



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

SARA CAVALCANTE SILVA

**TEOR DE SAIS SOLÚVEIS NO SOLO E NOS AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NA CIDADE DE ALMINO AFONSO/RN: ESTUDO DE CASO.**

CARAÚBAS – RN

2021

SARA CAVALCANTE SILVA

**TEOR DE SAIS SOLÚVEIS NO SOLO E NOS AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NA CIDADE DE ALMINO AFONSO/RN: ESTUDO DE CASO.**

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

Orientadora: Profa. Dra. Edna Lúcia da Rocha Linhares - UFERSA

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.

S586t Silva, Sara Cavalcante.
Teor de sais solúveis no solo e nos agregados
da construção civil na cidade de Almino
Afonso/RN: Estudo de caso. / Sara Cavalcante
Silva. - 2021.
49 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 (CE). 2. Potencial
hidrogeniônico (pH). 3. Manifestação patológica. I.
Linhares, Edna Lucia da Rocha , orient. II. Título.

SARA CAVALCANTE SILVA

**TEOR DE SAIS SOLÚVEIS NO SOLO E NOS AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NA CIDADE DE ALMINO AFONSO/RN: ESTUDO DE CASO.**

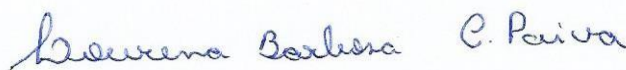
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 20/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



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



Lourena Barbosa Cavalcante Paiva, Engenheira Civil
Membro Examinador



Alison Kaio Dantas Pereira, Engenheiro Civil
Membro Examinador

*A minha mãe, Elisabeth Cavalcante, pela
força, pelo incentivo, e por ser meu exemplo
de vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar até aqui, por ter me dado saúde, força e coragem para superar todas as dificuldades.

A minha mãe, Elisabeth Cavalcante, pessoa mais importante da minha vida, que sempre acreditou em mim e que nunca mediu esforços para me ajudar nessa etapa tão importante.

Ao meu pai, Lucivan Belo, por todo o suporte, carinho e por acreditar na minha capacidade.

A minha irmã, Suzany Cavalcante, pelo incentivo e apoio nos momentos difíceis.

À minha orientadora, Profa. Dra. Edna Lucia da Rocha Linhares, pela disponibilidade, pelas suas correções e incentivos.

Ao Técnico do laboratório de Engenharia Civil, Alison Kaio Dantas Pereira, pelos ensinamentos e pelo acompanhamento de todo o processo experimental realizado neste trabalho.

Ao meu amigo, Anderson Picasso, por todos os conselhos, contribuições e pela paciência diária para comigo.

As minhas amigas, Rafaela e Lara, pelas palavras que me fortaleceram, pela compreensão nos momentos de estresse, pelo apoio e por não terem me deixado ser vencida pelos meus medos e ansiedade.

Por fim, a todos aqueles que não foram citados aqui, mas que estiveram junto comigo nessa jornada.

Mesmo desacreditado e ignorado por todos,
não posso desistir, pois para mim, vencer é
nunca desistir.

Albert Einstein

RESUMO

A eflorescência, também conhecida por “salitre” é um tipo de patologia muito comum no meio da construção civil e se apresenta na forma de depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície de revestimentos cerâmicos, em virtude da evaporação e migração de sais presentes na água. O objetivo desse trabalho foi analisar o teor de sais solúveis no solo e nos insumos cerâmicos da construção civil na cidade de Almino Afonso/RN. Desse modo, o estudo foi realizado em três bairros da cidade e na cerâmica que comercializa tijolos para a mesma. O levantamento de dados seguiu três etapas, onde foi feito o levantamento de referências bibliográficas, visitas e aplicação de questionários e análise laboratorial de amostras de solos e de insumo da construção civil. Foram analisadas amostras de solo compostas, provenientes de três coletas simples nas profundidades de 30 e 50 cm do solo; e de materiais/insumos da construção civil, como tijolos de seis furos fabricadas pela cerâmica entrevistada, telhas vendidas nos comércios. Os parâmetros analisados foram a condutividade elétrica (CE) e pH. Os métodos aplicados nas análises laboratoriais seguiram às normas adotadas pelo Manual de Métodos de Análise de solo da EMBRAPA (1997). Verificou-se que cerca de 80% dos entrevistados relataram que as casas sofrem com a presença de salitre, o que reforça a ideia de que a cidade possui alto índice desse tipo de manifestação patológica; 85% dos entrevistados alegaram terem feito reformas para correção dessas manifestações e dentro desse percentual, cerca de 38% das reformas foram feitas em menos de um ano, e mesmo assim o problema voltou a aparecer. No ensaio da CE foi possível constatar que tanto as amostras de solos como as dos insumos não podem ser consideradas salinas, uma vez que não apresentaram um valor considerável de teor de sais, não ultrapassando a faixa de 3,5 mS/cm; e no que se refere ao ensaio do pH é possível notar que apenas a amostra de 30 cm do bairro Francisco Godeiro Carlos, apresentou-se ácida, as demais amostras apresentaram-se alcalinas, característica típica dos solos das regiões áridas e semiáridas.

Palavras-chave: Condutividade elétrica (CE); Potencial hidrogeniônico (pH); Manifestação patológica.

ABSTRACT

Efflorescence, also known as “saltpeter”, is a type of pathology which is common in the field of civil construction and presents itself in the form of white crystalline deposits that appear on the surface of ceramic tiles, due to the evaporation and migration of salts present in the Water. The objective of this work was to analyze the content of soluble salts in the soil and in the ceramic inputs of civil construction in the city of Almino Afonso / RN. Therefore, the study was carried out in three neighborhoods in the city and in the ceramics that sell bricks there. The data collection followed three stages. Bibliographical references were surveyed, visits and questionnaires were applied, as well as laboratory analysis of soil samples and civil construction inputs. Compound soil samples were analyzed, from three simple collections at depths of 30 and 50 centimeters from the soil and from civil construction materials/inputs, such as six-hole bricks manufactured by the city's ceramics and tiles sold in stores. The parameters analyzed were electrical conductivity (EC) and pH. The methods applied in laboratory analysis followed the standards adopted by the EMBRAPA Soil Analysis Methods Manual (1997). It was found that about 80% of the research participants reported that homes suffer from the presence of saltpeter, which reinforces the idea that the city has a high rate of this type of pathological manifestation; 85% of the interviewed people claimed to have made reforms to correct these manifestations and within that percentage, about 38% of the reforms were made in less than a year, and yet the problem reappeared. In the EC test it was found that both soil and input samples cannot be considered saline, since they did not present a considerable value of salt content, not exceeding the range of 3.5 mS/cm; and with regard to the pH test, it is possible to note that only the 30 cm sample from Francisco Godeiro Carlos neighborhood was acidic, the other samples were alkaline, a typical characteristic of soils in arid and semi-arid regions.

Keywords: Electrical conductivity (EC); Potential of hydrogen (pH); Pathological manifestation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Mapa da cidade de Almino Afonso – RN	26
Figura 2	–	Localização geográfica da cidade de Almino Afonso – RN	27
Figura 3	–	Amostra de solo simples do bairro Francisco Godeiro Carlos	29
Figura 4	–	Agitador mecânico	29
Figura 5	–	Amostras de solo	30
Figura 6	–	Amostra de tijolo e telha	30
Figura 7	–	Extração de solução para determinação do pH	31
Figura 8	–	Amostras em repouso	31
Figura 9	–	Aplicação da sucção e coleta do filtrado	32
Figura 10	–	Leitura da condutividade	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Quando a obra foi construída?.....	34
Gráfico 2	–	Quanto tempo mora na residência?.....	34
Gráfico 3	–	A obra da sua residência contou com a contratação de algum desses profissionais?	35
Gráfico 4	–	Sua residência sofre com a presença de Salitre?	36
Gráfico 5	–	Alguma residência próxima a sua apresenta esse tipo de problema?	36
Gráfico 6	–	Saberia citar a possível causa desses problemas?	37
Gráfico 7	–	Já foram feitos reparos em sua residência?	38
Gráfico 8	–	Se sim, há quanto tempo?	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Natureza Química das Eflorescências	19
Quadro 2	–	Origem da Umidade nas Construções	20
Quadro 3	–	Formulário aplicado ao responsável pela cerâmica	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Classificação da condutividade elétrica (CE)	33
Tabela 2	–	Existe mais algum tipo de patologia no revestimento da sua casa?	37
Tabela 3	–	Condutividade elétrica e pH das amostras de solo e dos materiais	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	Condutividade Elétrica
°C	Graus Celsius
cm	Centímetros
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
g	Gramas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
km ²	Quilometro quadrado
ml	Mililitros
mm	Milímetro
pH	Potencial Hidrogeniônico
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 PATOLOGIAS	17
2.2 EFLORESCÊNCIA	17
2.3 CONDIÇÕES PARA O APARECIMENTO DE EFLORESCÊNCIAS.....	18
2.4 EFEITOS DA UMIDADE SOBRE EFLORESCÊNCIAS	20
2.5 FORMAÇÃO DE EFLORESCÊNCIAS EM PEÇAS CERÂMICAS	22
2.6 SALINIDADE	23
2.7 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE).....	23
2.8 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 LOCAL DE PESQUISA	26
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS	27
3.3 PARÂMETROS ANALISADOS.....	28
3.4 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS	28
3.5 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	28
3.6 PROCEDIMENTO	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS	33
4.1.1 SOCIEDADE	33
4.1.2 RESPONSÁVEL PELA CERÂMICA.....	39
4.2 ANÁLISE DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E PH	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICE A	45
APÊNDICE B.....	47

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil é comum encontrarmos problemas que atingem a estrutura e a estética das edificações, entre as quais se destacam as infiltrações, manchas, fissuras, trincas e a eflorescência. Sendo essa última popularmente conhecida como “salitre”, uma patologia recorrente nesse meio, que se manifesta na forma de manchas brancas em revestimentos cerâmicos e argamassados. (POINTER, 2018)

Segundo Menezes (2006), essa patologia origina-se a partir da formação de depósitos de sais na superfície de materiais cerâmicos, em virtude da migração e evaporação de soluções salinizadas que atingem esses materiais.

Ainda segundo Menezes (2006), as regiões áridas e semi-áridas, assim como uma parte do Nordeste, apresentam condições e climas que associadas aos ventos contínuos, possibilitam a existência de uma grande quantidade de sais no solo, desenvolvendo assim eflorescências e subflorescências.

As matérias-primas, os materiais de construção e a água presente no solo estão entre as causas que dão origem a salinização, sendo a qualidade da água a mais importante, uma vez que a falta dela na região, leva os trabalhadores locais a recorrerem ao uso de água com alta concentração de sais para a produção de seus materiais. A questão do abastecimento da água também é outro fator que está ligado ao aparecimento dessa patologia.

A cidade de Almino Afonso/RN possui condições que podem potencializar esse problema. Atualmente o abastecimento provem de um açude local e de poços, mas em alguns anos, em decorrência da seca, o fornecimento de água para todos os fins necessários era feito apenas através desses poços, sendo os mesmos ricos em sais minerais, o que pode explicar o aparecimento do salitre nas edificações.

Por se tratar de uma cidade pequena, a questão de variedade e disponibilidade de materiais de construção é bem limitada. O material vendido na cidade e na região é praticamente o mesmo. Até os insumos, matérias primas, como por exemplo argilas para produção de blocos cerâmicos e areias, são extraídos do mesmo local.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo é analisar o teor de sais solúveis no solo e nos insumos cerâmicos da construção civil na cidade de Almino Afonso/RN.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PATOLOGIAS

Patologia é tida como a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência e efeitos dos problemas encontrados em uma edificação, afim de elaborar um diagnóstico e posteriormente a correção do dano ocorrido. De acordo com Granato (2002, p 5): “Patologia: É a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. No caso do concreto, a patologia significa o estudo das anomalias relacionadas à deterioração do concreto na estrutura.”

Sendo assim é de extrema importância o estudo dessa ciência para estudantes e futuros profissionais da engenharia, pois como descrito em Verçoza (1991, apud TORRES e SILVA 2015), o conhecimento dessa ciência é tão importante quanto o conhecimento e responsabilidade necessária para a execução de uma obra, já que com o entendimento da mesma há chances de reduzir erros já na fase inicial, ou seja, na fase de projeto.

Os problemas patológicos podem se originar a partir de qualquer fase do processo de construção, sendo a fase de elaboração do projeto a principal causadora de falhas, já que é nela onde devem ser estudados e analisados fatores que possam vir a causar futuros problemas. De acordo com Andrade (2017), além das falhas nas etapas de construção, fatores como a má qualidade de materiais utilizados, a falta de controle tecnológico, falta de preparação e fiscalização dos profissionais envolvidos também podem ser causadores dessas manifestações.

É importante salientar que essas manifestações patológicas podem se manifestar de diversas formas. Andrade (2017) cita como exemplo as fissuras, trincas, rachaduras, manchas, eflorescência, corrosão da armadura de aço e deterioração da armadura de aço.

Por último, Verçoza (1991 apud TORRES e SILVA, 2015) atribuem o aparecimento dessas incidências nas edificações a presença de umidade, sendo a mesma um fator constante e essencial para o aparecimento dos problemas citados acima, e que surgem em elementos como fachadas, pisos, paredes, forros e etc.

2.2 EFLORESCÊNCIA

De acordo com Parisotto (2019), pode-se definir eflorescência como “depósitos salinos os quais formam-se na superfície de materiais cerâmicos, decorrentes da migração e evaporação de soluções aquosas salinizadas.”

Segundo Menezes (2006), as florescências podem ser divididas em dois grandes grupos: subflorescências e eflorescências. As subflorescências ou criptoflorescências se formam sob a superfície da peça e em razão disso não são visíveis, já nas eflorescências os depósitos salinos são visíveis pois estão localizados na superfície dos produtos cerâmicos.

Ainda em Menezes (2006) outra condição importante que diferencia esses grupos são os danos causados por cada um. A cristalização de sais quando na superfície não produz esforços mecânicos, dessa forma a degradação das eflorescências causam apenas desconforto estético. Já quando a cristalização se dá sob a peça, nos poros e rede capilar, podem ser produzidos esforços mecânicos e causar graves danos a durabilidade e resistência das peças.

Diante do que foi mencionado fica evidente que o aparecimento dessa patologia altera tanto propriedades físicas quanto mecânicas dos produtos cerâmicos. Ela pode afetar qualquer parte da edificação, porém é mais comumente visível ao atingir alvenarias e estruturas de vedação.

Quimicamente falando, Granato (2002) define que a eflorescência é constituída principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-ferrosos (cálcio e magnésio) solúveis ou parcialmente solúveis em água. De acordo com isso e em razão da ação da água de chuva ou do solo, os sais dissolvidos deslocam-se para a superfície e após evaporação da água ocorre a formação de depósitos salinos.

2.3 CONDIÇÕES PARA O APARECIMENTO DE EFLORESCÊNCIAS

Suassuna (1996) identificou mediante pesquisas que entre os elementos responsáveis pela salinização, a qualidade da água foi considerada como sendo a mais importante. Sabemos que a água está intimamente ligada a essa patologia, pois ela está presente tanto na confecção dos materiais de construção como nos processos construtivos.

Para explicar a causa das eflorescências, Bauer (2008) cita três fatores internos de igual importância, que são eles: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença da água e a pressão hidrostática necessária para que a solução salinizada migre para a superfície. Para que ocorra esse fenômeno, essas três condições devem existir simultaneamente agindo em conjunto. Pois caso uma delas deixe de ocorrer, não vai existir a formação dos depósitos salinos.

No que se refere à presença de água para existência do salitre, ela pode ser oriunda da umidade do solo; da água de chuva, acumulada antes da cobertura da obra, ou infiltrada por meio das alvenarias, aberturas ou fissuras; vazamentos de tubulações de água, esgoto, águas pluviais; da água utilizada na limpeza e do uso constante em determinados locais (BAUER, 2008).

Com relação a migração e cristalização de sais, o transporte de água por meio dos materiais ocorre por capilaridade, infiltração em trincas e fissuras, percolação sob efeito da gravidade, pressão por vazamentos de tubulações de água ou de vapor, pela condensação de vapor de água dentro das paredes ou pelo efeito combinado de duas ou mais dessas causas.

Ainda é possível citar fatores externos que contribuem no aparecimento do salitre, bem como a quantidade de água, tempo de contato, elevação da temperatura e porosidade dos componentes (GRANATO, 2002).

As eflorescências podem ser desenvolvidas a partir de variados tipos de sais. No quadro 1, são indicadas respectivamente, a composição química, a fonte provável para o aparecimento, bem como sua solubilidade em água.

Quadro 1: Natureza Química das Eflorescências.

Composição Química	Fonte Provável	Solubilidade em Água
Carbonato de Cálcio	Carbonatação de cal lixiviada da argamassa ou concreto	Pouco solúvel
Carbonato de Magnésio	Carbonatação de cal lixiviada da argamassa de cal não-carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato de Potássio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Carbonato de Sódio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Hidróxido de Cálcio	Cal liberada na hidratação do cimento	Solúvel
Sulfato de Magnésio	Água de amassamento	Solúvel

Sulfato de Cálcio	Água de amassamento	Parcialmente solúvel
Sulfato de Potássio	Agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Sulfato de Sódio	Agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de Cálcio	água de amassamento, limpeza com ácido muriático	Muito solúvel
Cloreto de Magnésio	Água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de Alumínio	limpeza com ácido muriático	Solúvel
Cloreto de Ferro	limpeza com ácido muriático	Solúvel

Fonte: Bauer (2008)

2.4 EFEITOS DA UMIDADE SOBRE EFLORESCÊNCIAS

Como dito anteriormente, a presença de umidade em edificações está totalmente relacionada com o aparecimento de manifestações patológicas, e dentro da construção civil representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos.

De acordo com Verçoza (1991 apud SOUZA, 2008) a umidade não é apenas uma das causas de patologias, ela também atua como intermédio para que grande parte de outras patologias em construções aconteçam. Assim como também é um fator fundamental para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

O quadro 2 mostra a relação da origem da umidade nas construções com os locais na qual elas podem estar presentes.

Quadro 2: Origem da Umidade nas Construções.

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços

Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Adaptada de Klein (1999 apud Souza, 2008)

De acordo com os dados mostrados no quadro 2 fica evidente que a umidade pode surgir de diversas causas, além de estar presente em diversos locais de uma edificação, podendo ainda causar graves danos a mesma. Em razão disso é importante se atentar a alguns pontos acerca dos tipos de umidade.

Segundo Verçosa (1991) e Klein (1999) apud Souza (2008) a umidade proveniente da execução da construção é aquela necessária para a obra, mas que desaparece em um dado tempo (cerca de seis meses). Esse tipo de umidade encontra-se dentro dos poros dos materiais utilizados, como as águas para concretos, argamassas, pinturas e etc.

Já a umidade decorrente das chuvas, é tida como a mais comum, e tem fatores tanto ambientais (a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar) como fatores construtivos (impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros). É ainda importante ressaltar que o simples fato de ocorrer precipitação, não resulta em patologias de umidade com esta causa (SOUZA, 2008).

Referindo-se a umidade trazida por capilaridade, os mesmos autores citados acima, descreve como sendo a umidade que acende do solo úmido (umidade ascensional) e ocorre nos baldrame das construções, devido as próprias características do terreno e pela falta de impermeabilização. Também ocorre em razão dos materiais (blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras) que apresentam canais capilares, onde a água passara para atingir o interior das edificações.

Se tratando da origem em consequência dos vazamentos de redes de água e esgoto, Verçosa (1991 apud Souza, 2008) expõe que é de difícil identificação do local e de sua

correção. E isso acontece em razão destes vazamentos estarem em sua maioria encobertos pela construção.

Por fim, a respeito da umidade da condensação, Serafini (2019) cita que ela surge quando o vapor da água existente no interior dos ambientes entra em contato com superfícies de paredes, forros, pisos e etc. E isso ocorre principalmente no período de inverno.

2.5 FORMAÇÃO DE EFLORESCÊNCIAS EM PEÇAS CERÂMICAS

De acordo com Santos e Silva Filho (2008) a formação de salitre em peças cerâmicas como tijolos, telhas e ladrilhos é um fenômeno que por atuar sempre em detrimento á qualidade dos produtos cerâmicos, preocupa tanto os fabricantes desse material como o público que os consome, como por exemplo, construtores.

Menezes (2006) afirma que estudos tentam relacionar surgimento da eflorescência ao teor de sais presentes nas matérias-primas e peças cerâmicas, porém obtiveram pouco êxito, uma vez que esse fato também pode estar associado as características de processamento, das condições climáticas onde é utilizada, bem como fatores mais complexos.

Bauer (2008) por sua vez, atribui esse surgimento também a água utilizada na fabricação e a reação de componentes da massa com óxido de enxofre do combustível, durante o processo de secagem e queima do material. Destacando ainda que caso a queima desses materiais seja feita a uma temperatura adequada, os sulfatos podem ser eliminados. Sulfatos alcalinos e de magnésio necessitam de uma temperatura acima de 950°C para serem eliminados, e os de cálcio, 1050°C.

Verdusch e Solana (2000) definem que as eflorescências são defeitos dos tijolos que ocorrem em meio ao processo de fabricação e que permanecem inalterados. Dessa forma, são anomalias permanentes da constituição superficial dos tijolos. Pode-se ainda diferenciar três tipos de eflorescência.

Eflorescências de secagem - Também denominada “véus de secagem”, formam-se por secagem ao ar livre nas argilas sem moldar.

Eflorescências de secador - Nesse tipo de eflorescência a secagem se dá pela ação do ar industrial – possivelmente contaminado - sobre argilas que foram tratadas mecanicamente. Nelas ficaram impressas as características geométricas e texturais impostas pelas máquinas.

Eflorescências de forno: Consequência das eflorescências de secador, formadas na superfície dos tijolos crus, em razão de diversas reações que se consolidam quando colocadas no forno, transformando-se no que chamamos eflorescências de forno.

Portanto, mediante o que foi exposto é possível observar que diversos fatores podem influenciar no aparecimento desse fenômeno e conhecer os tipos reforça esse conceito, já que o aparecimento da eflorescência pode estar ligado não só ao ambiente, mas também no processo de fabricação dos materiais de construção.

2.6 SALINIDADE

O termo salinidade se refere à presença de sais solúveis no solo. Tem-se que as regiões áridas e semiáridas são áreas típicas do processo de salinização, onde existe assim uma maior concentração desses sais. Para Pedrotti *et al.* (2015, p.1308) esse processo é geralmente resultante da associação da formação geológica predominante na paisagem, má distribuição das chuvas, além da drenagem deficiente e exploração agrícola inadequada.

Os solos salinizados são também conhecidos por solos halomórficos ou solos salinos e sódicos, são desenvolvidos em condições imperfeitas de drenagem, que se caracterizam pela presença de sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou camadas próximas à superfície. Quando há existência de acúmulo de sais e está se eleva ao ponto de prejudicar o rendimento econômico das culturas, diz-se que tal solo está salinizado. (RIBEIRO, 2010; MAJOR & SALES, 2012, apud PEDROTTI *et al.*, 2015).

Podemos dividir os tipos de salinização como sendo, salinização primária ou salinização natural que acontece como efeito da intemperização das rochas e pela deposição de sais provenientes dos oceanos pela ação das chuvas e dos ventos. (RICHARDS, 1954; NEUMANN, 1997; RIBEIRO *et al.*, 2009; MUNNS, 2012, apud PEDROTTI *et al.*, 2015). Por outro lado, temos a salinização secundária que é consequente de alguma atividade antrópica, geralmente associada ao desmatamento, ao excesso de água de irrigação, ao padrão de qualidade da água de irrigação abaixo do recomendado, uso de adubos químicos e sistemas de drenagem ineficientes (WILLIAMS, 1987; NEUMANN, 1997; RIBEIRO *et al.*, 2003; MUNNS, 2012, apud PEDROTTI *et al.*, 2015).

2.7 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

A condutometria é um método de análise que se baseia na medida da condutividade elétrica de uma solução eletrolítica. Por sua vez, a condutividade elétrica é definida como a quantidade de capacidade que um material tem de transportar corrente elétrica. Essa capacidade de transporte de carga depende da concentração e da natureza das várias espécies químicas presentes na solução (OLIVEIRA JUNIOR, 2018).

A condutividade elétrica vai medir a quantidade de sais presente em uma amostra de solo, ou seja, vai medir a salinidade, através da corrente elétrica, uma vez que os sais podem se dissociar em cátions e ânions. Dessa forma, o aparelho apropriado para tal função é o condutivímetro (MEDEIROS, 2019).

Oliveira Junior (2018) analisando a identificação das causas da eflorescência nas residências de Caraúbas/RN concluiu que os materiais de construção civil utilizados na cidade de Caraúbas são provenientes de diferentes regiões, tornando-se difícil determinar uma origem da procedência causadora de sais nos materiais. Concluiu também que cerca de 92 % dos entrevistados já tentaram, pelo menos uma vez, alguma medida de prevenção contra o salitre; 25% já realizaram uma reforma em suas residências por causa dos efeitos danosos das eflorescências e subflorescências, enquanto que aproximadamente 17% já fizeram mais de uma reforma.

Já Souza (2018), estudando a influência do solo de fundação no surgimento de eflorescências nas edificações na cidade de Caraúbas/RN, encontrou que no ensaio de condutividade elétrica é possível verificar que os insumos analisados não apresentam um valor significativo de sais, no entanto, os valores obtidos não devem ser desconsiderados, pois se não houvesse quantidade considerável, o aparelho não realizaria a leitura. Também encontrou que a determinação do pH, tem-se que três bairros, Centro, Nestor Fernandes e Leandro Bezerra, se mostraram tipicamente alcalinos, característica de regiões semiáridas. Apenas o bairro Sebastião Maltês apresentou pH ácido, pode-se perceber ainda que quanto mais alcalino maior a quantidade de íons solúveis (Ca, Mg, Na, K, H+Al), maior será a probabilidade de reações químicas que possam viabilizar o aparecimento da manifestação patológica.

Concluiu ainda que o solo de fundação do município de Caraúbas não apresenta influência direta no surgimento da manifestação patológica estudada, no entanto devido a carência de estudos acerca do assunto, os valores expressos nas tabelas não devem ser desconsiderados, pois embora sejam valores pequenos, podem influenciar no desencadeamento da salinidade e formação do salitre.

Medeiros (2019) estudando o teor de sais nos agregados miúdos comercializados na chapada do Apodi-RN, encontrou que com o ensaio de condutividade elétrica foi possível analisar que os extratos solo-água não apresentam um valor significativo de sais solúveis, porém, os mesmos não podem ser desconsiderados, pois se combinados com outros fatores (presença de água, pressão hidrostática, entre outros), podem influenciar no aparecimento de manifestações patológicas, e se fossem irrelevantes, o medidor multiparâmetro, não faria a leitura.

Pode-se destacar ainda que o procedimento necessário para o ensaio de condutividade elétrica está disponível no O Manual de Métodos de análise do Solo, desenvolvido pela EMBRAPA (1997), desse modo é possível realizar a medição da salinidade do solo. Diante disso, tem-se que quanto maior for a concentração de sais em uma solução, maior será o valor da condutividade elétrica (SOUZA, 2018).

2.8 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é um índice que serve para medir o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio. A determinação do pH de um solo pode ser feita a partir de uma solução com água destilada ou solução normal de cloreto de potássio. De acordo com a escala de valores, pH igual a 7, representa uma solução neutra, valores abaixo de 7 indicam uma solução ácida e valores acima de 7 indicam que a solução é alcalina. (BRANDÃO, 2002 apud SOUZA 2018).

De acordo com Lopes (1998) dentre os fatores que influenciam o pH do solo, estão o material de origem, precipitação, decomposição de matéria orgânica, vegetação nativa, tipo de cultura, profundidade do solo, adubação nitrogenada e inundação.

Segundo Medeiros (2019 apud Kiehl, 1979), solos que possuem pH básico são característicos de regiões áridas e semiáridas, em virtude da baixa pluviosidade que acarretará no acúmulo de sais de cálcio, magnésio, potássio e carbonato de sódio.

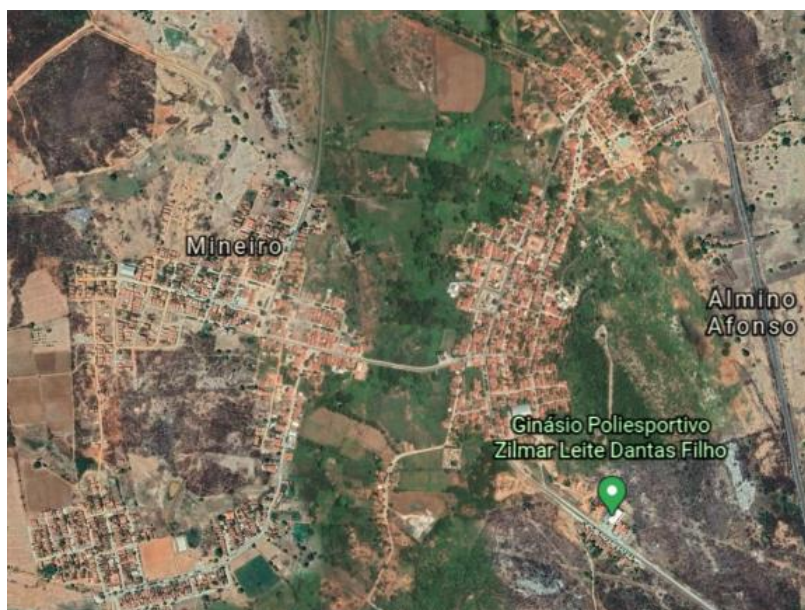
Por outro lado, de acordo com Bezerra (2013), solos caracterizados ácidos, indicam que os mesmos exercem influência na não liberação de cátions trocáveis, dessa forma, possuem menor probabilidade de ocorrência de reações químicas envolvendo os sais solúveis contidos no solo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE PESQUISA

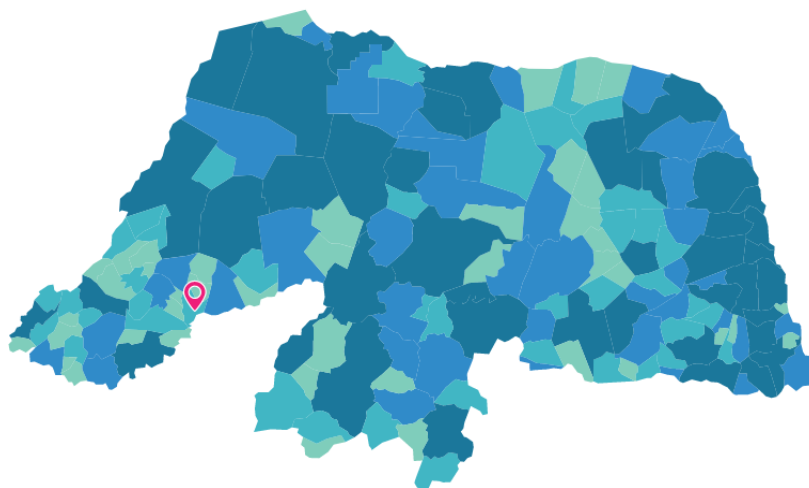
O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Almino Afonso – RN (Figuras 1 e 2) no Estado do Rio Grande do Norte, localizado na microrregião de Umarizal, que por sua vez está incluída na mesorregião do Oeste Potiguar; apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano – IDH de 0,624. Geograficamente, apresenta área territorial de 128,038km², com densidade demográfica 38,04 hab/km² e uma população estimada em 4.710 habitantes (IBGE, 2020), e tem clima quente e semiárido.

Figura 1: Mapa da cidade de Almino Afonso – RN



Fonte: Google Earth (2021)

Figura 2 – Localização geográfica da cidade de Almino Afonso – RN



Fonte: IBGE (2021)

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

A pesquisa foi dividida em três etapas: levantamento de referências bibliográficas, visitas e aplicação de questionários e análise laboratorial do material. Os locais de estudo foram os bairros:

- Francisco Godeiro Carlos – bairro de classe baixa, onde se concentra uma parcela de população mais carente.
- Conjunto Maroca Carlos – popularmente conhecido como I.P.E, bairro de classe média, onde se encontra a maior parte das construções de edificações da cidade.
- Centro – bairro de classe média, onde se concentra além das residências a maior quantidade de pontos comerciais.

Foram realizadas visitas e aplicação de questionário (Apêndice A) em quarenta residências nesses três bairros, com a finalidade de analisar a presença ou não de eflorescência, e de obter informações a cerca destas construções, bem como saber a respeito da opinião da população sobre o que causa esse problema. Também foi realizada uma visita e aplicação de questionário (Apêndice B) com o responsável pela cerâmica que comercializa materiais/insumos para a cidade, especificamente tijolo de 6 furos, a fim de saber mais a respeito de como se dá o processo de fabricação desse material.

É importante frisar que para a realização de todas as visitas e aplicação dos formulários foram seguidas as recomendações estabelecidas pela Organização Mundial de

Saúde (OMS), afim de prevenir a contaminação e propagação da infecção humana pelo novo coronavírus (COVID-19), sendo assim foram respeitados o uso de máscara, distanciamento de 2 metros de distância do entrevistado para que não houvesse nenhum contato físico, evitou-se adentrar as residências dos entrevistados e compartilhar objetos, além de fazer o uso de álcool em gel após cada entrevista.

Foram coletadas as amostras de materiais/insumos da construção civil como tijolos de 6 furos fabricadas pela cerâmica entrevistada, telhas vendidas nos comércios locais e amostras de solo compostas, provenientes de três coletas simples nas profundidades de 30 e 50 cm do solo, através do uso de uma alavanca nos mesmos bairros do estudo social.

É importante ressaltar que, foram utilizadas duas amostras de cada material cerâmico, ou seja, duas telhas e dois tijolos. No que se refere as amostras de solo, foram retiradas uma quantidade de 18 amostras simples, com o peso variando entre 1kg e 1,5kg cada uma, para assim, totalizarem um conjunto de seis amostras compostas.

3.3 PARÂMETROS ANALISADOS

Os parâmetros analisados foram a condutividade elétrica (CE) e pH. Os métodos aplicados nas análises laboratoriais seguiram às normas adotadas pelo Manual de Métodos de Análise de solo da EMBRAPA (1997) e o procedimento foi realizado no laboratório de solos da UFERSA, Campus Caraúbas/RN.

3.4 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS

Para a realização do ensaio de condutividade elétrica foram utilizadas máquina de abrasão Los Angeles, agitador mecânico com peneiras de 0.5 e 2 mm, balança de precisão, béquer, copos plásticos, proveta, almofariz e pistilo, pisseta, bastão de vidro, funil buckner, bomba a vácuo, condutímetro digital, água destilada, potenciômetro e as amostras dos materiais coletados.

3.5 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a realização dos ensaios, as amostras de solo simples coletadas e identificadas com o uso de etiquetas (Figura 3), foram inicialmente misturadas em uma bandeja plástica para formar a amostra composta, depois foram destorroadas com o auxílio de um almofariz e

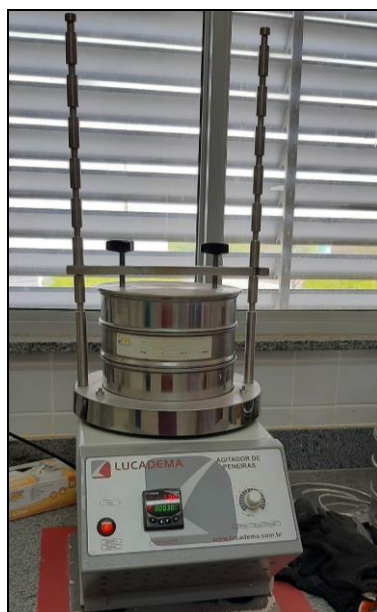
pistilo, para posteriormente serem peneiradas nas malhas indicadas pelo Manual da EMBRAPA (1997) com o uso do agitador mecânico (Figura 4) e, por fim todas as amostras foram depositadas em embalagens plásticas devidamente identificadas, como mostra a figura 5.

Figura 3 – Amostra simples de solo do bairro Francisco Godeiro Carlos, Almino Afonso – RN.



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 4 – Agitador mecânico



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 5 – Amostras de solo dos bairros estudados.



Fonte: Autoria própria (2021)

No caso dos tijolos e telhas, inicialmente foram quebrados com auxílio de um martelo para posteriormente serem levados a máquina de abrasão Los Angeles, afim de serem triturados, em seguida também foram peneirados e armazenados com as devidas identificações, como mostra a figura 6.

Figura 6 – Amostra de tijolo e telha.



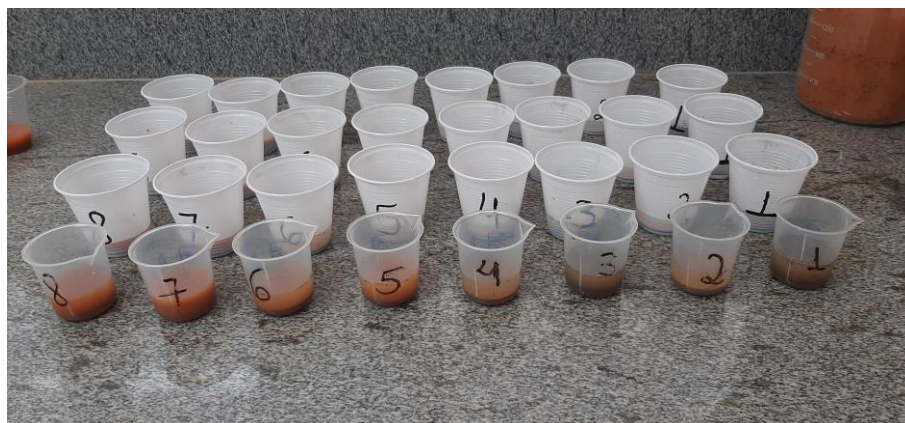
Fonte: Autoria própria (2021)

3.6 PROCEDIMENTO

Para determinação do pH do material, foi preparada uma solução com 10 g da amostra e 25 ml de água destilada, onde a mesma foi agitada com o auxílio de um bastão de vidro e ficou em repouso durante uma hora, como mostra a figura 7. Após esse período, agitou-se novamente a solução e mergulha na mesma o potenciômetro, realizando assim a leitura do

pH. Para cada amostra foram feitos um total de 4 soluções para assim obter melhores resultados.

Figura 7 – Extração de solução para determinação do pH.



Fonte: Autoria própria (2021)

Para determinação da condutividade elétrica (CE) foi preparada uma solução com 100 g de material e 25 ml de água destilada, posteriormente agitou-se a mesma com o auxílio de um bastão de vidro e em seguida ficou em repouso durante quatro horas, como exposto na figura 8.

Figura 8 – Amostras em repouso.



Fonte: Autoria própria (2021)

Após o período em repouso, o substrato saturado foi transferido para um funil de buckner contendo papel filtro e adaptado a um kitassato de 500 ml para aplicação de sucção (Figura 9).

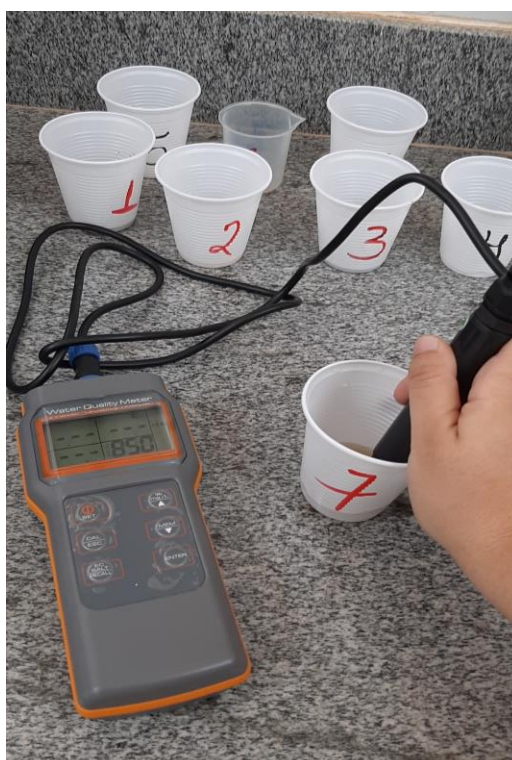
Figura 9 - Aplicação da sucção e coleta do filtrado.



Fonte: Autoria própria (2021)

O material filtrado das amostras foi transferido para um copo plástico, para assim serem medidas as suas condutividades, como exposto na figura 10.

Figura 10 – Leitura da condutividade.



Fonte: Autoria própria (2021)

É importante ressaltar que a cada leitura realizada, a célula do condutivímetro era lavada com água destilada, para assim evitar interferência nos resultados. As leituras foram obtidas em mS/cm e $\mu\text{S/cm}$, entretanto os resultados serão apresentados em mS/cm, uma vez que os dados utilizados para comparação são expostos em dSm-1, e estas são equivalentes, ou seja, $1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ dS/m}$. A Tabela 1 traz resultados de estudos feitos por Cavins *et al.*, 2000, in Oliveira Junior, 2018, para analisar o teor de sais.

Tabela 1 – Classificação 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: Cavins et al.,2000, in Oliveira Junior, 2018 – *expressa em dS/m a 25°C

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

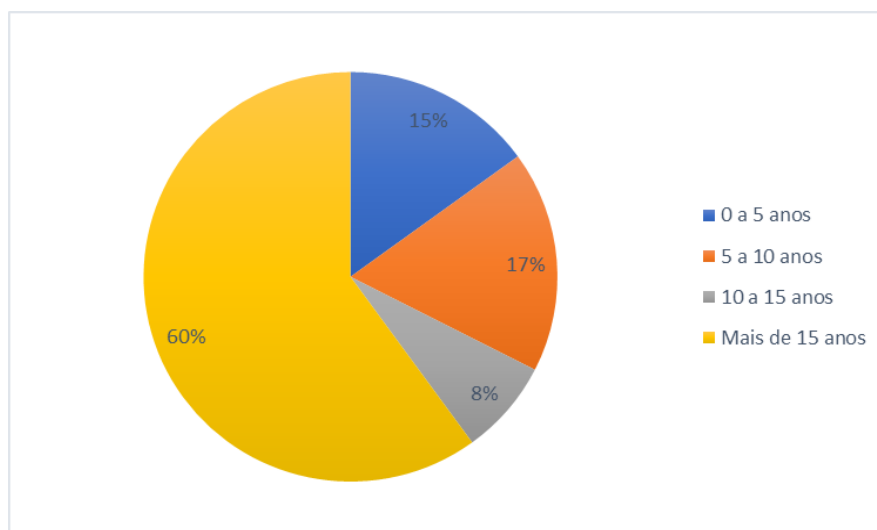
4.1 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

4.1.1 SOCIEDADE

No estudo realizado na cidade de Almino Afonso, foram obtidos dados importantes no que se refere a presença de salitre (eflorescência) nas residências e do que a população pensa sobre as possíveis causas dessa patologia, além de obter informações a respeito dessas construções. Os resultados serão expostos através de quadros e gráficos em porcentagem.

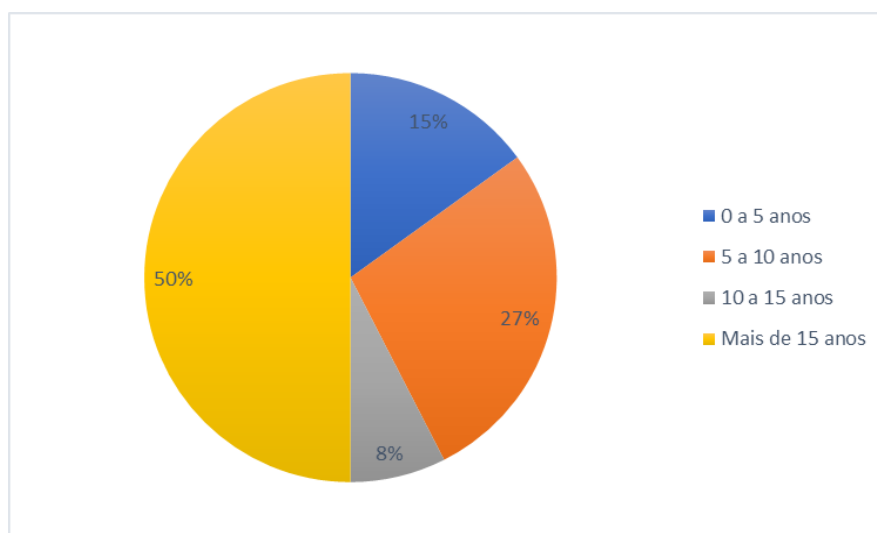
Nos gráficos 1 e 2 serão apresentadas as respostas sobre o tempo de construção da edificação e o tempo em que o entrevistado reside nela. Cerca de 60% dos entrevistados responderam que as casas foram construídas há mais de 15 anos (Gráfico 1) e 50% dos entrevistados relataram morar no mesmo local há mais de 15 anos (Gráfico 2).

Gráfico 1 - Quando a obra foi construída?



Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 2 - Quanto tempo mora na residência?

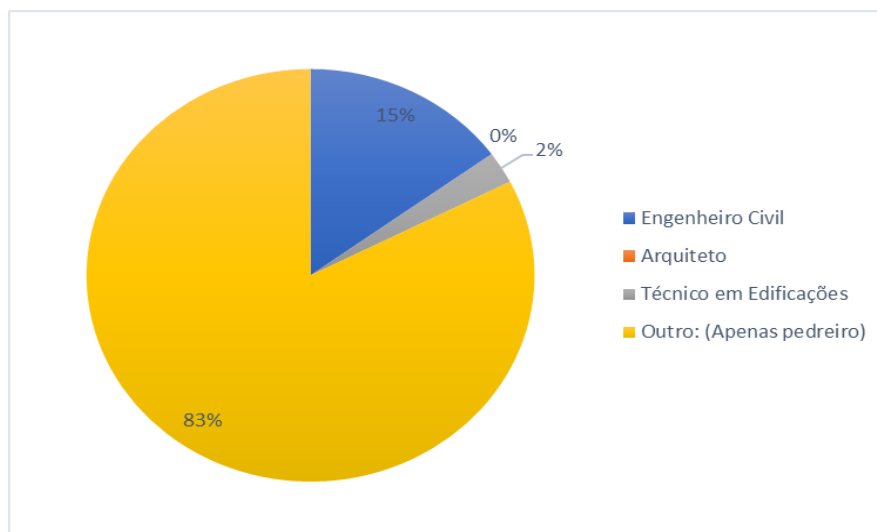


Fonte: Autoria própria (2021)

No gráfico 3 serão apresentados dados sobre quais foram os profissionais responsáveis pela construção dessas residências, onde apenas 15% responderam que as casas tiveram a atuação de um engenheiro civil, a grande maioria teve a apenas participação de pedreiro.

É válido ressaltar que o engenheiro é o profissional capacitado para projetar, gerenciar e executar obras, a não contratação desse profissional pode também implicar no surgimento de patologias, haja vista que sem um estudo e planejamento adequado, essas obras podem ter sua qualidade comprometida.

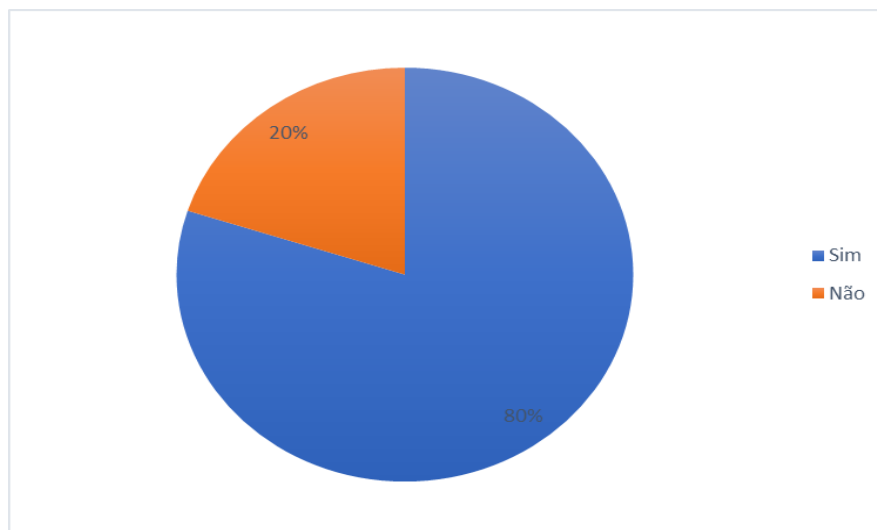
Gráfico 3 - A obra da sua residência contou com a contratação de algum desses profissionais?



Fonte: Autoria própria (2021)

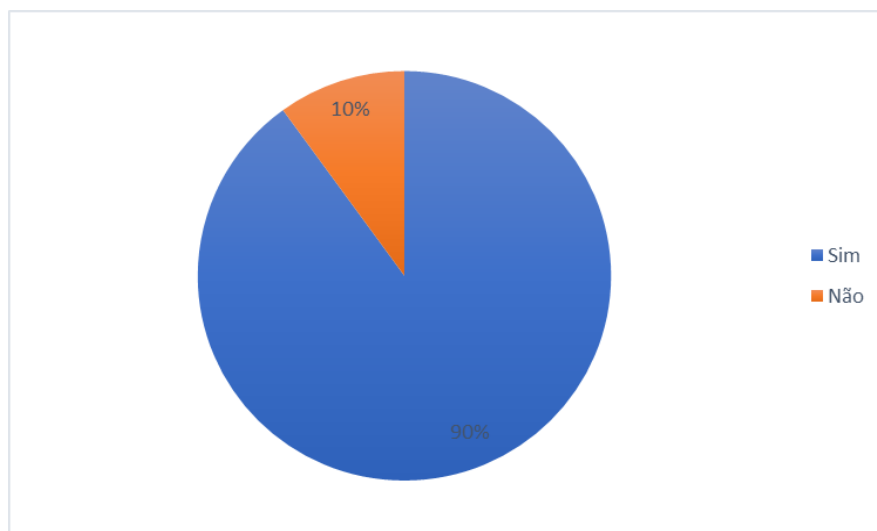
No gráfico 4, verifica-se que grande parte dos entrevistados reportaram que as casas sofrem com a presença de salitre, o que comprova a hipótese de que a cidade de Almino Afonso sofre com alto índice de manifestações patológicas desse tipo, uma vez que o percentual de residências próximas que apresentam esse mesmo problema também é alto (Gráfico 5). A utilização de águas de poços, usados tanto na confecção dos insumos como na construção das edificações, pode, possivelmente estar relacionado a esse elevado número. De acordo com Oliveira Junior (2018) as águas provenientes de poços, apresentam um teor elevado de sais minerais. E como citado no item 2.3, podemos notar que a qualidade da água está entre os elementos responsáveis pela salinização.

Gráfico 4 - Sua residência sofre com a presença de Salitre?



Fonte: Autoria própria (2021)

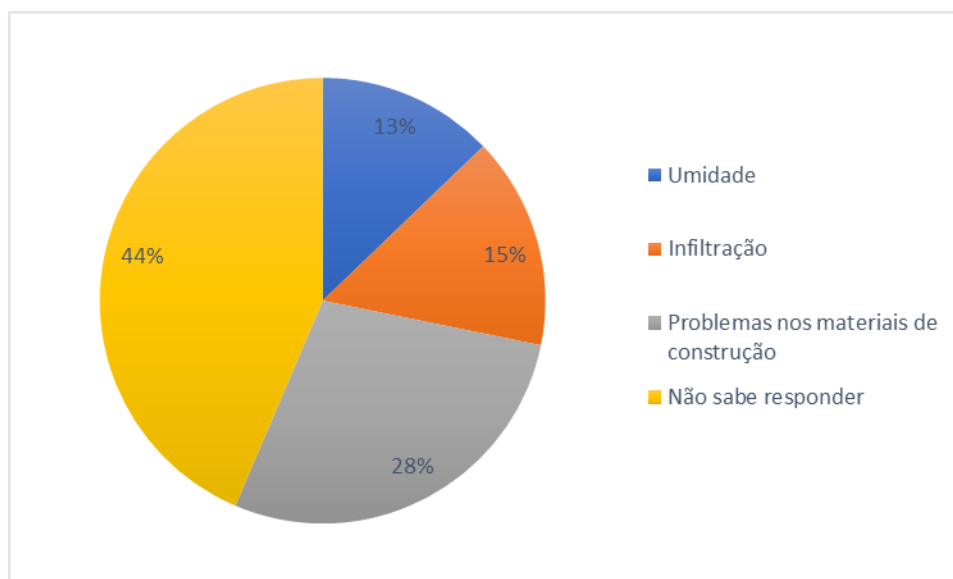
Gráfico 5 - Alguma residência próxima a sua apresenta esse tipo de problema?



Fonte: Autoria própria (2021)

No gráfico 6 serão apresentadas informações a respeito da opinião da população sobre quais as possíveis causas para o aparecimento de salitre, e dentre as respostas citadas na pesquisa estavam a umidade, infiltração e problemas nos materiais de construção, porém a grande maioria não soube responder.

Gráfico 6 - Saber a citar a possível causa desses problemas?



Fonte: Autoria própria (2021)

Com o intuito de buscar mais informações sobre as residências, foi questionado aos entrevistados se existiam em suas casas mais algum tipo de patologia no revestimento, como por exemplo; trincas e fissuras, manchas na pintura e etc. O quadro 1 mostra os resultados obtidos, onde podemos ver que o problema mais recorrente são as manchas de umidade, pois das quarenta residências entrevistadas, vinte e oito apresentam esse tipo de manifestação patológica. Esse alto índice de aparecimento de patologias no revestimento das edificações pode estar associado diretamente com a presença de umidade, como citado no item 2.4 ela não representa apenas um problema, mas também atua como agente fundamental para o aparecimento de outras patologias, tais como citadas na tabela 2.

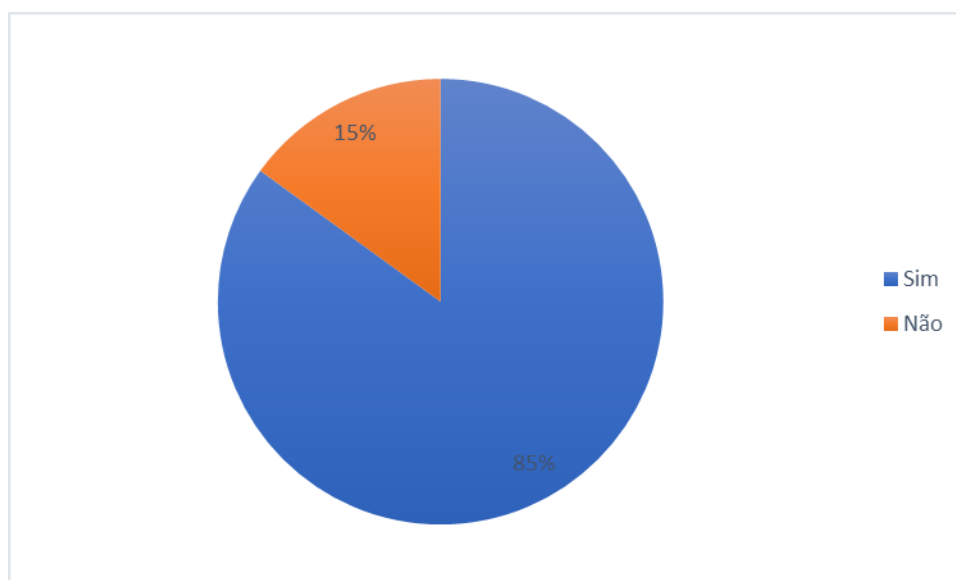
Tabela 2 - Existe mais algum tipo de patologia no revestimento da sua casa?

TIPOS DE PATOLOGIAS:	Nº DE RESIDÊNCIAS QUE APRESENTAM
Formação de manchas de umidade	28
Formação de fissuras e trincas	17
Descolamento da argamassa de revestimento	19
Manchas na pintura	20

Fonte: Autoria própria (2021)

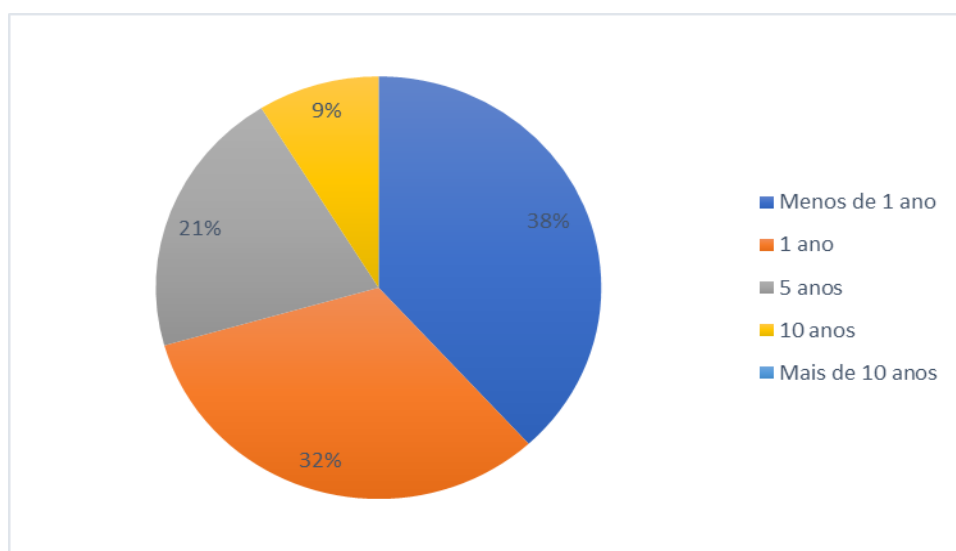
No gráfico 7, pode-se observar que a maioria dos entrevistados relataram terem feito reparos em sua residência para corrigirem os efeitos tanto do salitre, como das outras manifestações. Os danos causados pela eflorescência são difíceis de serem combatidos; no gráfico 8, nota-se que das 85% das casas entrevistadas em que houveram reparos, 38% a reforma foi feita em menos de um ano, e mesmo assim, o problema é recorrente.

Gráfico 7 - Já foram feitos reparos em sua residência?



Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 8 - Se sim, há quanto tempo?



Fonte: Autoria própria (2021)

4.1.2 RESPONSÁVEL PELA CERÂMICA

Como citado no item 3.2, também foi realizada visita e aplicação de questionário (apêndice B) com o proprietário e responsável pela cerâmica que produz e comercializa materiais cerâmicos para a cidade de Almino Afonso/RN, especificamente tijolos de 6 furos. O quadro 3 expõem as informações colhidas a respeito do funcionamento da empresa, do processo produtivo do tijolo, além de informações sobre a argila que eles utilizam.

É possível notar que a fabricação desses tijolos acontece de uma forma simples, a argila não passa por nenhum processo de análise ou estudo para saber acerca de sua qualidade e se existe a presença ou não de impurezas ou matéria orgânica. O processo de preparação da argila consiste apenas na mistura de barro para alcançar a consistência desejada. De acordo com Bastos (2003) para evitar o aparecimento de eflorescência em peças cerâmicas é essencial que haja escolha da matéria-prima e o controle de processo de produção. Além disso, a secagem dos tijolos acontece de forma natural e a queima é feita a 930°C, como visto anteriormente, a temperatura adequada para queima desses materiais é entre 950°C a 1050°C.

Quadro 3 - Formulário aplicado ao responsável pela cerâmica.

PERGUNTAS	RESPOSTAS
1. Qual o tempo de atuação da empresa?	Mais de 10 anos, porém, a atual gestão atua há pouco mais de 3 anos.
2. Quantas jazidas a empresa explora?	1
3. Por quanto tempo a jazida é explorada?	4 anos
4. A empresa conta com quantos funcionários?	24 funcionários
5. É feito algum tipo de estudo prévio da argila antes de extrai-la?	Não
6. Quais os tipos de argilas encontradas na região?	Argila secundária – Rio
7. Qual o principal tipo de argila utilizada pela empresa?	Argila secundária – Rio
8. Quais os equipamentos utilizados na extração e transporte da argila?	Escavadeira e caçamba
9. Quais os cuidados necessários para	Não tem

estocagem da argila?	
10. A argila passa por algum processo de preparação para que possa ser utilizada?	Mistura e correção
11. Qual a duração do descanso da matéria prima?	De 6 a 10 dias
12. Qual a quantidade de matéria prima utilizada mensalmente?	Em torno de 85 toneladas
13. Qual é o tipo de secagem?	Secagem Natural
14. Qual a quantidade de lenha utilizada mensalmente para queima?	Em torno de 330 m ²
15. Qual o tempo médio para queima?	14 horas
16. Qual a temperatura de queima?	930°C
17. Qual a quantidade de tijolos que a empresa produz mensalmente?	Em torno de 350 mil tijolos
18. Qual a porcentagem de perda do material durante o processo?	Mais de 15%
19. Em qual parte do processo de fabricação a empresa encontra maior dificuldade?	Licença ambiental e encontrar argila
20. Quais órgãos responsáveis pela fiscalização da empresa?	IDEMA, IBAMA, RECEITA FEDERAL, DMPM E MINISTERIO DO TRABALHO.

Fonte: Autoria própria (2021)

4.2 ANÁLISE DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E PH

Através da corrente elétrica, pode-se determinar o teor de sais nas amostras. Os resultados mostrados na tabela 3 foram obtidos a partir do ensaio da condutividade elétrica e pH do extrato de saturação representado pela solução composta de água e amostra do material, realizada de acordo com a metodologia. Como referência para compreensão dos dados foi utilizada a tabela 1 exposta no item 3.6.

Tabela 3 – Condutividade elétrica e pH das amostras de solo e dos materiais.

BAIRROS	PROFUNDIDADE (cm)	CE (mS/cm)	pH
FRANCISCO GODEIRO CARLOS	30	0,35	6,81
	50	0,16	8,29
CENTRO	30	0,96	8,09
	50	0,97	8,17
MAROCA CARLOS	30	2,80	7,99
	50	1,68	7,95
INSUMOS	CE (mS/cm)	pH	
TIJOLO	0,85	8,32	
TELHA	3,25	7,92	

Fonte: Autoria própria (2021)

De acordo com a tabela 3, tem-se que as amostras de solo coletadas a 30 e 50 cm do bairro Francisco Godeiro Carlos, apresentaram uma condutividade elétrica – CE, muito baixa, menos de 0,75 mS/cm. As amostras de 30 e 50 cm do Centro e a de 50 cm do bairro Maroca Carlos apresentaram entre 0,76 e 2,0, reportando assim uma CE baixa. A amostra de 30 cm do Bairro Maroca Carlos apresentou um valor de CE entre 2,0 e 3,5, o que é considerado normal. Sendo assim esses solos não podem ser considerados salinos uma vez que eles não ultrapassam o valor de 3,5 mS/cm, como consta na tabela 1. Se tratando dos insumos, a CE do tijolo de seis furos apresentou baixa, a telha cerâmica foi a amostra que apresentou maior teor de sais, mesmo assim, apresentou resultado considerado normal.

Se referindo ao pH, todas as amostras de solo, com exceção da amostra de 30 cm do bairro Francisco Godeiro Carlos que deu ácido, todas as demais resultaram em pH alcalino, o que era esperado, pois como descrito em Pereira (1983) em regiões áridas e semiáridas, esses solos pouco profundos variam ligeiramente de ácidos a alcalinos. Sobre os insumos da construção civil, tanto a telha como o tijolo obtiveram pH também alcalino.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Cerca de 80% dos entrevistados relataram que as casas sofrem com a presença de salitre, o que reforça a ideia de que a cidade possui alto índice desse tipo de manifestação patológica.
- 85% dos entrevistados relatam terem feito reformas para correção dessas manifestações e dentro desse percentual, cerca de 38% das reformas foram feitas em menos de um ano, e mesmo assim o problema é recorrente, o que comprova que os danos causados pelo salitre são difíceis de serem combatidos.
- Com a análise da condutividade elétrica pode-se constatar que tanto as amostras de solos como as dos insumos não podem ser consideradas salinas, uma vez que não apresentaram um valor considerável de teor de sais, não ultrapassando a faixa de 3,5 mS/cm; entretanto, como visto no referencial teórico, esses valores não podem ser desconsiderados, pois se não houvesse uma quantidade relevante, o aparelho não efetuaria a leitura.
- No ensaio de pH, é possível analisar que apenas a amostra de 30 cm do bairro Francisco Godeiro Carlos, apresentou-se ácida, as demais amostras apresentaram-se alcalinas, característica típica dos solos das regiões áridas e semiáridas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Erika Bressan Botelho de. **Principais manifestações patológicas encontradas em edificação.** Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm>. Acesso em: 5 jan. 2021.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de Construção 2.** 5. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 538 p.

BASTOS, Frederico Assis. **Avaliação do processo de fabricação de telhas e blocos cerâmicos visando a certificação do produto.** 2003. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BEZERRA, Gabriela Martins. **Estudo da influência do arisco na formação do salitre em argamassas na região de Mossoró-RN.** 2013. Monografia (Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.

GRANATO, José Eduardo. **Patologia das construções.** [S. l.: s. n.], 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/almino-afonso/panorama>. Acesso em: 20 fev. 2021.

LOPES, A.S. (trad. e adap.). **Manual de fertilidade do solo.** São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1998. 153 p.

MEDEIROS, Rafaela Lorrane Magno de. **Estudo do teor de sais nos agregados miúdos comercializados na chapada do Apodi-RN.** 2019. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2019.

MENEZES R. R, FERREIRA H. S, NEVES G. A; Ferreira H. C. **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção** - revisão. Cerâmica. 2006; 52(321):37-49.

OLIVEIRA JR, Fernando Antônio Serra de. **Identificação das causas da eflorescência nas residências de Caraúbas-RN: estudo de caso.** 2018. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2018.

PARISOTTO, Adaiane. **Avaliação colorimétrica da presença de eflorescência em corpos cerâmicos de argila vermelha com ação de íons cálcio e sulfato.** 2019. Dissertação (título de mestre em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2019.

POINTER BLOG. **Quais são as principais causas da eflorescência?** Disponível em: <https://pointer.com.br/blog/eflorescencia/>. Acesso em: 18 dez. 2020.

PEDROTTI, Alceu *et al.* **Causas e consequências do processo de salinização dos solos. Degradação do solo**, Santa Maria, p. 1308-1324, 2015.

PEREIRA, J. R. **Solos salinos e sódicos**. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15., Campinas. 1982. Acidez e calagem no Brasil. Campinas: SBCS, 1983. p. 127-143.

SANTOS, Pedro Henrique Coelho; SILVA FILHO, Antônio Freitas. **Eflorescência: causas e consequências**. Salvador: [s.n.], 2008.

SERAFINI, Kiara. **Tipos de umidade: Conheça as 4 mais comuns em uma construção**. Disponível em: <https://sulminasaco.com.br/tipos-de-umidade-conheca-as-4-mais-comuns-em-uma-construcao/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, Sayonara Alves de. **Influência do solo da fundação no surgimento de eflorescências em edificações no município de Caraúbas/RN**. 2018. 49 p. TCC (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2018.

SUASSUNA, J. **O processo de salinização das águas superficiais e subterrâneas no Nordeste Brasileiro**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1996. Disponível em: http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=772&Itemid=376. Acesso em: 6 jan. 2021.

TORRES, A. S.; SILVA, J. 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 (doi: 10.5216/reec.V10i2.32936). **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [S. l.], v. 10, n. 2, 2015. DOI: 10.5216/reec.v10i2.32936. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/32936>. Acesso em: 20 dez. 2020.

VERDUCH. A. GARCIA; SOLANA, V. Sanz. **Formação de eflorescências na superfície dos tijolos. Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 5, p.38-46, set./out. 2000. Disponível em: <https://www.ceramicaindustrial.org.br/journal/ci/article/587657087f8c9d6e028b4631>. Acesso em: 16 jan. 2021.

APÊNDICE A**FORMULÁRIO APLICADO A POPULAÇÃO NOS BAIRROS ESTUDADOS**

1. QUANDO A OBRA FOI CONSTRUIDA?
☐ 0 A 5 ANOS
☐ 5 A 10 ANOS
☐ 10 A 15 ANOS
☐ MAIS DE 15 ANOS
2. QUANTO TEMPO MORA NA RESIDÊNCIA?
☐ 0 A 5 ANOS
☐ 5 A 10 ANOS
☐ 10 A 15 ANOS
☐ MAIS DE 15 ANOS
3. SUA CASA ESTÁ LOCALIZADA EM ZONA:
☐ URBANA
☐ RURAL
4. A OBRA DA SUA RESIDÊNCIA CONTOU COM A CONTRATAÇÃO DE ALGUM DESSES PROFISSIONAIS?
☐ ENGENHEIRO CIVIL ☐ ARQUITETO ☐ TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES
5. SUA RESIDÊNCIA SOFRE COM A PRESENÇA DE SALITRE?
☐ SIM ☐ NÃO
6. ALGUMA RESIDÊNCIA PROXIMA A SUA APRESENTA ESSE TIPO DE PROBLEMA?
☐ SIM ☐ NÃO
7. SABERIA CITAR A POSSIVEL CAUSA DESSE PROBLEMA?
8. EXISTE MAIS ALGUM TIPO DE PATOLOGIA NO REVESTIMENTO DA SUA CASA?
☐ FORMAÇÃO DE MANCHAS DE UMIDADE
☐ FORMAÇÃO DE FISSURAS E TRINCAS
☐ DESCOLAMENTO DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO
☐ MANCHAS NA PINTURA
☐ OUTROS
9. JÁ FORAM FEITOS REPAROS EM SUA RESIDÊNCIA?
☐ SIM ☐ NÃO

10. SE SIM, A QUANTO TEMPO?

() 1 ANO

() 5 ANOS

() 10 ANOS

() MAIS DE 10 ANOS

APÊNDICE B**FORMULÁRIO APLICADO AO RESPONSÁVEL PELA CERÂMICA**

1. QUAL O TEMPO DE ATUAÇÃO DA EMPRESA?
☐ 0 A 1 ANO
☐ 2 A 5 ANOS
☐ 6 A 10 ANOS
☐ MAIS DE 10 ANOS
2. QUANTAS JAZIDAS A EMPRESA EXPLORA?
☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
3. POR QUANTO TEMPO A JAZIDA É EXPLORADA?
☐ 0 A 1 ANO
☐ 2 A 5 ANOS
☐ 6 A 10 ANOS
☐ MAIS DE 10 ANOS
4. A EMPRESA CONTA COM QUANTOS FUNCIONÁRIOS?
☐ 10
☐ 14
☐ 18
☐ 20 OU MAIS
5. É FEITO ALGUM TIPO DE ESTUDO PRÉVIO DA ARGILA ANTES DE EXTRAÍ-LA?
☐ SIM
☐ NÃO
6. QUAIS OS TIPOS DE ARGILAS ENCONTRADAS NA REGIÃO?
☐ ARGILA PRIMÁRIA (RESIDUAL) - BARRANCO
☐ ARGILA SECUNDÁRIA (TRANSPORTADA) - RIO
7. QUAL O PRINCIPAL TIPO DE ARGILA UTILIZADO PELA EMPRESA?
☐ ARGILA PRIMÁRIA (RESIDUAL) - BARRANCO
☐ ARGILA SECUNDÁRIA (TRANSPORTADA) - RIO

8. QUAIS OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA EXTRAÇÃO E TRANSPORTE DA ARGILA?
9. QUAIS OS CUIDADOS NECESSÁRIOS PARA A ESTOCAGEM?
10. A ARGILA PASSA POR ALGUM PROCESSO DE PREPARAÇÃO PARA QUE POSSA SER UTILIZADA?
- () MISTURA
 - () MACERAÇÃO
 - () CORREÇÃO
 - () AMASSAMENTO
11. QUAL A DURAÇÃO DO DESCANSO DA MATERIA PRIMA?
- () 1 A 5 DIAS
 - () 5 A 10 DIAS
 - () 10 A 15 DIAS
 - () ACIMA DE 15 DIAS
12. QUAL A QUANTIDADE DE MATÉRIA PRIMA UTILIZADA MENSALMENTE?
- () MENOS DE 50 TON
 - () 50 TON.
 - () 50 A 100 TON.
 - () MAIS DE 100 TON
13. QUAL O TIPO DE SECAGEM?
- () SECAGEM NATURAL
 - () SECAGEM ARTIFICIAL
14. QUAL A QUANTIDADE DE LENHA UTILIZADA MENSALMENTE PARA A QUEIMA?
15. QUAL É O TEMPO MÉDIO DE QUEIMA?
- () ABAIXO DE 20H
 - () 20 A 30H
 - () 30 A 40H
 - () 40 A 50H
 - () ACIMA DE 50H
16. QUAL É A TEMPERATURA DE QUEIMA?
- () ATÉ 700°C
 - () 700 A 800°C
 - () 800 A 900°C

☐ ACIMA DE 900°C

17. QUAL A QUANTIDADE DE TIJOLOS QUE A EMPRESA PRODUZ MENSALMENTE?

☐ 50 MIL TIJOLOS

☐ 80 MIL TIJOLOS

☐ 100 MIL TIJOLOS

☐ MAIS DE 100 MIL TIJOLOS

18. QUAL A PORCENTAGEM DE PERDA DO MATERIAL DURANTE O PROCESSO?

☐ 5%

☐ 10%

☐ 15%

☐ MAIS DE 15%

19. EM QUAL PARTE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO A EMPRESA ENCONTRA MAIOR DIFICULDADE?

☐ EXTRAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

☐ PREPARO

☐ MOLDAGEM

☐ SECAGEM

☐ QUEIMA

☐ ESFRIAMENTO

20. QUAIS ÓRGÃOS RESPONSÁVEIS PELA FISCALIZAÇÃO DA EMPRESA?