



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MARIA EDUARDA CARVALHO RIBEIRO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS HABITAÇÕES RESIDENCIAIS: ESTUDO
DE CASO NA CIDADE DE JAGUARUANA-CE**

CARAÚBAS - RN

2021

MARIA EDUARDA CARVALHO RIBEIRO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS HABITAÇÕES RESIDENCIAIS: ESTUDO
DE CASO NA CIDADE DE JAGUARUANA-CE**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus Caraúbas como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Edna Lucia da Rocha Linhares, Profa. Dra.

CARAÚBAS - RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R484m Ribeiro, Maria Eduarda Carvalho.
Manifestações patológicas nas habitações
residenciais: estudo de caso na cidade de
Jaguaruana-CE / Maria Eduarda Carvalho Ribeiro. -
2021.
63 f. : il.

Orientadora: Edna Lucia da Rocha Linhares.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2021.

1. Condutividade elétrica. 2. Potencial
hidrogeniônico. 3. Manifestações patológicas. 4.
Eflorescência. I. Linhares, Edna Lucia da Rocha,
orient. II. Título.

MARIA EDUARDA CARVALHO RIBEIRO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS HABITAÇÕES RESIDENCIAIS: ESTUDO
DE CASO NA CIDADE DE JAGUARUANA-CE**

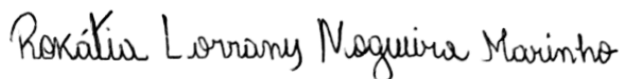
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-árido como
requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 20 / 05 / 2021.

BANCA EXAMINADORA



Edna Lúcia da Rocha Linhares, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente



Rokátia Lorrany Nogueira Marinho, Profa. Esp. (UFERSA)
Membro Examinador



Alison Kaio Dantas Pereira, Esp. Engenheiro Civil
Membro Examinador

*Ao meu tio Nilton Ferreira de Oliveira (In
Memoriam), maior exemplo de ser humano
íntegro e generoso.*

*A minha família, por todo apoio e amor.
Sem eles nada seria possível.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela minha vida, por me proporcionar saúde e forças diárias para superar todas as dificuldades.

A minha mãe, Maria do Socorro Carvalho, e minhas tias, Maria de Fátima Carvalho e Maria Gorete de Carvalho, por acreditarem em mim, por todo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu pai, Cicero Antônio Ribeiro, por todo amor, apoio e incentivo.

Aos meus irmãos, Maria Theresa Carvalho Ribeiro e Paulo Eduardo Carvalho Ribeiro, por todo carinho e por sempre me apoiarem.

Ao meu namorado, Bruno Rayan Barros Silva, por toda paciência, todo amor, apoio e por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

A minha orientadora, Profa. Dra. Edna Lúcia da Rocha Linhares, por toda orientação, suporte e confiança depositados em mim, que teve fundamental importância para a realização deste trabalho.

Ao professor e técnico do laboratório de Engenharia Civil, Alison Kaio Dantas Pereira, por toda paciência e suporte dado durante o uso do laboratório.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado, por toda paciência, incentivo e que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa jornada.

A todos que de alguma forma, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta etapa.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

RESUMO

A patologia das edificações estuda as manifestações patológicas, que são irregularidades as quais se manifestam em um local por diversos motivos. Ainda que os avanços tecnológicos ocorram frequentemente, e muitas ferramentas estejam disponíveis, as manifestações patológicas continuam a surgir, sejam elas problemas complexos ou mais simples. Diante disso, o objetivo principal do trabalho é estudar as manifestações patológicas encontradas nas residências da cidade de Jaguaruana-CE. No estudo, aplicou-se questionário aos moradores de 30 residências em três bairros distintos, para observar o conhecimento da população sobre as patologias, e ocorreu a análise visual prévia dos problemas patológicos. Buscando relacionar os materiais de construção comercializados na cidade com o surgimento das patologias, realizou-se análises laboratoriais em 12 amostras de alguns insumos de construção civil. Os parâmetros analisados foram condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH), segundo o Manual de Métodos de Análise dos Solos da EMBRAPA (2017). Dessa forma, verificou-se que os problemas patológicos mais recorrentes nas residências são os provenientes da umidade e que grande parte dos entrevistados já precisaram realizar alguma reforma ou reparo, devido às patologias. Como também, que as eflorescências são os problemas patológicos com maiores incidências nas residências, mesmo que os moradores procurem, constantemente, alguma forma para tentar evitá-las. O tijolo comum e a argila da cerâmica são os que apresentaram maior CE, e a telha foi o material com pH mais alcalino a qual possui mais facilidade para ocorrência de patologias.

Palavras-chave: Condutividade elétrica. Potencial hidrogeniônico. Manifestações patológicas. Eflorescência.

ABSTRACT

Building Pathology studies pathological manifestations, which are irregularities that manifest themselves in a given location for different reasons. Although technological advances occur frequently, and many tools are available, pathological manifestations continue to arise, whether they are complex or simpler problems. Therefore, the main objective of the research is to study the pathological manifestations found in the residences from Jaguaruana-CE city. In the study, a questionnaire was applied to residents of 30 residences in three different neighborhoods, to observe the population's knowledge about the pathologies, and there was a prior visual analysis of the pathological problems. In order to relate the construction materials sold in the city to the appearance of pathologies, laboratory analyzes were carried out on 12 samples of some civil construction inputs. The parameters analyzed were electrical conductivity (EC) and hydrogen potential (pH), according to the EMBRAPA Soil Analysis Methods Manual (2017). Thus, it was found that the most recurrent pathological problems in the residences are caused by humidity, in addition, most respondents have already had to carry out some renovation or repair, due to the pathologies. As well, that efflorescences are the pathological problems with the greatest incidence in people's houses, even if the residents are constantly looking for some way to try to avoid them. The common brick and ceramic clay are the ones with the highest EC, and the tile was the material with the most alkaline pH, which is more prone to the occurrence of pathologies.

Keywords: Electrical conductivity. Potencial of hydrogen. Pathological manifestations. Efflorescence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Eflorescência.....	25
Figura 2 – Proliferação de mofo e bolor	26
Figura 3 – Trincas e fissuras	27
Figura 4 – Deslocamento de cerâmica.....	28
Figura 5 – Infiltração.....	28
Figura 6 – Mapa da cidade de Jaguaruana-CE.....	33
Figura 7 – Localização do município de Jaguaruana no estado do Ceará.....	34
Figura 8 – Agregados miúdos	36
Figura 9 – Materiais cerâmicos	37
Figura 10 – Agregados graúdos	37
Figura 11 – Argilas	38
Figura 12 – Peneira e agitador de peneiras.	39
Figura 13 – Agregados miúdos e argilas após peneiramento	40
Figura 14 – Materiais cerâmicos e agregados graúdos após peneiramento	40
Figura 15 – Extração da solução para determinação de pH	41
Figura 16 – Pasta de saturação	42
Figura 17 – Aplicação de sucção	43
Figura 18 – Extrato armazenados em copos plásticos.....	43
Figura 19 – Leitura da condutividade elétrica.....	44
Figura 20 – Manifestações de salitre.....	49
Figura 21 – Infiltrações em paredes	50
Figura 22 – Manifestações do mofo e bolor	50
Figura 23 – Trincas	51
Figura 24 – Deslocamento de piso.....	51
Figura 25 – Criptoflorescências.....	52
Figura 26 – Fissura	52
Figura 27 – Rachaduras.....	52
Figura 28 – Descascamento de parede	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Sabe o que são manifestações patológicas?	45
Gráfico 2 – Sabe o que causa as manifestações patológicas?	45
Gráfico 3 – Há quanto tempo mora nessa residência?	46
Gráfico 4 – Já observou a presença de alguma patologia em sua residência?	47
Gráfico 5 – Já tentou de alguma forma evitar essas patologias?	47
Gráfico 6 – Já precisou realizar alguma reforma devido a ação das patologias?	48
Gráfico 7 – O problema foi solucionado ou voltou a causar incomodo?	48
Gráfico 8 – De quanto tempo em tempo você faz reparos em sua residência?	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de valores da condutividade elétrica – CE	31
Tabela 2 – Escala de pH	32
Tabela 3 – Resultados de pH e CE das amostras de insumos	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	Condutividade Elétrica
pH	Potencial Hidrogeniônico
VU	Vida Útil
VUP	Vida Útil de Projeto
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Agropecuária
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
μm	Micrômetro
μS	Microsiemens
mS	Milisiemens
dS	Decisiemens

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1.	Objetivo Geral	17
1.2.	Objetivos Específicos.....	17
2.	FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1.	Patologia.....	18
2.2.	Vida Útil	19
2.3.	Durabilidade	20
2.4.	Desempenho	20
2.5.	Fatores que influenciam no surgimento das manifestações patológicas	
	21	
2.5.1.	Umidade	21
2.5.2.	Água	22
2.5.3.	Salinidade	22
2.5.4.	Temperatura	23
2.6.	Principais manifestações patológicas presentes na construção civil.....	24
2.6.1.	Eflorescência	24
2.6.2.	Bolor e mofo	25
2.6.3.	Trincas e fissuras.....	26
2.6.4.	Deslocamento de pisos e azulejos	27
2.6.5.	Infiltração	28
2.7.	Métodos de prevenção e reparo	29
2.7.1.	Eflorescência	29
2.7.2.	Umidade	29
2.7.3.	Mofo e bolor.....	29
2.7.4.	Deslocamento de pisos e azulejos	30
2.7.5.	Trincas e fissuras.....	30

2.8.	Condutividade Elétrica – CE	30
2.9.	Potencial Hidrogeniônico – pH.....	32
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1.	Local da pesquisa.....	33
3.2.	Coleta de dados	34
3.3.	Caracterização da pesquisa.....	35
3.4.	Parâmetros analisados.....	36
3.5.	Insumos analisados.....	36
3.6.	Equipamentos e materiais utilizados	38
3.7.	Preparação das amostras	38
3.8.	Ensaio de pH	40
3.8.1.	Procedimento experimental	40
3.9.	Ensaio de condutividade elétrica	41
3.9.1.	Preparo da pasta de saturação.....	41
3.9.2.	Procedimento experimental	42
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1.	Aplicação do questionário a sociedade.....	45
4.2.	Análise visual.....	49
4.3.	Análise dos parâmetros pH e CE	54
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICE – QUESTIONÁRIO APLICADO A SOCIEDADE.....	63

1. INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos vivenciados nos tempos atuais foi possível obter uma evolução em diversas áreas de estudos. Na construção civil não foi diferente, a qual obteve considerável progresso em seus métodos e materiais empregados para a execução de uma obra (FERREIRA; LOBÃO, 2018).

Entretanto, mesmo com todos os avanços tecnológicos e ferramentas disponíveis, ainda surgem diversos problemas nas edificações, como falhas de concepção e execução, além da precária, ou até mesmo a ausência, de manutenção preventiva. Estes fatores provocam diversas manifestações patológicas que podem ir de pequenos problemas estéticos até complicações estruturais críticas (FARRAPO *et al.*, 2013).

Segundo Souza e Ripper (1998), denomina-se Patologia das Estruturas um novo ramo da Engenharia da Construção designado ao estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrências relacionadas as falhas e degradações das estruturas.

Dentre os mais frequentes danos que se enfrentam nas edificações, destacam-se aqueles que são causadas pela umidade e por sais em alvenarias e revestimentos. Além de causarem problemas de insalubridade e afetarem elementos estéticos, essas manifestações patológicas contribuem na degradação dos materiais contaminados (BIANCHIN, 1999).

Segundo Menezes *et al.* (2006), as regiões áridas e semiáridas possuem maior concentração de sais, o que causa a salinização dos solos. Isso se dá devido às desfavoráveis condições climáticas, como baixa precipitação, ventos contínuos, elevada evaporação e baixa infiltração, características mais presentes na região Nordeste, o que o torna bastante favorável para o desenvolvimento de problemas nas edificações. A presença de sais nos materiais utilizados na construção civil pode atingir concretos e alvenarias, pela sua deposição na área interna ou externa das construções.

Estudos realizados nas estruturas de concreto das edificações no estado do Ceará, resultou que o dano de maior predominância causado pelas manifestações patológicas no estado é a corrosão de armaduras (96,67% dos casos), como também fissuras (66,67%), infiltrações (33,33%) e desagregação (50,0%) (SILVA, L., 2011).

As residências da cidade de Jaguaruana-CE frequentemente sofrem com o surgimento de manifestações patológicas, o que pode ter contribuição dos fatores climáticos favoráveis para tais problemas. Pressupõe-se ainda que os materiais de construção, fornecidos pelos comércios locais, podem também ter sua contribuição no surgimento de patologias. Com isso, analisar as características químicas dos materiais utilizados no processo construtivo das edificações da cidade para relacioná-las com o surgimento destes problemas, torna-se indispensável. Bem como analisar as patologias que surgem ao longo da vida útil das edificações, para ampliar o conhecimento na área e procurar melhores soluções de combate.

Este trabalho é dividido em cinco capítulos. O atual capítulo aborda as considerações iniciais acerca do tema e a motivação do estudo das manifestações patológicas nas residências. O capítulo 2 compreende o embasamento teórico sobre as manifestações patológicas, assim como aquelas que mais se manifestam, os fatores climáticos que contribuem no seu surgimento e possíveis métodos de prevenção e reparo para as patologias. Em seguida, o capítulo 3 aborda os materiais e métodos utilizados nas análises visuais das patologias e nos procedimentos experimentais. O capítulo 4 expõe os resultados adquiridos e as discussões dos procedimentos e análises. E por fim, no capítulo 5, apresenta-se as considerações finais do estudo.

1.1. Objetivo Geral

Realizar um estudo das manifestações patológicas encontradas nas edificações residenciais da cidade de Jaguaruana-CE.

1.2. Objetivos Específicos

- Identificar as principais manifestações patológicas nas habitações residências.
- Analisar a Condutividade Elétrica (CE) e pH dos agregados graúdos e miúdos da construção civil disponibilizados no comércio local.
- Apresentar a influência dos insumos utilizados nas construções locais no surgimento das manifestações patológicas.
- Obter respostas quanto ao conhecimento da população acerca das patologias.

2. FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Patologia

A palavra Patologia pode ser definida como “estudo da doença”. Este termo de origem grega – a qual deriva-se das palavras *pathos*, doença, e *logos*, estudo – é utilizado em diversas áreas da ciência, variando de acordo com o ramo da atividade (SILVA, F., 2011). Comumente utilizado no ramo da Medicina, esse termo também pode ser utilizado na área da Construção Civil. A patologia das edificações é a ciência direcionada aos estudos das manifestações patológicas, como também das possíveis causas de alterações estruturais e funcionais (SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2017).

A NBR 15575 (ABNT, 2013) define manifestação patológica como sendo a “irregularidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural”.

O desenvolvimento de muitas patologias das edificações ocorre devido a problemas na construção que podem prejudicar a vida útil da edificação. A sua frequente aparição está associada a idade da construção, ao clima, aos materiais e técnicas construtivas utilizadas e ao nível de controle de qualidade aplicado nas construções (JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013).

Os problemas patológicos, de acordo com Helene (2003 apud FERREIRA; LOBÃO, 2018), podem surgir devido a algum erro ou falha cometida durante as etapas de construção e uso, divididas em cinco: planejamento, projeto, fabricação de materiais, execução e uso, porém, das etapas mencionadas, as patologias se manifestam após o início da execução e possui maior incidência na etapa de uso. Outras principais causas das patologias são deficiências de projeto e de execução, baixa qualidade dos materiais ou emprego inadequado, uso impróprio da estrutura e ausência ou inadequada manutenção (FERREIRA; LOBÃO, 2018).

Um dos problemas mais complicados de serem resolvidos na construção civil é a umidade nas edificações. Um bom dimensionamento da instalações hidráulico-sanitárias e a utilização de materiais de qualidade são maneiras que ajudam a prevenir a manifestação de patologias causadas pela umidade (PEREZ, 1985 apud PAZ *et al.*, 2016).

Conforme Verçoza (1991 apud BELON, 2019), a umidade contribui também no surgimento de outras grandes patologias, além de ser uma das mais recorrentes causas das manifestações patológicas, tais como eflorescência, ferrugens, corrosão de armaduras, mofo, bolores, manchas, e até problemas estruturais graves. Estas doenças podem ser adquiridas durante a execução da obra, pela utilização inadequada de materiais e métodos construtivos ou na elaboração do projeto, como também ao longo de sua vida (SILVA, F., 2011).

Normalmente, as edificações sofrem ação de agentes agressivos, porém, nem todos apresentam problemas patológicos, já que cada edifício possui a sua resistência característica. Aqueles que apresentam são os que não conseguem se adaptar aos agentes agressivos daquele ambiente. Esses problemas podem se manifestar de maneira mais simples, enquanto outros podem apresentar-se de forma mais complexa (LICHTENSTEIN, 1985).

A falta de manutenção pode tornar os pequenos danos, que teriam menores custos de recuperação, em problemas mais complexos de desempenho insatisfatório com ambientes nocivos, de aparência estética insatisfatória, de estruturas inseguras e de recuperação com maiores custos (GONÇALVES, 2015).

2.2. Vida Útil

Segundo a ISO 13823 (2008, tradução nossa), vida útil está definida como “o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer um de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo”. De modo geral, vida útil (VU) consiste em mensurar a duração de uma estrutura, dentro dos limites admissíveis, ao longo do seu ciclo de vida (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

Souza e Ripper (1998) também definem vida útil de um material como “período durante o qual as suas propriedades permanecem acima dos limites mínimos especificados”. Com isso, para que uma construção possua maior duração, é necessário a utilização de um conjunto de decisões e técnicas que garantam um desempenho satisfatório à estrutura, e aos materiais que a compõem, ao longo de sua vida útil. Outro conceito importante é o de vida útil de projeto (VUP) a qual, segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013), que trata sobre Edificações habitacionais – Desempenho, pode ser entendida como o período de tempo estimado para que os sistemas de um

edifício funcionem de acordo com que foram projetados, atendendo os requisitos de desempenho estabelecidos na Norma, tratando-se de uma estimativa teórica de tempo.

As manifestações patológicas quando não são devidamente tratadas, podem reduzir o tempo de vida útil das estruturas, já que afetam tanto sua resistência como a durabilidade. Dessa forma, a vida útil de uma estrutura está associada aos cuidados empregados durante o seu projeto e manutenções frequentes para a prevenção de possíveis incidências patológicas e permitir que continue sendo utilizada para os fins que foi construída (BORGES, 2008).

2.3. Durabilidade

O conceito de durabilidade está diretamente associado à vida útil e pode ser definida, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), como a “capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”.

A durabilidade está relacionada ao modo que os materiais e os elementos das estruturas se comportam, ou seja, é o resultado da interação entre os materiais e o meio ambiente. Esta interação provoca modificações nas propriedades iniciais que causa uma degradação (TEJEDOR, 2013).

Durabilidade, conforme NBR 15575 (ABNT, 2013), é a “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção”. De maneira mais simples, a durabilidade de uma estrutura está relacionada com a capacidade da estrutura conservar suas características estruturais, para atender o desempenho mínimo desejado, pelo tempo de vida útil esperado, nas situações de exposição para que foi projetada (OLIVEIRA, 2013).

2.4. Desempenho

Souza & Ripper (1998) conceituam desempenho como o comportamento individual de cada produto em serviço, ao longo da vida útil, e sua medida relativa que espelhará o desenvolvimento do trabalho nas etapas de projeto, construção e manutenção. Sendo assim, quando uma estrutura apresentar, em determinado momento, um desempenho insatisfatório não significa que ela esteja necessariamente

condenada, visto que essa é uma situação que requer intervenção técnica imediata, de forma que ainda seja possível reabilitar a estrutura.

Desempenho de uma edificação pode ser entendido como as condições mínimas de habitabilidade – como conforto, higiene, segurança, entre outras – necessárias para que uma edificação possa ser utilizada, por um ou mais indivíduos, durante um período de tempo. Esse desempenho depende das exigências do usuário, na concepção, ou dos cuidados no uso, como manutenção, assim como das condições do ambiente em que a edificação será construída, tais como temperatura, umidade, insolação, entre outros (POSSAN; DEMONILER, 2013).

A Norma de Desempenho de Edifícios (ABNT NBR 15575, 2013) consiste em estabelecer parâmetros mínimos para analisar o nível de desempenho dos sistemas construtivos, assim como das edificações habitacionais, de modo a atender as necessidades e exigências dos usuários ao longo da vida útil da habitação (MOLIN *et al*, 2016).

2.5. Fatores que influenciam no surgimento das manifestações patológicas

2.5.1. Umidade

Segundo a Civilização Engenharia (2018 apud FERREIRA; LOBÃO, 2018), os danos das manifestações patológicas causadas pela umidade são as mais encontradas nas edificações ao longo de sua vida útil. Decorrente de infiltrações de água ou por causa da formação de manchas de umidade, consiste, também, em um dos problemas mais graves e difíceis de ser corrigido.

A umidade pode surgir através de infiltrações por trincas, fissuras e deslocamento de revestimento, bem como a partir da condensação da água na superfície da estrutura, ascensão da água do solo por capilaridade ou ainda accidental. As características construtivas quanto à arquitetura, como também a ausência de uso de materiais impermeabilizantes são um dos fatores que mais contribuem para a frequente incidência desses problemas (BORGES, 2008).

Além de sua grande frequência, as patologias decorrentes da umidade estão associadas à idade da construção, aos fatores climáticos, aos materiais e técnicas construtivas empregadas como também ao nível de controle de qualidade realizado nas construções. Elas podem se manifestar de diversas formas, entre as quais se

pode citar: manchas acompanhadas ou não da formação de eflorescências ou vesículas, bolor ou mofo, fissuras e trincas (JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013).

De acordo com Souza (2008), os problemas decorrentes da umidade podem atingir diversos elementos das edificações como as paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado, entre outros. Geralmente, esses problemas não estão relacionados a uma única causa.

2.5.2. Água

Segundo Lima (2011) a água pode ter grande influência no surgimento de problemas estruturais, pois quando o vapor de água entra em contato com algumas substâncias que são lançadas na atmosfera, devido as indústrias, pode ocasionar a formação de chuva ácida que é bastante prejudicial quando entra em contato com as estruturas.

Com isso, segundo Verçosa (1991 apud BELON, 2019), a água além de ser a causa de algumas patologias, ela também age como um meio para o surgimento de grande parte das patologias que são muitas vezes mais agressivas e complexas. Algumas delas são: eflorescências, ferrugens, mofo e bolores, bolhas e destacamento de pintura e rebocos.

Em períodos de seca no Nordeste, que é muito comum, e também com a falta de acesso ao sistema de abastecimento de água tratada que muitos enfrentam, as pessoas buscam medidas individualizadas de acesso, como os poços ou cisternas, entre outros.

Diante disso, a água proveniente de poços possui elevadas concentrações de sais, em que muitos produtores utilizam essa água no processo de fabricação de produtos cerâmicos. Esse fator se agrava em períodos de seca, quando a concentração de sais solúveis destes poços é muitas vezes superior ao teor de sais da água do mar. A água também é um grande transportador de sais solúveis, onde podem estar presentes no solo e/ou nos materiais utilizados na construção civil, com isso, a sua deposição e dissolução podem dar origem ao fenômeno conhecido como eflorescência que causa degradação estética em cerâmicas e nas estruturas das edificações. (MENEZES et al., 2006).

2.5.3. Salinidade

Os solos salinizados são aqueles que apresentam maior concentração de sais solúveis, e ocorrem devido às condições climáticas desfavoráveis, como elevada evaporação, baixa infiltração, ventos contínuos e baixa precipitação, o que explica a salinização do solo em regiões áridas e semiáridas, como grande parte do Nordeste brasileiro. Os sais podem afetar as alvenarias e concretos quando presentes no solo e/ou nos materiais utilizados na construção civil, pela sua deposição na região interior ou exterior das construções (MENEZES et al., 2006).

Em regiões litorâneas, as estruturas sofrem ataques frequentes de patologias de construção, devido à grande salinidade presente na névoa marinha, mesmo não ficando em contato direto com a água do mar. Quanto mais próximo do mar, mais sais são levados a estrutura e conseqüentemente mais a chance de ocorrência de danos (OLIVEIRA JUNIOR, 2018).

Quando possui sais nos materiais de construção ou nos edifícios ela pode não só afetar esteticamente a estrutura, mas também pode ocasionar agressivas modificações. Em seu primeiro momento, ela afeta a aparência do local onde está depositada e, em segundo, pode até ocasionar degradação profunda (SOUZA, 2008). Um exemplo de degradação profunda é quando as estruturas de concreto armado se encontram em ambiente salino, pois, é um ambiente bastante prejudicial, visto que, possui cloretos, água e oxigênio suficientes para iniciar um processo corrosivo nas armaduras, assim, danificando a estrutura (GONÇALVES, 2015).

Não é possível afirmar que os sais presentes nos materiais influenciam diretamente no surgimento das manifestações patológicas, onde a maior influência é a ação de fatores climáticos. Porém, esses sais junto a outros materiais de construções e fatores climáticos podem contribuir de algum modo na formação das patologias.

2.5.4. Temperatura

Gonçalves (2015) ressalta que a variação de temperatura pode causar variações dimensionais nos materiais, como o concreto, o qual poderá impedir o movimento da estrutura causando trincas devido às elevadas tensões. Logo, o calculista estrutural deve sempre considerar as variações térmicas em seus cálculos, seguindo as normas vigentes, como a NBR 6118.

Resende, Barros e Medeiros (2001) destacam que a temperatura é um fator que causa diversos problemas em revestimentos de fachada nos edifícios, sendo capaz de provocar alterações físicas e/ou químicas nos materiais. Das alterações físicas destaca-se a variação dimensional, como dilatação ou contração, causando o surgimento de tensões que podem levar a deformação ou ruptura. Já em relação as alterações químicas, a temperatura pode atuar como catalisadora das reações químicas, diminuindo, dessa forma, a durabilidade do revestimento.

A temperatura também pode influenciar no surgimento das eflorescências, pois sua elevação aumenta a velocidade de evaporação e gera um favorecimento na solubilização dos sais (SOUZA, 2008).

2.6. Principais manifestações patológicas presentes na construção civil

2.6.1. Eflorescência

A eflorescência se forma quando há acúmulo de sais na superfície de materiais cerâmicos, resultante do transporte pela água e posterior evaporações de soluções aquosas salinizadas. Esse tipo de patologia ocasiona grandes problemas, mais de ordem estética do que estrutural, porém, como se trata de um fenômeno complexo e com reflexos econômicos, gera bastante preocupação entre fabricantes e construtores. (MENEZES et al., 2006).

Segundo Uemoto (1988 apud PAZ, 2016), quimicamente, a eflorescência (Figura 1) é formada por sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio), solúveis ou parcialmente solúveis em água. Diante disso, o elemento irá saturar, pela água da chuva ou do solo, e os sais serão dissolvidos. Após a dissolução, a solução migra para a superfície e a água sai por evaporação, deixando, na base do elemento, um depósito salino.

As florescências se dividem em dois grupos: subflorescências (criptoflorescências) e eflorescências. As subflorescências são florescências não visíveis, porque os depósitos salinos se formaram sob a superfície da peça, enquanto que nas eflorescências os depósitos salinos se formam na superfície dos produtos cerâmicos (MENEZES et al., 2006).

Esse fenômeno pode ser visível em qualquer época, porém, em épocas secas pode ser melhor visualizada na superfície dos tijolos, pois, a eflorescência se acumula por falta de umidade para sua dissolução. Nos tijolos, por serem mais porosos, pode-

se encontrar um acúmulo maior de sais cristalizados próximo à superfície das peças provocando expansão. (MORENO et al., 2010).

Figura 1 – Eflorescência



Fonte: FREIRE, 2019

2.6.2. Bolor e mofo

Segundo Gentil (2011 apud SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2017), o surgimento de fungos, devido ao aumento da umidade, contribui para o desenvolvimento de algumas manifestações patológicas, como o bolor e mofo (Figura 2). Os fungos são micro vegetais que se alimentam de materiais orgânicos e podem surgir em qualquer tipo de material, sejam eles cerâmicos, vidro, argamassa e muitos outros.

O bolor é uma alteração visível macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, devido ao desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Nas edificações, provocam a decomposição de diversos tipos de componentes, principalmente em revestimentos, ou de material orgânico sobre estes depositados (ALUCCI et al., 1988 apud ANTUNES, 2010).

O avanço desses microrganismos em revestimentos internos ou de fachada provoca modificações estéticas de tetos e paredes pela formação de manchas escuras – de cor preta, marrom e verde – ou, eventualmente, manchas claras – sendo esbranquiçadas ou amareladas (JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013).

O emboloramento, conforme Alucci et al. (1988 apud BORGES, 2008), promovido pela presença de umidade, é o fenômeno causado pelo desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Estes organismos se manifestam bem em temperaturas entre 10°C e 35°C em meios ácidos, e necessitam

de um elevado teor de umidade no material onde se desenvolvem, ou de uma umidade relativa bastante elevada no ambiente para se desenvolverem.

Figura 2 – Proliferação de mofo e bolor



Fonte: FREIRE, 2019

2.6.3. Trincas e fissuras

Trincas e fissuras (Figura 3) são problemas patológicos que surgem frequentemente nas edificações causados por diversas movimentações térmicas devido a elevadas variações de temperatura. As fissuras podem também ser causadas pelo alto calor de hidratação do cimento e seu alto consumo, alta relação água/cimento, falta ou falha na cura, entre outros (MONTEIRO et al., 2013).

As trincas, segundo Andrade e Silva (2005 apud GALDINO et al., 2016), são patologias que podem manifestar-se em paredes ou até mesmo no concreto, devido à sua resistência ao movimento natural dos corpos. Dessa forma, quanto maior a resistência, maior a tensão causada e, conseqüentemente, maior a trinca ou fissura. Esse tipo de problema pode surgir desde a fase de projetos até a fase de utilização, gerando prejuízo para a estrutura.

Já as fissuras são decorrentes da ação de tensões na estrutura, podendo ser causadas por recalque diferenciais, sobrecargas, movimentações térmicas, entre outros. Esse problema é capaz de interferir na estética do local, na funcionalidade, durabilidade e características estruturais da obra (SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2017).

De acordo com a Civilização Engenharia (2018 apud FERREIRA; LOBÃO, 2018) as fissuras são aberturas estreitas e alongadas ao longo da superfície de um material. Geralmente de gravidade superficial e menor, mas que pode evoluir para

uma trinca, que são aberturas mais profundas e acentuadas. Toda rachadura se inicia como uma fissura, logo, é importante observar se existe uma evolução do problema ao longo do tempo, ou não.

Figura 3 – Trincas e fissuras



Fonte: BRUST, 2015

2.6.4. Deslocamento de pisos e azulejos

O deslocamento de pisos e azulejos (Figura 4) ocorre devido a perda de aderência das placas cerâmicas do substrato, ou da argamassa colante, quando as tensões aplicadas ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço. Alguns dos sinais apresentados por essa manifestação é a ocorrência de um som oco nas placas cerâmicas, ou estufamento da camada de acabamento, junto com destacamento destas áreas, podendo ser imediato ou não. Geralmente ocorrem em locais com maiores tensões, como nos primeiros e últimos andares das edificações (FONTENELLE; MOURA, 2004).

Para Campante e Baía (2003 apud GROFF, 2011), além das causas supracitadas, a falta de detalhes construtivos como contravergas e juntas de canto de paredes, a utilização de argamassa colante vencida, assentamento sobre superfície contaminada, a inexperiência e negligência da mão de obra durante o serviço e a ausência de controle de qualidade dos serviços, podem ser causas para o descolamento.

Figura 4 – Deslocamento de cerâmica



Fonte: FREIRE, 2019

2.6.5. Infiltração

As infiltrações (Figura 5), além de causarem aparência desagradável, podem provocar sérios problemas para a edificação caso não sejam tratadas. Aparecem, normalmente, em pisos e paredes, pois são locais de maior contato com o solo, e podem surgir através da presença de outras patologias, como as trincas e fissuras (GALDINO et al., 2016).

Sendo considerado um dos danos mais comuns nas edificações, a infiltração, na maioria das vezes, pode ser originada pela má qualidade da instalação hidráulica, ocasionando vazamentos e, conseqüentemente, a infiltração na estrutura que se encontra em contato com o concreto. Esse problema pode ter início no momento da instalação, em que é apresentado falhas no processo, assim como durante meses ou anos de vida útil da edificação (FREIRE, 2019).

Figura 5 – Infiltração



Fonte: SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2017

2.7. Métodos de prevenção e reparo

2.7.1. Eflorescência

Segundo Uemoto (1985 apud SOUZA, 2008), o principal procedimento a ser tomado para seu reparo é a limpeza do local afetado utilizando uma escova de aço e água em abundância. Caso não seja suficiente, pode-se utilizar algum produto químico para efetuar a retirada, realizando uma análise prévia para saber qual o elemento químico mais adequado, pois poderá interferir na durabilidade do elemento construtivo. Analogamente, a NBR 7200 (ABNT, 1998) recomenda a limpeza das manchas com uma escova de aço juntamente com solução de ácido muriático (5% a 10% de concentração) e caso a eflorescência já tenha atingido grandes áreas, pode-se utilizar jateamento de areia.

2.7.2. Umidade

Para realizar um reparo para os problemas de umidade é necessário fazer uma identificação dos vazamentos e reparação e, ainda durante o projeto, planejar a implantação de materiais impermeabilizantes antes do revestimento cerâmico (PAZ *et al.*, 2016). Além disso, é possível, após a remoção do revestimento afetado, realizar uma limpeza para remoção de partículas que podem influir na aderência da nova impermeabilização. Em seguida, é realizado um novo processo impermeabilizante no substrato inferior das paredes e depois refaz-se os revestimentos das paredes. Após aguardar a completa secagem, finaliza com uma nova pintura (TORRES; SILVA, 2015).

2.7.3. Mofo e bolor

Para evitar a proliferação do fungo responsável pelo mofo é necessário manter o ambiente seco com uma circulação de ar nos cômodos, assim como evitar a ocorrência de infiltrações. Do mesmo modo, para o bolor é necessário seguir as mesmas indicações de prevenção, porém este é removido mais facilmente, conseguindo ser eliminado apenas com água, dependendo do grau que estiver (GALDINO *et al.*, 2016). A NBR 7200 (ABNT, 1998) indica realizar uma escovação da superfície com escova de cerdas duras com solução de fosfato trissódico (30g Na_3PO_4 em 1 L de água) ou com solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo), e posteriormente enxugando o local com água limpa em abundância.

2.7.4. Deslocamento de pisos e azulejos

Uma forma de dificultar a ocorrência desta patologia, seria evitar a aplicação dos revestimentos cerâmicos na etapa de construção em que o suporte ainda esteja recém executado, dificultando as retrações que podem ocasionar tensões não consideradas no projeto de revestimento cerâmico (FONTENELLE; MOURA, 2004). Para realizar o reparo de deslocamentos de placas cerâmicas, é necessário remover o revestimento existente, reparar o local de modo a impedir entrada de umidade, realizar a remoção das partículas soltas e microrganismos para a recuperação do substrato e aplicar o novo revestimento (TORRES; SILVA, 2015).

2.7.5. Trincas e fissuras

Segundo Torres & Silva (2015), os procedimentos a serem tomados quanto ao reparo das fissuras é, primeiramente, realizar a remoção do revestimento não aderente ao longo da fissura, assim como vegetação e resíduos biológicos presentes. Efetuar a abertura da junta em forma de v ao longo de toda fissura, com largura superior a 150 mm e realizar a selagem da fenda com mastique de poliuretano. E por último, aplicar argamassa de reparação com uso de tela e após a secagem, fazer a aplicação de um novo revestimento em argamassa e pintura.

2.8. Condutividade Elétrica – CE

O método que verifica a capacidade da análise de conduzir uma corrente elétrica é denominado de condutimetria. A condução de corrente elétrica depende da natureza e da concentração de diversos elementos químicos presentes na solução, a qual são responsáveis por determinar a capacidade de transporte de carga que essa solução apresenta (OLIVEIRA JUNIOR, 2018).

Visto que uma solução salina possui a propriedade de conduzir corrente elétrica e que os sais podem se dissociar em cátions e ânions, é possível estimá-los a partir da medida da corrente elétrica. Diante disso, a condutividade elétrica (CE) indica a concentração de sais em uma solução e fornece parâmetros para a estimativa da salinidade do substrato de um material qualquer, e sua medição se dá por meio de um aparelho denominado condutivímetro (FERNANDES, 2010).

O Manual de Métodos de Análise de Solo, desenvolvido pela EMBRAPA, dispõe do procedimento comumente utilizado para o ensaio de condutividade elétrica, realizando a medição da salinidade a partir da condutividade do extrato de saturação solo-água. Sendo assim, quanto maior o indicativo de sais em uma solução, maior será a capacidade de conduzir corrente elétrica.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros de estudos realizados por Cavins *et al.* (2000 in GRUSZYNSKI, 2002 apud FERNANDES, 2010), que pode ser utilizada para a classificação de valores da condutividade elétrica em relação ao teor de sais presentes em uma determinada solução.

Tabela 1 – Classificação de valores da condutividade elétrica – CE

Extrato saturado*	CE
0,0 a 0,75	Muito baixa
0,76 a 2,0	Baixa
2,0 a 3,5	Normal
3,5 a 5,0	Alta
5,0 a 6,0	Muito Alta
> 6,0	Extrema

Fonte: Adaptado de Cavins *et al.* (2000 in GRUSZYNSKI, 2002 apud FERNANDES, 2010)

* expressa em dSm^{-1} a 25°C

2.9. Potencial Hidrogeniônico – pH

Conforme Tomé (1997 apud FERNANDES, 2010), o potencial hidrogeniônico, ou pH, é um índice que indica se uma solução é ácida, neutra ou alcalina. A determinação do pH pode ser realizada de duas formas: em água e em solução normal de cloreto de potássio. Na escala de pH, quando uma solução ensaiada apresenta pH igual a 7, esta solução é considerada neutra. Já quando apresentam valores menores que 7 indica uma solução ácida e valores acima de 7 indica uma solução alcalina, como apresentado na Tabela 2, sendo que quanto mais próximo de 0, mais ácida é a solução, e quando mais próxima de 14, mais alcalina a solução é.

Tabela 2 – Escala de pH

pH	Solução
0 a 7	Ácido
7	Neutro
8 a 14	Alcalino

Fonte: O autor (2021)

O pH do solo é influenciado pelos materiais de origem, deste modo, solos desenvolvidos de rochas ou de material de origem básica geralmente possuem valores de pH mais altos do que aqueles formados de rochas ácidas, como o granito. Outro fator importante que exerce influência no pH do solo são as precipitações, visto que solos formados sob condições de alta pluviosidade são mais ácidos do que aqueles formados sob condições áridas (LOPES, 1998).

Locais com pH ácido não influenciam a liberação de cátions trocáveis, com isso a probabilidade da manifestação de patologias em locais ácidos é menor, o que dificulta a ocorrência de reações químicas envolvendo os sais solúveis. Regiões alcalinas possuem mais facilidade para a ocorrência de manifestações patológicas, devido a liberação de cátions e presença de sais solúveis (BEZERRA, 2013 apud SOUZA *et al.*, 2020).

O Manual de Métodos de Análise de Solo, desenvolvido pela EMBRAPA, dispõe do procedimento comumente utilizado para o ensaio de pH, realizando a medição do potencial hidrogeniônico de uma solução a partir da solução água-solo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local da pesquisa

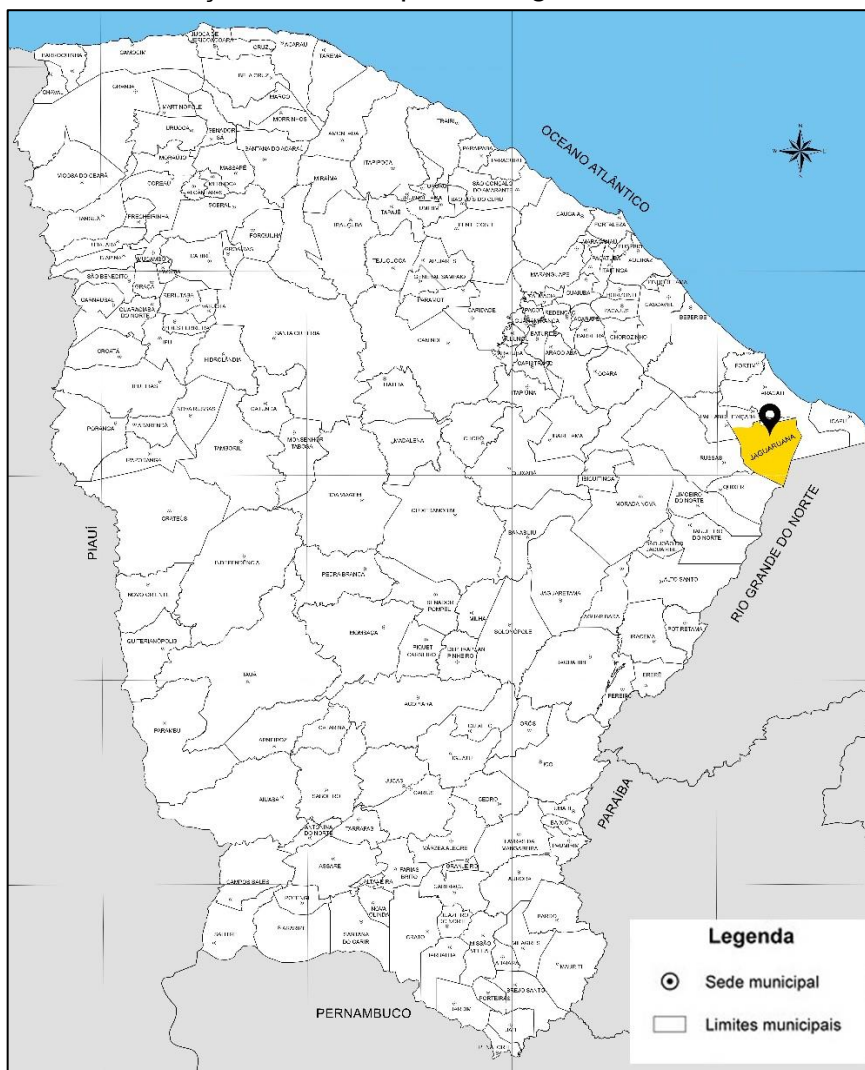
O presente trabalho foi desenvolvido no município de Jaguaruana-CE (Figura 6), no estado do Ceará, localizado na Mesorregião do Jaguaribe, a 183 km da capital Fortaleza-CE (Figura 7). Encontra-se próximo a região litorânea do estado e apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) médio de 0,624 (IBGE, 2010). Geograficamente, possui área territorial de 854,362 km² (IBGE, 2020), com uma população estimada de 33.834 habitantes (IBGE, 2020) e densidade demográfica de 37,16 hab/km² (IBGE, 2010), e possui um clima quente e semiárido.

Figura 6 – Mapa da cidade de Jaguaruana-CE



Fonte: Google Earth (2021)

Figura 7 – Localização do município de Jaguaruana no estado do Ceará



Fonte: Adaptado de IPECE (2019)

3.2. Coleta de dados

Esta pesquisa foi separada em quatro etapas: embasamento teórico, aplicação de questionário e registro fotográfico, coleta de amostras e análise química das amostras. Primeiramente ocorreu a realização de pesquisas bibliográficas acerca do assunto, para se obter melhor embasamento, sendo fundamental para a elaboração deste trabalho. Em seguida, foi realizado um estudo de caso, que ocorreu por meio de aplicação de questionário e análise de registros fotográficos, para identificação das manifestações patológicas nas edificações residenciais, quais as mais incidentes e os possíveis fatores que contribuem para o seu surgimento.

O local do estudo foi na área urbana do município de Jaguaruana-CE, em 30 residências, para a identificação visual por meio de registros fotográficos, enviados

pelos proprietários, das manifestações patológicas presentes nas moradias. Como também para a aplicação de questionário (apêndice), via *Google Forms*, com a finalidade de coletar informações e analisar o nível de conhecimento da população acerca das manifestações patológicas encontradas nas habitações e sobre os danos causados.

Os bairros estudados foram: Centro, Juazeiro e Alto, que são caracterizados, respectivamente, como: bairro que detém mais atenção e investimentos do poder público, de classe média predominante, com várias áreas comerciais e grande quantidade de residências com tempo de vida maior; bairro localizado no sul da cidade, de classe média a alta predominante, possuindo edificações com tempo de vida variado entre maior e menor; e bairro localizado no norte da cidade, de classe baixa a média predominante, que possui pouca atenção do poder público.

Além disso, realizou-se a coleta de amostras de agregados graúdos e miúdos nas lojas de materiais de construção disponíveis na cidade, que fornecem os insumos para as construções locais, como também blocos cerâmicos e telhas que são produzidas em uma das cerâmicas da cidade, para análise no Laboratório localizado no Departamento de Engenharia Civil, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA *campus* Caraúbas.

3.3. Caracterização da pesquisa

O presente estudo se caracteriza quanto aos seus objetivos como uma pesquisa de caráter descritivo, visto que este identifica e descreve o fenômeno denominado de manifestações patológicas, como também analisa os tipos e quais são os mais incidentes nas residências. Além desta, esta pesquisa também possui o caráter explicativo, pois avalia os fatores que podem contribuir para o surgimento destes problemas.

Quanto aos procedimentos técnicos adotados para a realização deste estudo, classifica-se esta pesquisa de natureza laboratorial, pois analisa os parâmetros de pH e condutividade elétrica dos materiais de construção civil, que são disponibilizados nos comércios locais, visando relacionar com o surgimento das manifestações patológicas nas residências. Nesse sentido, a abordagem dos dados coletados classifica-se de maneira qualitativa e quantitativa.

3.4. Parâmetros analisados

Os parâmetros analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE). Os métodos utilizados nas análises laboratoriais de agregados graúdos, agregados miúdos e cerâmicas, seguiram às normas adotadas pelo Manual da EMBRAPA (2017).

3.5. Insumos analisados

Os insumos da construção civil utilizados como amostra para análises laboratoriais de pH e condutividade elétrica foram: areias de rio (Figura 8a/c), areia de terreno (Figura 8b), telha cerâmica (Figura 9a), bloco cerâmico estrutural (Figura 9b), bloco cerâmico de vedação (Figura 9c), tijolo cerâmico maciço (Figura 9d), brita-1 (Figura 10a), brita cascalho (Figura 10b) e argilas (Figura 11). Os materiais cerâmicos e uma das argilas (Figura 11b) foram coletadas em uma cerâmica da cidade de Jaguaruana-CE. Logo, as areias, cascalho, brita-1 e os outros dois tipos de argilas foram coletados de comércios da cidade. A origem dos agregados graúdos e das argilas vendidos nas lojas de construção civil são de origem desconhecida, já as areias são provenientes de rios e terrenos da cidade.

Figura 8 – Agregados miúdos



Fonte: O autor (2021)

Figura 9 – Materiais cerâmicos



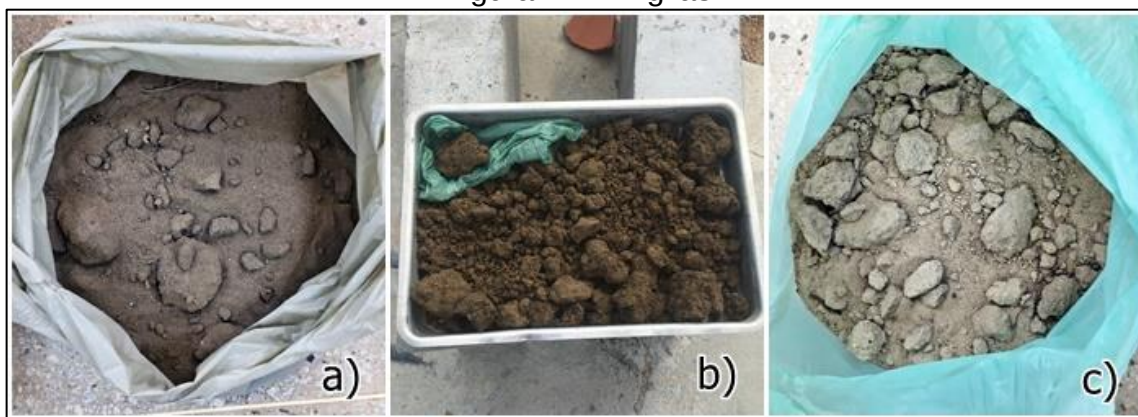
Fonte: O autor (2021)

Figura 10 – Agregados graúdos



Fonte: O autor (2021)

Figura 11 – Argilas



Fonte: O autor (2021)

3.6. Equipamentos e materiais utilizados

Para a preparação das amostras foram utilizados equipamento de trituração Los Angeles, almofariz, peneira de 2 mm e 500 μ m, agitador de peneiras, recipientes plásticos com tampa de 500 ml e balança de precisão.

Para a realização do ensaio de pH foram utilizados bastão de vidro, copo plástico de 150 ml, béquer de plástico de 100 ml, balança analítica, água destilada, soluções-padrão de pH, eletrodo de pH combinado de vidro com medidor multiparâmetro AK88, proveta de 50 ml e as amostras.

Para o ensaio de condutividade elétrica foram utilizados béqueres de vidro de 250 ml, balança de precisão, água destilada, proveta de 25 ml, espátula de aço inoxidável, funil de buckner, kitasato de 500 ml, bomba de vácuo, papel filtro, copos plásticos de 150 ml, eletrodo de condutividade com medidor multiparâmetro AK88 e as amostras.

3.7. Preparação das amostras

Para a realização dos ensaios, a amostra da argila provinda da cerâmica (Figura 6b) passou pelo processo de secagem ao ar livre, pois estava úmida, por cerca de quatro horas ou até ficar seca. Os materiais cerâmicos, como tijolos e telha, foram previamente quebrados com auxílio de um martelo e posteriormente, assim como as britas, passaram pelo processo de trituração na máquina de abrasão Los Angeles. Já as argilas e areias passaram pelo processo de destorroamento com o auxílio de um almofariz.

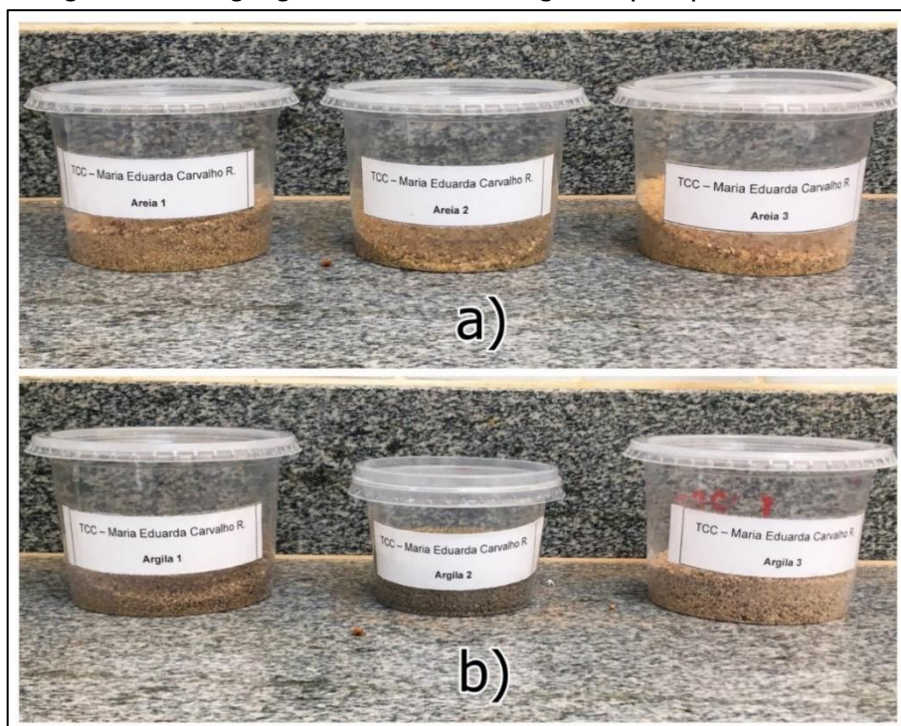
Foram pesadas em torno de 1000 g de cada amostra para serem peneiradas nas malhas de 2,0 mm e 500 μ m com auxílio do agitador de peneiras (Figura 12) por cerca de quatro minutos, para reduzir sua granulometria e retirar algumas impurezas, utilizando o que ficava contido na malha de 500 μ m, uma vez que o material contido na malha de 2,0 mm não era suficiente. Após isso, foram pesados em torno de 100 g a 200 g de cada uma das amostras na balança de precisão e armazenados em recipientes plásticos etiquetados com tampa (Figura 13 e Figura 14).

Figura 12 – Peneira e agitador de peneiras.



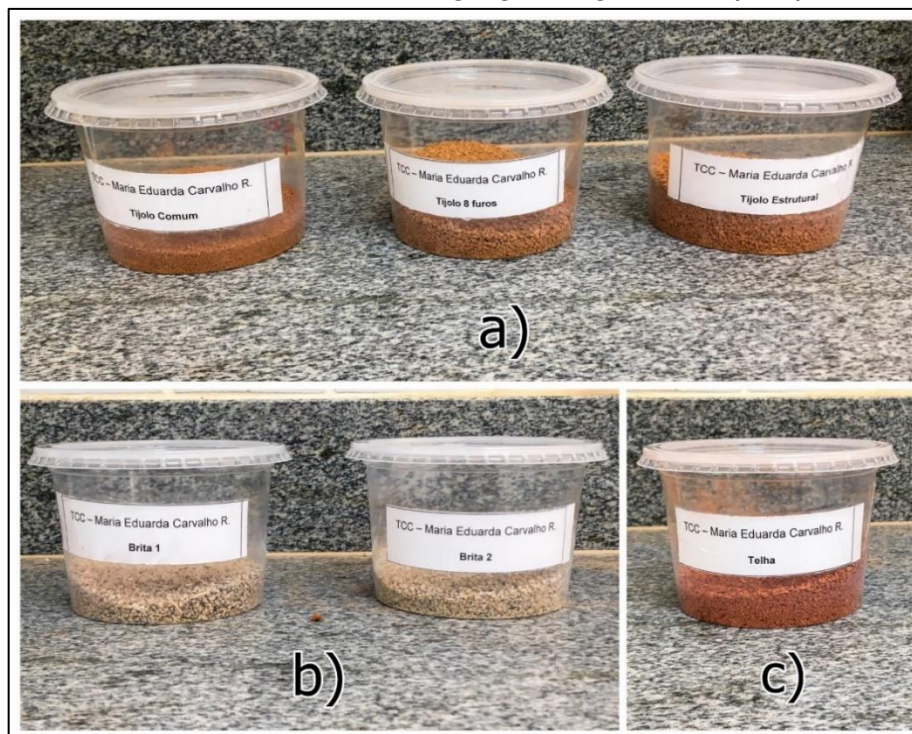
Fonte: O autor (2021)

Figura 13 – Agregados miúdos e argilas após peneiramento



Fonte: O autor (2021)

Figura 14 – Materiais cerâmicos e agregados graúdos após peneiramento



Fonte: O autor (2021)

3.8. Ensaio de pH

3.8.1. Procedimento experimental

Para a determinação do pH das amostras, foi preparada uma solução água-solo, no qual pesou-se 10 g de cada uma das amostras em uma balança analítica e em seguida colocados em béqueres de plásticos de 100 ml e copos de plásticos de 150 ml. Adicionou-se 25 ml de água destilada, em cada 10g de amostra, e com o auxílio de um bastão de vidro agita-se cada solução por cerca de 60s, posteriormente deixando-os em repouso por uma hora (Figura 15).

Figura 15 – Extração da solução para determinação de pH



Fonte: O autor (2021)

Após o período de uma hora em repouso, primeiramente foi realizado a calibração do equipamento em soluções-padrão de pH, após isso, mergulha-se em cada solução o eletrodo de pH combinado de vidro com medidor multiparâmetro AK88, realizando a leitura do pH. A cada leitura realizada, o eletrodo combinado foi lavado com água destilada duas vezes e a cada 20 leituras realizou uma nova calibragem do equipamento para evitar interferência nos resultados. Este procedimento foi realizado quatro vezes para todas as amostras seguindo o Manual do EMBRAPA (2017).

3.9. Ensaio de condutividade elétrica

3.9.1. Preparo da pasta de saturação

Para o ensaio de condutividade elétrica (CE), foi preparada a pasta de saturação, pesando-se 100 g de cada uma das amostras em uma balança de precisão e colocando-as em béqueres de vidro de 250 ml, em seguida foi adicionado, inicialmente, 15 ml de água destilada em cada béquer que continha materiais arenosos e 25 ml para os demais, amassando a amostra com uma espátula de aço inoxidável. Continuou-se adicionando água destilada até que as amostras (Figura 16) apresentassem um aspecto brilhante ou espelhante, ou quando uma pequena

quantidade de água adicionada não fosse mais absorvida pela massa de solo, posteriormente deixando-as em repouso durante 4 horas.

Figura 16 – Pasta de saturação



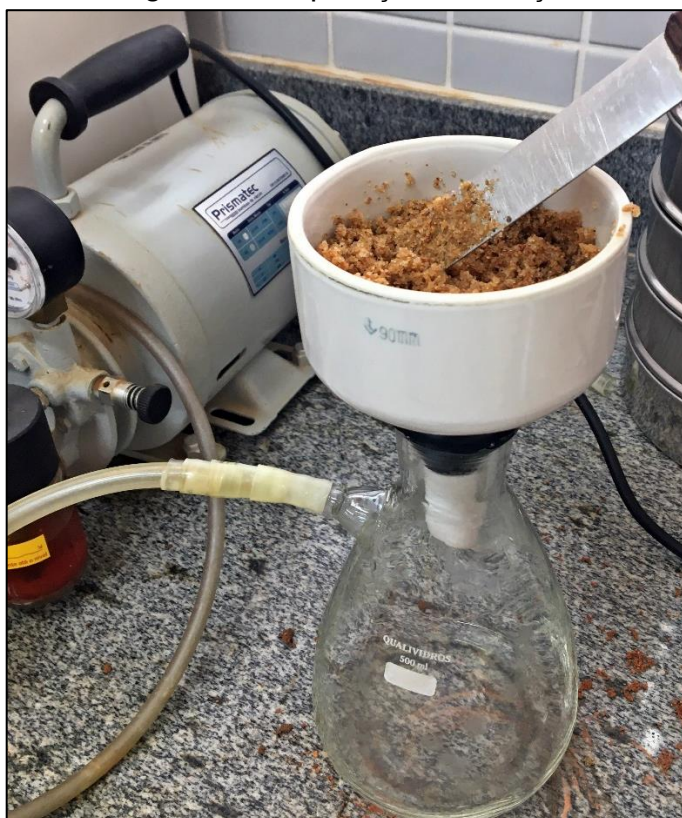
Fonte: O autor (2021)

Após as quatro horas de descanso foi analisado se a quantidade de extrato presente na solução seria suficiente para realizar os ensaios, aquelas que se encontravam com pouca quantidade foi adicionado mais água e deixando-as descansar por uma noite, para as demais foi realizado o ensaio.

3.9.2. Procedimento experimental

Após observar o aspecto apresentado pelas amostras, o substrato saturado foi transferido para um funil de Buckner contendo papel filtro e adaptado a um kitasato de 500 ml para aplicação de sucção com uso de bomba de vácuo (Figura 17), amassando e mexendo o substrato saturado para facilitar na remoção do extrato.

Figura 17 – Aplicação de sucção



Fonte: O autor (2021)

O extrato filtrado de cada uma das amostras foi transferido para copos plásticos de 150 ml (Figura 18), em seguida, foi realizada a leitura das suas respectivas condutividades elétricas mergulhando o eletrodo de condutividade no extrato (Figura 19). A cada leitura realizada, a célula do eletrodo de condutividade foi lavada com água destilada duas vezes para evitar interferência nos resultados. Este procedimento foi realizado em todas as amostras seguindo o Manual do EMBRAPA (2017).

Figura 18 – Extrato armazenados em copos plásticos



Fonte: O autor (2021)

Figura 19 – Leitura da condutividade elétrica



Fonte: O autor (2021)

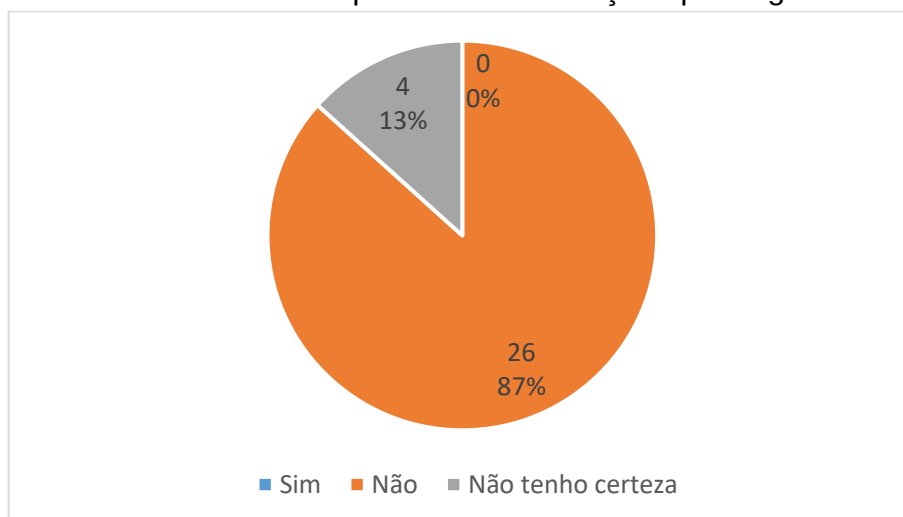
As leituras foram obtidas em $\mu\text{S}/\text{cm}$, porém, serão expressas em mS/cm , visto que os dados utilizados para comparação são apresentados em dS/m , logo, $1000 \mu\text{S}/\text{cm} = 1 \text{ mS}/\text{cm}$ e $1 \text{ mS}/\text{cm} = 1 \text{ dS}/\text{m}$. A Tabela 1 foi utilizada para auxiliar na classificação quanto ao teor de sais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Aplicação do questionário a sociedade

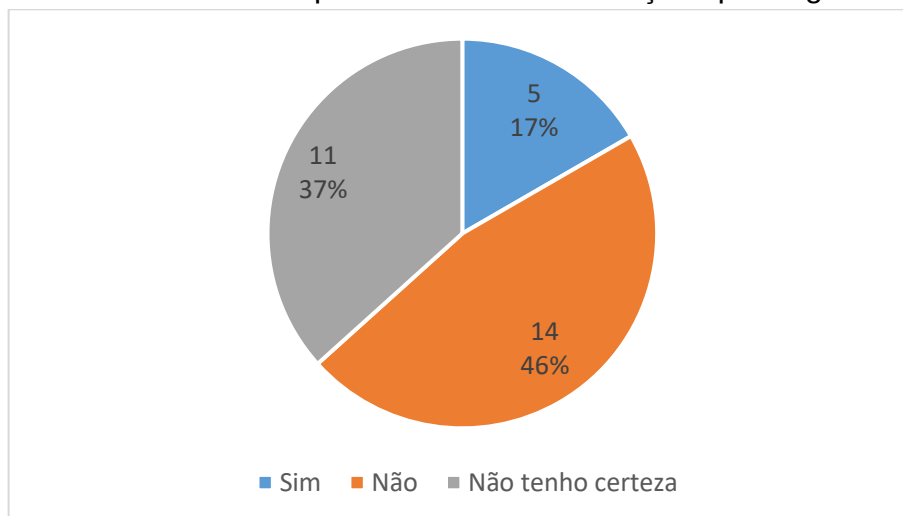
Os Gráficos 1 e 2 apresentam as respostas da população sobre o conhecimento acerca das manifestações patológicas. Entre os 30 entrevistados, cerca de 87% afirmaram não saber o que são as manifestações patológicas e 13% não possuem certeza (Gráfico 1). Já em relação ao surgimento das patologias, apenas 17% afirmaram ter conhecimento, enquanto a maioria (46 %) não sabem como surgem e 37% não possuem certeza (Gráfico 2).

Gráfico 1 – Sabe o que são manifestações patológicas?



Fonte: O autor (2020)

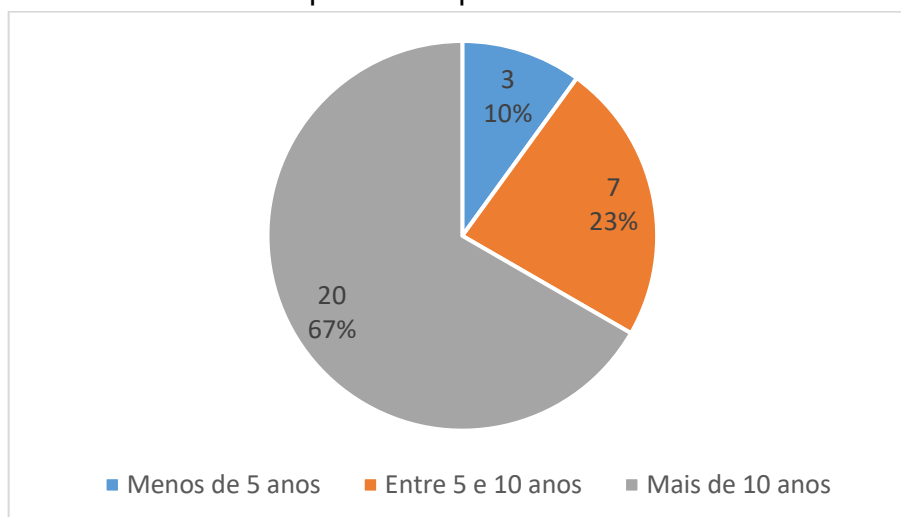
Gráfico 2 – Sabe o que causa as manifestações patológicas?



Fonte: O autor (2020)

Em relação ao tempo que os moradores residem em suas casas, cerca de 67% dos entrevistados já moram em sua habitação a mais de 10 anos, já 23% residem entre 5 e 10 anos e apenas 10% residem a menos de 5 anos em sua habitação (Gráfico 3), logo, grande parte dessas residências possui seu tempo de vida maior. Dessa forma, é importante analisar os gráficos contendo as perguntas 4, 5 e 6.

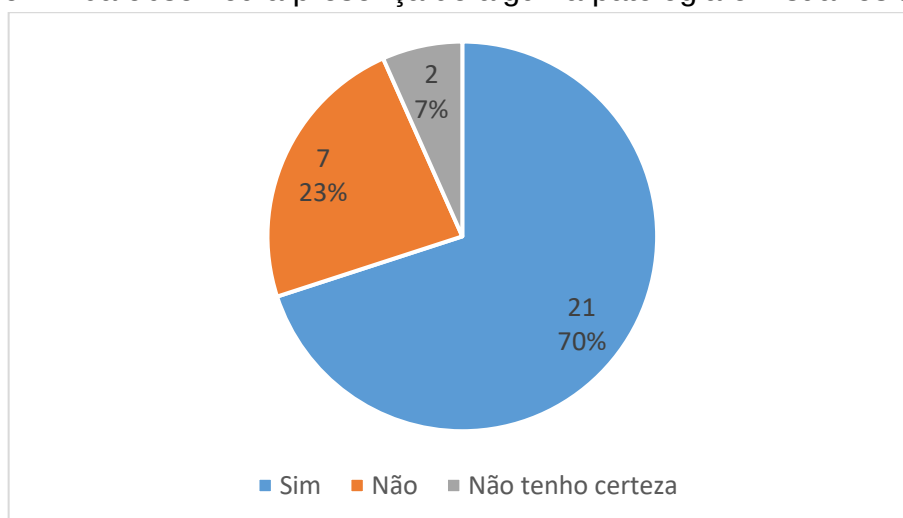
Gráfico 3 – Há quanto tempo mora nessa residência?



Fonte: O autor (2020)

A questão 4 buscou saber se os moradores já observaram a presença de alguma manifestação patológica em sua residência, onde a maioria dos entrevistados (70%) já observaram a presença de alguma patologia em sua residência. Mesmo que 23% dos entrevistados não tenham observado a presença de manifestação patológica e 7% não possuam certeza, por meio dos registros fotográficos, foi possível observar que todas as 30 residências apresentavam a manifestação de alguma patologia.

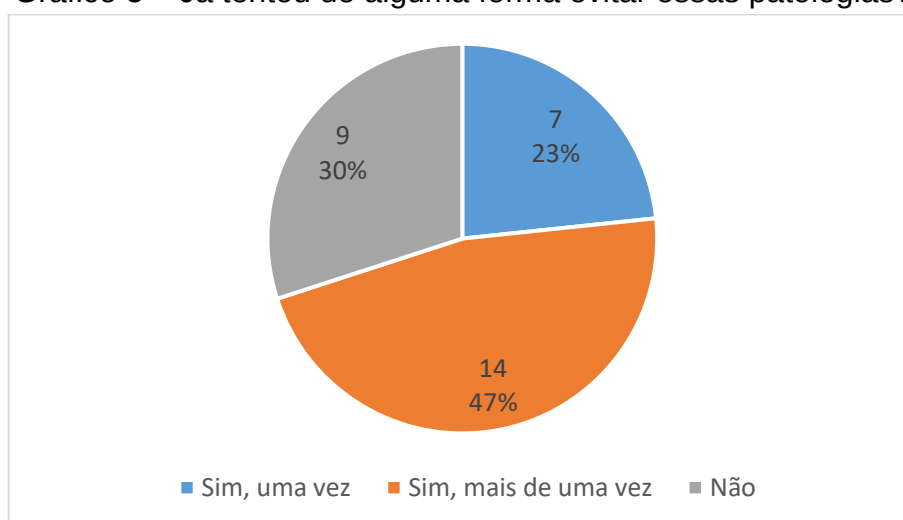
Gráfico 4 – Já observou a presença de alguma patologia em sua residência?



Fonte: O autor (2020)

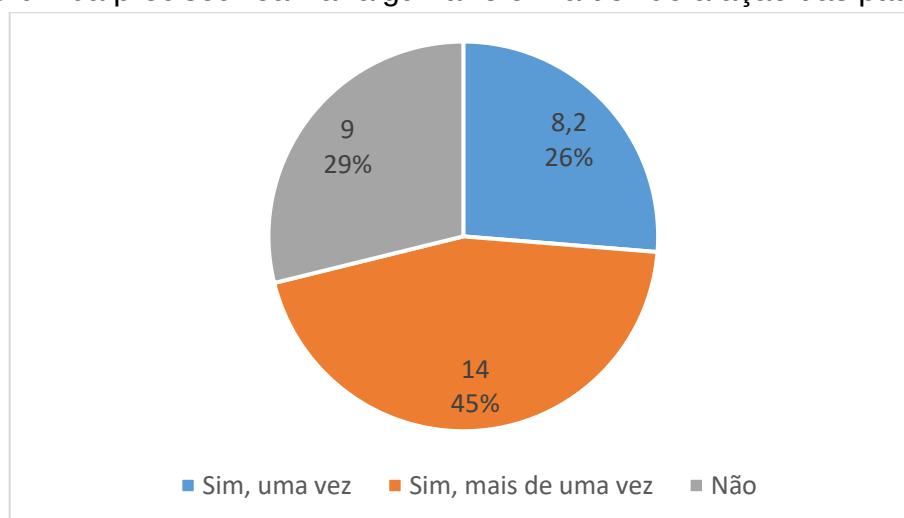
Com isso, pode-se observar que muitas pessoas já tentaram algum método preventivo (Gráfico 5) e/ou realizaram algumas reformas (Gráfico 6) em suas residências, buscando de alguma forma evitar ou retardar, uma ou mais, manifestações patológicas.

Gráfico 5 – Já tentou de alguma forma evitar essas patologias?



Fonte: O autor (2020)

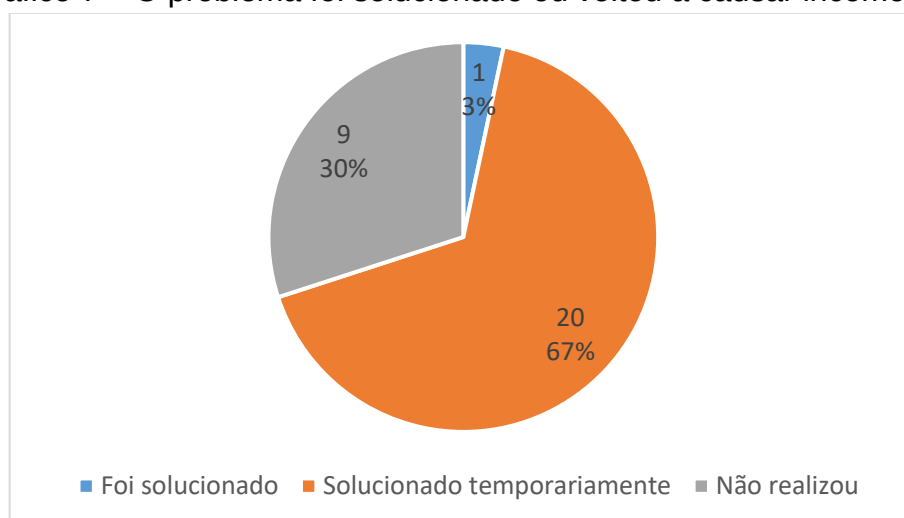
Gráfico 6 – Já precisou realizar alguma reforma devido a ação das patologias?



Fonte: O autor (2020)

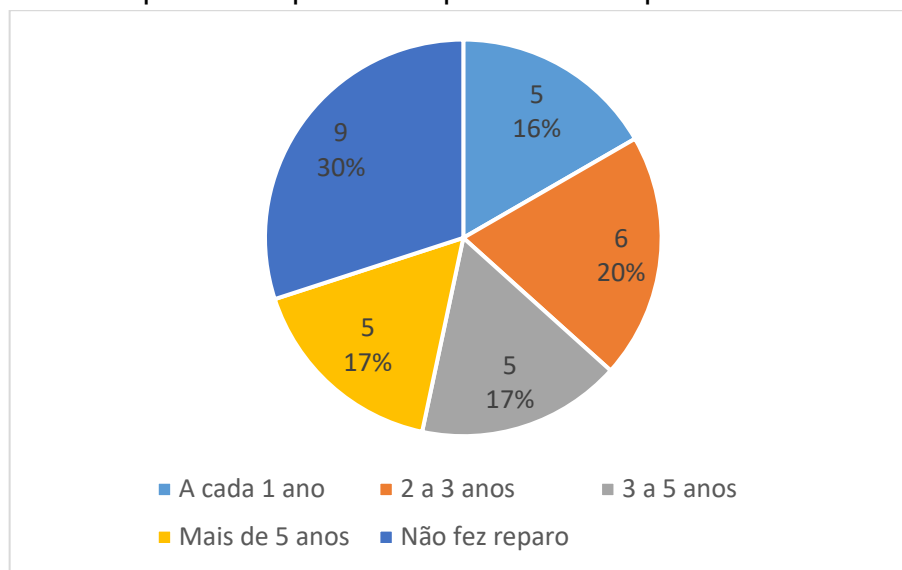
Entre aqueles que já realizaram algum método preventivo, em apenas um caso o problema foi solucionado (Gráfico 7), visto que os danos causados por algumas manifestações patológicas possuem uma certa dificuldade para serem combatidas. Já entre aqueles que tentaram alguma ação preventiva e os problemas não foram solucionados, 20% costumam realizar algum reparo em sua residência em um intervalo de 2 a 3 anos (Gráfico 8).

Gráfico 7 – O problema foi solucionado ou voltou a causar incomodo?



Fonte: O autor (2020).

Gráfico 8 – De quanto tempo em tempo você faz reparos em sua residência?



Fonte: O autor (2020)

4.2. Análise visual

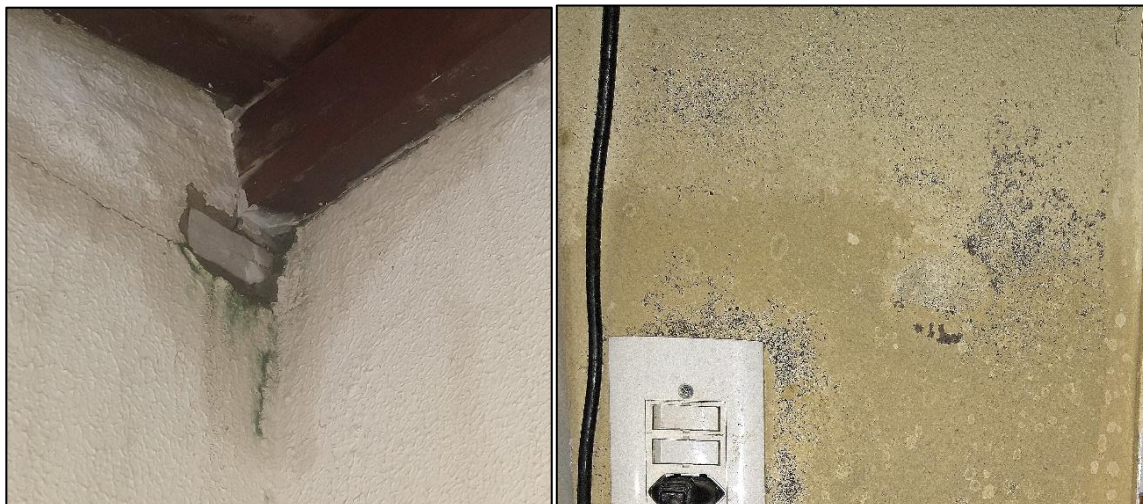
A análise visual das manifestações patológicas nas edificações residenciais ocorreu por meio de registros fotográficos. Dessa forma, observou-se que entre as 30 residências analisadas todas apresentaram a ocorrência de alguma manifestação patológica, havendo variação na quantidade de problemas por residência. As manifestações patológicas mais incidentes são as eflorescências (Figura 20), assim como as infiltrações (Figura 21), geralmente presentes em paredes, o que contribui para o surgimento de diversos outros problemas patológicos ou até mesmo agravar aqueles já existentes.

Figura 20 – Manifestações de salitre



Fonte: O autor (2020)

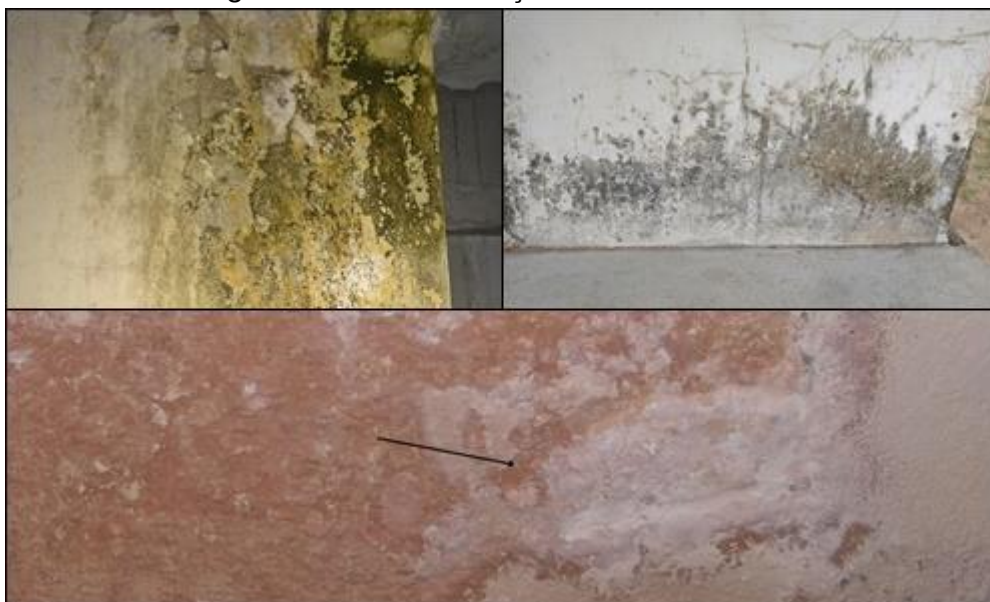
Figura 21 – Infiltrações em paredes



Fonte: O autor (2020)

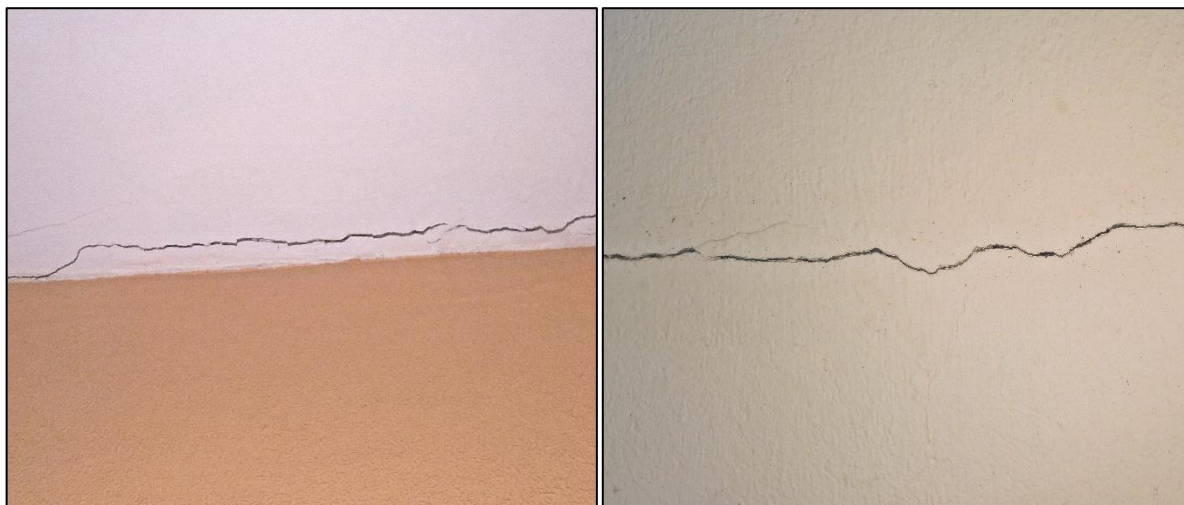
Outro problema comumente encontrado nas residências são as manchas oriundas dos bolores e mofos (Figura 22), geralmente manifestados em fachadas e/ou em locais com exposição a precipitações, apresentando uma coloração esverdeada e cinzenta. Diversas outras manifestações foram observadas como trincas em tetos e paredes (Figura 23).

Figura 22 – Manifestações do mofo e bolor



Fonte: O autor (2020)

Figura 23 – Trincas



Fonte: O autor (2020)

Outras manifestações patológicas foram encontradas com menor frequência, como deslocamentos de piso (Figura 24), a criptoflorescência (Figura 25) fissuras (Figura 26) e rachaduras (figura 27), geralmente em paredes, e descascamento de parede (Figura 28).

Figura 24 – Deslocamento de piso



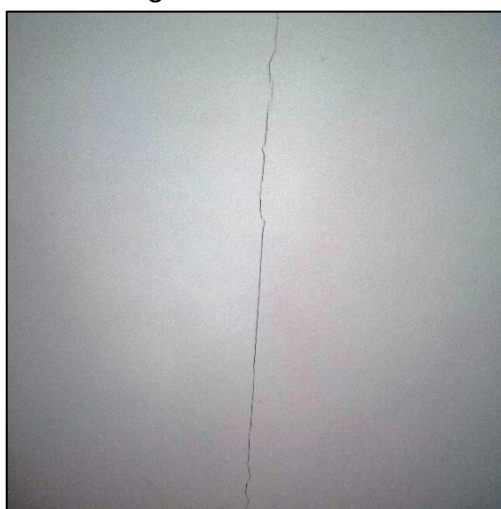
Fonte: O autor (2020)

Figura 25 – Criptoflorescências



Fonte: O autor (2020)

Figura 26 – Fissura



Fonte: O autor (2020)

Figura 27 – Rachaduras



Fonte: O autor (2020)

Figura 28 – Descascamento de parede



Fonte: O autor (2020)

Considerando que as análises e reconhecimento das patologias encontradas ocorreu por meio de registros fotográficos, não é possível afirmar de fato o que causou cada problema, já que para isso é preciso realizar estudos mais específicos e aprofundados. Diante disso, pode-se apenas caracterizar e apresentar os possíveis agentes causadores para o surgimento de tais problemas.

De acordo com o que foi estudado no decorrer desta pesquisa, a umidade é um dos problemas que mais surge nas edificações, podendo ser proveniente de água das precipitações ou de vazamentos, sendo capaz de provocar diversas manifestações patológicas, como infiltrações (Figura 21), manchas de umidade, proliferação de fungos (Figura 22). As infiltrações podem surgir, também, devido a presença de outras patologias, como as fissuras e trincas, e podem provocar sérios problemas para as edificações caso não sejam tratadas adequadamente.

O descascamento de parede (Figura 28), surgimento de manchas e, principalmente, as eflorescências (Figura 20) e as criptoflorescências (Figura 25), assim como as patologias supracitadas, são problemas provocadas pela presença de umidade, sendo principalmente devido a infiltrações por capilaridade, já que a presença de água ajuda no transporte de sais presentes nos materiais. A manifestação destes problemas também pode ser devido à falta de uso de materiais impermeabilizantes e a idade da construção.

O deslocamento de pisos e azulejos (Figura 24), além de serem provocados devido a presença de umidade, surgem, principalmente, devido a perda de aderência

das placas cerâmicas com o substrato ou argamassa colante. Também pode estar vinculado ao uso de materiais de baixa qualidade, inexperiência e negligência da mão de obra e ausência de controle de qualidade dos serviços.

Em relação as fissuras (Figura 26), trincas (Figura 23) e rachaduras (Figura 27) encontradas nas residências analisadas, podem estar associadas ao preparo inadequado do concreto, devido à alta relação água/cimento, falta ou falha na cura e alto calor de hidratação. A ação de tensões na estrutura, recalques diferenciais, sobrecargas e movimentações térmicas, também podem provocar o surgimento destes problemas. As rachaduras encontradas podem ter evoluído a partir da presença de uma trinca, que evoluiu a partir de uma fissura.

4.3. Análise dos parâmetros pH e CE

Os valores expressos na Tabela 2 foram obtidos através dos ensaios de pH e CE, efetivados em 12 amostras, a partir dos extratos saturados da solução água-solo preparados de acordo com 3.7.1 e 3.8.1 e com o auxílio do medidor multiparâmetro e os eletrodos de pH e condutividade elétrica, de acordo com a metodologia adotada neste trabalho. Para o ensaio de CE o extrato de saturação foi obtido através da extração a vácuo da pasta saturada como previsto no item 3.8.2 deste trabalho. O ensaio de pH foi realizado com quatro repetições, de modo a obter uma média das leituras, para maior precisão nos resultados.

A tabela 3 é organizada por tipo de material, sendo eles: agregados miúdos, agregados graúdos, materiais cerâmicos e argilas. Os materiais cerâmicos e sua matéria prima (argila cerâmica) foram coletados de uma cerâmica da cidade, já os demais materiais foram coletados de comércios de materiais de construção da cidade. A temperatura de todas as amostras aferidas foi de aproximadamente 25 °C.

Como referência para interpretação dos dados da CE utilizou-se a Tabela 1, segundo Cavins *et al.* (2000 in GRUSZYNSKI, 2002 apud FERNANDES, 2010), e para a interpretação dos dados de pH utilizou-se a Tabela 2, para relacionar os parâmetros com os resultados das análises (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados de pH e CE das amostras de insumos

Amostras*	pH₁	pH₂	pH₃	pH₄	pH_{médio}	CE (mS/cm)
Agregados miúdos						
Areia Terreno	7,41	7,38	7,37	7,61	7,442	0,286
Areia Rio 1	7,38	7,37	7,34	7,31	7,350	0,292
Areia Rio 2	8,23	8,01	8,02	7,97	8,057	0,256
Agregados graúdos						
Brita 1	7,70	8,03	8,13	8,46	8,080	0,541
Cascalho	7,93	8,09	8,02	8,37	8,102	0,346
Materiais Cerâmicos						
Telha	9,39	9,04	9,22	8,81	9,115	0,710
Tijolo Estrutural	9,59	8,71	8,18	7,96	8,610	0,917
Tijolo Vedação	8,18	7,99	9,21	8,19	8,392	0,867
Tijolo Comum	7,20	6,93	6,58	6,68	6,847	3,43
Argilas						
Argila Cerâmica	8,36	8,23	8,19	8,28	8,265	1,450
Argila 1	6,30	6,46	6,87	6,83	6,615	0,375
Argila 2	6,68	6,43	6,20	6,33	6,410	0,290

Fonte: O autor (2021). *pH₁ é o resultado da primeira leitura, pH₂ o da segunda leitura, pH₃ é o resultado da terceira leitura, pH₄ é o resultado da quarta leitura e pH_{médio} é a média aritmética dos quatro resultados.

De acordo com os dados obtidos foi possível constatar que o tijolo comum e as argilas vendidas nas lojas (Argila 1 e Argila 2) são os únicos que apresentaram pH ácidos, já que possuem valor de pH menor que 7,0. A areia extraída de terreno (Areia Terreno) e uma das areias lavadas (Areia Rio 2) apresentaram pH neutro, já que possuem valor de pH em 7,0, e os demais mostraram ser alcalinos, pois apresentam valor de pH maior que 7,0, sendo a telha considerada o material mais alcalino e a argila 2 sendo a mais ácida entre os materiais analisados.

Conforme com o que foi estudado nesta pesquisa, a alcalinidade se faz mais presente em locais com baixas precipitações, o que é normal em regiões semiáridas, como o município estudado, logo, é comum que o pH esteja acima de 7,0, apesar de que as argilas (1 e 2) e o tijolo comum tenham apresentado pH ácido. Os locais com pH ácido não apresentam muitas chances para o surgimento de algumas

manifestações patológicas, sendo mais suscetíveis em locais com pH alcalino, devido a liberação de cátions e presença de sais solúveis. Com isso, estes materiais que apresentaram pH ácido, podem dificultar o surgimento de alguns problemas, mas podem contribuir para a proliferação de fungos, já que estes se manifestam bem em meios ácidos, dependendo também da temperatura e da umidade do local.

Em relação a condutividade elétrica, o material que apresentou maior índice de CE foi o tijolo comum, apresentando uma condutividade normal, já que sua CE se encontra entre 2,0 e 3,5. Já o tijolo estrutural, tijolo de vedação e argila extraída da cerâmica (Argila Cerâmica) apresentaram baixa condutividade, pois suas CE se encontram entre 0,76 e 2,0, e os demais materiais apresentaram condutividade muito baixa, já que suas CE estão abaixo de 0,75. Mesmo apresentando baixa condutividade, muitas das eflorescências surgem em tijolos de vedação, devido a sua porosidade, comumente usados nas edificações, logo, seus valores não devem ser desconsiderados, visto que esse material combinado com outros fatores e/ou materiais podem influenciar no aparecimento das manifestações patológicas.

Conforme a bibliografia estudada, a condutividade elétrica apresentada nos materiais cerâmicos, mesmo que em menor quantidade na maioria dos casos, podem ter influência do seu local de secagem, da utilização de água de poço, forma de armazenamento e da proximidade da cidade com o litoral do estado, devido a presença de salinidade no ambiente. Logo, estes fatores podem influenciar no crescimento da salinidade e no surgimento de problemas, como as eflorescências encontradas nas residências estudadas.

Os parâmetros de pH e CE obtidos da Brita 1 e do Cascalho se aproximam dos valores das amostras de brita obtidos por Vale (1999). Os valores de pH, de acordo com a norma brasileira NB-1 (ABNT, 1978), se encontram ligeiramente acima do admissível, assim como o pH da Areia Rio 2. Já a Areia Terreno e Areia Rio 1 se encontram dentro dos valores admissíveis de pH, com seus valores de CE aproximados dos valores das amostras de areia obtidos por Vale (1999).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados, foi possível observar que todas as residências continham pelo menos uma das manifestações patológicas apresentadas, independentemente da sua idade, se tinham sido recentemente reformadas ou realizado algum reparo. Os três bairros escolhidos para análise visual das patologias não apresentaram diferença quanto ao surgimento destas nas residências, mesmo sendo em localidades diferentes.

A patologia mais recorrente nas residências é a eflorescência, comumente conhecida como salitre pela população. Mesmo sendo popularmente conhecida, devido a sua recorrente aparição e com frequentes tentativas de combate, conclui-se que a eflorescência é a principal manifestação patológica que, ao decorrer do tempo, continua surgindo e atingindo as edificações do município.

Além do salitre, outras manifestações patológicas mais presentes foram mofo e bolor, principalmente em fachadas, e manchas de umidade decorrente de infiltrações ou falta de impermeabilização, muito comum nas paredes, sendo os fatores climáticos um dos principais causadores dessas patologias. As fissuras, trincas e rachaduras, apresentadas nas residências, podem ser provenientes de problemas estruturais e devem ser cuidadosamente investigadas.

A argila utilizada como matéria prima dos materiais cerâmicos fabricados na cidade, apresentou ser um material alcalino e com CE considerada baixa. Isso pode influenciar na alcalinidade dos materiais cerâmicos e suas CE baixa, apenas o tijolo comum apresentando uma acidez e uma CE considerada normal.

Matérias primas com maiores concentrações de sais solúveis podem formar materiais com considerável tendência a eflorescência. Porém, não se pode relacionar diretamente a concentração de sais na argila com a concentração de sais nos materiais cerâmicos, visto que outros fatores também influenciam esse fator, como o ambiente de secagem, caso tenha uma contaminação no ar.

Visto que a cidade se encontra próxima ao litoral do estado, a salinidade presente no ar, mesmo em intensidade menor, pode ser depositada nas estruturas ou nos materiais e influenciar, também, nos danos presentes nas residências, tanto esteticamente como estruturalmente.

Apesar desse assunto ser amplamente discutido, observa-se a falta de estudos acerca do assunto na cidade. Com isso, os valores expressos, embora pequenos, não

devem ser desconsiderados, pois podem influenciar no crescimento da salinidade e formação do salitre, como também de outros tipos de patologia.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – Sistematização da incidência ade casos**. 2010. 199 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNCIAS (ABNT). **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNCIAS (ABNT). **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - procedimento. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho – Parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- BELON, Karine. Principais manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: uma revisão bibliográfica. **4º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções**, Curitiba, p. 112-113, 2019.
- BIANCHIN, Adriane Ciliato. **Influência do proporcionamento dos materiais constituintes no desempenho de argamassas para reboco de recuperação de alvenarias contaminadas por umidade e sais**. 1999. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BORGES, Micheline Gonçalves. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. 2008. 111 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2008.
- BRUST, Daniela. **Manifestações patológicas causadas por recalque de fundação**: diagnóstico do surgimento de fissuras na alvenaria de uma casa popular em Panambi/RS. 2015. 19 f. Artigo (Especialização em Patologia nas Obras Civis) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Porto Alegre.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo** / Paulo César Teixeira *et al.*, editores técnicos. – 3. ed, ver. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.
- FARRAPO, M. A. F. *et al.* **Análise das manifestações patológicas apresentadas na ponte sobre o Rio Acaraú, Sobral - CE**. In: IX Congresso Internacional Sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas - CINPAR, 2013, João Pessoa. Anais do IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas, 2013.
- FERNANDES, Paulo Henrique Campos. **Estudo sobre a influência do massará no processo de formação de salitre em rebocos na região de Teresina-PI**. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Natal, 2010.

FERREIRA, J. B.; LOBÃO, V. W. N. **Manifestações patológicas na construção civil**. Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas, Aracaju, v. 5, n. 1, p. 71-80, 2018.

FONTENELLE, M. A. M.; MOURA, Y. M. **Revestimento cerâmico em fachadas: estudo das causas das patologias**. Programa de Melhoria da Comunidade da Construção, Fortaleza, 2004, 71 f.

FREIRE, Valéria Parente. **Manifestações patológicas presentes nas residências habitacionais do município de Nova Jaguaribara-CE**. 2019. 54 p. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2019.

GALDINO, Laís R. Nunes *et al.* **Estudo de caso: patologias mais decorrentes nas residências da comunidade Rafael**. Cadernos de Graduação – Ciências exatas e tecnológicas, Maceió, v.3, n. 3, p. 107-120, 2016.

GONÇALVES, Eduardo A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. 2015. 174 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

GROFF, Cristine. **Revestimentos em fachadas: análise das manifestações patológicas nos empreendimentos de construtora em Porto Alegre**. 2011. 75 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades: Jaguaruana**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/jaguaruana/panorama>>. Acessado em: 25 fev. 2021.

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

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em mapas: Limites e regionalizações**. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/156.htm>. Acesso em: 24 abr. 2021.

JONOV, Cristiane Machado Parisi; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; SILVA, Adriano de Paulo e. Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação. **Revista ambiente construído**, Porto Alegre, v.13, n.3, p.75-94, 2013.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

LIMA, M. G. Ações do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (Ed.). **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: IBRACON, vol. 1, cap. 21, 2011.

LOPES, Alfredo Scheid. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Tradução e Adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2 ed., rev. e ampl. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1998. 177 p.

MENEZES, R. R. *et al.* **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção - revisão**. Cerâmica. 2006, p. 37-49.

MOLIN, Denise C. C. Dal. Et al. Contribuição à previsão da vida útil de estruturas de concreto. Separata de: **Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: materiais e sustentabilidade**. Porto Alegre: Scienza, 2016. cap. 8, p. 223-270.

MONTEIRO, Livia Maria de Sousa *et al.* **Incidência de manifestações patológicas em prédios residenciais em Sobral-CE**. In: IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas, João Pessoa, 2013.

MORENO, Maria M. T. *et al.* Formação de eflorescência em materiais de construção. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 23, n. 2, p. 163-170, 2010.

OLIVEIRA JUNIOR, Fernando Antonio Serra de. **Identificação das causas da eflorescência nas residências de Caraúbas-RN: estudo de caso**. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Caraúbas, 2018.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2013.

PAZ, Lidiane A. F. *et al.* Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas – TO. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 174-180, 2016.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista Técnica-Científica do CREA-PR**, Paraná, ed. 1, p. 1-14, 2013.

RESENDE, M. M.; BARROS, M. M. S. B.; MEDEIROS, J. S. **A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios**. In: Workdur - II Workshop sobre durabilidade das construções, 2001, São José dos Campos.

SANTOS, Cleyton R. Bezerra dos; SILVA, Dione Luiza da; NASCIMENTO, Ismaylly M. Silva do. Incidência de manifestações patológicas em edificações residenciais na região metropolitana do Recife (RMR). **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, Recife, v. 2, n. 3, p. 76-83, 2017.

SILVA, F. B. **Patologia das construções**: uma especialidade na engenharia civil. Revista Técnica. Edição 174. São Paulo: Pini, 2011.

SILVA, L. K. da. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará**. 2011. 61 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2010. 64 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, S. A. de et al. **Influência do solo da fundação no surgimento de eflorescências em edificações no município de Caraúbas/RN**. In: Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, 2020, Evento Online. Anais do I CoBICCET – Trabalho Completo, 2020.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

TEJEDOR, Cristina Mayán. **Patologias, recuperação e reforço com pretensão externa em estruturas de pontes**. 2013. 139 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

TORRES, Ariela da Silva; SILVA, Juçara Nunes da. Patologias nos sistemas construtivos das edificações do início do século XX no sul do Rio Grande do Sul – Estudo de caso de residência na cidade de Rio Grande/RS. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil – REEC**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 39-55, 2015.

VALE, Walter L. Oliveira do. **Os sais solúveis nos materiais de construção da cidade de Campina Grande, Paraíba**. 1999. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1999.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO APLICADO A SOCIEDADE

- 1) Sabe o que são manifestações patológicas?
 - Sim
 - Não
 - Não tenho certeza
- 2) Sabe o que causa as manifestações patológicas?
 - Sim
 - Não
 - Não tenho certeza
- 3) Há quanto tempo mora nessa residência?
 - Menos de 5 anos
 - Entre 5 e 10 anos
 - Mais de 10 anos
- 4) Já observou a presença de alguma patologia em sua residência?
 - Sim
 - Não
 - Não sei identificar
- 5) Já tentou de alguma forma evitar estas patologias?
 - Sim, uma vez
 - Sim, mais de uma vez
 - Não
- 6) Já precisou realizar alguma reforma devido a ação das patologias?
 - Sim, uma vez
 - Sim, mais de uma vez
 - Não
- 7) O problema foi solucionado ou voltou a causar incomodo?
 - Sim, foi solucionado
 - Solucionado apenas temporariamente
 - Não realizou
- 8) De quanto tempo em tempo você faz reparos em sua residência?
 - A cada 1 ano
 - 2 a 3 anos
 - Entre 3 e 5 anos
 - Mais de 5 anos
 - Não fez reparo