usuários, segurança estrutural e contra incêndios, utilizada como uma avaliação do desempenho de sistemas construtivos.

- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais – Para um melhor desempenho estrutural analisam-se os estados-limites último com o proposito de assegurar a durabilidade, evitando a formação de fissuras, as deformações e a ocorrência de falhas na estrutura, elementos e componentes que constituem a edificação.

- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos – Atribuída para áreas de uso privativo e comum, trata piso integrando os elementos e componentes. A segurança do uso

de um piso atrai atenções de toda a comunidade técnica, devido por exemplo acidentes graves que podem ser evitados com um piso de qualidade.

- Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – As vedações verticais exercem funções importantes em uma edificação como: estanqueidade da água, atuar com contraventamento de estruturas reticulada, interação com componentes, elementos e sistema da construção, isolamento térmica e acústica, suporte a esforços de uso e outras. Assim é preciso uma análise conjunta para prevenir que as vedações não sofram ações decorrentes das deformações estruturais.

- Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura – A cobertura é parte muito importante para a edificação, forma de proteger possíveis infiltrações evitando a degradação dos materiais de construção. Assim a cobertura deve ser planejada e executada com um ótimo desempenho para proteger os demais sistemas.

3.2 PATOLOGIA CONSTRUTIVA

As ciências relacionadas às patologias construtivas estudam a origem, sintomas, causas, mecanismos. Além disso, se propõe ao diagnóstico e soluções dos problemas. Já o termo manifestação patológica está relacionado ao mecanismo de degradação (HILLESHEIM, 2016 e SILVA 2011).

3.2.1 MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

É considerada manifestação patológica, todo e qualquer fenômeno que possa comprometer a capacidade funcional, mecânica ou estética da edificação. Assim, na patologia deve-se considerar a durabilidade e a vida útil das edificações. As manifestações patológicas estão relacionadas a diversos fatores como o desconhecimento das normas, a escassez de mão de obra especializada e a falhas na elaboração e execução da obra. O problema tem origem em todas as etapas construtivas (SILVA 2011 e FONSECA 2015).

As manifestações patológicas são mecanismos de degradação de materiais e estão diretamente relacionadas ao comportamento da estrutura em relação ao tempo e ao ambiente ao qual está exposta. Essas manifestações mais encontradas são do tipo corrosão, eflorescência, trincas e fissuras (FONSECA 2015).

3.2.1.1 CORROSÃO

A corrosão é definida como a deterioração de um metal ou liga metálica, e envolve reações de oxidação do metal e de redução do oxigênio formando ferrugem na superfície do material. Para evitar esse fenômeno, é necessário atender as normas de projeto e execução da obra, por exemplo: obedecer à espessura do comprimento nominal, verificar o teor de umidade do concreto variando de acordo com o ambiente e outros fatores (MEDEIROS 2017).

A corrosão pode acarretar várias consequências como: redução da seção resistente de elementos de suporte; fissuras levando ao rompimento perigoso; em ataques localizados (ex.: tubos) ocorre perfurações. Assim a oxidação pode desestabilizar a estrutura metálica e deforma o aspecto externo das edificações (BERTOLINI 2015).

3.2.1.2 TRINCAS / FISSURAS

As trincas e fissuras são aberturas na superfície do elemento, apresentam tanto superficialmente ou comprometendo a estrutura da edificação, isso depende da causa e origem. Essas manifestações são causadas por: temperatura, sobrecarga estrutural propiciando a deformação excessiva do concreto armado (flexão, cisalhamento, torção, compressão e punção), recalques, ninhos, retração hidráulica, falhas de concretagem e devido recobrimento inadequado das armaduras. Assim a fissuração tanto pode ser considerada desprezível ou em outros casos extremamente agravante, tendo a necessidade de uma análise eficiente (HILLESHEIM 2016).

Os elementos construtivos não devem apresentar deslocamentos ou fissuras excessivas vinculadas ao sistema estrutural, levando em consideração as ações permanentes e de utilização. Essas deformações também não podem impedir o funcionamento os elementos da edificação como janelas, portas e instalações hidráulica e elétrica. A fissura em estado inaceitável é a que apresenta aberturas maiores que 0,6 mm, sabendo que fissuras com aberturas maiores que essa são classificadas como trincas. Na ABNT NBR 6118 esclarece que as fissuras que não excederem a valor de 0,2 mm a 0,4 mm são aceitáveis e não apresentam risco para estrutura (ABNT NBR 15575, 2013).

3.2.1.3 EFLORESCÊNCIAS

Eflorescências pode ser o depósito de uma película salina ou a manifestação de uma densa camada de sais. São anomalias na superfície de tijolos, concreto, argamassas,

revestimentos e etc. pode se originar na ocorrência de água da chuva dissolvendo os sais contidos nos materiais em questão, depositando na superfície do mesmo (VERDUCH 2000).

Portanto para a ocorrência da eflorescência são necessários os seguintes fatores: água, sais e gradientes hidráulicos que facilita a movimentação da água com os sais do interior para a superfície do material afetado. O efeito é mais encontrado em edificações na cor branca. (CORREIA 2002).

3.2.2 CAUSAS E ORIGEM

As manifestações patológicas têm origem na execução de atividades relacionadas ao processo genérico, são etapas de execução da obra:

Fases de projeto, onde ocorrem erros no cálculo estrutural, no memorial descritivo, na escolha do material, tendo a necessidade de ensaios de materiais para a comprovação adequada da resistência e vida útil do mesmo. As causas nessa etapa são influenciadas por aspectos como: a falta de qualidade dos documentos, verificação, controle, cumprimento das normas de projeto e mau planejamento das manutenções (COUTO, 2007);

Etapas de execução da obra, que é um conjunto de técnicas construtivas para obtenção do produto final sendo necessário um controle de qualidade. Os aparecimentos de manifestações patológicas surgem com a gestão ineficiente da obra devido ao projeto pouco específico, uso de processo inadequado, e competências técnicas, como negligência ou falta de conhecimento (COUTO, 2007);

Manutenções, onde são as execuções de técnicas responsáveis para restabelecer o desempenho necessário. Portanto com a falta de manutenção adequada, acarreta maior possibilidade de manifestações patológicas e aumenta os custos de sua recuperação (FONSECA, 2015).

As patologias são mais originadas na fase de planejamento e projeto que é a concepção de estrutura, conforme Gráfico 01, havendo a necessidade de investir nos estudos de toda necessidade da obra (HELENE 2013).

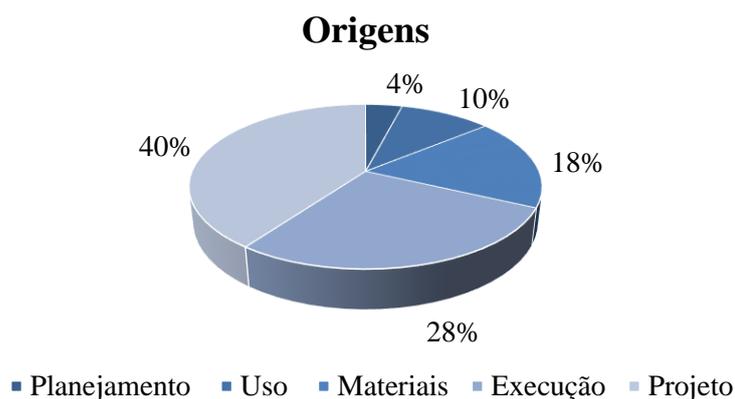


Gráfico 01: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civil.

Fonte: HELENE, 2003.

Conforme a norma NBR 15.575 a degradação é a redução de desempenho com a ação de qualquer agente de degradação sendo tudo que age para reduzir o desempenho de um sistema construtivo (ABNT NBR 15575, 2013).

3.3 CUSTOS DE REPARO E MANUTENÇÃO

O planejamento de uma edificação desempenha um papel importante, podendo influenciar nos custos, prazos, qualidade da construção e segurança (PRADO 1998). O início de uma obra bem projetada pode reduzir oitenta e cinco por cento do custo final da construção, sendo os outros quinze por cento ligados a custos depois da fase inicial de projeto (AMARAL 2006). Em várias empresas (construtoras) o planejamento e o controle de obra ainda são departamentos isolados dos orçamentos e projetos, evidenciando uma defasagem entre os setores (MAGALHÃES 2018).

A “lei de Sitter” mostra etapas de um processo construtivo, onde quanto mais for adiada a intervenção para um problema, aumenta o custo diretamente. As etapas correspondem à fase de projeto, execução, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

O gráfico 02 ilustra a relação do tempo com os custos de cada etapa construtiva (CRISTINA, 2010). Tem início com a etapa de projeto, onde mostra o custo relativo baixo. No estágio de projeto engloba a fase de decisões da construção, materiais, mão de obra; a execução é o período que pode ocorrer custos extras de algo que não foi previsto, isso aumenta o custo em cinco vezes; a manutenção preventiva ocorre durante a utilização e manutenção da edificação, pode ser cinco vezes menor que à manutenção corretiva; já a manutenção corretiva é efetuada após se detectar a patologia da construção, esse tipo de

manutenção é cento e vinte cinco vezes maiores em comparação aos custos da fase de projeto. Portanto, quanto mais cedo for detectado o problema, menor será o custo (SITTER apud HELENE).

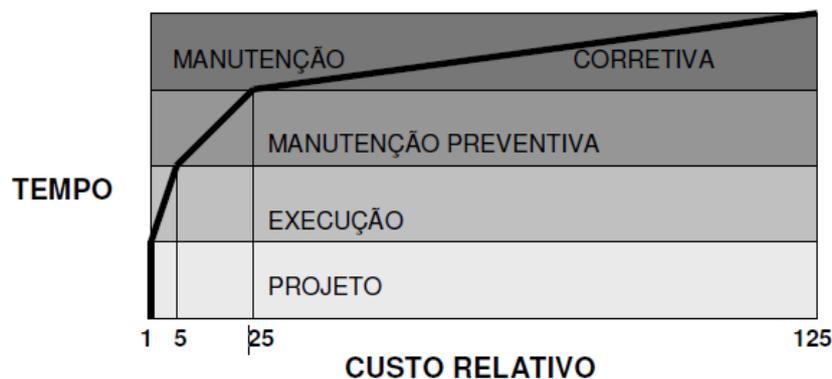


Gráfico 02: Lei de evolução de custos, lei de Sitter

Fonte: Sitter, 1984 CEB RILEM (apud Helene, 2003, p. 27)

3.4 DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS

Desempenho de uma edificação é o comportamento dos materiais em cada etapa, como projeto, construção e manutenção (CRISTINA 2010). Esse desempenho pode variar com as condições do ambiente a qual a estrutura está exposta, por exemplo: a temperatura, insolação, umidade e ações externas no meio (PESSOAM e ALBERTO 2013).

A vida útil de uma edificação é o período de duração e estabilidade das funções pela qual a estrutura foi projetada (BERTOLINE 2010). Há alguns fatores que podem influenciar na vida útil de uma edificação, como: a duração dos materiais que foram utilizados, as condições do meio, a utilização do mesmo e uma manutenção regular (CRISTINA 2010).

C.1 Conceituação - A vida útil é uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes (sistemas complexos, do próprio sistema e de suas partes: subsistemas, elementos e componentes) (NBR 15575-1_2013).

De acordo com a periodicidade e processos de manutenção da ABNT 5674, a ABNT NBR 15.575-2013 estabelece na Tabela 1 a vida útil mínima e superior de projeto. E todo projeto deve especificar o valor teórico para a vida útil não sendo inferior aos estabelecidos em normas. Segundo ABNT (NBR 8681-2013) a VUP (vida útil de projeto)

do sistema estrutural não pode ser menor que 50 anos, sendo responsabilidade do projetista, construtor e incorporadores, porém os mesmos não conseguem prever uma vida útil do produto (construção) devido depender de fatores fora do seu controle como: o uso correto e operação do edifício, a execução de limpeza e manutenção, alterações climáticas e níveis de poluição no local, mudanças no entorno ao decorrer do tempo. O valor de VU (vida útil) seja calculado como valor VUP influenciado positivamente ou negativamente pelas ações de manutenção, uso, intemperes e outros fatores (ABNT NBR 15.575 2013).

Tabela 1 – C.5* - Vida Útil de Projeto mínima e superior (VUP)

| Sistema | VUP | |
|--------------------------|--------|--------|
| | anos | |
| | Mínimo | Máximo |
| Estrutura | >50 | >75 |
| Pisos internos | >13 | >20 |
| Vedação vertical externa | >40 | >60 |
| Vedação vertical interna | >20 | >30 |
| Cobertura | >20 | >30 |
| Hidrossanitário | >20 | >30 |

Fonte: ABNT NBR 15575 2013

A figura 01 mostra as várias fases da vida de uma edificação, a fase de projeto tem a escolha dos materiais conforme suas necessidades de resistência, definições dos parâmetros conforme especificações de projetos. Na construção deve ocorrer um controle de qualidade adequado verificando os materiais que chegam ao canteiro de obra e forma de execução da obra. Quando as manifestações patológicas comprometem a funcionalidade é necessário um programa de manutenção e recuperação, tendo um estudo aprofundado das causas e soluções dos problemas (BERTOLINE 2010).

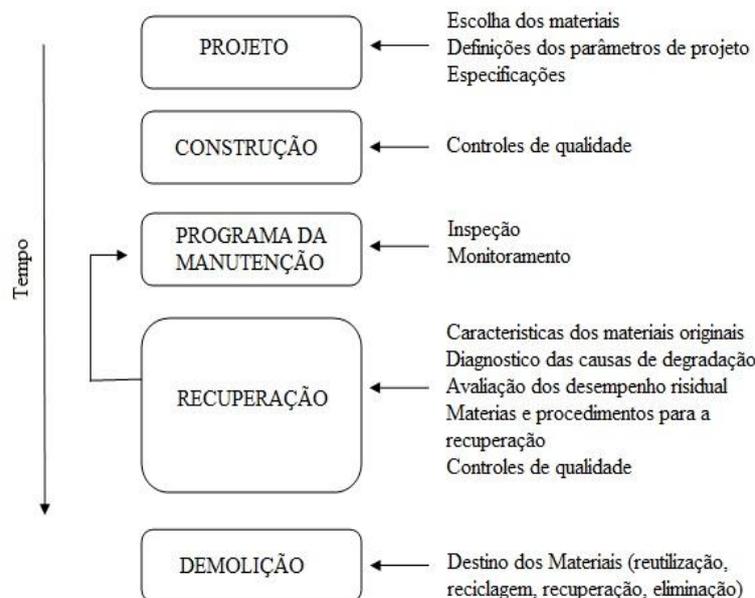


Figura 01. Fase de uma construção

Fonte: BERTOLINE, L. Materiais de Construção. São Paulo, Oficina de textos, 2010.

3.13 Durabilidade – Capacidade da edificação-ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo e sob condições de uso e manutenção especificadas (NBR 15575-1_2013).

A durabilidade é a capacidade de um material atender as especificações de desempenho do projeto, mantendo suas características estruturais e funcionais, onde pode sofrer influência pelo meio ambiente a qual o material esta sendo exposto, como as condições climáticas. A durabilidade de um material está ligada diretamente a vida útil (PESSOAM e ALBERTO 2013).

3.5 DIAGNOSTICO E PROGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS

O desempenho de uma edificação está ligado diretamente à forma de uso e manutenções. É de suma importância reconhecer as patologias na fase inicial, facilitando seu tratamento de forma eficiente e mantendo a previsão de vida útil da edificação (CRISTINA 2010).

Para analisar as consequências dos problemas patológicos, o diagnóstico deve levar em consideração duas condições importantes: coloca em risco a segurança da edificação e a que prejudica a estética e higiene da construção. Com o passar dos anos é normal que o envelhecimento da edificação ocorra, mas é importante que sua segurança e aparência

permaneçam durante toda a vida útil da edificação. Para ajudar a manter a edificação com esses aspectos a manutenção é essencial (ABNT NBR 15.575 2013).

A NBR 14037-2011 instrui o proprietário da edificação os procedimentos corretos para a manutenção, onde aborda o manual de operação, uso e manutenção da edificação, com recomendações para sua elaboração e apresentação.

Após o processo de reconhecimento das patologias, passa a definir medidas a serem tomadas para a solução do problema. Antes de qualquer atitude tomada para sanar os problemas patológicos, faz-se o levantamento de possíveis evoluções do problema, um prognóstico (TUTIKIAN e PACHECO 2013).

3.6 TRATAMENTO

O tratamento consiste em traçar as possíveis soluções e correções para as patologias encontradas na estrutura. É necessário o bom diagnóstico do problema e o conhecimento do local onde será tratado, para ter os resultados esperados.

Mesmo tratando as patologias, recomenda-se tomar medidas de manutenção, para manter a vida útil da edificação e para que a agressividade e condições do ambiente não prejudique o desempenho dos materiais (CRISTINA 2010).

3.7 MANUTENÇÃO

Para alcançar uma vida útil de projeto para a estrutura e elementos construtivos é necessária a realização de manutenções preventivas sistemáticas e com caráter corretivo. As manutenções a serem realizadas pelos usuários deverão ser esclarecidas pelo construtor no manual de operação, uso e manutenção (manual do proprietário) conforme NBR 14.037-2014, nesse documento deve conter as informações de cuidados, prazo, materiais e instruções para a utilização do imóvel e a realização de manutenções. A norma de desempenho aborta várias normas da engenharia civil e constituição uma dela é a NBR 5674-2012 “Manutenção de Edificações” que fixa os procedimentos para a manutenção de edifícios (NBR 15.575 2013).

A manutenção é parte integrada de uma obra, executada em várias fases de construção, contribuindo para a vida útil da edificação. A necessidade de prever quais técnicas de manutenção planejadas, eficazes e econômicas a ser realizada, desde a fase de projeto, e o incentivo a prática da manutenção proativa, atender uma atuação periódica da

solução dos problemas, define-se manutenção preventiva. Nessa manutenção é abordado: aspectos técnicos, ao nível dos materiais e soluções construtivas; aspectos económicos obtendo o custo global das soluções; aspectos ambientais e energéticos abordando a eficiência energética e gestão de resíduos e funcionais com uma adequada utilização e acessibilidades. O projeto é mecanismo mais eficiente para garantir a qualidade das construções em gestão de custos e prazos, também na durabilidade, manutenções, utilização, racionalização energética e gestão ambiental, assim é uma fonte de implementação generalizada (COUTO 2007 e SALVATERRA 2009).

4 METODOLOGIA

Esse estudo discorrerá sobre patologias encontradas em um condomínio habitacional de obras públicas na cidade de Goianésia-GO. O propósito do trabalho é ampliar o conhecimento na NBR 15.575-2013, e detectar as causas, consequências nas edificações e tratamento observados nas obras analisadas.

Inicialmente, buscaram-se aprofundar o conhecimento sobre a Norma por meio de fontes como artigos, teses, dissertações, livros e normas. As informações para o estudo de caso foram coletadas por visita ao local, pesquisa verbal com os moradores, elaboração de ficha de antecedentes, levantamento histórico do problema e fotos.

A pesquisa verbal e a elaboração da ficha de antecedentes foram as informações obtidas com os moradores, como: o tempo de uso e idade da edificação, qualidade da construção, os problemas detectados, recuperação anterior. O formulário com o questionário realizado conforme avaliação de desempenho da ABNT NBR 15.575_2013 apresentado no apêndice A, e foi adotado para analisar a adequação ao uso de um processo ou sistema construtivo designado a cumprir uma determinada função. O formulário contém perguntas sobre o desempenho em quesito conforto (térmico, acústico e lúminico), também contém questões técnicas da edificação como: a aparição de fissuras, manchas em pisos e paredes, defeitos visíveis em toda a obra.

A coleta de dados foi completada por meio de fotografias das patologias identificadas, com a devida descrição e localização da mesma. Cada manifestação patológica analisada individualmente. Nessa análise pode ser encontrada irregularidades como: fissuras, rachaduras, trincas, deterioração no concreto, infiltrações. Em seguida, o diagnóstico e prognóstico será definido com base nos sintomas encontrados.

Foram realizadas duas visitas, a primeira no dia 15/12/2018 e posteriormente no dia 13/02/2019 nas casas populares para a coleta de dados, foram entrevistados 50 moradores conforme Tabela 02 que apresenta as características gerais da obra. Essas visitas permitiram acesso as residências e registros com fotos de alguns locais, para a análise de dados foram necessários: trena, câmera fotográfica, prancheta, caneta e formulários impressos.

Tabela 02 – Características gerais da obra

| Características da obra | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Quantidade de Residências | 200 entregues em 2013 |
| Total de residências analisadas | 50 Moradores |
| Tempo de uso | 5 Anos de Uso |
| Ambientes | 2 Quartos, Sala, Cozinha e Banheiro |

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

A etapa final consiste nas possíveis soluções para os problemas e melhoria na vida útil da edificação. As residências analisadas foram construídas pela Prefeitura de Goianésia, o levantamento histórico da edificação foi fornecido por moradores, que apresentaram o memorial do proprietário. Os moradores passaram por um processo seletivo e hoje em dia pagam um valor simbólico para morar nas casas. Entregues no ano de 2013, os moradores tinham a garantia de cinco anos, podendo assim procurar a empresa responsável pela construção para qualquer tipo de manutenção. Segundo moradores, os serviços de manutenção e garantia não foi atendida como esperado. O usuário recebeu o Guia do Proprietário, podendo consultá-lo quando surgirem dúvidas quanto ao uso e manutenção.

As maiores dificuldades encontradas na pesquisa de campo foi o acesso nos ambientes internos das residências, não permitindo os ensaios com a comprovação das irregularidades conforme a NBR 15.575. Toda a pesquisa no bairro foi realizada a partir dos relatos dos moradores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a análise da norma de desempenho e a avaliação das obras no conjunto habitacional foi possível obter resultados sobre a vida útil da edificação, as patologias encontradas apresentam um desempenho insatisfatório em quesitos abordados pela NBR 15.575-2013.

A amostra de entrevistados foi relativamente pequena devido á resistência dos moradores em permitir o acesso às casas e as informações, foram percebidas a insegurança dos mesmos em transmitir dados, portanto a amostra para analise neste foi de 25% do total de residências demonstrados no Gráfico 03.

Amostra de entrevistados

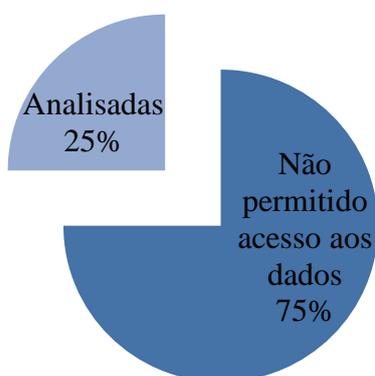


Gráfico 03 – Amostra de moradores entrevistados

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

As divisões da residência são: dois quartos, uma cozinha, um banheiro e sala. Foram entregues sem muros e garagem, com isso cerca de 90% das casas passaram por melhorias. O bairro é considerado seguro por 50% dos moradores entrevistados, permitindo que crianças brinquem na rua.

Durante as visitas, foi percebido um padrão nas principais falhas construtivas. Modificações estruturais e funcionais, que promoveram uma degradação das residências em um período de cinco anos. De acordo com as verificações nas obras foi possível encontrar os danos mais frequentes (Gráfico 04) na estrutura sendo eles: fissuras, trincas, infiltração, pisos com manchas, corrosão, ondulações e eflorescência.

Frequência de patologia nas residências

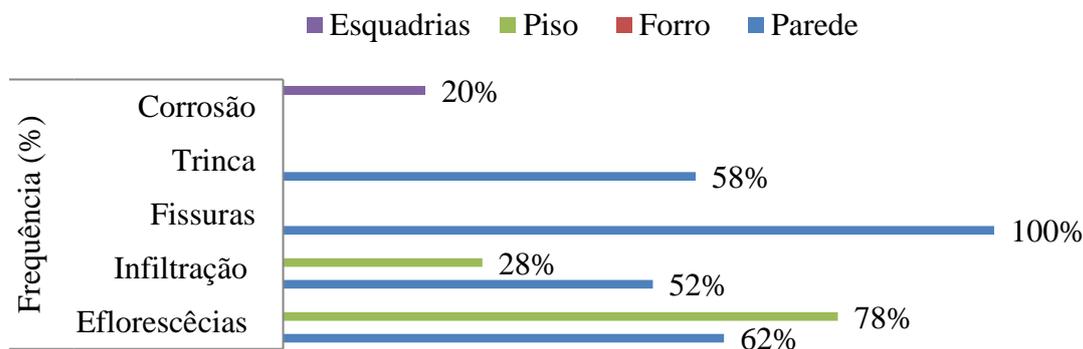


Gráfico 04 – Ocorrência de patologias

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

Ressalta-se que o estudo de caso foi realizado para esclarecer o desempenho da NBR 15.575-2013 na figura 02 mostra o diagrama de Ishikawa que originalmente é uma ferramenta gráfica para análise de problemas, apresentando as causas para o mau desempenho e a aparição de patologias nas edificações a partir dos seguintes fatores:

- Meio ambiente construído: Relacionado com o “bem-estar” do usuário, articulado o conforto térmico, acústico e sentimentos como segurança, alcance visual e iluminação;
- Projeto: Relacionado à criação e a disposição dos elementos, a escolha dos materiais, os cálculos de esforço e apresentação da acessibilidade conforme normas;
- Engenheiros e projetistas: Responsáveis pela elaboração do projeto e planejamento da obra;
- Execução da obra: que está relacionado aos aspectos da construção em função do acabamento, da falta de ensaios, da mão de obra.
- Materiais: referente às anomalias decorrentes das propriedades químicas, mecânicas e físicas dos elementos que constituem os elementos construtivos.
- Manutenção: é a limpeza do ambiente, e a reposição de peças ou elementos. A manutenção é responsabilidade do usuário que realizara a mesma com o auxílio do manual do proprietário elaborado pelo engenheiro ou construtor.

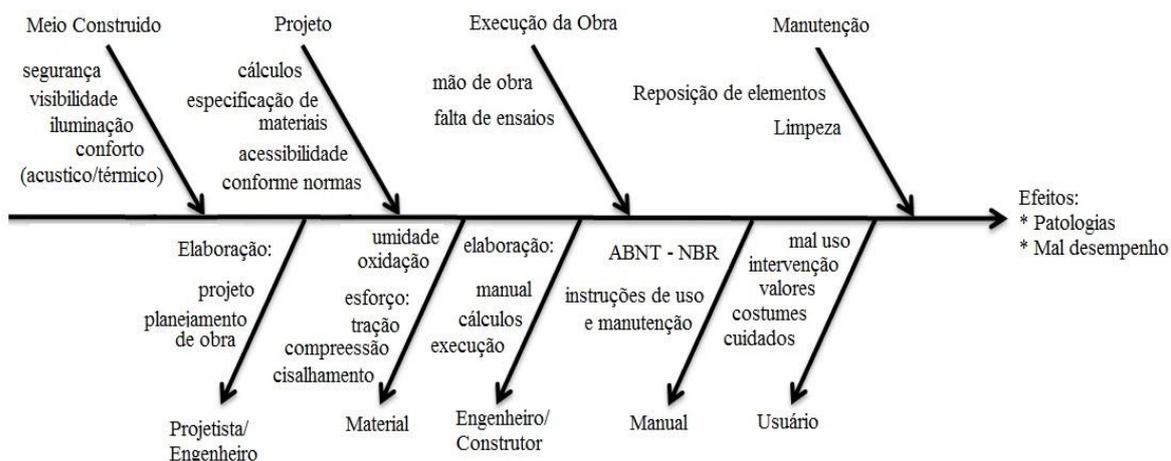


Figura 02 – Diagrama de causa e efeito

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

5.1 PROTEÇÃO, ILUMINAÇÃO, CONFORTO TÉRMICO, ACÚSTICO E QUÍMICO.

A satisfação dos moradores referente à temperatura, ventilação e iluminação dos ambientes é de 40% dos entrevistados conforme Gráfico 05. O desempenho térmico segundo a NBR 15.575-1 estabelece um procedimento normativo e outro informativo, onde o normativo trata-se de uma simulação computacional e o procedimento informativo é feita in loco, através de medições de temperatura com aparelhos e sensores. Na pesquisa, não foi utilizado equipamentos para um levantamento de dados preciso, a prioridade foi à satisfação dos moradores com base nas perguntas do formulário.

Satisfação dos Usuários

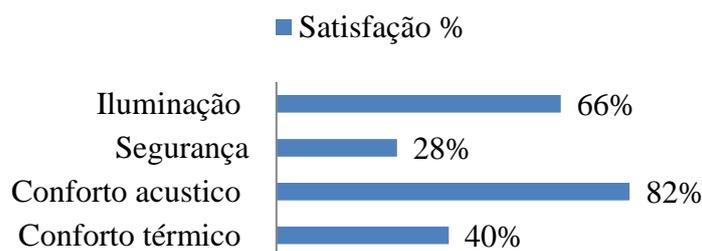


Gráfico 05 – Satisfação dos moradores

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

Os moradores que alegaram insatisfeitos com o conforto térmico foram somente em um dos ambientes, no quarto, onde a luz do sol incide durante o dia. Com isso, a parede absorve o calor e faz com que o ambiente fique mais quente. Como a luz natural entra nas edificações durante o dia, proporciona um conforto lúminico, sem dependência de luz artificial, mas em consequência o conforto térmico passa a ser insatisfatório. Visando a

qualidade e requisitos dos usuários, em termos de satisfação e conforto lúminico, as habitações analisadas estão atendendo 66% dos moradores (Gráfico 05).

Segundo relatos dos moradores o conforto acústico é satisfatório, conforme Gráfico 05 o ruído externo incomoda apenas 18% dos moradores entrevistados, ocasionados somente por movimentos nas ruas. Contudo, a isolamento acústica das casas proporciona um desempenho adequado com relação a fontes normalizadas de ruídos, sabendo que o bairro em questão conte mínimo de ruídos externos.

Um dos fatores abordados pela norma de desempenho é a segurança contra incêndio, onde as instalações de gás devem ser projetadas e executadas como as especificações das ABNT NBR 13.523-2008 e NBR 15.526-2012. De acordo com a NBR 13.523-2008 os gases devem ser instalados no exterior da edificação, em ambiente ventilado, de tal forma que impeça a aproximação de veículos e pessoas não autorizadas.

No manual do proprietário das residências analisadas contem orientações de alguns cuidados com o manuseio e uso do gás como: manter sempre ventilados os ambientes que contem o gás; nunca testar o vazamento de gás usando fósforo ou qualquer outro tipo de fogo, use espuma de sabão; se sentir cheiro de gás, não acenda luzes nem risque fósforos, ventile os ambientes. Mesmo com as orientações especificadas em manual, o bairro não atende a requisitos de segurança em 72% das residências demonstrado no Gráfico 05, devido a instalações do gás ser realizadas dentro das residências especificamente na cozinha, alguns moradores fizeram adaptações para melhor segurança, contudo o projeto não atende a NBR 15.575-2013.

As residências foram entregues com um sistema de aquecedor solar, implantado com o objetivo de economia e sustentabilidade, acarretou transtornos para 62,5% dos moradores com os equipamentos danificados em menos de 01 ano, problemas como vazamentos e queda do equipamento. Foram realizadas manutenções nos primeiros meses de uso, pela construtora, porém não tiveram soluções duradouras, sendo assim a maior parte dos aquecedores estão inativos. A NBR 15.575-2013 não fala especificamente do sistema de aquecimento, mas enfatiza a utilização do manual do proprietário, concluindo então que deveria ter toda descrição necessária para a manutenção e uso do equipamento.

5.2 FISSURAS / TRINCAS

Não é aceitável ocasionar deslocamentos ou fissuras excessivas aos elementos construtivos, tendo em consideração as ações permanentes e de utilização. Todas as residências analisadas apresentaram fissuras em paredes externas e internas (Gráfico 06), de acordo com a ABNT NBR 6118-2004 é inevitável à ocorrência de fissuração em elementos estruturais de concreto armado. As trincas ocorrem devido a grande variabilidade e baixa resistência do concreto a tração, o importante é garantir que nenhuma fissura afete o desempenho dos elementos, envolvendo a proteção contra a corrosão e aceitabilidade dos usuários. As fissuras que não exceda valores entre 0,2 mm a 0,4 mm não apresentam riscos significativos para a ocorrência de corrosão na estrutura, quando afetarem o conforto psicológico dos usuários é necessário que esses limites de abertura sejam mais severos (ABNT NBR 15.575-2013).

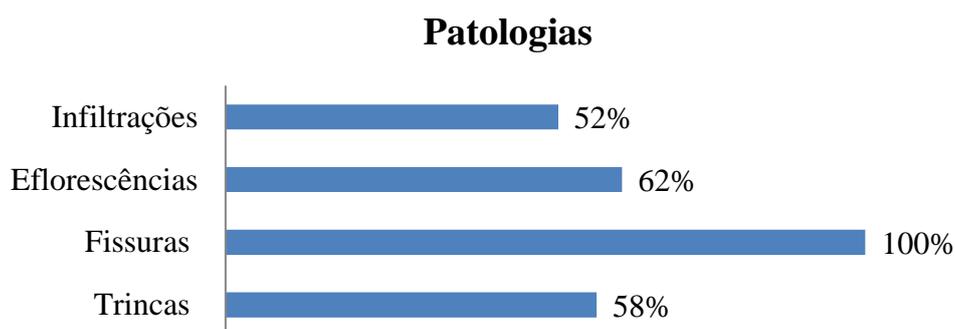


Gráfico 06 – Frequências de patologia em vedações

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

As Figuras 03 e 04 mostram fissuras inclinadas possivelmente provocadas por atuação de sobrecargas localizadas (concentradas) encontradas nas residências e devido não excederem aos valores limites não apresentam riscos para a estrutura, porém devem ser monitoradas.



Figura 03 – Fissuras encontradas em ambiente interno

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)



Figura 04 – Fissuras em vedação externa

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

Na NBR 15.575-2013_2 no item 3.9 definem trinca toda fissura com aberturas maiores ou iguais a 0,6 mm, nas pesquisas de campo 58% das residências contem trincas com aberturas máximas de 2,0 mm como mostra no Gráfico 06. Trincas verticais, provenientes da deformação transversal da argamassa sob a ação das tensões de compressão e tração, essas trincas foram encontradas nas vedações internas (Figura 05) e em vedações externas localizadas nos pilares de canto (Figura 06).



Figura 05 – Trinca em ambiente interno (cozinha) com abertura de 2 mm

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)



Figura 06 – Trinca em vedação externa com abertura de 2 mm

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

Para um bom desempenho estrutural das obras a NBR 15.575-2013 estabelece que para requisitos de deformações ou estados de fissuração do sistema estrutural os cálculos devem ser analisados com base nas normas estruturais em função do tipo de estrutura utilizado, devem ser consideradas as cargas permanentes e acidentais.

Nesse caso poderia ter evitado o aparecimento de trincas com a verificação e escolha dos materiais utilizados, com a execução de ensaios e análises, e com a melhoria na execução da obra, por exemplo: manter um cuidado na cura do concreto.

De acordo com a NBR 5674 abordada pela norma de desempenho o proprietário tem a responsabilidade pela manutenção observando normas técnicas e o manual do proprietário. O manual do proprietário deve prever: recomendações gerais para prevenção

de falhas e acidentes decorrentes da utilização inadequada, forma de realização e registro das inspeções e manutenções, demonstrando técnicas, processos, equipamentos, especificações dos materiais necessários para a realização de manutenção.

Para uma possível manutenção corretiva pode ser realizada o cobrimento das fissuras/trincas indesejáveis evitando também futuras danificações no concreto da seguinte maneira: aumentar a abertura e profundidade das trincas, realizar a limpeza com pincel seco, aplicar uma camada de massa acrílica dissolvida em água para promover a aderência da pasta, com uma mistura de massa acrílica e cimento cola executar uma aplicação com espatula (preencher toda trinca), fixar uma tela de poliéster ou metálica com a aplicação de massa acrílica para a fixação, deixar secar, aplicar massa corrigida alisando. Aplicar uma massa adequada para a área interna ou externa, aguarda a secagem e realizar o lixamento da parede normalmente, e por fim efetuar a pintura adequada.

De acordo com uma moradora após a entrega da residência foi realizado uma manutenção corretiva, sendo a de uma trinca encontrada na parede externa na direção da estrutura da cobertura (cumeeira), essa manutenção consistiu em uma argamassa para o cobrimento da mesma, conforme figura 07. A trinca não foi totalmente coberta, deixando claro que a manutenção não foi realizada com sucesso.



Figura 07 – Manutenção realizada em trinca

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

5.3 EFLORESCÊNCIAS

As eflorescências surgem na superfície de paredes, tetos e pisos, na sua maioria são brancas, podendo ser também na coloração esverdeada, quando misturadas com sais, lodos

e fungos. São causados por substâncias salinas encontradas na argamassa, emboço ou rejunte. Com o contato constante a água e ar, as soluções salinas passam para a superfície, causando manchas e resultando na eflorescência.

Tanto a fachada frontal quanto as laterais apresentam em toda sua extensão faixas de eflorescências, ocorrendo em 62% das edificações (Tabela 03), decorrente da água da chuva que dissolveu os sais contidos no revestimento, isso ocorre devido à má disposição da cobertura não cobrindo todas as paredes e as telhas se encontram danificadas (Figura 08).

Para atingir a vida útil de projeto, é necessário que haja um planejamento para a realização de manutenções preventivas e manutenção com caráter corretivo caso seja necessário. A eflorescência pode ser uma patologia decorrente a falhas de projeto, pois deveria ter considerado a exposição à água da chuva, podem ocorrer também devido a absorção da água pelo solo.

Sabendo que as estruturas da cobertura em todas as residências foram feitas de madeira com telha plan. Para a solução desse problema será necessário o aumento do beiral, a troca das telhas danificadas e a reforma na parede, retirando todos os sais e refazendo um novo revestimento. A eflorescência não oferece risco para a estrutura, mas a sua estética é prejudicada.



Figura 08 - Faixas de eflorescência na fachada.

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

As eflorescências foram identificadas nos pisos na cor esverdeada (Figura 09), conforme apresentado no Gráfico 5.4, 78% das residências desse bairro encontra-se com os pisos contendo manchas e ondulação, devido à má instalação das cerâmicas e a

impermeabilização inadequada ou possivelmente por danos nos rejuntas, que pode ter causado essa anomalia, pois possibilitou a infiltração e os sais presentes na argamassa em contato com a água, lodos e fungos resultaram na eflorescência.

Um dos requisitos que NBR 15.575-2013_3 estabelece é que os sistemas de pisos não devem apresentar estrago, que possa causar algum dano com o usuário. A edificação deve ser projetada para não haver o crescimento de umidade, ou seja, deve ser estanque à umidade, para evitar o aparecimento de muitas manifestações patológicas. Nas áreas molhadas a norma de estanqueidade não se aplica, deve ser informado no manual do proprietário.



Figura 9 - Eflorescência em piso.

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

Para a solução do problema será necessário à remoção do piso, gerando um transtorno, poderia ter sido evitado com uma melhor execução na instalação dos pisos ou em manutenções preventivas conforme o manual do usuário, nesse caso estabelece: “Complete as falhas dos rejuntas dos azulejos e pisos em cerâmica, se houver”.

A frequência da eflorescência é demonstrada na tabela 03. Foi identificado que os 38% e 22% das habitações que não possuem essa patologia nas paredes e pisos foram devidos manutenções e reformas.

Tabela 03 – Frequência da presença de patologia (Eflorescências)

| Elementos | Frequência (%) |
|-----------|----------------|
| | Eflorescências |
| Parede | 62% |
| Forro | 0% |
| Piso | 78% |

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

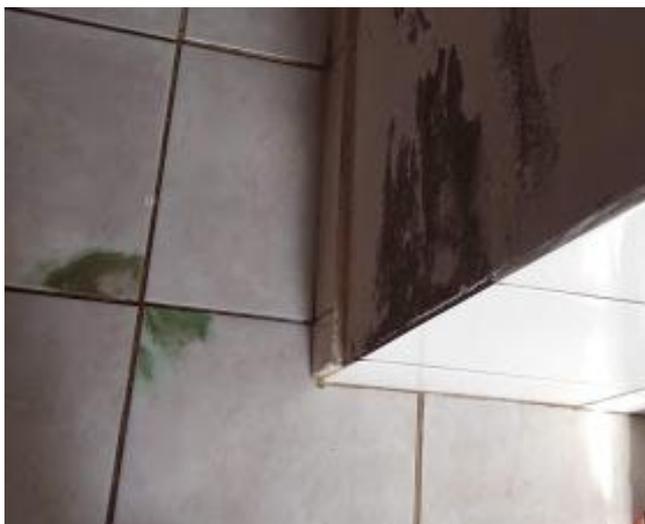


Figura 10 – Mancha do piso, devido à infiltração

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

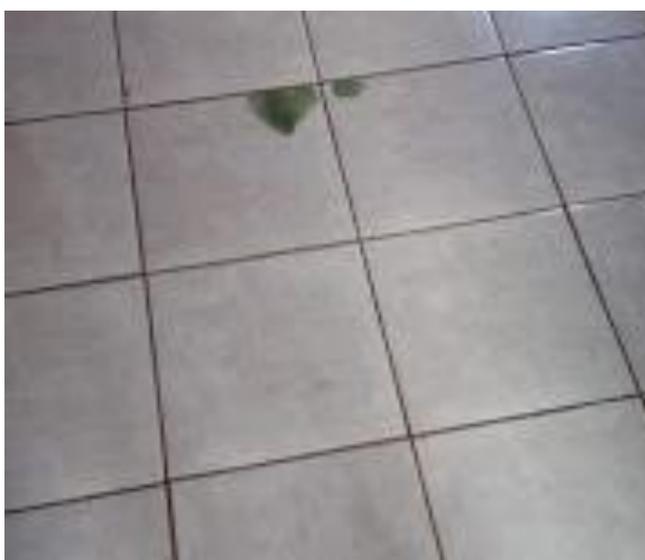


Figura 11 – Mancha do piso, devido à infiltração

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

5.4 INFILTRAÇÃO

De acordo com o item 10.2.2 da norma de desempenho NBR 15.575 determina que os sistemas de vedações verticais internos e externos (SVVIE), não são permitidos infiltração de água. Assim não deve ocorrer presença de umidade perceptível nos ambientes, desde que respeitadas às condições de uso apresentadas no projeto e no manual do usuário. O sistema de vedação externa da edificação não deve apresentar infiltrações que ocasione formação de gotas de água na face interna.

As infiltrações encontradas são consequência de um longo período da estrutura em contato com grande quantidade de água, que ocasionaram manchas. Como demonstrado nos gráficos 04 e 06, em 52% das residências apresentam infiltrações em paredes internas e externas. As vedações externas apresentam manchas devido a infiltrações (Figura 12) afetando os ambientes internos, na Figura 13 demonstra uma parede interna localizada na cozinha completamente afetada pela infiltração, agredindo o conforto dos moradores.



Figura 12 – Vedação externa contendo infiltração

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)



Figura 13 – Infiltração na parede interna da cozinha de uma residência

Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

A fim de facilitar o escoamento da água e evitar sua penetração para o interior é estabelecido na NBR 15.575-2013_4 que o projeto deve apresentar os detalhes para as interfaces e juntas entre componentes levando em consideração as solicitações que os mesmos estão sujeitos, também deve contemplar obra de proteção no entorno da construção para evitar o excesso de água na fachada.

São abordadas pela norma de desempenho que o morador deve manter as manutenções periódicas e as corretivas, durante toda a vida útil da estrutura. Essas manutenções devem ser esclarecidas no manual do proprietário que é elaborado pelo construtor ou incorporador da edificação.

Para uma manutenção corretiva das vedações verticais será necessário à correção da disposição da cobertura para evitar que a água da chuva afete as paredes externas, fazer uma impermeabilização nas vedações e um novo revestimento melhorando o aspecto.

5.5 CORROSÃO

Em portas e janelas foi encontrado o início de oxidação, visto que são feitas com chapas de alumínio sem galvanização (Figura 14). O prazo de garantia recomendada segundo a norma de desempenho para os perfis de alumínio, fixadores e revestimentos em painel de alumínio são de 05 anos, já em fechos e roldanas a norma tem como garantia 02 anos. Concluindo assim que a manutenção preventiva deveria ter sido realizada para garantir um melhor desempenho da vida útil da estrutura das aberturas.

Em 80% das casas analisadas não estão com portas e janelas oxidadas, pois fizeram as devidas manutenções e cuidado de uso. O contato com a umidade causa oxidação nas portas e janelas de alumínio em 20% das casas (Gráfico 06). Uma das soluções para esse problema seria a remoção da pintura, com lixa, logo após aplicar o zarcão, que possui composição anticorrosiva, podendo assim evitar futuras corrosões.



Figura 14 - Portas e janelas oxidadas.
Fonte: (GOMES; OLIVEIRA, 2019)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais falhas construtivas no conjunto habitacional avaliado no trabalho foram: início de corrosão, fissuras, infiltração e eflorescência. Conforme apresentado no gráfico 05, todas as residências analisadas apresentaram fissuras nas paredes e 78% delas encontradas eflorescência no piso. Observou-se que o aparecimento de patologias pode ser causado pela falha de planejamento, da má execução e falta de manutenção. No período de cinco anos, as residências já careciam de reparos.

Conforme indica o gráfico 06, as fissuras foram encontradas em 100% das residências, a causa provável deve estar relacionada à escolha dos materiais utilizados, e à falta de cuidado na cura do concreto. Já as eflorescências podem estar relacionadas à má instalação das cerâmicas e a impermeabilização inadequada, ou por danos nos rejuntas. Os problemas encontrados poderiam ter sido evitados na execução das obras, ou durante o uso, caso as manutenções estivessem sido devidamente descritas no manual do proprietário. A aparição de patologias e o índice 54% de satisfação dos usuários (gráfico 05) em quesitos como conforto acústico, segurança, iluminação e conforto térmico, desta obra em estudo, auxiliou a comprovação que a construção não seguiu corretamente a norma de desempenho.

Espera-se que o estudo feito, potencialize a necessidade do bom desempenho das edificações, conforme a norma, para que os usuários tenham total segurança, conforto, durabilidade da estrutura e vida útil esperada. Nota-se que as edificações que forem construídas com a devida orientação da norma de desempenho terão uma maior vida útil, com isso possibilita o conforto dos proprietários. É fundamental seguir exatamente todas as etapas da construção e manutenção, conforme a ABNT NBR 15.575-2013, desta maneira evita a insatisfação do usuário e prejuízos futuros.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14037. Segunda edição 2011. Corrigida em 2014.

ABNT. NBR 15575: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

AMARAL, Daniel Capaldo. Gestão de desenvolvimento de Produtos – Uma Referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

ARIVABENE, A.C. Patologias em Estruturas de Concreto Armado, estudo de caso. Revista On-line IPOG, nº 10 v. 01, 2015.

BARBOSA, Maria Teresa, A importância da sustentabilidade na restauração do patrimônio histórico. estudo de caso: pontes, Revista CONSTRUINDO, Belo Horizonte. Volume 10, 2018.

BERTOLINE, L. Materiais de construção. São Paulo, Oficina de textos, 2010.

COUTO, João P., COUTO Armanda M., Importância da revisão dos projetos na redução dos custos de manutenção das construções, Congresso Construção, 3º Congresso Nacional Coimbra, Portugal, 2007.

CORREIA, César, Caracterização de eflorescências, sua natureza e mecanismos de formação em fachadas revestidas com cerâmica e pedra natural, 2002.

CRISTINA, L. C. I. Estudo de caso: análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública. 2010. Universidade Federal do Paraná.

DIEESE. Estudo Setorial da Construção, Revista Estudos e pesquisas, nº 65, 2012.

EDNA POSSAM; CARLOS A. D. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. Revista técnico-científica do CREA-PR; ISSN 2358-5420 – 1ª edição, outubro de 2013 – p. 1 de 14.

FONSECA, Tiago; SILVA, Dione; MONTEIRO, Eliana, Manifestações patológicas em edifícios residenciais na região metropolitana do Recife, 2015.

FONSECA, André; Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2013.

HELENE, P., (2001). Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. Novembro. São José dos Campos.

HELENE, Paulo R. L. Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto – Reparo, Reforço e Proteção. São Paulo: Red Rehabilitar, editores, 2003.

- HILLESHEIM, Camila; SOARES, Luana Alflen; VEIGA, Márcia Claudino; FLORIANI, Ricardo, *PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: estudo de caso para a Entidade Beneficente*, Revista Maiêutica, Indaial, v. 2, n. 1, p. 79-90, 2016.
- NEVILLE, A.M. *Propriedades do Concreto*, Editora: Bookman, 5ª Edição, 2016.
- NEVILLE, A.M., BOOKS, J.J. *Tecnologia do Concreto*, Editora: Bookman, 2ª Edição, 2013.
- MAGALHÃES, R.M; MELLO, L.C.B.B; MELLO BANDEIRA, R.A. *Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro*. Gest. Prod, São Carlos, v. 25, p. 44-55, 2018.
- MEDEIROS, M. H. F.; ROCHA, F. C.; MEDEIROS-JUNIOR, R. A.; HELENE, P., *Potencial de corrosão: influência da umidade, relação água/cimento, teor de cloretos e cobrimento*, IBRACON Structures and Materials Journal, vol. 10 nº 4, 2017.
- MELLO, L.; AMORIM, S. *O subsetor de edificação da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação á União Europeia e aos Estados Unidos*, Revista Produção, v.19, n. 2 p. 388-399, 2009.
- MIOTTO, D. *Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. Monografia (Pós Graduação em construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná*, 2010.
- OLIVEIRA, D.F. *Levantamento de causas de patologias na construção civil*. 2013. Projeto (Bacharel de Engenharia Civil) – Escola politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- PRADO, Darci. *Planejamento e Controle de Projeto*. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. Série Gerencia de Projetos, Vol. 2
- SALVATERRA, Luís Gonzaga Cardoso Pereira, *Processos de manutenção técnica de edifícios em revestimentos de piso*, FEVEREIRO DE 2009.
- SILVA, Fernando Benigno. *Patologia das Construções: uma especialidade na engenharia civil*. Revista Técnica. Edição 174, Setembro 2011.
- SILVA, Marcos V. F. et al. *Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química*. Química Nova, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 293-296, 2015.
- TUTIKIAN e PACHECO; *Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil*. ALCANPAT Internacional. 2013.
- VERDUCH, A. Garcia; SOLANA, V. Sanz, *Formação de Eflorescências na Superfície dos Tijolos*, Instituto de Tecnologia Cerâmicas Industrial, Setembro/Outubro, 2000.

ANEXO A

FORMULÁRIO – ABNT NBR 15.575_2013

1. Dados do Proprietário

| |
|-------------------------------------|
| Proprietário: |
| Endereço: |
| Idade: |
| Número de moradores por residência: |
| Número de criança: |

2. Características da obra

| Item | Questionário | S | N | |
|------|--|---|---|--|
| 1 | Tempo de uso da residência? | | | |
| 2 | A obra passou por reforma ou manutenção? Qual período? | | | |
| 3 | Se a resposta anterior for sim, o que foi mudado na reforma? | | | |

Legenda: S: sim; N: não;

3. Eficiência: Dimensionamento, Zoneamento, Circulação, Acessos.

| Item | Questionário | S | N | |
|------|---|---|---|--|
| 1 | A quantidade de ambiente está adequada? | | | |
| 2 | As dimensões dos ambientes estão adequadas? | | | |
| 3 | A circulação dentro da residência é fácil? | | | |

Legenda: S: sim; N: não;

4. Proteção, Iluminação, Conforto térmico, acústico e químico:

| Item | Questionário | S | N | |
|------|--|---|---|--|
| 1 | Sente-se protegido contra roubos e outras ameaças? | | | |
| 2 | A luz do dia entra em todos os cômodos? | | | |
| 3 | Algum ambiente é muito frio ou muito quente? | | | |
| 4 | Ouvem-se ruídos externos excessivos? | | | |
| 5 | Há ventilação dentro dos cômodos? | | | |

Legenda: S: sim; N: não;

5. Valores Técnicos:

| Item | Questionário | S | N | |
|------|--------------|---|---|--|
| | | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 1 | Foi identificado trinca na casa? | | | |
| 2 | As quantidades de tomadas atendem suas necessidades? | | | |
| 3 | Alguma instalação elétrica não está funcionando? | | | |
| 4 | Iluminação externa? | | | |
| 5 | A residência conte algum vazamento? | | | |
| 6 | Foi identificado manchas em paredes ou forro da casa? | | | |
| 7 | O ralo dispõe de grelha? | | | |
| 8 | Alguma encanção entupida? | | | |
| 9 | O piso apresenta trincas, fissuras ou ondulação? | | | |
| 10 | O piso está assentado uniformemente? | | | |
| 11 | Ocorrência de manchas (amareladas, oxidação, sujeira, pontos de ferrugem) ou trincas (encontro das placas do forro com paredes)? | | | |
| 12 | O forro está em mal estado? tem ondulação, manchas, fissuras, imperfeições? | | | |
| 13 | As portas e janelas estão em bom estado? | | | |
| 14 | Classificaria a qualidade da edificação como? | | | |

Legenda: S: sim; N: não;

6. Observações Adicionais

| |
|--|
| |
| |