

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
PARAÍBA, CAMPUS CAMPINA GRANDE
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

ALESSANDRA ALCÂNTARA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE PATOLOGIA DE EFLORESCÊNCIAS EM
EDIFICAÇÕES DE SÃO VICENTE DO SERIDÓ - PB**

CAMPINA GRANDE - PB

2023

ALESSANDRA ALCÂNTARA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE PATOLOGIA DE EFLORESCÊNCIAS EM
EDIFICAÇÕES DE SÃO VICENTE DO SERIDÓ - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Campina Grande, como requisito para obtenção de título de Tecnóloga em Construção de Edifícios.

Orientador: Prof. Me. Kleber da Fonseca Furtado

CAMPINA GRANDE - PB

2023

S729i Souza, Alessandra Alcântara de.
Identificação das causas de patologia de eflorescências
em edificações de São Vicente do Seridó - PB /
Alessandra Alcântara de Souza. Campina Grande, 2023.
60 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Tecnologia em Construção de Edifícios) - Instituto Federal
da Paraíba, 2023.

Orientador: Prof. Me. Kleber da Fonseca Furtado.

1. Patologias 2 .Eflorescências 3. Impermeabilização
I.Furtado, Kleber da Fonseca II. Título.

ALESSANDRA ALCÂNTARA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE PATOLOGIA DE EFLORESCÊNCIAS EM
EDIFICAÇÕES DE SÃO VICENTE DO SERIDÓ - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Campina Grande, como requisito para obtenção de título de Tecnóloga em Construção de Edifícios.

Orientador: Prof. Me. Kleber da Fonseca Furtado

APROVADO EM: 31/07/ 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Kleber da Fonseca Furtado
Instituto Federal da Paraíba Campus Campina Grande (IFPB)
Orientador

Prof. Dr. Jean Luís Gomes de Medeiros
Instituto Federal da Paraíba Campus Campina Grande (IFPB)
Examinador interno

Prof. Dr. Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira
Instituto Federal da Paraíba Campus Campina Grande (IFPB)
Examinador interno

*“Você não sabe a força que tem.
Até que sua única alternativa é ser forte”*

(Johnny Depp)

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, pela oportunidade da vida, por nunca me abandonar, pela força concedida diariamente para poder superar todas as dificuldades encontradas nessa jornada.

Aos meus familiares, por se fazerem sempre presentes durante esta etapa de minha vida, dedicando-se e incentivando-me a sempre continuar e não desistir dos meus objetivos; em especial à minha mãe Márcia, minha irmã Alice a minha tia Maristela ao meu tio José Alcântara e a minha avó Cecília, que nunca mediram esforços para me ajudar em todos os percalços.

Ao meu orientador e professor Kléber da Fonseca Furtado, por ter me ajudado a conseguir realizar esse trabalho.

Á todo o quadro de professores, que sempre buscaram transmitir o máximo de conhecimento profissional ao longo de todo o curso, contribuindo assim para a minha formação tanto pessoal como acadêmica.

E por último, mas não menos importante, aos meus amigos com quem tive o prazer de conhecer durante o curso, Renata Santos, José Vitorino, Ithalo Anderson, Isaquely Silva, Thuany Rimar, Sanderson e Pedro Lucas, que contribuíram de forma muito importante durante a minha jornada acadêmica, e a todos que eu pude conhecer ao longo do curso, que compartilharam vários momentos comigo.

RESUMO

Desde o início da civilização o ser humano vem desempenhando um papel responsável na construção civil, visando sempre atender suas necessidades e conforto, apesar de uma constante evolução no âmbito da construção civil, as patologias sempre fizeram parte desses setores mesmo com grandes inovações tecnológicas usadas até então. O presente estudo tem como principal objetivo identificar as possíveis causas e origem da alta incidência de eflorescência nas edificações da cidade de São Vicente do Seridó-PB, e para isso foram realizadas inspeções prediais em duas regiões distintas da cidade, denominadas região 01 e região 02, conjuntamente com coleta de amostras de água e solo para análise de condutividade elétrica, com a finalidade de medir o nível de salinidade em ambos. A análise dos dados obtidos será fundamentada nos conceitos abordados na revisão bibliográfica, sobretudo no tocante aos conceitos e características abordadas para a correta identificação dos tipos de manifestações patológicas encontradas nas edificações da pesquisa, as suas relações e impactos sob a presença de eflorescências, suas possíveis causas, comportamentos, características e formas de manifestação. Os resultados obtidos apresenta a região 01, como uma região que apresenta uma maior incidência de eflorescência, isso se deve pelo fato de não haver impermeabilização nas edificações, percebe-se ainda que ao longo dos anos não foi adotada nenhuma ação preventiva para evitar as eflorescências, visto que nas construções atuais é mostrado os mesmos comportamentos de manifestações, que ocorre em 100% das edificações analisadas, provando que as técnicas adotadas continuam sendo ineficazes contra o surgimento dessas patologias.

Palavras-chaves: Patologias; Eflorescências; Impermeabilização; Condutividade Elétrica.

ABSTRACT

Since the beginning of civilization, human beings have played a responsible role in civil construction, always aiming to meet their needs and comfort, despite a constant evolution in the scope of construction, pathologies have always been part of these sectors even with great technological innovations used until then. The main objective of this study is to identify the possible causes and origin of the high incidence of efflorescence in the buildings of the city of São Vicente do Seridó-PB, and for this, technical inspections were carried out in two distinct regions of the city, together with the collection of water and soil samples for analysis of electrical conductivity, to measure the level of salinity in both And impacts on the presence of efflorescences, their possible causes, behaviors, characteristics and forms of manifestation. The results obtained reveal that region 01, is a more critical region with more efflorescence, precisely because there is no waterproofing in the buildings, it is also noticed that over the years no preventive action has been adopted for the efflorescences, since in the current constructions the same behaviors of manifestations is shown, which occurs in 100% of the buildings analyzed, Proving that the techniques adopted continue to be ineffective against the emergence of these pathologies.

Keywords: Pathologies; Efflorescences; Waterproofing; Electrical Conductivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de mofo ou bolor na parede	21
Figura 2 - Percentual de custo de etapas de construção de uma edificação.	26
Figura 3 - Condutivímetro de Bancada	29
Figura 4 - Localização da cidade de São Vicente do Seridó no estado da Paraíba.	32
Figura 5 – Áreas selecionadas para pesquisa	33
Figura 6 - Fachadas das residências	34
Figura 7 - Local da coleta de água (Lagoa).....	35
Figura 8 - Local de coleta de água (Tanque).....	35
Figura 9 - Localização da coleta de amostras de solo	37
Figura 10 - Secagem das amostras dos solos.....	38
Figura 11 - Retirada da matéria orgânica e cascalho por peneiramento.....	39
Figura 12 - Sucção do extrato.....	40
Figura 13 - Localização das edificações inspecionadas	41
Figura 14 – Descolamento de pintura – Edificação 05 e 07.....	49
Figura 15 - Esfarelamento de tijolos – Edificação 09	50
Figura 16 - Empolamento de tinta – Edificação 04.....	51
Figura 17 - Presença de eflorescências acima da altura do revestimento.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variação no índice de patologia conforme as etapas construtivas.....	18
Quadro 2 - Problemas de manifestações patológicas relacionadas a presença de água.....	19
Quadro 3 - Origem da umidade nas edificações	23
Quadro 4 - Tipos de sais, fonte provável e solubilidade.....	24
Quadro 5 - classificação da salinidade dos solos a partir da condutividade elétrica (CE).....	29
Quadro 6 - Classificação de valores de condutividade elétrica (CE).....	30
Quadro 7 - Classificação da salinidade da água por meio da Condutividade Elétrica (CE) ..	30
Quadro 8 - <i>Checklist</i> da inspeção	31
Quadro 9 - Detalhamento das residências	33
Quadro 10 – Detalhamento dos locais das amostras de água.....	36
Quadro 11 – Detalhamento dos locais das amostras de solo.....	37
Quadro 12 – <i>Checklist</i> 01	42
Quadro 13 - <i>Checklist</i> 02.....	42
Quadro 14 - <i>Checklist</i> 03.....	47
Quadro 15 - <i>Checklist</i> 04.....	52
Quadro 16 - Resultado da condutividade elétrica das amostras de água	54
Quadro 17 - Resultado da condutividade elétrica das amostras dos solos	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Idade das edificações – Quadro geral.....	43
Gráfico 2 - Idade das edificações por regiões.....	43
Gráfico 3 – Presença de impermeabilização nas edificações no geral	44
Gráfico 4 - Formas de incidência das eflorescências – Quadro geral.....	45
Gráfico 5 - Formas de incidência das eflorescências por região.	45
Gráfico 6 – Tipos de eflorescência observadas - Quadro geral	47
Gráfico 7 - Eflorescência observadas por região	48
Gráfico 8 - Intervenções de correções	52
Gráfico 9 - Comparativo do resultado da salinidade das amostras de água	55
Gráfico 10 - Comparativo do resultado das análises de solo.....	56

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.

CE – Condutividade Elétrica.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IFPB - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

ISO – Organização Internacional para Padronização.

KCl - Cloreto de potássio.

mS/cm - microSiemens / centímetro.

NBR - Normas Brasileira Regulamentadoras.

PB - Paraíba.

PH – Escala numérica que determina do grau de acidez de uma solução aquosa.

PST - Porcentagem de Sódio Trocável.

TFSA - Terra Fina Seca ao Ar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. OBJETIVOS.....	16
1.1.1. Objetivo Geral	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	17
2.1. DURABILIDADE DA EDIFICAÇÃO	17
2.2. PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	18
2.2.1. Mancha	20
2.2.2. Mofo e Bolor	20
2.2.3. Eflorescências	21
2.2.4. Criptoflorescências.....	22
2.2.5. Descascamento de pinturas	22
2.3. ORIGENS DAS EFLORESCÊNCIAS E CRIPTOFLORESCÊNCIAS.....	23
2.4. UMIDADE NA EDIFICAÇÃO	25
2.4.1. Ação da água para deterioração das edificações.....	25
2.5. IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO.....	25
2.6. QUALIDADE DOS MATERIAIS E SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	27
2.7. QUALIDADE DA EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	27
2.8. CONDUTIMETRIA E A DETERMINAÇÃO DA SALINIDADE ATRAVES DA CONDUTIVIDADE ELETRICA (CE).....	28
2.8.1. Classificação do solo por meio da CE do extrato de saturação.....	29
2.8.2. Classificação da água por meio da CE do extrato de saturação	30
3. MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA.....	32
3.2. ANÁLISE DE CONDUTIVIDADE ELETRICA	34
3.2.1. Coleta das amostras	35

3.2.2. Equipamentos e materiais utilizados para realização do ensaio de CE	38
3.2.3. Preparação da amostra do solo	38
3.2.4. Preparação do extrato de saturação	39
3.2.5. Procedimento do ensaio	40
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	41
4.1. RESULTADO DA APLICAÇÃO DO <i>CHECKLIST</i>	41
4.1.1. Manifestações Encontradas	46
4.1.2. Intervenções de recuperação	51
4.2. RESULTADOS DO ENSAIO DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE DA ÁGUA E DO SOLO	54
5. CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização o ser humano vem desempenhando um papel responsável na construção civil, visando sempre atender as suas necessidades e conforto. Desta forma, a humanidade passou por um processo de evolução civil durante os séculos, o que conseqüentemente permitiu que fossem possíveis novos desenvolvimentos científicos empregados em novas técnicas de construção civil que amenizaram o aparecimento de algumas patologias, tais como: mofo, bolor, eflorescências, entre outras.

Apesar de uma constante evolução no âmbito das edificações, as patologias sempre fizeram parte desses setores mesmo com grandes inovações tecnológicas usadas até então, Souza e Ripper (1998). Isso é ocasionado pela omissão dos elementos construtivos, ou seja, várias etapas da construção são executadas de forma inadequada quando muitas das especificações dos projetos não são respeitadas.

O estudo das patologias torna-se primordial para a identificação e as análises das possíveis causas resultantes das manifestações patológicas, logo é através das análises que se torna possível a compreensão das suas origens. O intuito de estabelecer este surgimento é compreendido através da observação de todo ciclo construtivo, desde a aquisição dos materiais e suas respectivas atribuições, a realização de um planejamento e projeto coerente, a capacitação da mão de obra, entre outros. Desse modo, através destas observações, poderá ser elaborado o diagnóstico preciso para cada tipo de patologia identificada (ANDRADE, 1997).

A umidade é um dos principais fatores que contribuem para o aparecimento de patologias tais como: mofo, manchas, corrosão de armaduras, eflorescências, dentre outros. Podendo essa umidade surgir por diversas origens como, ação da chuva, pelo solo por capilaridade¹, pela proximidade de fossas.

Segundo Bauer (2008), a eflorescência popularmente conhecida como salitre, é uma manifestação patológica decorrente de depósitos salinos principalmente de sais de metais alcalinos e alcalino-terrosos presentes na superfície de alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais e/ou componentes da alvenaria.

O processo de impermeabilização é um item fundamental para a proteção das edificações contra as ações de fluídos, mas devido à redução de custo com a construção da

¹ **Capilaridade:** Fenômeno de atração e repulsão onde se observa o contato dos líquidos com um sólido fazendo com que esse líquido suba ou desça, conforme molhe ou não a parede.

edificação, ou até mesmo por falta de conhecimento, podem ser fatores que contribuem para os moradores não utilizarem esse elemento tão importante.

Em virtude da existência da grande quantidade de edificações com problemas de salitre tanto em suas fachadas como também nos seus interiores, esse estudo se justifica através da compreensão da importância do uso de materiais e métodos adequados para construção da edificação, portanto a incidência patológica ocasiona a diminuição da qualidade estética das construções e isso vai de encontro diretamente na satisfação e qualidade de vida do usuário, além disso, ter uma residência fora dos padrões e com incidência de patologias pode resultar em desvalorização do imóvel, e o valor de venda que conseqüentemente acarreta prejuízos de ordem financeira.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Identificar as possíveis causas e origem da alta incidência de eflorescência nas edificações da cidade de São Vicente do Seridó-PB.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Analisar os principais materiais e métodos construtivos utilizados para construção das edificações;
- Analisar a influência das águas e solos nas manifestações;
- Analisar a relação das manifestações com a falta do sistema de impermeabilização;
- Obter respostas quanto às causas da eflorescência nas construções da cidade de São Vicente do Seridó.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

A fase de concepção e elaboração de projeto é essencial para que uma edificação seja bem executada e tenha o desempenho adequado. A ABNT NBR 15575 (2013), estabelece os requisitos e critérios de desempenho que se aplicam às edificações, são exigências dos usuários e, portanto, devem ser atendidas: segurança, habitabilidade, sustentabilidade e determinado nível de desempenho.

Para isso serão especificados os tipos de patologias mais incidentes que se apresentam vinculadas na presença de água nas edificações, bem como a possível identificação dessa umidade, os locais e áreas afetadas na construção com a presença de sais nas paredes decorrentes dessa umidade. Além disso, é importante frisar sobre a importância do uso de impermeabilização para minimizar problemas relacionados com a presença de umidade nas edificações.

2.1. DURABILIDADE DA EDIFICAÇÃO

A durabilidade de uma edificação está relacionada a diversos fatores tais como: manutenção, qualidade do material utilizado, qualidade da mão de obra, nível de exposição a intempéries, clima dentre outros.

Segundo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA, 2021), aumentar a durabilidade das edificações acarreta o incremento da competitividade, pois quanto maior for sua vida útil, menor será o custo dos serviços quando comparado com o tempo de durabilidade. E com o aumento da durabilidade, geralmente menores são os reparos de manutenção necessários, e conseqüentemente menores serão os gastos na reposição e conserto de partes deterioradas.

Ainda para o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA, 2021), a durabilidade do ponto de vista da engenharia geralmente está relacionada com as inevitáveis transformações físico-químicas do produto em contato com o ambiente no qual foi inserido. Desse modo, conhecendo-se o tipo de ambiente e os tipos de agentes de degradação, é possível selecionar os materiais que resistam ao ambiente em questão e/ou detalhar o projeto de tal forma que proteja os materiais dos agentes de degradação, aumentando, portanto, a durabilidade da edificação.

As edificações servem como suporte físico para a realização de atividades produtivas, sendo desse modo de valor social fundamental. E diferente de outros tipos de produtos, as edificações são construídas para atender as necessidades dos usuários por muitos anos, e no decorrer desses anos devem resistir as ações de agentes ambientais para a finalidade na qual foi projetada, propiciando condições adequadas de uso (ABNT NBR 15575, 2013).

2.2. PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Patologia na construção civil é definida por um conjunto de imperfeição que agem causando danos, podendo ser superficiais ou profundas. Para Segat (2005) “as patologias podem ser descritas através das ocorrências de danos externos que estão associados as ações dos ventos, da chuva, da luz, do calor, das emissões gasosas, das vibrações, das variações térmicas, da umidade, e as ocorrências de danos internos estão associadas aos efeitos da ventilação, do ar frio, do ar quente, da umidade e da condensação”. Segundo Helene (2003) e Sampaio et al. (2016), as maiores incidências patológicas encontradas no Brasil estão relacionadas as etapas de um projeto conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Variação no índice de patologia conforme as etapas construtivas

ETAPA	ANO ANALISADO		VARIAÇÃO NO DECORRER NOS ANOS
	HELENE 2003	SAMPAIO et al 2016	
Projeto	40	18	Redução de 22%
Escolha dos Materiais	18	7	Redução de 11%
Execução	28	51	Aumento de 23%
Utilização	10	13	Aumento de 3%

Fonte: Dados adaptado de Helene (2003) e Sampaio et al (2016).

Para Caporrino (2018);

Patologia das edificações é a ciência que estuda as origens, as formas de apresentação, os aspectos e as possíveis soluções de anomalias nas edificações e como evitar que qualquer componente de uma edificação deixe de atender aos requisitos mínimos para os quais foi projetado.

Pina (2013) comenta que, as patologias nas edificações podem ser definidas como a ocorrência de diversas manifestações patológicas que surgem durante a fase de construção, ou até mesmo adquiridas durante o uso no decorrer dos anos e que possam prejudicar o desempenho no qual foi projetado para edificação e das suas partes.

São diversas as possíveis causas para o surgimento de manifestações patológicas, desde falhas na etapa de elaboração do projeto da edificação, no processo de execução no tempo de uso da edificação, ou até mesmo devido à baixa qualidade dos materiais utilizados.

O Quadro 2 mostra alguns problemas mais comuns que colaboram para o aparecimento de manifestações patológicas relacionada a presença de água.

Quadro 2 - Problemas de manifestações patológicas relacionadas a presença de água.

Tipos de erros	Causas
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de impermeabilização; • Escolha de materiais inadequados; • Dimensionamento inadequado para o escoamento das águas pluviais; • A não consideração do efeito térmico sobre a laje; • Pouco caimento para o escoamento das águas.
Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Execução inadequada da impermeabilização; • Má execução das juntas; • Rodapés mal executados – arremate inadequado da impermeabilização na platibanda ou muro; • Acabamento mal executado no entorno de ralos ou passagem de tubulação pela laje; • Ralos quebrados.
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Rachaduras da platibanda provocam a penetração de água por baixo da impermeabilização; • Materiais de baixa qualidade; • Materiais inadequados.
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento de redes pluviais ou hidráulico sanitários por tubulação furada ou rachada Entupimento de ralos; • Ruptura da impermeabilização; • Ruptura de ladrilhos cerâmicos; • Ralos quebrados.

Fonte: Adaptado de Klein, (1999 *apud* Souza, 2008).

De acordo com o Quadro 2, fica evidenciado a importância de seguir todas as etapas da construção da edificação, visto que, caso venha a ser suprimida alguma dessas etapas, tem grandes chances do comprometimento da qualidade e a durabilidade da edificação.

A presença de umidade em locais inadequados, tais como em paredes, lajes, fachadas, entre outros lugares, podem trazer problemas desagradáveis para as edificações. Segundo Berlon (2019), as manifestações patológicas mais gerais apresentadas pela presença de umidade são:

- Mancha;
- Mofo ou bolor;
- Eflorescência;
- Criptoflorescência;
- Descascamento de pintura.

2.2.1. Mancha

Edificações que estão constantemente sujeitas a umidade, se compostas de materiais de elevada absorção capilar, como no caso das alvenarias, e sem sistema de impermeabilização, tendem a apresentar problemas devido à infiltração. Dentre esses, as manchas são as manifestações mais recorrentes, e que, segundo Verçoza (1987), deterioram os materiais construtivos e desvalorizam a obra.

Segundo Klein (1999), a umidade em parede e pisos pode se originar conforme esses três meios:

- Por vazamentos pela ruptura de canalizações de água fria, quente, esgoto pluvial, cloacal;
- Pela penetração de água da chuva;
- Pela percolação de água oriunda do solo, por ascensão capilar.

A liberação de vapor deposita materiais alcalinos na parede, o que causa as manchas, que é o estágio seguinte das eflorescências.

Um tipo de infiltração em parede, de acordo com Verçoza (1991), é o que acontece em muros e platibandas na parte superior. A saturação de água nos materiais sujeitos à umidade tem como consequência o aparecimento de manchas características e posterior deterioração.

2.2.2. Mofo e Bolor

Berlon (2019), define que o mofo são fungos, organismos que se alimentam absorvendo nutrientes de fontes externas e não através de um sistema digestivo interno. Normalmente o mofo é identificado facilmente pelo exame visual; muitas vezes é localizado perto ou na fonte de infiltração de água. Podem aparecer e se desenvolver em vários tipos de materiais como: tintas, vidros, argamassas, materiais cerâmicos, dentre outros.

O bolor ou mofo é a manifestação de um tipo de micro vegetal, os fungos (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de mofo ou bolor na parede



Fonte: Testoni (2021)

2.2.3. Eflorescências

Eflorescências em construção, é o aparecimento de formações salinas na superfície dos materiais. Na maior parte dos casos as eflorescências não causam problemas maiores que o mau aspecto resultante, mas há circunstâncias em que o sal formado pode levar a situações tais como o descolamento dos revestimentos ou pinturas, desagregação das paredes a até queda de elementos construtivos (VERÇOZA, 1991).

Perez (1985) cita que, elas ainda podem se localizar entre os tijolos e o reboco, fazendo este se descolar e conforme os volumes chegam a formar estalactites². As eflorescências aparecem quando a água atravessa elemento que contenha sais solúveis. Estes sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamassa etc. O maior causador da eflorescência é o sulfato, que ao receber água aumenta muito o seu volume.

A manifestação patológica eflorescências está associada a umidade e aos sais presentes no interior das alvenarias, esses sais podem ser provenientes dos materiais utilizados para construção das edificações, ou até mesmo infiltrados na parede por meio do solo salino. Segundo Medeiros et al. (2019), o processo de salinização do solo está associado a diversos fatores, como a formação do solo, onde essa é resultante do produto de degradação das rochas, no qual envolve a ação de fatores do clima, relevo, organismos vivos, e o tempo.

² **Estalactites:** São depósitos minerais originados por gotejamento através de fendas ou furos no teto da caverna.

Para Reis (2021), a presença de eflorescências está ligada diretamente com a presença de umidade nas edificações, eliminando a fonte de umidade na edificação, por consequência acaba eliminando ou diminuindo problema da patologia de eflorescência.

2.2.4. Criptoflorescências

São formações salinas, da mesma causa e mecanismo das eflorescências, porém agora os sais são grandes cristais que se fixam no interior da própria parede ou estrutura. Ao crescerem, eles podem pressionar a massa, formando rachaduras e até a queda da parede. O maior causador das criptoflorescências é o sulfato, este ao receber água aumenta muito o seu volume.

A formação das criptoflorescências tem o mesmo procedimento de formação e aparecimento dos cristais das eflorescências, elas são manifestações patológicas originárias das dissoluções dos sais dos materiais de construção. Criptoflorescências são depósitos de sais de cristalização dentro dos poros, próximo da superfície que pode resultar em esfoliações ou fragmentações, o que é tão prejudicial como a eflorescência (BERLON, 2019).

2.2.5. Descascamento de pinturas

Conforme Giordani (2016), a patologia ocorre através do rompimento da película de tinta com a superfície devido a fatores como: superfície úmida, existência de pó na superfície devido a sais minerais ocasionando a falta de aderência da tinta com ela. Ocorre em tintas calcinadas, pinturas sobre caiação, erro na diluição do substrato. Sua recuperação ocorre através da raspagem, remoção dos resquícios de tinta e impurezas, se a superfície estiver úmida, deixar secar. Aplicação de fundo preparador, e aplicação de tinta adequada de acordo com o ambiente, em alguns casos é utilizado massa acrílica para nivelar a superfície.

Segundo Marques (2013), essa manifestação patológica ocorre pela perda de aderência da película de tinta à superfície do substrato. Sua incidência pode ser ocasionada por diversos fatores, dos quais se elenca:

- Presença excessiva de umidade no substrato em decorrência de infiltrações;
- Rápida secagem da tinta, ocasionando a diminuição da aderência à superfície do substrato;
- Superfície de aplicação sem preparo, apresentando sujeiras como gordura e poeira;
- Aplicação de repintura sem o preparo prévio da superfície, aplicando uma nova demão de tinta sobre uma camada antiga;

- Aplicação da tinta em um intervalo de tempo reduzido entre as demãos.

2.3. ORIGENS DAS EFLORESCÊNCIAS E CRIPTOFLORESCÊNCIAS

O principal motivo para o aparecimento da eflorescências é a presença de água nas edificações, a penetração dessa água pode ocorrer por diversos fatores tais como vazamento subterrâneo, presença do lençol freático, incidência da chuva entre outros. O Quadro 3 mostra os locais onde comumente tem-se a presença de umidade nas edificações.

Quadro 3 - Origem da umidade nas edificações

Origem	Presente na,
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto; Confecção da argamassa; Execução de pinturas.
Umidade oriunda da chuva	Cobertura (telhado); Paredes; Lajes de terraços.
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Solo, 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, cozinhas e garagens.

Fonte: Adaptado de Klein, (1999 *apud* Souza, 2008)

Segundo Bauer (2008), para as eflorescências surgirem deve ocorrer três fatores de igual importância, sendo eles: “o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática necessária para que a solução migre para superfície”. O mesmo autor ainda afirma que caso alguns desses fatores não ocorra o fenômeno não ocorrerá.

A água utilizada para fabricação dos tijolos e para o amassamento da argamassa pode contribuir para o surgimento de eflorescências; águas provenientes de poços e lagoas podem ter níveis elevados de sais em sua composição. Além da água os agregados podem contribuir para o aparecimento de eflorescências devido ao mesmo motivo. De acordo com Bauer (2008), os solos podem apresentar níveis elevados de sais, como nitratos de sódio, potássio e amônio, isso

ocorre pela presença de solos adubados ou contaminados industrialmente, e por esses sais serem muito solúveis em água.

No Quadro 4 podemos observar os tipos de sais que podem causar eflorescências, sua fonte provável e sua solubilidade:

Quadro 4 - Tipos de sais, fonte provável e solubilidade.

Composição Química	Fonte Provável	Solubilidade em água
Carbonato de Cálcio	Carbonatação de cal lixiviada da argamassa de concreto e de argamassa de cal não carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato de Magnésio	Carbonatação de cal lixiviada de 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 Cálcio Desidratado	Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo	Parcialmente solúvel
Sulfato de Magnésio	Tijolo, água de amassamento	Parcialmente solúvel
Sulfato de Cálcio	Tijolo, água de amassamento	Parcialmente solúvel
Sulfato de Potássio	Relação tijolo-cimento, agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Sulfato de Sódio	Relação tijolo-cimento, agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de Cálcio	Água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de Magnésio	Água de amassamento	Muito solúvel
Nitrato de Potássio	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Nitrato de Sódio	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Nitrato de Amônia	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Cloreto de Alumínio	Limpeza com ácido muriático	Solúvel
Cloreto de Ferro	Limpeza com ácido muriático	Solúvel

Fonte: Bauer (2008)

Conforme mostrado no quadro, são inúmeros os fatores que podem contribuir para o aparecimento de anomalias relacionadas a presença de umidade nas edificações, os sais podem

estar presentes nas diversas etapas das construções e contidos nos mais diversos materiais, portanto, é difícil a identificação dos tipos de sais e suas origens.

2.4. UMIDADE NA EDIFICAÇÃO

A umidade tem origem direta por capilaridade, trazidas durante a construção, pela chuva, por vazamentos hidráulicos, por condensação, sendo um fator essencial no aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, perda de pinturas, de rebocos, em casos críticos causando acidentes estruturais (VERÇOZA, 1991).

2.4.1. Ação da água para deterioração das edificações

A ABNT NBR 15575 (2013), evidencia a importância da proteção das edificações contra a ação da água, pois esse elemento é o principal responsável para o surgimento de inúmeras patologias, que podem afetar tanto a durabilidade da edificação, quanto a saúde de seus usuários.

Para Magalhães et al. (2019), as manifestações patológicas como, eflorescências, criptoflorescências, ferrugem, mofo, apodrecimento e manchas nas edificações são causados pela presença de água, que são conduzidos ou afetados por ela. Diante disso, a impermeabilização entra como fator essencial para sanar os problemas ocasionados pela presença de água nas edificações sendo, portanto, esse fator que aumenta a durabilidade das edificações.

2.5. IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO

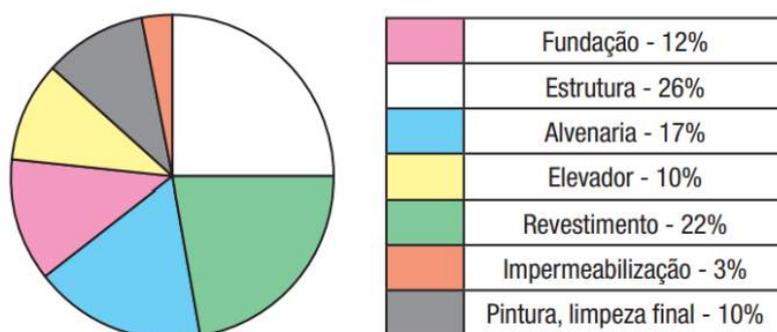
A impermeabilização é uma das etapas mais importantes da construção civil, mas é deixada de lado, muitas vezes, seja por motivos de contenção de gastos ou por desinformação. Se feita da forma correta, ela evita o aparecimento de manifestações patológicas, alternando desde uma mancha e eflorescências até problemas estruturais graves. Além disso, os problemas com infiltração de água propiciam ambientes insalubres e com aparência desagradável.

Segundo a ABNT NBR 9575 (2010), a impermeabilização garante a estanqueidade da estrutura, selando ou vedando estruturas porosas e com falhas. Segundo Pontes (2016), as principais soluções em impermeabilização são: membranas asfálticas moldadas a quente ou a frio, membranas de poliuretano, poliuretano com asfalto, manta asfáltica, emulsão asfáltica para impermeabilização, argamassa polimérica, cristalizantes e cimentos impermeabilizantes.

De acordo com Rezende (2016), os impermeabilizantes deveriam estar presentes em todas as partes da obra desde; fundação, parede, reservatórios e piscinas até chegar ao subsolo. Contudo, esse item tão importante é deixado de lado, na maioria das vezes por desinformação, e em outras por redução dos custos, resultando na ausência de impermeabilização, potencializando o aparecimento de patologias, redução da vida útil da edificação, e por conseguinte, além dos aspectos físicos e ambientais acarretam prejuízos financeiros muito elevados.

Segundo Silva (2021), a impermeabilização executada de forma planejada representa cerca de 3% do valor total das construções e evita reparos com patologias que podem chegar até 15% do custo total da obra. A Figura 2 mostra o percentual de custo das etapas construtivas de uma edificação.

Figura 2 - Percentual de custo de etapas de construção de uma edificação.



Fonte: Vedacit (2012)

Segundo o manual de impermeabilização da Vedacit (2012), a realização da etapa de impermeabilização durante a execução da obra é muito mais vantajosa, pois nessa etapa se torna mais fácil e econômico do que quando a obra já está erguida e aparecem os problemas relacionados a presença da umidade, que tornam os ambientes insalubres e com aparência desagradável, apresentando diversas patologias como eflorescência, mofo, bolor, manchas, oxidação das armaduras, entre outros.

Para a elaboração de um bom projeto de impermeabilização é necessário identificação de quais partes construtivas estão sujeitas aos ataques da ação da água e o tipo de forma de solicitação. A ABNT NBR 9575 (2010), mostra as quatro formas de solicitação da água, a saber:

- Imposta pela água de percolação;
- imposta pela água de condensação;
- imposta pela umidade do solo;

- imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

A impermeabilização é fator essencial para edificação, esse serviço pode garantir a durabilidade da edificação, pois é capaz de evitar a presença de diversas patologias, e assim como a parte arquitetônica, estrutural, elétrica e hidráulica, necessitam da elaboração de um projeto específico, e conseqüentemente de pessoas qualificadas para executar sua instalação conforme descrito em projeto.

2.6. QUALIDADE DOS MATERIAIS E SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Para ABNT NBR ISO 9000 (2000), a qualidade está intrinsecamente relacionada com a capacidade de satisfazer a necessidades presentes dos futuros usuários. De modo que os materiais venham a cumprir suas funções de desempenho pretendido para o que foi projetado e acordado entre cliente e outras partes envolvidas.

Os materiais e processos a considerar devem ser citados pelo tipo de norma de referência, e não só pela marca do produto. Salvo se não obtiver nenhuma particularidade com os produtos, deve-se indicar mais de um fornecedor. Os ensaios e testes devem ser disponibilizados no projeto, assim como os laboratórios habilitados a realizá-los. Para obter uma perfeita execução do projeto de impermeabilização, deve-se trabalhar em perfeito sincronismo com os outros projetos de sistemas auxiliares de obras. Quanto melhor forem a análise e solução destas interfaces, melhor será o resultado do sistema (SANTOS, 2016).

2.7. QUALIDADE DA EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Como citado anteriormente, deve-se conhecer muito bem o tipo de material e suas especificações de uso e aplicação, pois para garantir a qualidade da impermeabilização deve-se garantir também a qualidade da mão de obra utilizada, bem como a qualidade dos materiais. Desse modo, é indicado procurar por empresas devidamente qualificadas, e de preferência que possuam experiência comprovada na área para execução do serviço de impermeabilização.

É fato que o modo de execução varia de produto para produto, mas o procedimento é basicamente o mesmo, de modo geral, antes de qualquer aplicação do impermeabilizante, é necessário que seja realizada a limpeza da superfície, eliminando todas as impurezas e sujidades. Vale ressaltar que é importante para realizar todo o processo de impermeabilização contar com uma equipe profissional para garantir que o serviço seja feito da maneira correta (NEVES, 2020).

2.8. CONDUTIMETRIA E A DETERMINAÇÃO DA SALINIDADE ATRAVES DA CONDUTIVIDADE ELETRICA (CE)

Segundo Oliveira Junior (2018), a condutimetria é o método utilizado para a análise da capacidade de um material conduzir corrente elétrica. A corrente elétrica varia de acordo com a concentração e natureza das diversas espécies químicas presentes nas amostras.

No caso dos líquidos, a condução elétrica é ocasionada pela migração de íons. O método comumente utilizado para medição da salinidade é o cálculo a partir da condutividade da solução. A EMBRAPA (2017), apresenta os procedimentos a serem seguidos para o ensaio de condutividade elétrica dos solos medido através do extrato de saturação, que é a solução do solo extraída por vácuo a partir de uma pasta saturada. Essa pasta saturada é obtida misturando-se uma amostra de solo com água destilada, até que essa mistura obtenha um aspecto semelhante a uma pasta, ou até que a água não seja mais absorvida pelo solo. De uma forma geral, quanto maior a capacidade de conduzir corrente elétrica, maior o indicativo de concentração de sais em uma solução.

A verificação da condutividade elétrica é feita através de um equipamento denominado condutivímetro (Figura 3), depois de submergir sua sonda na solução o equipamento tem a capacidade de medir a condutância ou corrente elétrica. A medição é realizada por meio de dois eletrodos contidos dentro da sonda, que aplica uma tensão entre esses eletrodos, e dessa forma o aparelho calcula a resistividade elétrica da solução, uma vez que a corrente elétrica é o inverso da resistividade, quanto mais resistiva for a solução menor será a sua capacidade em conduzir corrente elétrica da solução. O condutivímetro converte a leitura da corrente elétrica para microSiemens / centímetro. O Siemens (S) é uma unidade do Sistema Internacional de Unidade (SI) que mede a condutividade elétrica. O siemens equivale ao inverso do ohm (Ω). Portanto a unidade de condutividade elétrica pode também ser expressa como S.m-1.

Figura 3 - Condutivímetro de Bancada

Fonte: Autoria Própria (2023)

2.8.1. Classificação do solo por meio da CE do extrato de saturação

Para Cordeiro (1983), os solos que apresentam sais podem ser classificados por meio do PH por condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) e da Porcentagem de Sódio Trocável (PST). O Quadro 5, mostra a classificação da salinidade dos solos a partir da condutividade elétrica (CE).

Quadro 5 - classificação da salinidade dos solos a partir da condutividade elétrica (CE).

Tipos de Solo	Condutividade da amostra
Solos normais	CE < 4 mS/cm
Solos salinos	CE > 4 mS/cm

Fonte: Adaptado de Cordeiro (1983)

Desse modo, de acordo com a Quadro 5, os solos normais possuem condutividade inferior a 4 mS/cm, enquanto os solos salinos possuem condutividade elétrica superior a 4 mS/cm.

De acordo com a análise de Cavins et al., (2000), a avaliação quanto ao nível de salinidade pode ser mensurada a partir da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE), com sua escala de mensuração variando de muito baixa a extremo. Conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Classificação de valores de condutividade elétrica (CE)

EXTRATO SATURADO	CE
0,0 A 0,75 (mS/cm)	MUITO BAIXO
0,75 A 2,0 (mS/cm)	BAIXO
2,0 A 3,5 (mS/cm)	NORMAL
3,5 A 5,0 (mS/cm)	ALTO
5,0 A 6,0 (mS/cm)	MUITO ALTO
>6,0 (mS/cm)	EXTREMO

Fonte: Adaptado de Cavins et al., (2000)

Pode-se observar então que a classificação da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo adota pelos dois autores estão em concordância, pois o primeiro autor classifica como salino os solos que apresentam condutividade elétrica acima de 4 mS/cm, e o segundo considera solo salino os que apresentam condutividade superior a 3,5 mS/cm.

2.8.2. Classificação da água por meio da CE do extrato de saturação

A resolução Nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA, que define a qualidade das águas, quanto sua salinidade, com a seguinte classificação:

- Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %;
- Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 % e inferior a 30 %;
- Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 %.

Segundo a EMBRAPA (2001), as águas podem ser classificadas quanto a sua salinidade por meio da aferição da condutividade elétrica (CE), sendo classificada em quatro faixas de salinidade, variando de baixa a muito alta, tendo essas classificações variando de 0,25 a 2,25 mS/cm. O Quadro 7 mostra as 4 faixas utilizadas para classificação das águas quanto a sua salinidade, sendo essas classificadas por meio da condutividade elétrica, porém, vale salientar que esse é apenas um dos parâmetros utilizados para verificação da qualidade das águas.

Quadro 7 - Classificação da salinidade da água por meio da Condutividade Elétrica (CE)

SALINIDADE	CONDUTIVIDADE (mS/cm)
BAIXA	< 0,25
MÉDIA	0,25 < 0,75
ALTA	0,75 < 2,25
MUITO ALTA	> 2,25

Fonte: Adaptado da EMBRAPA (2001)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na cidade de São Vicente do Seridó – PB, de janeiro a abril de 2023, no qual foram realizadas inspeções prediais em edificações particulares e públicas visando identificar patologias relacionadas a eflorescências. O principal instrumento para a implementação da pesquisa foi a aplicação de um *checklist*³, para a coleta dos principais dados da edificação: idade, sistema construtivo, natureza da propriedade, assim como também, a identificação da presença de manifestações patológicas, de suas características e abrangência. (Quadro 8).

Quadro 8 - Checklist da inspeção

Descrição da edificação		Localização da edificação		Natureza da propriedade		Idade da edificação			
Endereço/rua		Região 01	Região 02	Particular	Pública	>10 anos	<10 anos		
Impermeabilização				Presença de eflorescências		Forma da manifestação			
Sim	Tipo	Não	Não informado	Sim	Não	Generalizada	Pontual		
Eflorescência observadas				Altura das eflorescências		Intervenção de recuperação			
Manchas	Descolamento de pinturas	Descolamento de rebocos	Esfarelamento de tijolos	>1 metro	<1 metro	Sim	Tipo	Quantidade	Não

Fonte: Autoria Própria (2023)

³ **Checklist:** Esta palavra é a junção de *Check* (verificar) e *List* (lista). Uma *checklist* é um instrumento de controle, composto por um conjunto de condutas, nomes, itens ou tarefas que devem ser lembradas e/ou seguidas.

A presente pesquisa pode ser classificada como qualitativa, ou mesmo, como um estudo de casos; uma vez que, para se realizar uma pesquisa quantitativa serão necessários um maior número de informações, dados coletados e ensaios realizados, para assim, se poder formar uma base mais concreta para que se possa atribuir uma resposta ainda mais precisa para o problema presente em um vultoso número de edificações do município.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

São Vicente do Seridó-PB está localizado no centro-norte do Estado da Paraíba (Figura 4), na mesorregião da Borborema. Ocupa uma extensão territorial de 276.471 km² da microrregião do Seridó Oriental, ficando a 200 km de distância da capital João Pessoa e a 631 m de altitude acima do nível do mar (IBGE, 2018).

O município integra a área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definido pelo Ministério da Integração Nacional pelo baixo índice pluviométrico, pelo alto índice de aridez dos solos.

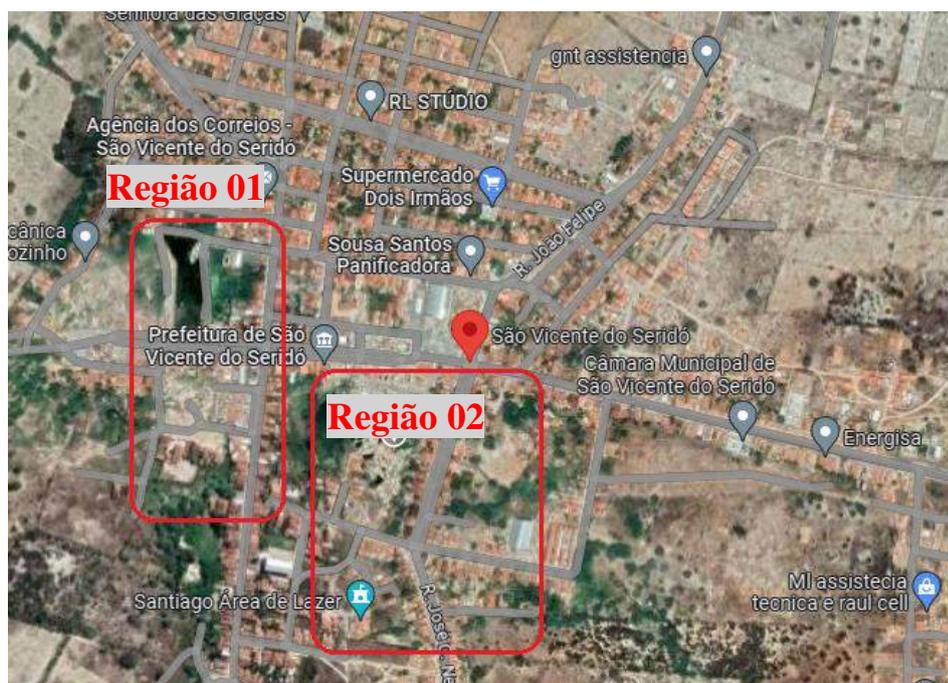
Figura 4 - Localização da cidade de São Vicente do Seridó no estado da Paraíba.



Fonte: IBGE (2018)

Historicamente, o município sempre apresentou, em toda a sua área territorial, elevados registros de edificações com a presença de salitres, sendo esta situação ainda mais acentuada em algumas áreas centrais da zona urbana. Dessa forma, este trabalho optou como critério para a escolha dos locais da pesquisa, a escolha de regiões da cidade que apresentassem as maiores incidências de manifestações patológicas e que possivelmente estivessem relacionadas com a presença de eflorescências ou “salitres”; desse modo a pesquisa foi realizada em duas áreas distintas da região central da zona urbana do município.

As áreas selecionadas para a pesquisa foram denominadas: Região 01: Área com abrangência de 5 ruas; Região 02: Área com abrangência de 4 ruas, (Figura 5).

Figura 5 – Áreas selecionadas para pesquisa

Fonte: Google Maps (2023)

A pesquisa foi realizada em 10 edificações, sendo 6 residências particulares e 4 prédios públicos, distribuídos nas respectivas regiões conforme ao detalhamento apresentado no (Quadro 9).

Quadro 9 - Detalhamento das residências

	Residências	Prédios Públicos
Região 01	3 edificações	3 edificações
Região 02	3 edificações	1 edificação

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Neste trabalho optou-se pelo emprego de um campo amostral de maior amplitude e com maior diversificação, utilizando-se de edificações não só com a existência de manifestações patológicas, mas também com idades, dimensões, sistemas construtivos e materiais empregados diferenciados; para que, durante a coleta e análise dos dados, tivesse uma maior representatividade e um melhor entendimento da problemática estudada. A figura 6 mostra algumas fachadas com alto índice de salinidade.

Figura 6 - Fachadas das residências



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Para este fim utilizou-se como recurso metodológico para a coleta dos dados, a realização de conversas informais a moradores e usuários das edificações e a execução de inspeções prediais minuciosas em cada edificação. As inspeções prediais tiveram como objetivo a identificação e localização das manifestações patológicas, através de registros fotográficos e formação de um acervo fotográfico para a pesquisa, além de aferições de medidas, quando se fez necessário, embasando assim, de forma mais criteriosa, uma análise mais precisa dos dados obtidos.

Além dos dados obtidos com a aplicação do *checklist*, foram coletadas amostras de solo de terrenos inseridos dentro das regiões da pesquisa e amostras de águas para serem levadas para análise de condutividade elétrica em laboratório.

3.2. ANÁLISE DE CONDUTIVIDADE ELETRICA

A Embrapa adota a metodologia da condutividade elétrica do extrato de saturação para classificar os solos agrícolas. Uma metodologia rápida e prática a fim de avaliar o teor de sais no solo, tomando como base todos os procedimentos de coleta das amostras dos solos e das águas para realização do ensaio de Condutividade Elétrica (CE), e todos os procedimentos experimentais seguiram rigorosamente as etapas descritas no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (2017).

3.2.1. Coleta das amostras

A coleta das amostras teve como intuito a determinação de seus respectivos teores de salinidade, através da realização de ensaios de condutividade elétrica - CE, de modo a identificar os teores de salinidades encontrados nas águas e nos solos utilizados e a existência de possíveis correlações entre as patologias existentes nas edificações e a influência da presença de sais na água e solo da região.

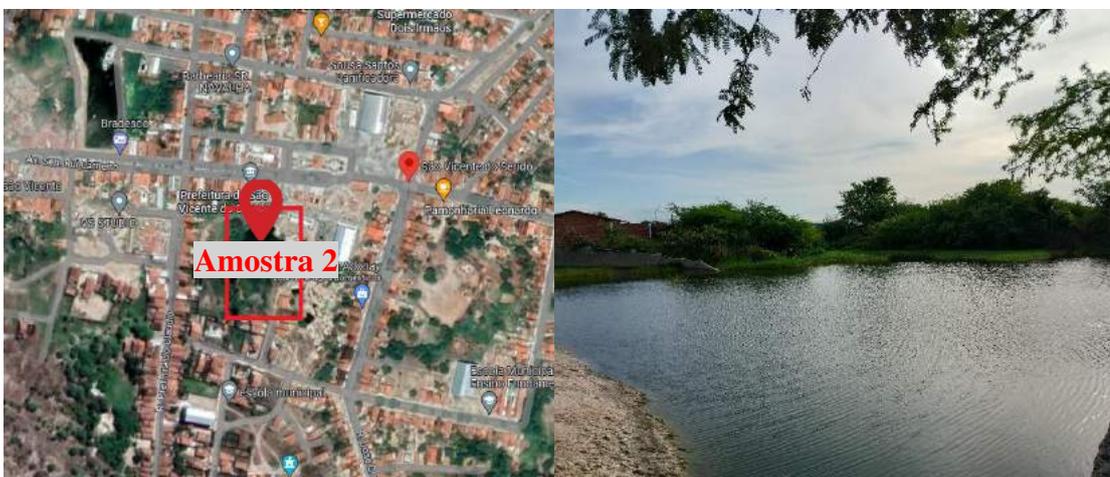
Os locais escolhidos para a coleta de água foram amostras de água em uma lagoa de fonte natural (Figura 7), e em um tanque fonte de água natural (Figura 8), também localizadas dentro destas regiões.

Figura 7 - Local da coleta de água (Lagoa)



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 8 - Local de coleta de água (Tanque)



Fonte: Autoria Própria (2023)

O critério de escolha dos mananciais deu-se pela sua localização e pela sua topografia, já que ambos podem tanto estarem coletando as águas superficiais que percolam no subsolo e que são oriundas de outras áreas com cotas mais elevadas quanto estarem permitindo infiltrações por gravidade para áreas de cotas mais baixas. Além disso, não deve ser descartada a hipótese do uso da água de algum destes mananciais terem sido utilizadas como água de amassamento na produção de argamassas em algumas destas construções durante a sua fase construtiva, sobretudo as edificações mais antigas.

Para fins comparativos dos teores de salinidade das águas analisadas, também foram coletadas amostras de água tratada fornecida pela concessionária pública no município, neste caso a CAGEPA – Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba, para que se possam ter parâmetros mais esclarecedores dos comparativos entre as características e propriedades destas águas. (Quadro 10).

Quadro 10 – Detalhamento dos locais das amostras de água

Amostra	Local	Região
Amostra 01	Lagoa Municipal	01
Amostra 02	Tanque de fonte natural	02
Amostra 03	CAGEPA	Fornecido pela rede

Fonte: Autoria Própria (2023)

Os pontos escolhidos para a coleta de amostras de solo (Figura 9), foram aqueles em que as edificações apresentaram maiores concentrações de manifestações patológicas devidas as eflorescências. Durante o processo de coleta das amostras foram desprezados os primeiros 5cm de solo para se evitar a contaminação com outros materiais presentes na superfície, sendo coletados aproximadamente 1kg de cada solo a uma profundidade aproximada de 20 cm.

Figura 9 - Localização da coleta de amostras de solo

Fonte: Autoria Própria (2023)

Pelo que se observa visualmente das regiões escolhidas para pesquisa, o perfil topográfico não apresenta variações significativas, mantendo-se de forma e com características homogêneas; nestas condições é plausível que as amostras de solo coletadas possam permitir uma boa representatividade no tocante aos resultados dos teores de salinidade encontrados nas respectivas regiões. O Quadro 11 mostra detalhadamente os locais de coleta das amostras.

Quadro 11 – Detalhamento dos locais das amostras de solo

Amostra	Local	Região
Amostra 04	Rua Manuel Rocha	02
Amostra 05	Av. Ruy Carneiro	01
Amostra 06	Rua Damião Zelo	01

Fonte: Autoria Própria (2023)

Os ensaios de condutividade elétrica foram realizados no laboratório de química do IFPB, Campus Campina Grande em conformidade com os critérios recomendados pela EMBRAPA (2001), sendo empregadas da seguinte metodologia:

3.2.2. Equipamentos e materiais utilizados para realização do ensaio de CE

Para preparação do extrato de saturação e realização do ensaio de condutividade elétrica das amostras foram utilizados os seguintes equipamentos: béquer de plástico de 400 ml, funil Bruckner, espátula de aço inoxidável, kitasato de 500 ml, proveta de 50 ml, bureta volumétrica ou digital, balança analítica, bomba de vácuo, balão volumétrico de 1 L, pisseta, condutímetro de bancada, solução de cloreto de potássio $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (condutividade de $1,4 \text{ mS/cm}$), água deionizada, copos de plástico de 250 ml, papel de filtro, estufa, peneira de 19mm, peneira de 2mm, amostras de solo e água coletado.

3.2.3. Preparação da amostra do solo

As amostras foram destorroadas e espalhadas manualmente, e deixadas ao ar livre para secar por durante 12 horas, esse procedimento foi realizado seguindo o passo a passo recomendado pelo manual de métodos de análise do solo da EMBRAPA (2017), e é chamado de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Secagem das amostras dos solos



Fonte: Autoria Própria (2023)

Para retirada da matéria orgânica, as amostras foram passadas por uma peneira com malha de 19mm, em seguida passadas em peneira de 2mm, procedimento esse ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Retirada da matéria orgânica e cascalho por peneiramento



Fonte: Autoria Própria (2023)

3.2.4. Preparação do extrato de saturação

Foram pesados 200g de cada amostra de solo na balança analítica, em seguida foi colocado em béquer de plástico de 400ml, posteriormente foi-se adicionando 15ml de água deionizada para solos arenosos e 50ml para os demais, com o auxílio de uma espátula de aço inoxidável foi amassando a amostra e prosseguiu com o processo de adição da água aos poucos por meio bureta de 50ml, esse processo se repetiu até que a amostra apresentasse aspecto brilhante ou espelhante, ou quando a amostra não esteja absorvendo mais água, ou então quando a espátula deslizar suavemente pela amostra.

A amostra foi deixada em repouso por 24 horas, em seguida a pasta foi transferida para um funil de Buckner contendo papel de filtro e adaptado a um kitasato de 500ml, para extração do filtrado aplicou-se sucção por meio de uma bomba de vácuo (Figura 12), em seguida foi transferido o extrato para um depósito de plástico com tampa e rotulou-se a amostra.

Figura 12 - Sucção do extrato

Fonte: Autoria Própria (2023)

3.2.5. Procedimento do ensaio

Com o auxílio da balança analítica pesou-se 0,7456g de cloreto de potássio (KCl), que já havia sido seco em estufa a 110°C, foi colocado o cloreto de potássio em balão volumétrico de 1L, adicionado água destilada até completar o volume. A condutividade elétrica obtida dessa solução é de aproximadamente 1,4mS cm⁻¹.

O condutímetro foi ligado com 10 minutos de antecedência, e para calibração do aparelho foi aferido a leitura na solução de KCl 0,01mol L⁻¹ (condutividade de 1,4mS cm⁻¹) obtida anteriormente. Posteriormente foi lavado a célula de condutividade com água três vezes, e secado, em seguida foi inserido a célula no extrato de saturação obtido no item 3.2.4 e realizado a leitura de cada amostra.

A presente pesquisa pode ser classificada como qualitativa, ou mesmo, como um estudo de casos; uma vez que, para se realizar uma pesquisa quantitativa serão necessários um maior número de informações, dados coletados e ensaios realizados; para assim, se poder formar uma base mais concreta para que se possa atribuir uma resposta ainda mais precisa para o problema presente em um vultoso número de edificações do município.

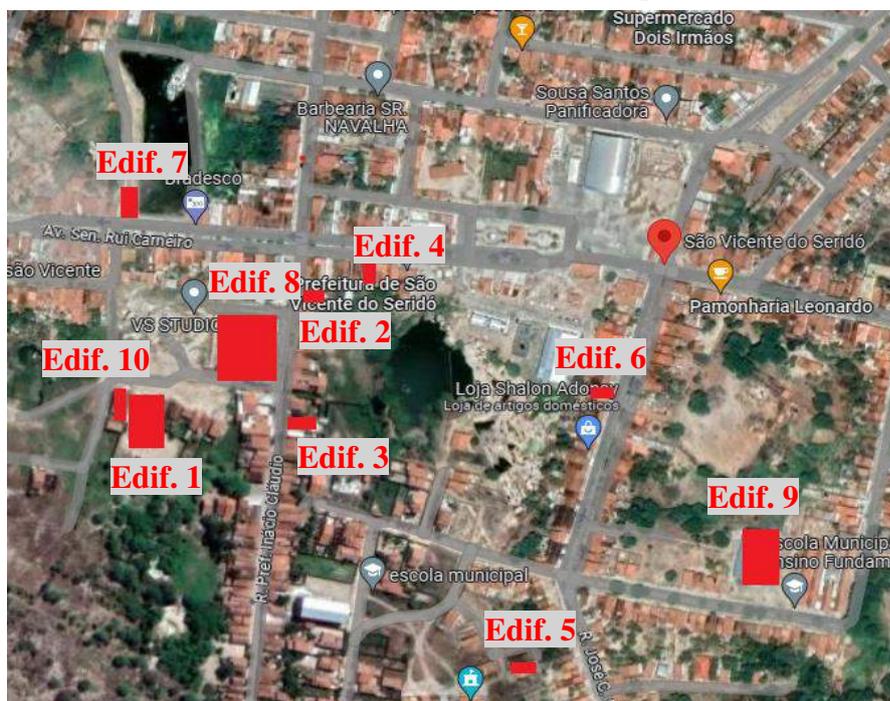
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A baixa precipitação e o clima predominante quente e seco da cidade de São Vicente do Seridó-PB, podem ser fatores que contribuem para que o solo se torne salino, sendo assim, o clima da cidade pode colaborar para o surgimento de salitre nas edificações, necessitando de cuidado redobrado na escolha dos materiais e processos construtivos adequados.

4.1. RESULTADO DA APLICAÇÃO DO *CHECKLIST*

Os resultados serão apresentados em quadros e gráficos estabelecendo-se correlações entre as manifestações patológicas e os sistemas construtivos empregados, entre os teores de salinidades identificadas na água e no solo com os tipos de patologias encontradas nestes locais. A Figura 13 mostra a localização exata das edificações inspecionadas.

Figura 13 - Localização das edificações inspecionadas



Fonte: Google Maps (2023)

A aplicação da inspeção predial ocorreu de forma não ordenada, seguindo critérios de consentimento dos moradores, assim como a disponibilidade, para a coleta do banco de dados e a formação do acervo fotográfico, logo as edificações foram enumeradas de acordo com a realização de cada inspeção.

O Quadro 12, apresenta a primeira parte do *checklist* preenchido.

Quadro 12 – Checklist 01

Descrição	Endereço	Região	Propriedade
Edificação 01	Rua Damião Zelo	01	Particular
Edificação 02	Av. Inacio Claudino	01	Particular
Edificação 03	Av. Inacio Claudino	01	Particular
Edificação 04	Av. Ruy Carneiro	02	Particular
Edificação 05	Rua Manoel Rocha	02	Particular
Edificação 06	Rua José C. Neto	02	Particular
Edificação 07	Av. Ruy Carneiro	01	Pública
Edificação 08	Av. Inacio Claudino	01	Pública
Edificação 09	Rua Antônio V. Pereira	02	Pública
Edificação 10	Rua Damião Zelo	01	Pública

Fonte: Autoria Própria (2023)

Optou-se por mostrar o *checklist* preenchido em quatro partes a fim de que a análise ocorra de forma mais cautelosa, o Quadro 12 mostrou apenas a identificação de cada edificação, seu endereço, a região de estudo e sua natureza de propriedade.

O Quadro 13 segunda parte do *checklist*, preenchido mostrará dados relevantes como a idade, se houve sistema de impermeabilização, se há manifestações patológicas de eflorescências e a forma como ela acontece, onde generalizada foi considerada manifestação em todo perímetro da edificação e pontual em pequenas áreas.

Quadro 13 - Checklist 02

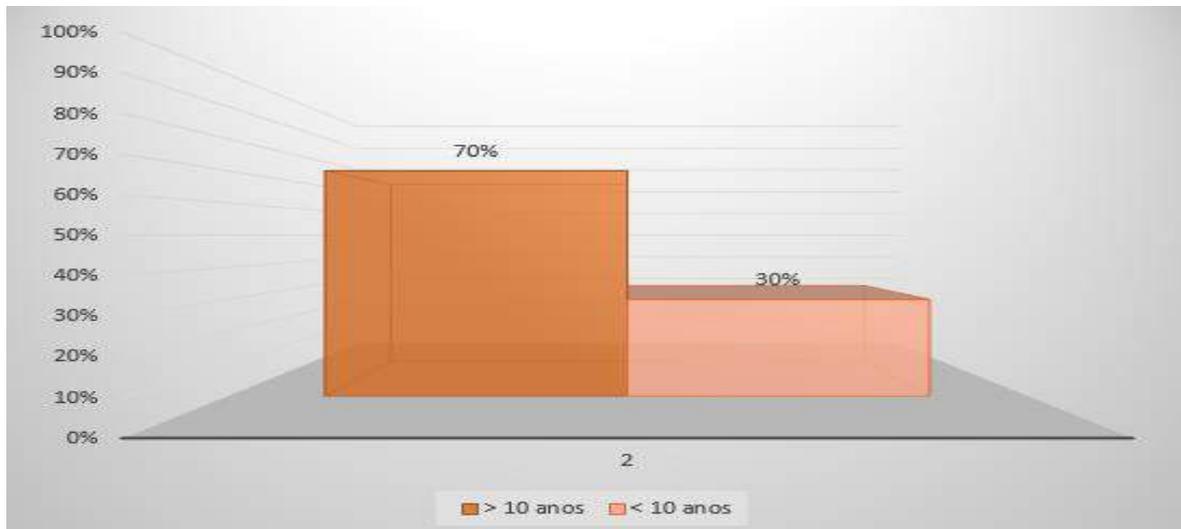
Idade das edificações	Impermeabilização	Presença de eflorescência	Forma da manifestação
> 10 anos	Asfáltica	Sim	Generalizada
> 10 anos	Não	Sim	Generalizada
> 10 anos	Não	Sim	Pontual
> 10 anos	Não	Sim	Pontual
< 10 anos	Não	Sim	Pontual
> 10 anos	Não	Sim	Generalizada
> 10 anos	Não Informado	Sim	Generalizada
< 10 anos	Não Informado	Sim	Generalizada
< 10 anos	Não Informado	Sim	Generalizada
> 10 anos	Não	Sim	Generalizada

Fonte: Autoria Própria (2023)

De acordo com o Quadro 13, todas edificações inspecionadas apresentam alguma forma de manifestação patológica devida à presença de eflorescências. Este fato é relevante pois indica que o fator idade ou a natureza da sua propriedade, se esta é particular ou pública, não são fatores determinantes para a indicação da possível presença de patologias por eflorescências nas edificações.

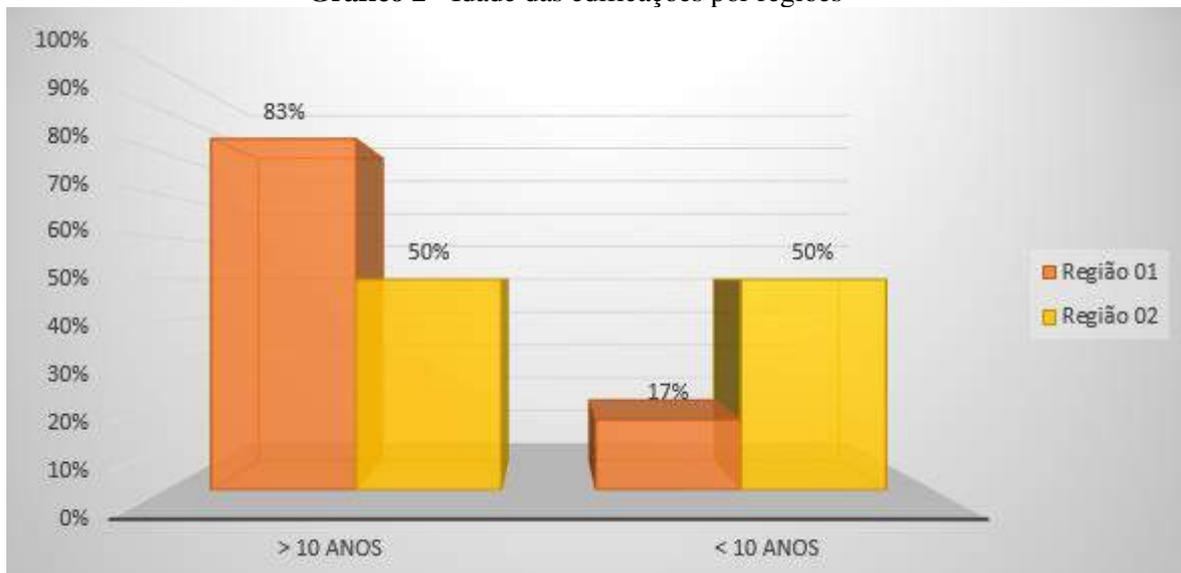
Os gráficos 01 e 02 apresentam os percentuais de edificações inspecionadas de acordo com a sua idade de construção; o gráfico 01 representa os resultados percentuais gerais, o gráfico 02 apresenta este resultado dividido por região.

Gráfico 1 - Idade das edificações – Quadro geral



Fonte: Autoria Própria (2023)

Gráfico 2 - Idade das edificações por regiões

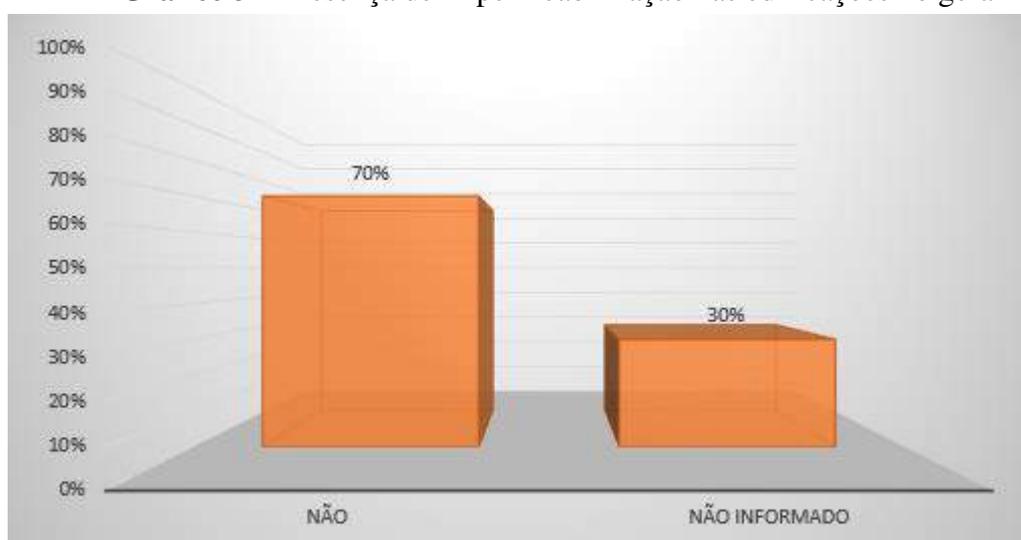


Fonte: Autoria Própria (2023)

Diante do exposto nos gráficos, a maioria das edificações inspecionadas possuem idade superior a dez anos, mas observa-se que na pesquisa, também foram consultadas edificações com idade inferior a 10 anos. Analisando-se os dados de cada região, nota-se que na região 01, tem-se a predominância de edificações mais antigas, 83% mais precisamente, e na região 02, tem-se 50% de cada. De forma geral, 70% das edificações consultadas têm mais de 10 anos de uso, e 30% estão com menos de 10 anos.

O Gráfico 3 demonstra em percentagem a quantidade de edificações com aplicação de algum tipo de sistema de impermeabilizante, em relação à todas as edificações pesquisadas.

Gráfico 3 – Presença de impermeabilização nas edificações no geral

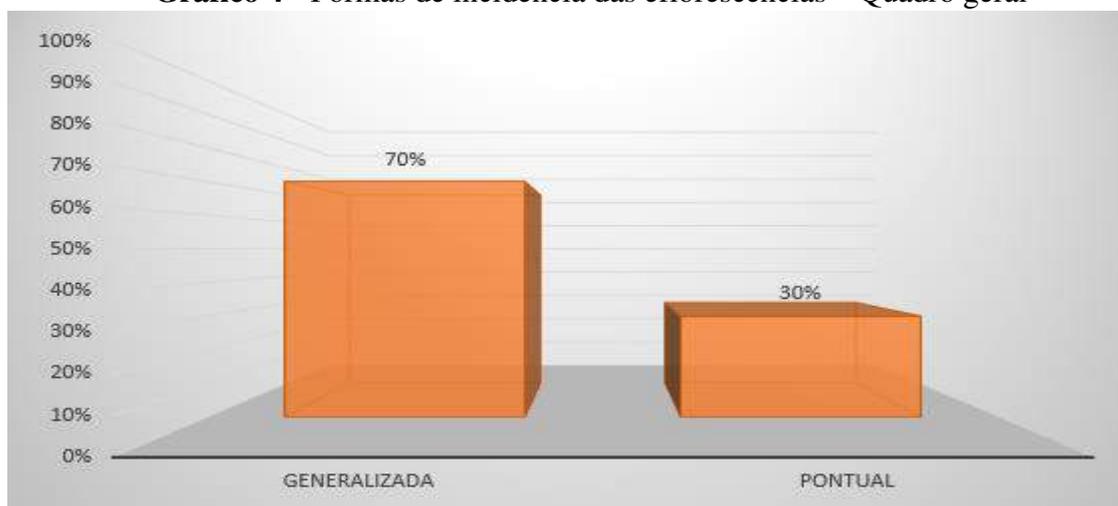


Fonte: Autoria Própria (2023)

Nessas condições considera-se que o sistema de impermeabilização é praticamente inexistente nos processos construtivos, uma vez que em apenas uma das edificações foi utilizado impermeabilizante do tipo asfáltico. É importante ressaltar que neste caso, o uso do impermeabilizante já ocorreu de maneira corretiva para sanar o problema, entretanto constatou-se que mesmo nestas condições, o procedimento construtivo não foi eficaz para eliminar as eflorescências na edificação. Outro fato ainda a ser considerado é o de que em nenhuma das edificações houve impermeabilização preventiva, não tendo sido observado, nem mesmo nas construções mais recentes não havendo o registro de informações referentes ao uso de algum tipo de impermeabilizante.

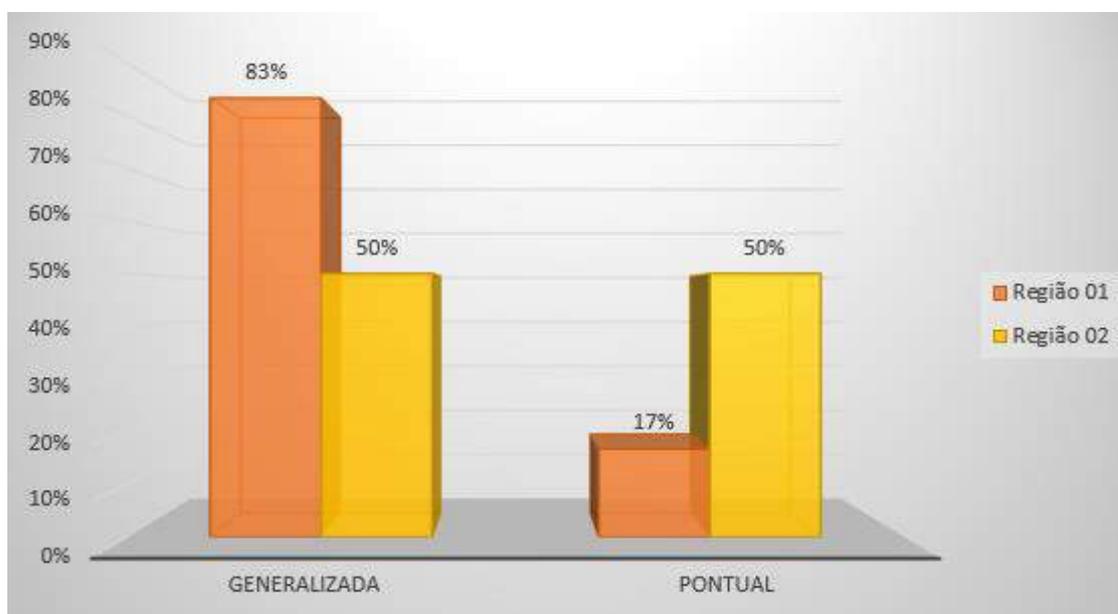
No Gráfico 4 e 5 representam a taxa percentual da forma de incidência eflorescências. O gráfico 04 representa o quadro geral de todas as edificações inspecionadas, enquanto o Gráfico 05 representa o resultado obtido para cada região.

Gráfico 4 - Formas de incidência das eflorescências – Quadro geral



Fonte: Autoria Própria (2023)

Gráfico 5 - Formas de incidência das eflorescências por região.



Fonte: Autoria Própria (2023)

De uma maneira geral a forma de manifestação patológicas predominante foi a generalizada e o resultado obtido pode ser considerado como significativamente elevado. Analisando-se por região observa-se que a região 01 apresenta índices ainda mais elevados de incidências de eflorescências generalizadas, este percentual atinge 83% das edificações

inspeccionadas e quando comparado aos resultados obtidos para a região 02 demonstra uma diferença significativamente elevada, onde a sua taxa é de 50% para ambas as formas de manifestação.

De acordo com os resultados obtidos a região 01, observa-se que esta é uma região mais crítica do que a região 02 em termos de incidências de manifestações patológicas, uma vez que a quantidade de áreas com incidências de eflorescências nesta região ocorreu de forma generalizada em quase todas as edificações. Ressalta-se também que a única edificação na região apresentou incidências pontuais, possui um histórico de manifestações generalizadas, uma vez que de acordo com as informações coletadas esta já havia passado por intervenções corretivas anteriores e provavelmente voltará a apresentar estas patologias de forma generalizada.

A forma generalizada destes tipos de manifestações, provavelmente, seja um indicativo de que não apenas uma área da edificação se apresenta vulnerável a esta patologia e sim toda a área ocupada por estas edificações.

4.1.1. Manifestações Encontradas

Todos os locais visitados para aplicação do *checklist* apresentaram eflorescências de forma generalizadas ou pontuais. Fatores como ausência de impermeabilização, uso inadequado de materiais, e falta de projeto, foram característica observadas em quase todas os locais, podendo esses fatores serem as causas do aparecimento de salitre nas edificações.

Quadro 14 apresenta as formas mais comuns de manifestações observadas nas edificações da região 01 (R1) e região 02 (R2), foram conhecidos alguns aspectos das eflorescências que possuem características semelhantes às de suas causas. Dentre as patologias devidas à presença de eflorescências, podem ser destacadas as manchas, descolamentos de reboco, descolamentos de pintura e o esfrelamento de tijolos. Em algumas edificações também foi observado o esfrelamento do reboco, sobretudo nos rebocos mais próximos da cota de piso e abaixo de um metro de altura. A maioria das manifestações observadas apresentou-se abaixo de 1 metro de altura, sendo, em alguns poucos casos, também observadas em altura acima de 1 metro.

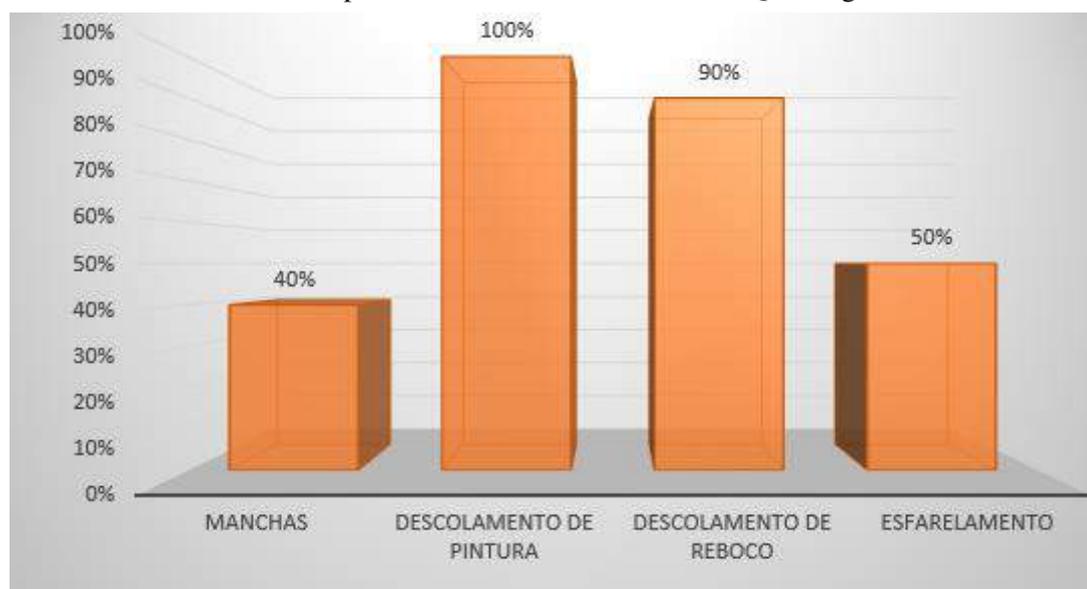
Quadro 14 - Checklist 03

Eflorescência Observadas	Mancha	Descolamento das pinturas	Descolamento de rebocos	Esfarelamento de tijolos	Alturas das manifestações
Edificação 01 (R1)	X	X	X		< 1 metro
Edificação 02 (R1)		X	X	X	> 1 metro
Edificação 03 (R1)	X	X	X		> 1 metro
Edificação 04 (R2)	X	X			< 1 metro
Edificação 05 (R2)		X	X		< 1 metro
Edificação 06 (R2)		X	X		> 1 metro
Edificação 07 (R1)		X	X	X	> 1 metro
Edificação 08 (R1)	X	X	X	X	< 1 metro
Edificação 09 (R2)		X	X	X	> 1 metro
Edificação 10 (R1)		X	X	X	< 1 metro

Fonte: Autoria Própria (2023)

Observando o Quadro 13, identificou-se a existência de patologias relacionadas às eflorescências em todas as edificações. O Gráfico 6 exibe o percentual das eflorescências observadas em todas as edificações, sem distinção por região, enquanto o Gráfico 7 demonstra estes percentuais quando separados por região.

Gráfico 6 – Tipos de eflorescência observadas - Quadro geral



Fonte: Autoria Própria (2023)

Gráfico 7 - Eflorescência observadas por região

Fonte: Autoria Própria (2023)

Analisando os gráficos apresentados, observou-se que todas as edificações apresentaram eflorescência com descolamento de pintura. Na região 01, 100% das edificações apresentam descolamento de pintura e de reboco ocorrendo de forma simultânea e que 67% apresentam também associado a isto o esfarelamento de tijolos e 50% apresentam manchas. A região 02, revela-se também com altos índices de descolamento de pintura associado ao descolamento de reboco, mas observa-se que estas taxas se apresentam relativamente menores quando comparadas com as da região 01, ocorrendo este fato, também para as taxas de manchas e de esfarelamento de tijolos.

Analisando-se os resultados de forma global, constata-se que a presença de eflorescências é bastante elevada em todas as edificações, todavia a região 01 apresenta-se acentuadamente mais crítica que a região 02, aparentando possuir maior tendência e potencial em relação ao surgimento e a presença destas patologias. Pode-se observar também que a ocorrência simultânea destas patologias e com as elevadas taxas apresentadas destas patologias, podem estar representando uma evolução das patologias por eflorescências para situações mais críticas e que as duas regiões apresentam resultados elevados em termos percentuais, podendo a região 01 ser considerada como a de maior incidência pelas características e percentuais apresentados.

Segundo Magalhães (2008), certas anomalias⁴ resultam de outras anomalias antecedentes, ou mesmo pela conjugação de diferentes tipos de anomalia que dão origem a uma

⁴ **Anomalia:** Aquela de origem endógena por deficiência do projeto, dos materiais ou da execução.

outra nova patologia. A perda de aderência poderá verificar-se pelo destacamento da camada de pintura do reboco. Resumidamente, a perda de aderência deve-se a más condições de execução, nomeadamente a aplicação da pintura com sujidade⁵ existente no reboco de suporte, ou com superfície do acabamento do reboco inadequada, umidade presente da construção e calor são alguns dos fatores que colaboram para esse tipo de manifestação.

A Figura 14 demonstra o descolamento de pintura encontrado na edificação 05 e 07 respectivamente.

Figura 14 – Descolamento de pintura – Edificação 05 e 07



Fonte: Autoria Própria (2023)

Na Figura 14 foi possível identificar o descolamento de pintura encontrado em todas as edificações inspecionadas, que apresentou comportamento similar a capilaridade nas duas imagens. Para Arendt (1995), muitos materiais são capazes de conter uma quantidade de sais em teor prejudicial a construção, como a areia ou a argila que constitui o tijolo. No Cimento também podem ser encontradas impurezas, de acordo com Uemoto (1984), os que contém um elevado teor de álcalis e de potássio podem se transformar em hidróxidos durante a reação de hidratação, e em contato com a água se transformam em carbonatos de sódio e de potássio, sendo muito solúveis em água.

⁵ **Sujidade:** Falta de limpeza; sujeira.

A Figura 15 ilustra o tipo de esfarelamento dos tijolos observados nas edificações inspecionadas.

Figura 15 - Esfarelamento de tijolos – Edificação 09



Fonte: Autoria Própria (2023)

Na figura 15 é possível identificar visualmente o esfarelamento de tijolos associado a queda do reboco, este tipo de esfarelamento pode ter sido ocasionado pelos sais presentes no solo, como também pelos materiais usados em sua construção. Em algumas edificações inspecionadas a presença da umidade foi visualmente observada e associada à presença de manchas e do descolamento das pinturas, chegando em alguns casos a apresentar uma patologia bem específica de pinturas sob a ação da umidade: o empolamento, que ficou caracterizado pelo surgimento de convexidade⁶ na superfície da parede exterior, podendo manifestar-se apenas na camada da pintura ou até mesmo em todas as camadas do revestimento. As suas causas devem-se à presença da água, que ao ser expulsa para o exterior através de vapor não lhe é permitida a saída devido à impermeabilidade da camada de pintura, originando assim a formação de bolhas na superfície (MAGALHÃES, 2008).

A Figura 16 evidência na edificação 04 o empolamento da tinta em partes pontuais da edificação.

⁶ **Convexidade:** Curvatura externa esférica.

Figura 16 - Empolamento de tinta – Edificação 04



Fonte: Autoria Própria (2023)

Na figura 16 foi possível identificar o empolamento da tinta, que está diretamente associado as machas, e provavelmente se torne uma eflorescências com maior incidência.

4.1.2. Intervenções de recuperação

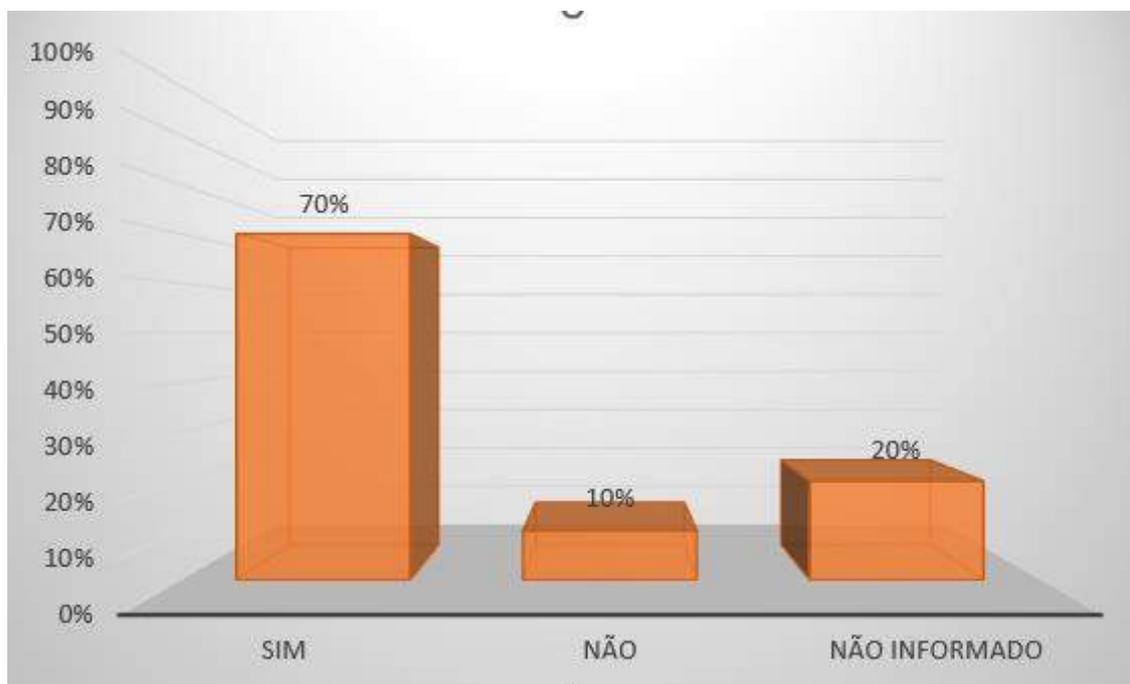
A pesquisa realizada também constatou que a maioria das edificações inspecionadas, sobretudo as que foram construídas a mais de dez anos, já haviam realizado procedimentos executivos de serviços visando a tentativa de recuperação dos danos causados pelas patologias devidas as eflorescências ali presentes. Pelo que se pôde observar, os procedimentos empregados mostraram-se extremamente inadequados e ineficientes à resolução do problema; tendo-se no máximo, sido obtido o prolongamento do tempo para o ressurgimento destas manifestações, já depois de certo tempo estas voltaram a ocorrer. As principais ações de reparo realizadas foram; a substituição do reboco por outro com traço mais forte, a aplicação de revestimento cerâmico e em pedra sobre a alvenaria visando a camuflagem das manifestações e em alguns casos apenas o refazimento da pintura, conforme apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 - Checklist 04

Intervenções de recuperação	Tipo	Quantidade
Edificação 01 (R1)	Novo reboco com traço mais forte / Aplicação de revestimento	2
Edificação 02 (R1)	Novo reboco com traço mais forte / Aplicação de revestimento	2
Edificação 03 (R1)	Aplicação de revestimento	1
Edificação 04 (R2)	Novo reboco com traço mais forte	1
Edificação 05 (R2)	Nenhuma intervenção	-
Edificação 06 (R2)	Aplicação de revestimento	1
Edificação 07 (R1)	Novo reboco com traço mais forte	1
Edificação 08 (R1)	Não informado	-
Edificação 09 (R2)	Não informado	-
Edificação 10 (R1)	Nova camada de pintura	2

Fonte: Autoria Própria (2023)

O Gráfico 8 ilustra taxas percentuais das intervenções técnicas de reparo realizadas nas edificações.

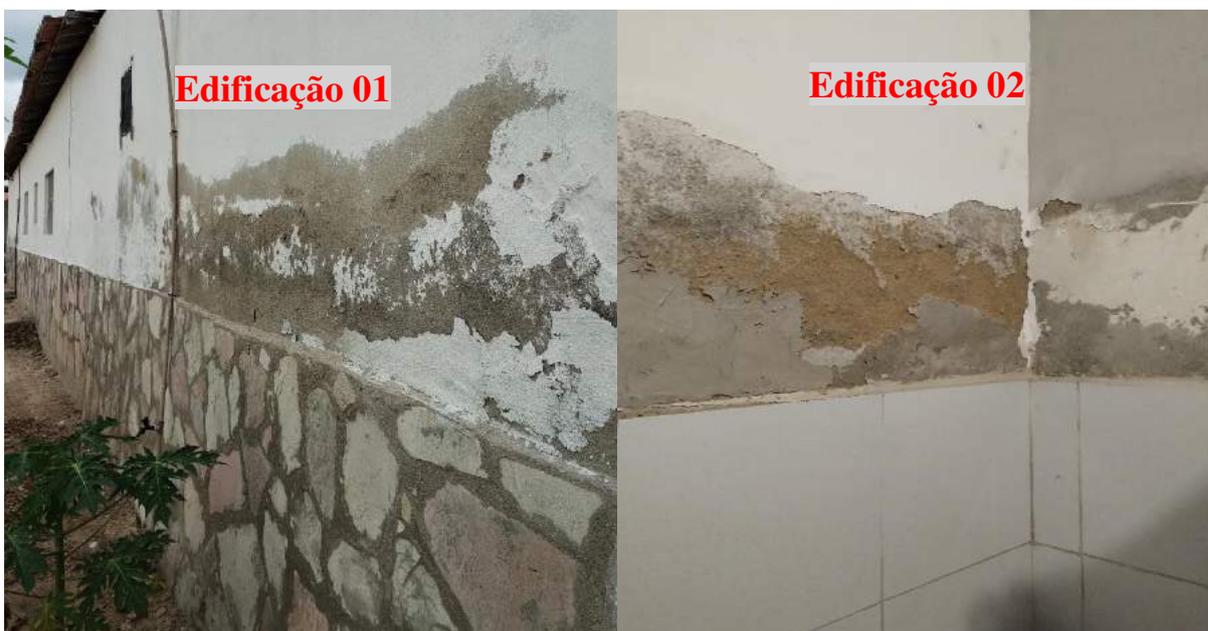
Gráfico 8 - Intervenções de correções

Fonte: Autoria Própria (2023)

Como é possível observar cerca de 70% das edificações realizaram medidas de intervenções na tentativa de correção dessas patologias. Esta situação acaba evidenciando de que se trata de um problema recorrente e comum à todas as edificações; todavia, estas medidas, continuaram sendo ineficazes; uma vez que os problemas sempre retornaram. Em algumas edificações em que fora aplicado revestimentos cerâmicos sobre a alvenaria, como medida para se esconder ou camuflar a presença do salitre, foi observado que mesmo nesta situação, a medida tornou-se um rápido paliativo, pois a umidade depois de um certo tempo saturou a superfície e ultrapassou para alturas acima do revestimento, ocorrendo o desprendimento da tinta, a formação de manchas e o descolamento do reboco em alguns casos.

Segundo Marinho (2020), capilaridade é capacidade da água de subir por pequenos tubos, então de maneira geral, em solos com granulometria mais fina, como argilas e siltes a ascensão capilar tem valores mais elevados do que em solos arenosos. Com essa capacidade da água subir até um determinado nível de alvenaria pode causar umidade que acarretam o aparecimento de eflorescências. Nas edificações 01 e 02, onde foi feito a aplicação de cerâmica e de pedra como tentativa de recuperação, meses depois o mesmo problema de eflorescência começou a surgir na parte superior da aplicação, tendo sido identificadas em cotas acima de 1 metro de altura (Figura 17).

Figura 17 - Presença de eflorescências acima da altura do revestimento



Fonte: Autoria Própria (2023)

Um outro ponto observado foi o de que as intervenções realizadas ocorreram mais nas edificações da região 01, tendo-se até em algumas edificações, estes procedimentos sido realizados em mais de uma vez.

Os dados apresentados indicam que ambas as regiões os resultados são acentuadamente críticos e de forma generalizada. Além disso pela constatação dos tipos de eflorescências encontradas, as quais sempre estavam associadas com indicativos da presença da umidade e, considerando-se a ausência de impermeabilização nas edificações, tais fatores indicam uma provável relação das eflorescências com o fenômeno da capilaridade ou ascensão capilar da umidade nesta região. Por outro lado, os altos índices de eflorescências apresentados também apontam para fortes indícios da presença de sais no solo e na água que percola o subsolo dessas regiões.

4.2. RESULTADOS DO ENSAIO DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE DA ÁGUA E DO SOLO

Os quadros 16 e 17 apresentam os resultados da condutividade elétrica e a classificação quanto a salinidade das amostras de água e de solo respectivamente que foram coletadas para a realização da pesquisa. Os resultados seguem as recomendações da resolução do CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. O Quadro 16 apresenta os valores obtidos de Condutividade Elétrica (CE), correspondentes as amostras de água 01, 02 e 03 e a sua localização por região.

Quadro 16 - Resultado da condutividade elétrica das amostras de água

Amostras	Região	Condutividade (mS/cm)	Salinidade
Amostra 01 (lagoa)	01	1,85	ALTA
Amostra 02 (tanque)	02	1,63	ALTA
Amostra 03 (CAGEPA)	Abastecimento da rede	0,35	MÉDIA

Fonte: Autoria Própria (2023)

De acordo com a classificação apresentados no Quadro 07 no capítulo 2 pela EMBRAPA (2001), para análise e classificação das águas quanto a sua salinidade, tem-se que, tanto a amostra 01 como a amostra 02, são águas muito salgadas, já que ambas apresentaram salinidade alta, pois possuem condutividade na faixa entre 0,75 e 2,25 mS/cm. De acordo com os resultados apresentados as amostras de água de ambas as regiões apresentam alta salinidade, porém a amostra 01 da região 01 é ainda mais salina que a amostra 02 da região 02. Ainda seguindo a classificação do Quadro 7, tem-se que, a água do abastecimento pela CAGEPA

(amostra 3), apresenta salinidade média, pois apresentou condutividade na faixa de 0,25 a 0,75 mS/cm. O Gráfico 9, demonstra os resultados das análises quando comparados com a classificação do Quadro 7.

Gráfico 9 - Comparativo do resultado da salinidade das amostras de água



Fonte: Autoria Própria (2023)

O Quadro 17, mostra os valores obtidos de Condutividade Elétrica (CE) correspondentes as amostras 04, 05 e 06.

Quadro 17 - Resultado da condutividade elétrica das amostras dos solos

Amostras	Região	Extrato Saturado (mS/cm)	Condutividade
Amostra 04	02	4,92	ALTO
Amostra 05	01	5,65	MUITO ALTO
Amostra 06	01	5,71	MUITO ALTO

Fonte: Autoria Própria (2023)

Seguindo a classificação dos Quadro 06 segundo Cavins (2000), a amostra 04 pode ser classificada como de salinidade alta, pois apresenta condutividade elétrica na faixa de 3,5 a 5 mS/cm, sendo classificada como solo salino, uma vez que possui condutividade superior a 4 mS/cm. Ainda seguindo a classificação anterior, tem-se que, as amostras 05 e 06 podem ser classificadas como de salinidade muito alta, pois estas apresentam condutividade na faixa de 5 a 6 mS/cm, sendo assim classificada também como solo muito salino. Os solos coletados da região apresentaram salinidade muito alta, enquanto os da região 02 podem ser classificados como de salinidade alta.

Os resultados obtidos para os teores de salinidade das amostras de água e de solo apresentam-se convergentes quanto aos resultados coletados através do checklist e das inspeções técnicas, indicando que em ambas as regiões as manifestações patológicas possuem relação direta com a salinidade do solo e da água de cada região, ficando evidente que como a região 01 apresentou teores de salinidade bem mais elevados, esta região apresentou-se proporcionalmente também com maior incidência e agressividade das manifestações devidas as eflorescências, enquanto que na região 02 estas incidências são elevadas porém discretamente menores que as da região 01.

Gráfico 10 - Comparativo do resultado das análises de solo



Fonte: Autoria Própria (2023)

Analisando os resultados apresentados, constatou-se que a região 01, é uma região de altos índices de patologias relacionadas a eflorescências pois provou-se que tanto as edificações que nela foram inspecionadas quanto as amostras de água e solo, apresentaram altas taxa de condutividade que é proporcional a taxa de salinidade, mostrando que a região 02 apesar de expor resultados significativos em suas amostras, ainda não se sobressai quando comparado com a região 01.

5. CONCLUSÕES

Através desse estudo realizado pode-se constatar que, nas edificações analisadas na cidade de São Vicente do Seridó-PB, que todas as edificações apresentaram manifestações patologias relacionadas às eflorescências, manifestações essas que estão diretamente ligadas com a presença de umidade e a falta de impermeabilização.

Os resultados obtidos para os teores de salinidade das amostras de água e de solo apresentaram convergentes quanto aos resultados coletados através do *checklist* e das inspeções técnicas, provando que o surgimento dessas patologias estão diretamente ligadas a salinidade do solo e da água de cada região, mostrando que como a região 01 apresentou teores de salinidade bem mais elevados, esta região se apresentou proporcionalmente também com maior incidência e agressividade das manifestações devidas as eflorescências, enquanto que na região 02 estas incidências são elevadas porém discretamente menores que as da região 01.

A maioria das edificações inspecionadas possuem idade superior a dez anos, mas na pesquisa, também foram consultadas edificações com idade inferior a 10 anos. Um fato relevante é que, o fator idade ou a natureza da sua propriedade, sendo particular ou pública, não são fatores determinantes para a indicação da possível presença de patologias por eflorescências nas edificações uma vez que todas apresentaram manifestações.

O sistema de impermeabilização é praticamente inexistente nos processos construtivos, uma vez que em apenas uma das edificações foi utilizado impermeabilizante do tipo asfáltico. É importante ressaltar que neste caso, o uso do impermeabilizante já ocorreu de maneira corretiva. Percebe-se ainda que, ao longo dos anos não se adotou nenhuma ação preventiva para as eflorescências visto que nas construções atuais é mostrado os mesmos comportamentos de manifestações das edificações antigas, provando que as técnicas adotadas continuam sendo ineficazes contra o surgimento dessas patologias.

As formas como as patologias ocorreram em ambas as regiões, na sua maioria foi de forma generalizada principalmente na região 01, onde todas as edificações analisadas apresentaram descolamento de pintura e reboco, machas e esfrelamento de tijolos e de reboco, com altas taxas percentuais em relação a região 02. Foi observado além disso que uma boa parte das edificações já passou por intervenções de recuperação afim de combater as eflorescências, entretanto estas continuam sendo ineficazes uma vez que os problemas retornaram.

REFERÊNCIAS

ARENBDT, C. **Métodos de Tratamento de Alvenarias Deterioradas: Utilização de Rebocos de Recuperação e Medidas de Combate aos Sais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000: **Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário** Rio de Janeiro, 2000. 26 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: **Impermeabilização: seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **Edifícios habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013. 71p.

ANDRADE, J. J. O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. 1997, 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 563. 2008.

BERLON, Karine. **Principais manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: uma revisão bibliográfica**. 4º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções. Paraná, p. 12. 2019.

CAPORRINO, Cristiana Furlan. **Patologia em alvenarias**. 2 ed. Oficina de Textos, p. 96. 2018.

CAVINS, T. J.; GIBSON, J. L.; WHIPKER, B.E.; FONTENO, W.C. **Medidores de Ph e ec – ferramenta para análise de substrato**. Universidade Estadual da Carolina do Norte, 2000. (Florex, 001).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE . **RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. 2005. p. 36.

CORDEIRO, GILBERTO G. **Salinidade e Sódicidade dos Solos Agrícolas**. [S. l.: s. n.], 1983.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ...** [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, p. 574. 2017.

EMBRAPA. **Qualidade de Água para Fins de Irrigação (Conceitos básicos e práticos) / Gilberto Gomes Cordeiro**. Petrolina – PE. Embrapa Semi - Árido, p. 32, 2001.

GIORDANI, A. Z. **Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas em Fachadas de Edificações localizadas no Campus da UFSC**. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina/SC, 2016. p. 36-37.

HELENE, P. R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, p. 213. 2003.

IBDA - Instituto Brasileiro do Desenvolvimento da Arquitetura. **Por que a Durabilidade?** Fórum da Construção, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2018**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/sao-vice-do-serido/panorama>> Acesso em: 24/11/2022

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

MAGALHÃES, Rui P. P. **Processos de manutenção técnica de edifícios: rebocos pintados**. Universidade do Porto. [S.l.], p. 166. 2008.

MAGALHÃES, Rayra Assunção Barbosa et al. **Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA**. Revista de Ciência e Tecnologia – RCT, Belém, 8 f, 2019.

MARINHO, Filipe. Guia da Engenharia. **Capilaridade: o que é e sua importância no solo!**, 2020. Disponível em: <<https://www.guiadaengenharia.com/capilaridade-solo/>>. Acesso em: 31 jan. 2023.

MARQUES, F. P. M. **Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão**. 2013. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.

MEDEIROS, Igor José Nascimento De et al.. **Fontes e processos de salinização nos solos. Anais I CONIMAS e III CONIDIS...** Campina Grande: Realize Editora, 2019. Acesso em: 21/11/2022

NEVES, Antonio. **Impermeabilização: tudo o que você precisa saber sobre o assunto**. Blok, 2020. Disponível em: <<https://www.blok.com.br/blog/impermeabilizacao>>. Acesso em: 03/11/2022.

OLIVEIRA JR, Fernando Antonio Serra de. **Identificação das Causas da Eflorescência nas Residências de Caraúbas-RN: estudo de caso**. 2018. 43f. Monografia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Caraúbas-RN, 2018.

PEREZ, Ary R. **Umidade nas edificações: recomendações para prevenção de penetração de água**. Tecnologia das Edificações, São Paulo, Agosto 1985. p. 42.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas Habitações Populares**. 2013. 102 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PONTES, Bianca R. **patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências**. UniEvangélica. Anápolis, p. 71. 2016.

REIS, Yury. **Manifestações de salitre em residências da cidade de Ouro Branco - Alagoas: estudo de caso**. 2021. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Unidade Delmiro Gouveia - Campus do Sertão, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2021.

REZENDE, Otávio Sousa. **A importância do uso de impermeabilizantes na construção civil**. 2016. 24 f, Relatório final de estágio (Curso de técnico em edificações), Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Varginha, 2016.

SAMPAIO, G. G. da S; COUTINHO, G. C.; NOGUEIRA, M. da S.; MANIER, R. J. **Patologias em Paredes de Concreto**. n. 1, Revista Universo, São Gonçalo/RJ, 2016.

SANTOS, Diego H. D. **Sistema de impermeabilização: estudo do procedimento de execução em uma obra no município de Juazeiro do norte**. Universidade Federal do Cariri. Juazeiro do Norte, p. 39. 2016.

SEGAT, G.T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. 2005. 166 f. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 2005.

SILVA, Rafaela O. D. **Custos de manutenção e reformas de estruturas por falta do sistema de impermeabilização**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Cajazeiras. Cajazeiras, p. 46. 2021.

SOUZA, Vicente C. M. D.; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estrutura de Concreto**. São Paulo: Pini Ltda., 1998. Disponível em: http://andrerodrigues.eng.br/wpcontent/uploads/2020/07/Patologia_recupera%C3%A7%C3%A3o_e_refor%C3%A7o_de_est_ruturas_de_concreto.pdf. Acesso em: 20/10/2022.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008.f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

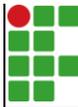
TESTONI, Gabriel. **EPEC Engenharia Civil**, 2021. Disponível em: <<https://epec-ufsc.com.br/condominios/mofo-como-tratar-essa-patologia/>>. Acesso em: 6 jan. 2023.

UEMOTO, K. L. **Patologia: Danos causados por eflorescência.** Revista A Construção. São Paulo, 1984.

VEDACIT. **Manual técnico impermeabilização de estruturas.** 2012. Edição Nº 7, 97 f. Disponível em: < <https://www.vedacit.com.br/> >. Acesso em: 25/11/2022.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na Construção.** 2.ed. Porto Alegre, Editora Sagra, 1987.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre: Editora Sagra, 1991. 172p.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Campina Grande
	R. Tranquílino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200

Documento Digitalizado Restrito

Trabalho de Conclusão de Curso

Assunto:	Trabalho de Conclusão de Curso
Assinado por:	Alessandra Souza
Tipo do Documento:	Tese
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Restrito
Hipótese Legal:	Direito Autoral (Art. 24, III, da Lei no 9.610/1998)
Tipo da Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Alessandra Alcântara de Souza, ALUNO (201821220025) DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS - CAMPINA GRANDE**, em 03/08/2023 14:15:52.

Este documento foi armazenado no SUAP em 03/08/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 895601

Código de Autenticação: 0b18129572

