



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

RAFAELA LORRANE MAGNO DE MEDEIROS

**ESTUDO DO TEOR DE SAIS NOS AGREGADOS MIÚDOS
COMERCIALIZADOS NA CHAPADA DO APODI-RN.**

CARAÚBAS – RN

2019

RAFAELA LORRANE MAGNO DE MEDEIROS

**ESTUDO DO TEOR DE SAIS NOS AGREGADOS MIÚDOS
COMERCIALIZADOS NA CHAPADA DO APODI-RN.**

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

Orientadora: Profa. Dra. Edna Lucia
da Rocha Linhares – UFERSA.
Coorientador: Alison Kaio Dantas
Pereira.

CARAÚBAS – RN

2019

© 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.

M488e Medeiros, Rafaela Lorrane Magno de.
Estudo do teor de sais nos agregados miúdos
comercializados na Chapada do Apodi-RN /
Rafaela Lorrane Magno de Medeiros. - 2019.
45 f. : il.

Orientadora: Edna Lúcia da Rocha Linhares.
Coorientador: Alison Kaio Dantas Pereira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Agregados Miúdos. 2. Construção Civil. 3.
Manifestações Patológicas. I. Linhares, Edna
Lúcia da Rocha, orient. II. Pereira, Alison
Kaio Dantas, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

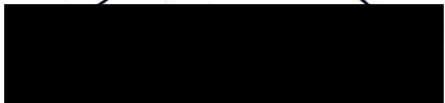
RAFAELA LORRANE MAGNO DE MEDEIROS

**ESTUDO DO TEOR DE SAIS NOS AGREGADOS MIÚDOS
COMERCIALIZADOS NA CHAPADA APODI-RN.**

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

Defendida em: 06 / 08 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


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


Alison Kaio Dantas Pereira, Engenheiro Civil
Coorientador


Francisca Ires Vieira de Melo, Profa. (UFERSA)
Membro Examinador

Aos meus pais, Robéria Ribeiro Magno de Medeiros e Joailson Medeiros que me deram tudo, que dedicam suas vidas as suas filhas e por acreditarem que eu seria capaz.

A William Fagner de Araújo meu namorado, a pessoa que tenho como exemplo de garra e perseverança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter permitido que eu chegasse até aqui, por me dar forças em todos os momentos e por nunca desistir de mim.

Aos meus pais, Joailson Medeiros e Robéria Ribeiro Magno Medeiros por me darem tudo, por não medirem esforços para realização desse sonho e por acreditarem que eu seria capaz.

A minha irmã, Renize Magno de Medeiros por todo carinho e por renovar todas as minhas energias sempre que vou para casa.

Ao meu namorado, William Fagner de Araújo por trazer alegria para os meus dias, por cuidar de mim sempre e também por está comigo diariamente, o que faz com que amenize um pouco a saudade de casa.

Aquela que esteve comigo quase todos os dias, desde o início, Pábula Rayane da Silva, obrigada por todo companheirismo, por está do meu lado nos momentos em que tanto precisei, por me acolher na sua casa e sempre me fazer sentir como se fosse a minha, nunca irei esquecer isto, você é muito especial para mim.

À minha amiga Sueleide Azevêdo, por me ouvir sempre mesmo que distante. Você tem um lugarzinho reservado em meu coração.

Aos outros amigos que fizeram os dias serem melhores, Diego Aquino, Iara Cristina, Izodária Rutchely e Ianna Dantas vocês estão em meu coração, obrigada por tudo. Agradeço também a Thalía de Cássia pelo convívio durante um ano, por ter me ajudado sempre que precisei.

À minha Orientadora Edna Lúcia da Rocha Linhares, por me orientar em todo este tempo, por dividir o seu conhecimento e me ajudar sempre que precisava, por todas as suas correções e por todas as vezes que deixava meus dias melhores com um abraço ou palavras que motivavam. Agradeço também, ao meu coorientador, Alison Kaio Dantas Pereira por todas as contribuições dadas, e a banca pelo tempo disponibilizado na leitura e avaliação do meu trabalho.

Ao Técnico do laboratório de Engenharia Civil, Augusto César, pelo acompanhamento no laboratório e por não medir esforços para que a parte experimental fosse concluída. E também a Iris Renan por me ajudar sempre que possível na realização dos ensaios.

Enfim, agradeço a todos aqueles que não foram citados aqui, mas que me ajudaram a concluir esta etapa da minha vida, obrigada.

RESUMO: Nos últimos anos uma das grandes preocupações na engenharia civil é a qualidade e aplicação correta dos materiais necessários em uma obra; entre eles, os agregados da construção da civil. A escolha adequada dos agregados miúdos é imprescindível nas suas diversas aplicações. O objetivo geral do trabalho foi estudar os agregados miúdos disponíveis na Chapada do Apodi e verificar a quantidade de sais presentes nesses agregados. Desta forma, os estudos foram realizados nos municípios de Apodi, Caraúbas, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado, as amostras foram coletadas em obras em andamento, lojas de construção e vendedor particular. Quando coletadas, as amostras foram separadas em sacos plásticos devidamente identificados, completando vinte amostras que correspondem aos quatro municípios. Os critérios analisados foram: pH e condutividade elétrica (CE). Os procedimentos aplicados, nas análises laboratoriais, seguiram às normas adotadas pela EMBRAPA (1997) parte II – análises químicas. Na determinação do pH, observou-se que em toda Chapada do Apodi, as amostras de areia lavada têm pH básico. Nas amostras de arisco branco coletadas nos municípios de Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado e Caraúbas o pH é ácido. Já no município de Apodi, duas das três amostras de arisco branco apresentaram pH básico alto. As amostras de arisco vermelho coletadas nos municípios de Felipe Guerra e Apodi e a amostra de barro vermelho coletada no município de Caraúbas obtiveram pH ácido. Por fim, a amostra de areia de praia coletada no município de Caraúbas tem pH básico. No ensaio de condutividade elétrica toda Chapada do Apodi apresentou baixa CE, visto que dezenove das vinte amostras estão abaixo da faixa de 0,75 e apenas a amostra treze (arisco branco), coletada no município de Apodi está na faixa de 2,0. A partir dos dados coletados, percebe-se que possivelmente os agregados miúdos coletados na Chapada do Apodi não proporcionam influência direta no surgimento das manifestações patológicas ocasionadas pela presença de sais.

Palavras-chave: Agregados Miúdos. Construção Civil. Manifestações Patológicas.

ABSTRACT: In recent years one of the biggest concerns in civil engineering are the quality and correct application of the materials required in a work; among them, the civil construction aggregates. The proper choice of small aggregates is essential in their various applications. The general objective of this work was to study the small aggregates available in Chapada do Apodi and to verify the amount of salts present in these aggregates. Thus, the studies were conducted on the cities: Apodi, Caraúbas, Felipe Guerra and Governor Dix-Sept Rosado, the samples were collected in works in progress, construction stores and private seller. When collected, the samples were separated into properly identified plastic bags, completing twenty samples corresponding to the four municipalities. The criteria analyzed were: pH and electrical conductivity (EC). The procedures applied in the laboratory analysis followed the standards adopted by EMBRAPA (1997) part II - chemical analysis. In the determination of pH, it was observed that in all Chapada do Apodi, washed sand samples have basic pH. In the samples of white shellfish collected on the cities: Felipe Guerra, Governor Dix-Sept Rosado and Caraúbas the pH is acidic. On Apodi's city, two of the three samples of white shellfish had a high basic pH. The reddish samples collected in Felipe Guerra and Apodi and the red clay samples collected in Caraúbas obtained acidic pH. Finally, the beach sand sample collected in Caraúbas's city has a basic pH. In the electrical conductivity test, all Chapada do Apodi showed low EC, since nineteen of the twenty samples are below the 0.75 range and only the thirteen sample (white arisco) collected in Apodi is in the range of 2.0. From the data collected, it is possible to realize that possibly the small aggregates collected in Chapada do Apodi do not provide direct influence on the appearance of pathological manifestations caused by the presence of salts.

Keywords: Fine Aggregates. Construction. Pathological manifestations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da Microrregião da chapada do Apodi – RN	26
Figura 2.a: Amostras dos agregados miúdos em bandejas de plástico coletados na Chapada do Apodi –RN	28
Figura 2.b: Amostras dos agregados miúdos em bandejas de plástico coletados na Chapada do Apodi –RN	29
Figura 3: Amostras dos agregados miúdos em recipientes de plástico coletados na Chapada do Apodi -RN	29
Figura 4: Peneiras de análise granulométrica utilizadas	30
Figura 5: Medidor portátil multiparâmetro.....	32
Figura 6: Amostra de agregado miúdo sendo pesada.....	32
Figura 7: Extração para determinação do pH.....	33
Figura 8: Medição do pH.....	33
Figura 9: Solução utilizada para determinar a Condutividade Elétrica-CE	34
Figura 10: Equipamento utilizado para filtrar o extrato	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Natureza Química das Eflorescências.....	21
Tabela 2: Material passante e retido nas peneiras de análise granulométrica.....	31
Tabela 3: Classificação de valores da Condutividade Elétrica-CE	35
Tabela 4: Média do pH das amostras de agregados miúdos coletados na Chapada do Apodi-RN.....	36
Tabela 5: Média da condutividade elétrica das amostras dos agregados miúdos coletados na Chapada do Apodi-RN	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

CM - CENTÍMETRO

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

H⁺ - CÁTION HIDRÔNIO

IFRN - INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

KM - QUILOMETRO

LABSRH - LABORATÓRIO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

ML - MILILITROS

MM - MILIMETROS

NBR - NORMA BRASILEIRA

OH⁻ - HIDROXILA

PH - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

UFERSA - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO GERAL.....	17
2.1 Objetivos Específicos	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Agregados da construção civil.....	18
3.2 Agregados miúdos	18
3.2.1 Areia.....	18
3.2.2 Areia de praia.....	19
3.2.3 Arisco	19
3.3 Patologias em construções	19
3.4 Eflorescência.....	20
3.5 Controle das eflorescências	22
3.5.1 Impermeabilizantes	22
3.6 Potencial hidrogeniônico (pH)	23
3.7 Condutividade elétrica (CE).....	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Local de estudo	26
4.2 Recolhimento de dados.....	26
4.3 Critérios analisados	27
4.4 Preparo da amostra.....	28
4.5 Equipamentos e materiais utilizados	31
4.6 Procedimentos	32
5. Resultados e Discussões	36
5.1 Análise dos critérios pH e CE.....	36
5.1.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	36
5.2.2 Condutividade elétrica (CE).....	38

5.3 Principais manifestações patológicas causadas por sais	39
5.4 Mitigação das consequências dos sais nos agregados miúdos	40
6. CONCLUSÕES	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações na engenharia civil são a qualidade e aplicação correta dos insumos; entre eles, os agregados da construção da civil. Os agregados miúdos são imprescindíveis em diversas aplicações durante a evolução de uma obra. Esses materiais são encontrados desde o litoral até o interior dos Estados brasileiros e com granulometrias diferentes que servem especificamente para cada etapa da construção, desde as fundações, alicerces, estruturas e assentamentos de tijolos ou revestimentos em geral. Uma outra preocupação é a quantidade de sais na composição dos insumos, que possibilita o surgimento de manifestações patológicas ao longo da vida útil dos materiais, levando a vulnerabilidade e descredibilidade da construção.

Inúmeras são as patologias que surgem na construção civil. Uma das mais frequentes é a eflorescência, que ocorre devido à presença de sais nos agregados, e é comum encontrarmos nas alvenarias e revestimentos. Um dos fatores essenciais para o surgimento desta patologia é na etapa de execução da obra, pois é nesta etapa que os agregados são selecionados. É muito importante atentar-se para todas as propriedades, em especial no que diz respeito à quantidade de sais presente, pois se essa quantidade for significativa, existirão problemas futuros nessas obras.

A quantidade de sais nos agregados miúdos, sua qualidade e aplicação correta são de suma importância para vida útil de muitos elementos da construção civil (alvenaria, concreto, rebocos, pisos, entre outros). Propriedades como resistência, durabilidade, permeabilidade, porosidade e trabalhabilidade são essenciais para caracterizar os elementos citados, ou seja, de acordo com as características de cada material é que se define onde utilizá-los e suas finalidades.

Tem-se uma estimativa de que 90% dos agregados consumidos no Brasil para fabricação do concreto são naturais e de fácil obtenção nas regiões do País. Os mesmos são muito utilizados desde os primórdios da humanidade na construção civil. Porém a utilização desses agregados, na maioria dos casos, não está sendo da forma correta, colocando em risco, portanto a qualidade do produto final (SOUZA; SILVA; PINA, 2017).

“A qualidade do concreto, antes de qualquer coisa, dependerá da qualidade dos materiais envolvidos, portanto é primordial que se conheça suas características através de testes e ensaios laboratoriais” (DE AZEVEDO et al., 2017, p.3).

O agregado miúdo é o segundo material mais utilizado na confecção dos concretos, ficando atrás apenas dos agregados graúdos, e de importante contribuição para as características do concreto como: resistência à compressão, durabilidade, trabalhabilidade, retração entre outras” (DE AZEVEDO et al., 2017, p.2).

Os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra corrosão, durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto (ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p.4).

De acordo com o exposto, escolheu-se a Chapada do Apodi para realização do estudo. A mesma é uma região do estado do Rio Grande do Norte que mais cresce em população nos últimos anos, devido à chegada do Instituto Federal – IFRN na cidade de Apodi, e da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA na cidade de Caraúbas; que proporcionou um crescimento da construção civil para comportar a demanda dos alunos e servidores residentes. A Chapada se encontra entre as bacias hidrográficas dos rios Apodi e Jaguaribe no Ceará e opera como divisor de águas dessas bacias. Esta região é rica em rocha calcária, sendo esta, de grande importância para construção civil. Portanto, este estudo contribui para o conhecimento dos insumos disponibilizados nesta região com informações sobre a diversidade e qualidade dos agregados miúdos encontrados.

2 OBJETIVO GERAL

Estudar os agregados miúdos disponíveis na Chapada do Apodi e verificar a quantidade de sais presentes nesses agregados.

2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a condutividade elétrica e potencial hidrogeniônico dos agregados miúdos disponíveis nos comércios da Chapada do Apodi e analisar a quantidade de sais presente;
- Realizar uma análise das principais manifestações patológicas que surgirão nas construções devido à presença de sais;
- Apresentar meios da mitigação da eflorescência nas edificações;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Agregados da construção civil

Os agregados são numerosos no Brasil e em todo o mundo, para construção civil eles são materiais granulares, sem forma e volume definidos, com dimensões e propriedades estabelecidas para uso em obras de engenharia civil, especificamente areias naturais, cascalhos, pedras britadas ou através da moagem de rocha, além disto, temos as argilas, os substitutivos como resíduos inertes reciclados, escórias de aciaria, produtos industriais, entre outros (SERNA; REZENDE, 2013).

Os agregados são conhecidos como naturais ou artificiais. Os naturais se encontram de forma particulada na natureza, que são areia, cascalho e pedregulho, já os artificiais são aqueles produzidos por processos industriais, como pedras britadas, areias artificiais, escórias de alto-forno e argilas expandidas (SERNA; REZENDE, 2013).

3.2 Agregados miúdos

Agregado miúdo é um material granular essencial na construção civil. Tem origem natural, industrializada que se dá através da britagem de rochas estáveis ou, da mistura de ambas e também por meio da reciclagem. O Agregado miúdo é um material granular com propriedades e dimensões estabelecidas para obras de construção civil, sendo nomeado também de areia, que tem sua origem a partir da fragmentação de rochas. A NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação -, afirma que agregado miúdo são os grãos que passam na peneira com malha 4,8 mm e ficam retidos na peneira com malha 0,075 mm.

3.2.1 Areia

Areia é um solo não coesivo e não plástico formado por minerais ou partículas de rochas com diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 2,0 mm. A areia pode ser fina, média e grossa. A areia fina são os grãos com diâmetro entre 0,06 mm e 0,2 mm, areia média são os grãos com diâmetros entre 0,2 mm e 0,6 mm e a areia grossa são os grãos com diâmetros entre 0,6 mm e 0,2 mm. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995). Segundo Carneiro (1993) as areias

grossas são indicadas para chapisco, as médias para emboço e as finas para reboco.

3.2.2 Areia de praia

Areia de praia tem origem a partir da degradação de rochas e minerais de ocorrência litorânea, normalmente não são muito utilizados na confecção de concretos. A não utilização se justifica pela ação dos cloretos, pela quantidade de sais presente, pela elevada finura dessas areias, resultando em uma demanda de água maior, alta porosidade do concreto e aceleração dos ataques de cloretos em contato com armaduras. Porém, em argamassas a finura da areia é adequada para garantir a trabalhabilidade das misturas. (SILVA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2018).

3.2.3 Arisco

Agregado miúdo composto de areias menos argilosas, mal selecionadas, de coloração creme a esbranquiçadas, que ocorrem mais distantes da costa, fora da região de domínio das dunas e paleodunas (CAVALCANTI; PARAHYBA, 2012). Segundo Bezerra (2013) é considerado ideal para produção de argamassas e concretos, porém quando utilizado na produção de revestimentos de argamassa é apontado por causar, possivelmente, reações salinas com a água advinda principalmente do solo, e uma possível salinidade no arisco será responsável pela formação indesejada do salitre.

Ainda Segundo Bezerra (2013) as areias lavadas são usadas na elaboração de argamassas para estrutura por possuírem granulometria mais grossa.

3.3 Patologias em construções

Patologia é a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações nas quais um edifício ou qualquer outra obra poderá apresentar (PINHEIRO, 2018).

As principais patologias que poderão surgir nas edificações são fissuras, trincas, rachaduras, manchas, eflorescência, corrosão da armadura de aço e deterioração da armadura de aço, as mesmas tem origem em qualquer etapa do

processo de construção, devido a isto, é importante que sejam feitas manutenções preventivas, e fiscalização no controle de todos os materiais empregados, pois a qualidade dos materiais é primordial em uma construção. Caso seja necessário realizar correção é fundamental ver a origem do problema antes, para que uma patologia não acabe encobrindo outra. (DE ANDRADE, 2019).

3.4 Eflorescência

Eflorescência é uma patologia frequente na construção civil, sendo popularmente conhecida como salitre, que são formações de sais que aparecem sob o aspecto de manchas de cor branca, e foram conduzidos pela umidade. Esses sais podem existir no terreno ou podem está presentes nos materiais de construção. A eflorescência origina-se por três fatores, que são: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, os três fatores possuem o mesmo grau de importância, essa patologia só existe, se os três fatores estiverem presentes (SOUZA, 2008).

A solubilidade é a capacidade que o sal tem de se dissolver num solvente sendo expressa quantitativamente como a quantidade máxima de sal que consegue ser dissolvida a uma certa temperatura (TUNA, 2011).

Com relação à presença de água para existência da eflorescência ela pode ser proveniente 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, 2013).

Ainda segundo Bauer (2013), na tabela 1, com relação à origem dos sais, são apresentadas relações da natureza química dos sais solúveis, suas prováveis fontes e a sua solubilidade em água.

Tabela 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 (2013)

Segundo a página virtual Mundo da Tinta (2011), uma das principais causas das eflorescências são os sais solúveis que se encontram nas matérias-primas, tendo como principais:

- Cloretos: especialmente o cloreto de sódio, que é encontrado basicamente nas proximidades de zonas marítimas.
- Nitratos: estão basicamente associados com a presença de matérias orgânicas.
- Carbonatos: são quase sempre responsáveis nos casos de eflorescência, principalmente em forma de carbonato de sódio, estando

normalmente ligados com a argamassa de cimento ou a umidade do solo.

- Sulfatos: São os primeiros culpados na maioria dos casos de patologias em edifícios, sendo o sulfato de sódio o sal mais comum em casos de eflorescência.

Normalmente as eflorescências trazem problemas como formação de manchas, geralmente de cor esbranquiçada e umidade na superfície das paredes, que por sua vez provoca a diminuição das condições de habitabilidade ou funcionalidade, conforme os casos (TUNA, 2011).

3.5 Controle das eflorescências

De acordo com Ribeiro et al. (2017 apud Ahmad e Rahman, 2010) o controle e tratamento para construções comprometidas por sais devem seguir as seguintes orientações:

- Vistoriar qualquer sinal de ataque de sais em áreas que são predispostas a isso, como paredes de banheiros, tanto internas como externas;
- Determinar a umidade e altura da ascensão capilar na parede afetada;
- Realizar estudos científicos por meio da coleta de amostras na parede afetada, a fim de determinar o teor e tipos de sais presentes;
- Aplicar tratamento adequado na parede afetada, para extirpar o problema de ataque de sais;
- Realizar ensaios em laboratório, para verificar a eficácia do tratamento. Se não houver resultados satisfatórios, uma nova rodada de tratamento deve ser aplicada até que o teor de sal na parede fique em um nível seguro, de acordo com as normas internacionais;
- Preparar um guia de prevenção para o ataque de sais, o que servirá como referência futura.

3.5.1 Impermeabilizantes

Impermeabilização é um conjunto de operações e técnicas construtivas, composta por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação prejudicial de fluidos, vapores e da umidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

A impermeabilização permite a habitabilidade e funcionalidade na construção civil, protegendo as edificações de muitos problemas patológicos que surgem devido à infiltração de água associada ao oxigênio e a outros componentes agressivos da atmosfera como: gases poluentes, chuva ácida e ozônio (SILVA et al., 2003). Assim, a mesma visa atender três grandes aspectos: durabilidade da edificação, proteção ao meio ambiente, conforto e usabilidade os mesmos poderão existir juntos ou separadamente (SOARES, 2014).

Segundo Silva et al. (2003) o custo de impermeabilização na construção civil gira em torno de 1% a 3% do custo total da obra, ou seja, o custo com impermeabilização é substancialmente baixo se comparado com algumas outras etapas da obra e o mesmo é de suma importância para qualquer tipo de edificação.

A impermeabilização é classificada em dois tipos: impermeabilização rígida e impermeabilização flexível. A NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto afirma que a impermeabilização rígida é um conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas à movimentação do elemento construtivo; já a impermeabilização flexível é um conjunto de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo e para ser caracterizada como flexível, a camada impermeável deve ser submetida a ensaio específico.

Podemos dizer que se a impermeabilização for feita da forma correta, se forem utilizados os impermeabilizantes corretos para cada etapa da obra e se for feita por profissionais especializados serão evitadas patologias como a eflorescência e diversas outras.

3.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial de hidrogênio, ou pH, é um índice que através de uma escala de amplitude de 0 a 14 indica a acidez, a neutralidade ou a alcalinidade de um meio.

A determinação potenciométrica do pH, pode ser feita em água ou em solução normal de cloreto de potássio. A medida pode ser feita com um eletrodo ou com medidor portátil multiparâmetro.

Um valor de pH igual a 7,0 é neutro, o que nos diz que as atividades dos íons H^+ e OH^- nas soluções são iguais, já os valores abaixo de 7,0 são ácidos, pois há a predominância de íons H^+ , e os valores acima de 7,0 são básicos, pois há a predominância de íons OH^- (YOSHIOKA; DE LIMA, 2005).

O pH dos solos produtivos variam entre os valores de 4,0 e 9,0. O material de origem do solo influencia no seu pH pois, solos desenvolvidos de rochas (como exemplo, o basalto) ou que tem o seu material de origem básica geralmente possuem valores de pH mais altos do que aqueles formados de rochas ácidas (como exemplo, o granito) (MANUAL..., 1995).

Segundo Kiehl (1979) os solos alcalinos (solos que tem pH básico) são característicos de regiões áridas e semiáridas, devido a baixa pluviosidade que acarretará no acúmulo de sais de cálcio, magnésio, potássio e carbonato de sódio.

Se o pH de uma solução for caracterizado como ácido, não quer dizer que o mesmo contenha sais solúveis (principais responsáveis das patologias nas construções) na argamassa, pois nesse caso não há liberação de cátions trocáveis, já um pH alcalino (básico) pode-se comprovar a presença de sais solúveis na argamassa, pois há uma alta liberação de cátions e a ocorrência das reações químicas que são as responsáveis pela formação do salitre (BEZERRA, 2013).

3.7 Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica determina a quantidade de sais presentes em uma solução de solo, através da corrente elétrica, uma vez que os sais podem se dissociar em cátions e ânions. Dessa maneira, mede-se, a condutividade elétrica, por meio de um aparelho apropriado, que pode ser o condutímetro ou um medidor portátil multiparâmetro.

A condutividade elétrica fornece alguns princípios para que possamos estimar a salinidade do substrato de um material qualquer, que pode ser medido por contato, fazendo passar uma corrente elétrica em eletrodos isolados, ou indiretamente, com o uso de corrente induzida por um campo magnético, sem contato com o solo (FERNANDES, 2010).

O valor da condutividade elétrica vai depender da quantidade de sais presentes na solução, quanto maior a quantidade desses sais, maior será o valor da CE.

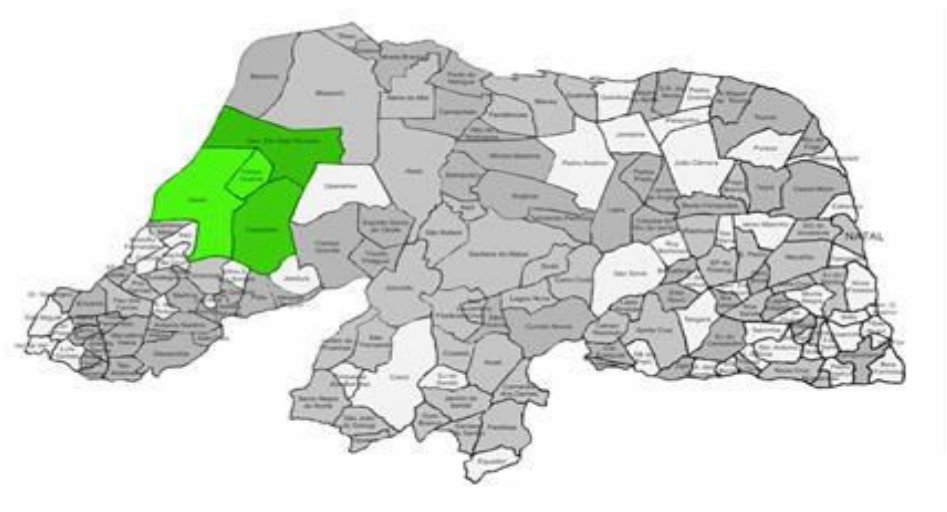
Se nas amostras das soluções dos agregados miúdos forem obtidos valores de condutividade elétrica altos será plausível afirmar que ali encontra-se alta concentração de eletrólitos, isto é, uma alta concentração de sais que propiciam a movimentação da corrente, tornando verdadeira a suposição da influência de alguns agregados miúdos na formação do salitre.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local de estudo

O estudo foi desenvolvido nos municípios da microrregião da Chapada do Apodi, localizada na Mesorregião do Oeste Potiguar do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). A microrregião da Chapada do Apodi tem uma área de aproximadamente 443 km², constituída por quatro municípios, sendo eles Apodi, Caraúbas, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado. O município de Apodi apresenta uma área de 1.602 km², densidade de 21,69 hab./km² e uma população de 34.763 habitantes (IBGE, 2010); o município de Caraúbas segundo dados do IBGE (2017) apresenta uma área de 1.132,86 km², densidade de 17,88 hab./km² e uma população de 20.443 habitantes; o município de Felipe Guerra apresenta uma área de 268 km², densidade de 21,35 hab./km² e uma população de 5.734 habitantes (IBGE, 2010); e o município de Governador Dix-Sept Rosado apresenta área de 1.129 km² e uma população de 12.992 habitantes (IBGE, 2014).

Figura 1: Mapa da Microrregião da chapada do Apodi – RN



Fonte: Google, 2019.

4.2 Recolhimento de dados

A pesquisa divide-se em três etapas: embasamento teórico, coleta de amostras e análise laboratorial qualitativa e quantitativa. Nas cidades onde o estudo foi realizado, foram coletadas diversas amostras de agregados miúdos em algumas

obras em andamento, em lojas de materiais de construção e vendedor particular. As amostras coletadas foram denominadas de acordo com seu fornecedor e estudadas no Laboratório de Saneamento e Recursos Hídricos – LABSRH, Campus Caraúbas.

Foram totalizadas vinte amostras de agregados miúdos, sendo seis amostras coletadas no município de Apodi, seis no município de Governador Dix-Sept Rosado, três no município de Felipe Guerra e cinco no município de Caraúbas. As amostras foram conservadas em sacos plásticos apropriadamente identificados.

As seis primeiras amostras foram coletadas no município de Apodi, onde coletou-se duas amostras de areia lavada, três amostras de arisco branco e uma de arisco vermelho. As seis amostras foram coletadas em obras em andamento e de um fornecedor particular, pois não havia disponibilidade desse material nas lojas de construção do município. O fornecedor informou que algumas amostras eram retiradas do rio que passava no município e outras eram de perto daquela região.

Em seguida foram coletadas mais três amostras, essas no município de Felipe de Guerra, onde coletou-se uma amostra de areia lavada, uma de arisco branco e uma de arisco vermelho, as três foram coletadas em uma obra em andamento, pois nesse município também não se disponibilizava esse tipo de material nas lojas de construção.

Foram coletadas mais seis amostras de agregados miúdos, sendo essas no município de Governador Dix-Sept Rosado, onde coletou-se quatro amostras de areia lavada e duas de arisco branco, nesse município as amostras foram coletadas em duas lojas de construção, onde os vendedores informaram que esses materiais vinham ali mesmo daquela região.

No município de Caraúbas, coletou-se cinco amostras, sendo essas, duas de arisco branco, uma de areia lavada, uma areia de praia que o dono da obra onde foi coletada, não soube informar de onde tinha vindo essa amostra, e uma de barro vermelho. As cinco amostras foram coletadas em obras em andamento, pois nesse município, assim como o município de Apodi e Felipe Guerra não tinha a disponibilidade desse tipo de material nas lojas de materiais de construção, apenas quando os clientes procuravam é que a loja endereçava o pedido a um fornecedor particular.

4.3 Critérios analisados

Os critérios analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE). Nas duas análises em laboratório foram seguidas as normas da EMBRAPA (1997).

4.4 Preparo da amostra

Para realização dos ensaios, as amostras de agregados miúdos foram colocadas em bandejas de plástico (como mostra a figura 2.a e 2.b) para secar ao ar livre durante vinte e quatro horas, após isso, foram destorroadas como indica o manual da EMBRAPA (1997) e por fim foram colocadas e identificadas em recipientes plásticos, como mostra a figura 3.

Figura 2.a: Amostras dos agregados miúdos em bandejas de plástico coletados na Chapada do Apodi –RN



Fonte: O autor (2019)

Figura 2.b: Amostras dos agregados miúdos em bandejas de plástico coletados na Chapada do Apodi –RN



Fonte: O autor (2019)

Figura 3: Amostras dos agregados miúdos em recipientes de plástico coletados na Chapada do Apodi -RN



Fonte: O autor (2019)

Em seguida foram pesadas 700 g de cada amostra de agregado miúdo e peneiradas nas peneiras de análise granulométrica com malha 19mm e 2mm (como mostra a figura 4). O manual da EMBRAPA (1997) sugere que fosse utilizada a peneira de malha 20mm, porém não tinha nos laboratórios do Campus Caraúbas, logo foi utilizada a peneira de malha 19mm. Para realização dos ensaios foi utilizado o material que passa na peneira de 2mm, como sugere o manual da EMBRAPA (1997).

Figura 4: Peneiras de análise granulométrica utilizadas



Fonte: O autor (2019)

Na tabela 2, estão apresentados os dados dos materiais passantes e retidos nas peneiras dos quatro municípios estudados: Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Apodi e Caraúbas; os tipos de agregados miúdos e quantidade de material passante e retido nas peneiras de 19mm e 2mm das vinte amostras coletadas.

Tabela 2: Material passante e retido nas peneiras de análise granulométrica

Nº da amostra	Tipo	Local	P#19mm	R#19mm	P#2mm	R#2mm	%R#2mm
01	Areia lavada	Felipe Guerra	700 g	0g	626,33 g	73,67 g	10,52
02	Arisco branco		700 g	0g	651,74 g	48,26 g	6,89
03	Arisco vermelho		700 g	0g	696,19 g	3,81 g	0,54
04	Areia lavada	Governador Dix-Sept Rosado	700 g	0g	627,95 g	72,05 g	10,29
05	Arisco branco		700 g	0g	646,72 g	53,28 g	7,61
06	Areia lavada		700 g	0g	572,19 g	127,81 g	18,26
07	Areia lavada		700 g	0g	599,12 g	100,88 g	14,41
08	Arisco branco		700 g	0g	637,17 g	62,83 g	8,98
09	Areia lavada	Apodi	700 g	0g	563,3 g	136,7 g	19,53
10	Areia lavada		700 g	0g	594,13 g	105,87 g	15,12
11	Areia lavada		700 g	0g	536,45 g	163,55 g	23,36
12	Arisco branco		700 g	0g	665,77 g	34,23 g	4,89
13	Arisco branco		700 g	0g	678,15 g	21,85 g	3,12
14	Arisco branco	Caraúbas	700 g	0g	678,15 g	21,85 g	3,12
15	Arisco vermelho		700 g	0g	698,99 g	1,01 g	0,14
16	Barro vermelho		700 g	0g	565,23	134,77 g	19,25
17	Arisco branco		700g	0g	649,5 g	50,5 g	7,21
18	Arisco branco		700 g	0g	638,92 g	61,08 g	8,73
19	Areia lavada		700 g	0g	517,21 g	182,79 g	26,11
20	Areia de praia		700 g	0g	699,73 g	0,27 g	0,04

Fonte: O autor (2019).

4.5 Equipamentos e materiais utilizados

Para realização dos ensaios foram utilizados copos plásticos de 50 ml e 180 ml, bastão de vidro, proveta de 50 ml, béquer, medidor portátil multiparâmetro (como mostra a figura 5), funil buckner, papel filtro comum, bomba a vácuo, kitassato, água destilada, amostras de agregados miúdos coletadas, balança, solução padrão de 146,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, solução padrão pH 4,00, pH 7,00 e pH 10,00.

Figura 5: Medidor portátil multiparâmetro

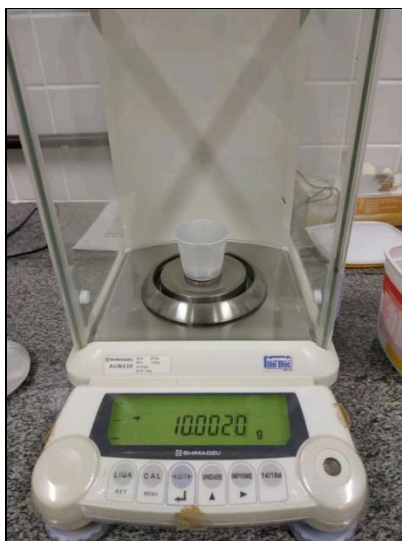


Fonte: O autor (2019).

4.6 Procedimentos

Para determinação do pH do solo, foram utilizados copos plásticos de 50 ml, em seguida, pesou-se 10 ml de cada amostra (como mostra a figura 6) e foi adicionado 25 ml de água destilada.

Figura 6: Amostra de agregado miúdo sendo pesada



Fonte: O autor (2019)

Com a ajuda do bastão de vidro agitou-se a amostra e logo após a mesma foi deixada em repouso por uma hora, como podemos ver na figura 7 abaixo.

Figura 7: Extração para determinação do pH



Fonte: O autor (2019)

Durante o repouso da amostra, calibrou-se o medidor portátil multiparâmetro com as soluções padrões de pH 4, 7 e 10. Após o período de uma hora, agitou-se novamente a solução e foi mergulhado na mesma o medidor multiparâmetro (como mostra a figura 8), realizando assim a leitura do pH. Esse procedimento foi realizado com as demais amostras e cada uma foi feita em triplicata.

Figura 8: Medição do pH



Fonte: O autor (2019).

Para o ensaio de condutividade elétrica (CE), foram utilizados copos plásticos de 180 ml, em seguida, pesaram-se 100 g de cada amostra de agregado e com uma proveta de 50 ml adicionou-se entre 25 ml e 45 ml de água destilada (como mostra a figura 9), houve essa variação, pois, eram agregados diferentes e de acordo com o manual EMBRAPA (1997) a massa do solo deveria apresentar aspecto brilhante ou espelhante, à medida que a água era adicionada a amostra era amassada com bastão de vidro, logo após, deixou-se a amostra em repouso durante quatro horas. Todo procedimento foi realizado em triplicata.

Figura 9: Solução utilizada para determinar a Condutividade Elétrica-CE



Fonte: O autor (2019).

Para dar procedimento a análise, liga-se o medidor portátil multiparâmetro com antecedência, e em seguida, a leitura do equipamento é aferida com a solução padrão $146,9 \mu\text{S/cm}$. Depois de decorrido às quatro horas, os extratos são colocados no aparato, como mostra a figura 10, e logo após, são transferidos para béqueres de 10 ml para que assim, o equipamento multiparâmetro realizasse a medida da CE. Evidencia-se ainda que os resultados obtidos variam de acordo com a temperatura do ambiente onde são realizadas as medições.

Figura 10: Equipamento utilizado para filtrar o extrato



Fonte: O autor (2019).

A cada leitura realizada, a célula (parte do equipamento multiparâmetro que realiza as medidas) é lavada com água destilada, como indica o Manual da EMBRAPA, para que assim não haja distorção nos resultados. As leituras foram obtidas em $\mu\text{S}/\text{cm}$, no entanto, os resultados serão expressos em mS/cm , visto que os dados utilizados para comparação são dados em dS/m , e estas unidades são equivalentes, logo, $1 \text{ mS}/\text{cm} = 1 \text{ dS}/\text{m}$. A Tabela 3 é resultado de estudos realizados por Cavins *et al.*, 2000, in Gruszynski apud 2002, e foi utilizada, para auxiliar na avaliação quanto ao teor de sais.

Tabela 3: Classificação de valores da Condutividade Elétrica-CE

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

Fonte: Cavins et al., 2000, in Gruszynski, 2002

*expressa em dS/m a 25°C .

5. Resultados e Discussões

5.1 Análise dos critérios pH e CE

5.1.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores expressos na tabela 4 abaixo foram obtidos através do ensaio de pH, a partir de extratos saturados solo-água com auxílio de equipamentos indicados na metodologia desse trabalho.

Tabela 4: Média do pH das amostras de agregados miúdos coletados na Chapada do Apodi-RN.

Nº da amostra	Tipo	Local	pH
01	Areia lavada	Felipe Guerra	9,12
02	Arisco branco		5,42
03	Arisco vermelho		5,87
04	Areia lavada	Governador Dix-Sept Rosado	8,58
05	Arisco branco		6,49
06	Areia lavada		9,00
07	Areia lavada		8,49
08	Arisco branco		6,41
09	Areia lavada	Apodi	8,68
10	Areia lavada		7,80
11	Areia lavada		7,63
12	Arisco branco		9,00
13	Arisco branco		8,40
14	Arisco branco		5,17
15	Arisco vermelho	Caraúbas	4,99
16	Barro vermelho		5,88
17	Arisco branco		5,27
18	Arisco branco		5,63
19	Areia lavada		7,38
20	Areia de praia		7,93

Fonte: O autor (2019).

Consta nos resultados obtidos no município de Felipe Guerra que a amostra de areia lavada tem um pH básico (alcalino), já as amostras de arisco branco e arisco vermelho tem o pH ácido, sendo o arisco branco o que tem pH mais baixo (ácido). Na amostra 01 (areia lavada) ocorre uma alta liberação de cátions, logo possivelmente há presença de sais solúveis e a ocorrência de reações químicas, sendo esses os principais responsáveis pela formação do salitre. Já nas amostras 02 (arisco branco) e 03 (arisco vermelho) podemos dizer que elas influenciam a não

liberação de cátions trocáveis por terem o seu pH ácido, o que acarretará em uma menor probabilidade da ocorrência de reações químicas e consequentemente a não formação do salitre.

No município de Governador Dix-Sept Rosado foram obtidos os seguintes resultados: Amostra 06 (areia lavada) obteve pH básico e mais alto das amostras coletadas no município, seguido das amostras 09, 04 e 07, que são de areia lavada e obtiveram também pH básico, nas amostras 05 e 08 ambas de arisco branco, foi obtido pH ácido. Fazendo análise, podemos afirmar que as quatro amostras de areia lavada tem sais solúveis na sua composição, pois as mesmas tem pH básico, o que implica que estarão mais propícias há formação do salitre, já as amostras de arisco branco tem menor chance de problemas patológicos como o salitre acontecerem, devido terem pH ácido.

Nos resultados obtidos no município de Apodi, é possível afirmar que as amostras 10 e 11, ambas de areia lavada, obtiveram pH básico. As amostras 12 e 13, de arisco branco, obtiveram também pH básico, tendo a amostra 12 obtido o maior pH de todas as amostras coletadas no município. A amostra 14 é de arisco branco, porém, a mesma tem pH ácido, e na amostra 15 (arisco vermelho) foi obtido também pH ácido. Nesse município é possível afirmar que as amostras de areia lavada e duas amostras de arisco branco, contém a presença de sais solúveis na sua composição.

No município de Caraúbas alcançaram-se os seguintes resultados: Amostra 16 (barro vermelho), arisco branco (amostra 17 e 18) obtiveram pH ácido, já a amostra 19 (areia lavada) e amostra 20 (areia de praia) obtiveram pH básico, tendo a amostra 20 obtido o maior pH das amostras coletadas nesse município, sendo a mesma, a amostra que tem maior quantidade de sais solúveis.

Fazendo uma análise dos maiores valores de pH obtidos por município, do maior para o menor respectivamente, temos: Felipe Guerra (amostra 01), Governador (amostra 06), Apodi (amostra 12) e Caraúbas (amostra 20). O município de Governador e Apodi obtiveram igual pH, logo, estão na mesma classificação.

Logo, podemos afirmar que em toda Chapada do Apodi, as amostras de areia lavada estão propícias ao surgimento do salitre, pois as mesmas têm pH básico. Nas amostras de arisco branco coletadas nos municípios de Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado e Caraúbas a probabilidade da manifestação patológica surgir é reduzida, por não terem sais solúveis na sua composição, já no município de Apodi,

duas das três amostras de arisco branco coletadas estão mais suscetíveis ao surgimento manifestações patológicas, pois apresentaram pH básico alto. As amostras de arisco vermelho coletadas nos municípios de Felipe Guerra e Apodi e a amostra de barro vermelho coletada no município de Caraúbas não estão aptas ao surgimento de patologias, pois as mesmas têm pH ácido. Todavia, a amostra de areia de praia coletada no município de Caraúbas está favorável para que ocorra o surgimento de patologias.

5.2.2 Condutividade elétrica (CE)

A Tabela 5 apresenta resultados da análise da Condutividade Elétrica (CE) dos agregados miúdos a partir de extratos saturados solo-água com auxílio de equipamentos indicados na metodologia desse trabalho.

Tabela 5: Média da condutividade elétrica das amostras dos agregados miúdos coletados na Chapada do Apodi-RN

Nº da amostra	Tipo	Local	CE (mS/cm)
01	Areia lavada	Felipe Guerra	0,20
02	Arisco branco		0,34
03	Arisco vermelho		0,09
04	Areia lavada	Governador Dix Sept Rosado	0,42
05	Arisco branco		0,40
06	Areia lavada		0,16
07	Areia lavada		0,15
08	Arisco branco		0,18
09	Areia lavada	Apodi	0,26
10	Areia lavada		0,08
11	Areia lavada		0,13
12	Arisco branco		0,54
13	Arisco branco		1,10
14	Arisco branco		0,05
15	Arisco vermelho		0,10
16	Barro vermelho	Caraúbas	0,31
17	Arisco branco		0,44
18	Arisco branco		0,58
19	Areia lavada		0,11
20	Areia de praia		0,42

Fonte: O autor (2019).

Em geral toda Chapada do Apodi apresentou baixa condutividade elétrica, visto que dezenove das vinte amostras estão abaixo da faixa de 0,75 e apenas a amostra treze (arisco branco), coletada no município de Apodi está na faixa de 2,0, porém a mesma também é considerada baixa.

No município de Felipe Guerra a amostra 02 (arisco branco) obteve maior condutividade elétrica das amostras coletadas, seguido da amostra 01 e 03. No município de Governador Dix-Sept Rosado a amostra 04 (areia lavada) apresentou maior condutividade elétrica das amostras coletadas no município, e em seguida veio amostra 05, 09, 08, 06 e 07 respectivamente. Já no município de Apodi a amostra 13 (arisco branco), como foi citada anteriormente, obteve o maior valor de condutividade elétrica de todos os municípios, e em seguida veio de modo consecutivo a amostra 12, 11, 15, 10 e 14. E por fim, no município de Caraúbas a amostra 18 (arisco branco), alcançou o maior valor de condutividade elétrica e logo depois, veio de modo respectivo, a amostra 17, 20, 16 e 19.

Se observarmos a amostra 20 (areia de praia) podemos perceber que mesma possui uma quantidade de sais solúveis semelhante a quantidade das outras amostras, logo, podemos afirmar que muitas das vezes esse tipo de agregado miúdo não é utilizado nas construções por falta de estudos a respeito do mesmo, pelo fato das pessoas acharem que por ser areia de praia, a mesma possui uma grande quantidade de sais solúveis na sua composição, mas nem sempre isso acontece. E segundo Silva; Vieira; Oliveira (2018) em argamassas a finura da areia de praia é adequada para garantir a trabalhabilidade das misturas.

Fazendo uma análise dos valores da condutividade elétrica dos quatro municípios, do maior valor para o menor, têm-se respectivamente, Apodi (arisco branco), Caraúbas (arisco branco), Governador Dix-Sept Rosado (areia lavada) e Felipe Guerra (arisco branco).

De modo geral, mesmo apresentando condutividade elétrica baixa, os resultados obtidos não podem ser desconsiderados, pois se combinados com outros fatores, podem influenciar no aparecimento de patologias, e se fossem irrelevantes, o medidor multiparâmetro, não faria a leitura.

5.3 Principais manifestações patológicas causadas por sais

Segundo Costa (2011 apud Bauer, 1997) manchas, corrosão, bolor, algas, eflorescências, descolamento de revestimentos, fissuras e alteração nas colorações são formas de manifestação da umidade nas construções e essa água está diretamente atrelada ao transporte de sais. Logo, é possível afirmar que todas essas manifestações patológicas poderão surgir devido aos sais solúveis contidos nas amostras de agregados miúdos coletadas na Chapada do Apodi, porém umas com maior intensidade, como exemplo as amostras que apresentaram pH alcalino e obtiveram CE mais alta, e outras com menos intensidade, como exemplo as amostras que apresentaram pH ácido e CE mais baixa.

5.4 Mitigação das consequências dos sais nos agregados miúdos

A eflorescência é umas das patologias que estão mais presentes nas construções civis. Abaixo estão listadas segundo Eflorescência... (2018) algumas medidas de como evita-las no caso do surgimento em alvenarias e pisos:

- Escolha adequada do cimento;
- Colocar uma manta impermeável sobre o solo e sob o revestimento;
- Utilizar cerâmica esmaltada de boa qualidade e argamassa colante;
- Empregar aditivos impermeabilizantes que fazem com que a argamassa e o concreto absorvam menos água;
- Realizar manutenções preventivas para trocar rejuntas fissurados e juntas de movimentação danificadas.

Outra maneira eficiente de prevenir ou retardar a degradação em alvenarias ou revestimentos nas edificações é a utilização de materiais adequados, e para determinação dos mesmos é necessário uma análise do solo e do tipo de obra que irá ser realizada (COSTA, 2011).

6. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos no ensaio de pH, pode-se afirmar que a areia lavada coletada na Chapada do Apodi possui pH alcalino (básico); duas amostras de arisco branco, no município de Apodi, tem pH básico, e a amostra de areia de praia coletada em Caraúbas (não foi possível saber qual a origem dessa areia) também tem pH básico, logo onze das vinte amostras de agregados miúdos estão mais vulneráveis ao surgimento de patologias como o salitre, devido a maior quantidade de sais solúveis na sua composição.

No 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 patologias, e se fossem irrelevantes, o medidor multiparâmetro, não faria a leitura.

A partir do ensaio de condutividade elétrica chegou-se a convicção que os agregados miúdos utilizados para realização desse estudo, possivelmente não proporcionam influência direta no surgimento da manifestação patológica estudada. No entanto devido à ausência de estudos a respeito do assunto, os valores expressos nas tabelas não devem ser desconsiderados, pois, caso não houvesse a possibilidade da formação de eflorescências, os aparelhos utilizados não registrariam nenhum sinal de sais nas amostras de agregados miúdos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, p. 4. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

BEZERRA, Gabriela Martins. **Estudo da influência do arisco na formação do salitre em argamassas na região de Mossoró-RN**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Discente, Mossoró, 2013. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/270/TFG%20-%20Eng%20Civil/TFG_GabrielaMartins_UltimaVers%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 1 maio 2019.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. Materiais de construção. *In*: BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: 5ª Edição, 2013.

CARNEIRO, Arnaldo Manoel Pereira. **Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia - sistemática das empresas de construção civil de Porto Alegre**. 1993. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Discente, Rio Grande do Sul, 1993. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/71552/000216176.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 1 maio 2019.

CAVALCANTI, Vanessa Maria Mamede; PARAHYBA, Ricardo Eudes Ribeiro. A INDÚSTRIA DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA. **Construção civil**, Fortaleza (CE), 2012.

COSTA, Renato Alison da. **Degradação em alvenarias provocada por sais nas edificações de Angicos (RN)**. 2011. Monografia (Bacharel em Ciência e Tecnologia.) - Discente, Angicos - RN, 2011.

DE ANDRADE, Erika Bressan Botelho. **Principais manifestações patológicas encontradas em edificação**. [S. l.], 2019. Disponível em:
<<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm>>. Acesso em: 2 maio 2019.

DE AZEVEDO, Felipe Fernandes et al. Agregados miúdos. A Importância dos Agregados Miúdos no Controle Tecnológico do Concreto, [S.l.], 2017. Disponível em:
<<http://revistaconexao.aems.edu.br/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=1584>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

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.

EFLORESCÊNCIA na parede e no chão: descubra como evitar. [S. l.], 10 jan. 2018. Disponível em: <https://cimentomaua.com.br/blog/eflorescencia-descubra-como-evitar/>. Acesso em: 20 jul. 2019.

FERNANDES, Paulo Henrique Campos. **Estudo sobre a influência do massará no processo de formação de salitre em rebocos na região de Teresina-PI**. 2010. Dissertação (Mestre em ciência e Engenharia dos Materiais) - Discente, Natal, 2010.

IBGE. [S. l.], 2017. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/carauabas/panorama>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

Kiehl, E. J. Manual de Edafologia: relação solo-planta. Piracicaba: Ceres, 1979.

MANUAL internacional de fertilidade do solo. [S. l.: s. n.], 1995. Disponível em:
<http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/40A703B979D0330383257FA80066C>

007/\$FILE/Manual%20Internacional%20de%20Fertilidade%20do%20Solo.pdf.

Acesso em: 29 jun. 2019.

PINHEIRO, Igor. **Principais manifestações patológicas encontradas em edificação**. [S. l.], 5 jan. 2018. Disponível em: <<http://www.inovacivil.com.br/o-que-sao-as-patologias-e-quais-as-ferramentas-que-auxiliam-no-seu-combate/>>. Acesso em: 2 maio 2019.

RIBEIRO, Iracira José da Costa *et al.* Implantação de métodos de tratamento para combater as eflorescências. **Eflorescências**, [S. l.], 2017.

SALITRE - Eflorescências e Criptoeflorescências - parte1. [S. l.], 2011. Disponível em: <<https://mundodatinta.wordpress.com/2011/02/06/salitre-eflorescencias-e-criptoeflorescencias-parte1/>>. Acesso em: 2 maio 2019.

SERNA, Humberto Almeida; REZENDE, Márcio Marques. Agregados para a Construção Civil. **Agregados**, [S.l.], 2013. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/8-1-2013-agregados-minerais>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

SILVA, Gabriel Almeida; VIEIRA, Rogério Borges; OLIVEIRA, Douglas Ribeiro. Viabilidade do uso de areia de praia aplicada em argamassas de revestimento. **Areia de praia**, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328942079_Viabilidade_do_uso_de_areia_de_praia_aplicada_em_argamassas_de_revestimento>. Acesso em: 1 maio 2019.

SILVA, Maria Carolina Rodrigues e *et al.* APLICAÇÃO DE MANTAS ASFÁLTICAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURAS. **IV ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA**, Maringá - PR, 2003.

SOUZA, M.M.; SILVA, A.L.O.; PINA, L.V.G. CARACTERIZAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO FORNECIDO NA MICRORREGIÃO DO AGRESTE POTIGUAR, POPULARMENTE DENOMINADO “AREIA BARRADA”. **Agregados miúdos**, [S.l.], 4

ago. 2017. Disponível em:

<<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/5954/pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Discente, Belo Horizonte, 2008. Acesso em: 2 maio 2019.

SOARES, Felipe Flores. **A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. In: SOARES, Felipe Flores. 2014. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Discente, Rio de Janeiro - RJ, 2014.

TUNA, João Miguel Rodrigues. **Caracterização in-situ de eflorescências e de outros compostos salinos em paramentos**. 2011. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Mestrando, [S. l.], 2011.

YOSHIOKA, Maria Harumi; DE LIMA, Marcelo Ricardo. Experimentoteca de solos. **PH do solo**, [S. l.], 2005.