



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDICIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

VICTÓRIA PAES BARRETO

**CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DE
UMA RESIDÊNCIA NO DISTRITO PALMA – CAICÓ/RN**

ANGICOS
2019

VICTÓRIA PAES BARRETO

**CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DE
UMA RESIDÊNCIA NO DISTRITO PALMA – CAICÓ/RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral

© 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.

B271c Barreto, Victória Paes.
CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO
DE CASO DE UMA RESIDÊNCIA NO DISTRITO PALMA -
CAICÓ/RN / Victória Paes Barreto. - 2019.
52 f. : il.

Orientador: Kleber Cavalcanti Cabral.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Argamassa histórica. 2. Revestimento. 3.
Caracterização das argamassas. 4. Ensaio de
granulometria. 5. Fazenda Maravilha. I. Cabral,
Kleber Cavalcanti, orient. II. 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.

VICTÓRIA PAES BARRETO

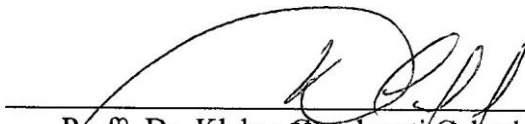
CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO
DE UMA RESIDÊNCIA NO DISTRITO PALMA - CAICÓ/RN

Monografia apresentada ao Departamento
de Engenharias da Universidade Federal
Rural do Semi-Arido, Campus Angicos,
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

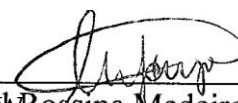
Orientador: ProP. Dr Kleber Cavalcanti
Cabral

APROVADO EM: 14 / 08 / 2019

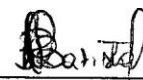
BANCA EXAMINADORA



Prof.º Dr. Kleber Cavalcanti Cabral - UFERSA
Presidente



Prof.º Dr. Wendel Rosine Medeiros de Souza - UFERSA
1.º Membro



Eng.ª Isla Licely Rodrigues Batista
2.º Membro

Angicos/RN
2019

Ao meu pai **Luiz Victor Paes Barreto**
(*in memorian*). Que não pôde estar ao
meu lado neste momento tão importante,
mas estará para sempre em meu coração.

A minha mãe **Janete Carvalho Alves**,
meu maior exemplo de ser humano,
combustível diário para eu não desistir dos
meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, pôr ser essencial em minha vida, responsável por todas as graças e provações, por me conceder forças em todos os momentos que me achei sem ânimo e sem estímulo.

A minha mãe por todo amor, carinho, dedicação e esforço que ela fez para me manter em Angicos nestes 6 anos, afim que eu chegasse a concluir esta etapa da minha vida. Obrigada por me ouvir todos os dias e se manter presente mesmo a 175km de distância.

Ao meu avô Júlio Alves, meu padrinho Sérgio Carvalho e minha madrinha de coração Mássia Rejane, onde em suas capacidades me apoiaram e ajudaram, realizando assim o meu sonho de continuar a estudar longe de casa e tornar-me Engenheira Civil.

A minha amiga Baraklein de Medeiros, meu alicerce no segundo ciclo deste curso, por todo seu apoio nos momentos difíceis, amizade e companheirismo. Além de ter proporcionado minha ida ao Distrito Palma para realizar as extrações das amostras, ponto fundamental para realização deste trabalho.

Aos meus amigos feitos durante a faculdade, em destaque, Alberto Manoel, Leonardo Bruno, Ingrid Maia, Joel Neto, Deninho, Kenned, Kaio Luiz, João Paulo, Lorena, Thalita, Aliphe, Amanda, Weslyanne, Wallace entre outros, por me acompanharem, ouvirem e ajudarem ao longo destes anos.

Aos meus amigos Angicanos que fazem com que eu tenha uma segunda família na cidade: Soares Silva, Marília Carvalho, José Ricardo, entre outros, por todo apoio e carinho nos dias difíceis fora de casa.

Ao meu orientador Kleber Cavalcanti Cabral, pela orientação dada e por todas as sugestões e incentivo, onde foram fatores fundamentais para a realização desse trabalho.

A técnica de Edificações da UFERSA - Campus Angicos, Ádna Érica Melo de Sousa, pela colaboração, ajuda nos experimentos e disponibilidade.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido, todos os professores, técnicos e funcionários que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional ao longo dos anos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada e gratidão.

“O sucesso nada mais é que ir de fracasso em fracasso sem que se perca o entusiasmo.”

(Winston Churchill)

RESUMO

O estudo de argamassa histórica é de suma importância, pois as mesmas possuem em sua natureza a identidade do local em que estão inseridas, onde entender as edificações possibilita analisar os materiais que perduram durante os anos e a qualidade em que se encontram, para assim acharmos os melhores procedimentos de restauração, afim de garantir a preservação cultural. Visto isso, é de fundamental importância que se conheça os métodos e os materiais utilizados na construção para que sejam atendidos aos princípios de restauro de bens. Logo, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o estado da argamassa histórica de uma residência localizada no Distrito Palma – Caicó/RN, a Fazenda Maravilha, datada de 1907, onde foi realizada uma visita in loco e recolhido 8 amostras do local, para serem analisadas e estudadas através de ensaios como ataque ácido, ensaio de absorção e ensaio de distribuição granulométrica. A partir da análise dos resultados das técnicas empregadas constatou-se que foram usados 4 traços diferentes, sendo eles, 1:4, 1:6, 1:8, 1:17. Além do fato de sua granulometria ser parecida em grande parte das amostras, sendo assim possível sua reconstituição.

Palavras-chave: Argamassa histórica. Revestimento. Caracterização das argamassas. Ensaio de Granulometria. Fazenda Maravilha.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do sistema revestimento	22
Figura 2 - Classificação da Cal.....	24
Figura 3 – Planta e Localização das amostras	29
Figura 4 – Fazenda Maravilha no Distrito Palma – Caicó/RN.....	31
Figura 5 – Vista posterior da Fazenda Maravilha	32
Figura 6 – Ferramentas para extração das amostras	33
Figura 7 – Destorroamento de uma amostra	33
Figura 8 - Amostras destorroadas	34
Figura 9 – Aplicação do ácido na amostra.....	35
Figura 10 – Ácido agindo na Amostra 07.....	35
Figura 11 – Processo de filtragem.....	36
Figura 12 – Amostras saindo da estufa após filtragem.....	36
Figura 13 – Retirada da amostra do filtro	37
Figura 14 – Amostras prontas para o ensaio de granulometria	37
Figura 15 – Peneiras utilizadas no ensaio de granulometria	39
Figura 16 - Amostras após remoção da película de tinta.....	40
Figura 17 - Amostras imersas em água.....	41
Figura 18 – Amostras submersas em água com ênfase na 05 desintegrada	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curvas de distribuição granulométrica.....	46
Gráfico 2 - Taxa de absorção	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo.....	38
Quadro 2 - Análise individual das amostras	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização das amostras.....	29
Tabela 2 - Relação em massa aglomerante agregado e traço estimado	44
Tabela 3 - Análise granulométrica através do material retido	45
Tabela 4 – Módulo de finura e Diâmetro máximo	46
Tabela 5 – Cálculo de Desvio Padrão.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DM – Diâmetro Máximo

HCL - Ácido clorídrico

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

MF- Módulo de finura

NBR – Norma Técnica Brasileira

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.2. OBJETIVO GERAL	18
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1. HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA ARGAMASSA	19
3.2. ARGAMASSAS	19
3.2.1. Argamassa de Revestimento	20
3.3. COMPONENTES DA ARGAMASSA	22
3.3.1. Aglomerantes	22
3.3.1.1. Cimento portland	22
3.3.1.2. Cal	23
3.3.1.3. Gesso	24
3.3.2. Agregado miúdo	25
3.3.3. Água de amassamento	26
3.3.4. Aditivos	26
3.4. FUNÇÃO DAS ARGAMASSAS ANTIGAS	27
3.5. CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS	27
4. METODOLOGIA DA PESQUISA	29
4.1. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	29
4.2. ANÁLISE HISTÓRICA DA EDIFICAÇÃO	30
4.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS HISTÓRICAS DA FAZENDA MARAVILHA	31
4.4. ENSAIOS	34
4.4.1. Ataque ácido	34
4.4.2. Granulometria	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1. ANÁLISE TÁTIL E VISUAL DAS AMOSTRAS	42
5.2. ATAQUE ÁCIDO	44
5.3. GRANULOMETRIA	45
5.4. ABSORÇÃO	47
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

REFERÊNCIAS	50
--------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

O estudo de argamassa histórica é de suma importância, pois as mesmas possuem em sua natureza a identidade do local em que estão inseridas, onde entender as edificações possibilita analisar os materiais que perduram durante os anos e a qualidade em que se encontram, para assim acharmos os melhores procedimentos de restauração, afim de garantir a preservação cultural.

Nos últimos anos, tem-se observado um crescimento nos estudos relacionados a investigação de edifícios antigos, a fim de obter alternativas para sua reabilitação e conservação. Geralmente se fazem estudos de edifícios localizados em centros históricos, como edifícios monumentais, habitacionais e comerciais (GODINHO, 2014).

Segundo Isaia (2007), argamassas são materiais de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, aglomerado miúdo (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais. No passado, foram usados diferentes tipos de agregados (areias) e aditivos.

Um dos problemas causados pelo uso de materiais incompatíveis é a deterioração nos edifícios históricos. É cada vez comum a verificação de anomalias devido a aplicação de argamassas à base de cimento. Isto acontece quando existe uma aplicação a suportes com revestimentos de argamassas com propriedades muito diferentes, podendo causar fissuração e destacamento dos novos revestimentos. Visto isso, pesquisas recentes destacam a utilização de materiais compatíveis com o substrato original (GODINHO, 2014).

Afim de auxiliar o estudo de construções antigas, foi criado o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) inaugurado em 1937 pelo presidente Getúlio Vargas, onde o mesmo responde pela preservação do Patrimônio Cultural Brasileiro. Cabe ao Iphan defender e promover os bens culturais do País, assegurando sua permanência e usufruto para as gerações presentes e futuras.

O Iphan realizou o primeiro tombamento no Rio Grande do Norte em 1949, com o reconhecimento do Forte dos Reis Magos – atualmente administrado pelo Instituto e aberto à visitação pública – como patrimônio cultural material (IPHAN, 2019).

Assim, tendo em vista a relevância destas construções e da memória que as mesmas carregam em seus traços, visando a reabilitação e conservação de edifícios

que contribuem para a história do patrimônio cultural do Rio Grande do Norte, o presente trabalho tem por finalidade caracterizar a argamassa utilizada na Fazenda Maravilha, localizada no Distrito Palma - Caicó.

2. OBJETIVOS

2.2. OBJETIVO GERAL

Caracterizar o estado da argamassa histórica de uma residência localizada no Distrito Palma – Caicó/RN cujo o nome é Fazenda Maravilha.

2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma reconstituição do traço empregado na produção da argamassa de revestimento por meio da técnica de ataque químico com ácido clorídrico;
- Identificar qual o tipo de areia foi utilizado, por meio da sua distribuição granulométrica;
- Analisar os índices de absorção das argamassas usadas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA ARGAMASSA

Para discorrer sobre um assunto, faz-se necessário conhecer um pouco sua história, logo, datamos que as primeiras argamassas são da civilização egípcia, que utilizaram na fabricação das pirâmides, um tipo de gesso calcinado. Sabe-se também informações que na Roma e Grécia antiga, onde eram aplicados em monumentos uma massa obtida através da hidratação de cinzas vulcânicas (GRANDE, 2003).

Um tipo de aglomerante primário, foi usado nas construções das grandes pirâmides do Egito, nos anos de 2980 a 2925 a.C., pensa-se que esse aglomerante poderia ser um tipo de cal. Com a realização de observações e estudos nas pirâmides de Gizé e Quéfrem, foi observado que existiam argamassas entre os grandes blocos, constituídas de areia natural e cal (RECENA, 2011).

Com a invenção do cimento por John Aspdin, em 1824 na Inglaterra, o método de fabricação da argamassa foi aprimorado, consistindo em cozinhar argila e calcário em forno giratório, a aproximadamente 1450°C para formação de silicatos de cálcio hidratados. Resultado da mistura de cimento, areia e água a argamassa e os concretos (quando à argamassa é incorporada pedra britada) passaram por uma revolução com a descoberta dos aditivos plastificantes e superplastificantes. A produção dessas argamassas e concretos compactos se deu a partir das décadas de 70 e 80 (LIMA; COSTA; NOLETO, 2013).

No Brasil, as edificações indígenas eram construídas com madeira e palha, sem uso de terra. Após a chegada dos portugueses, a argamassa passou a ser utilizada no primeiro século de nossa colonização, para assentamento de alvenaria de pedra (largamente utilizada na época). A cal que constituía tal argamassa era obtida através da queima de conchas e mariscos. O óleo de baleia era também muito utilizado como aglomerante, no preparo de argamassas para assentamento (COSTA, 2017).

3.2. ARGAMASSAS

A argamassa assume considerável destaque quando tratamos de qualquer tipo de edificação, devido ao volume utilizado deste material, principalmente por

desempenhar várias funções dentro de uma mesma obra. Consequentemente, qualquer adversidade relacionado à mesma demanda gastos indesejáveis.

Podemos definir argamassa, segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005), como sendo uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada in loco ou em indústria.

Petrucci (2003) afirma que as argamassas se constituem por materiais de construção produzidos pela mistura de um, ou mais, aglomerantes, agregado miúdo e de água. Além destes componentes, que são os componentes essenciais das argamassas, podem ainda ser acrescentado produtos especiais com a finalidade de aprimorar ou conferir propriedades específicas.

No âmbito da construção civil, a mesma atua como uma “cola” que liga os elementos como tijolos e blocos, proporcionando um bom acabamento em alvenarias e um bom substrato para a aplicação de possíveis revestimentos cerâmicos, ou até mesmo a aplicação de tintas (AZEREDO, 1987).

Argamassas de cimento são misturas com elevada condição de endurecimento, porém com pouca trabalhabilidade, logo, são utilizadas em casos que necessitam de uma argamassa mais resistente, como por exemplo, chapiscos e em revestimentos impermeáveis, como no interior de reservatórios de água (FIORITO, 2009).

Enquanto, argamassas de cal possuem melhor plasticidade e também tem boa condição de endurecimento, assim, são usadas na aplicação de alvenarias de vedação, emboço e reboco, proporcionando um melhor acabamento na utilização (FIORITO, 2009)

As argamassas que detém a cal como aglomerante em sua composição, desempenham importantes papéis nas alvenarias, em especial nas alvenarias históricas. Possibilitando uma camada de revestimento que oferece proteção a alvenaria do ataque de agentes externos, argamassas a base de cal se constituem de um material que apresenta melhor capacidade de deformação e que absorvem tensões e umidade, preservando assim o interior da alvenaria (KANAN, 2008).

3.2.1. Argamassa de Revestimento

A argamassa de revestimento, conforme afirma a NBR 13529 (2013), é o “cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de

argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final”.

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), as argamassas utilizadas para revestimentos são definidas como sendo a mistura de aglomerantes e agregados minerais, juntamente com a água, na qual possuem características de endurecimento e aderência, como as argamassas de assentamento.

A argamassa de revestimento apresenta importantes funções para a edificação. De acordo com Maciel et al (1998), as funções do revestimento de argamassa são:

- Proteger os elementos de vedação da edificação da ação direta dos agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações nas suas funções de isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e gases;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular para outro revestimento ou constituir-se no acabamento final;
- Contribuir para a estética de vedações e fachadas;
- Função estética de fachada (acabamento e decoração).

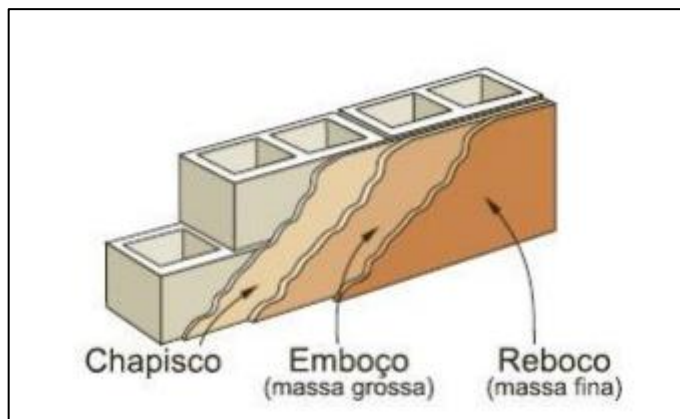
Craxe (2009) explica que os revestimentos são todos os procedimentos utilizados na aplicação de materiais de proteção e de acabamento sobre superfícies horizontais e verticais de uma edificação ou obra de engenharia, tais como: alvenarias e estruturas. Nas edificações, consideraram-se três tipos de revestimentos: revestimento de paredes, revestimento de pisos e revestimento de tetos ou forro.

Segundo a NBR 13529 (2013) cada camada do revestimento possui uma função específica, como vemos exemplificado na Figura 1, sendo assim:

- Chapisco: camada de preparo da base que tem por função melhorar a aderência do revestimento e uniformizar absorção de água da base.
- Emboço: camada de revestimento que tem por função regularizar e preencher a superfície da base ou chapisco. Camada que permite receber outra camada, podendo ser reboco ou de revestimento decorativo.
- Reboco: camada sobreposta a camada de emboço, com finalidade decorativa podendo ter ou não sistema de pintura. Acabamento decorativo:

revestimento, com função estética, aplicado sobre o revestimento de argamassa, como pintura, materiais cerâmicos, pedras ornamentais.

Figura 1 - Etapas do sistema revestimento



Fonte: Pinto (2013).

3.3. COMPONENTES DA ARGAMASSA

Segundo a NBR 7200 (1998), a composição da argamassa (traço) deve ser definida pelo projetista ou construtor, obedecendo às especificações de projeto e às condições para execução dos serviços de revestimento”, fazendo assim, que se minimize os erros após a execução.

O tipo da argamassa a ser utilizada é definido de acordo com a sua destinação final, ou seja, seu uso na qual, argamassa de cal é indicada para emboço e reboco, argamassa de cimento é indicada para chapisco, alvenaria de alicerce e revestimentos com propriedades impermeáveis, e argamassas mista é indicada para assentamento de alvenaria e revestimento argamassados (FIORITO, 2009).

3.3.1. Aglomerantes

Segundo Alves (2006) aglomerante é definido como um material ativo, geralmente pulverulento, que proporciona a ligação entre os grãos do material inerte (agregados). Os aglomerantes são utilizados para a produção de pasta (aglomerante + água), de argamassas (aglomerante + água + agregado miúdo) e de concretos (aglomerante + água + agregado miúdo + agregado graúdo).

3.3.1.1. Cimento portland

Neville (2016) utiliza o termo cimento para designar um material adesivo, ou seja, que tem a capacidade de unir outros materiais de forma coesa. Nesse sentido, verifica-se que é um material com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água.

O cimento Portland é um produto resultante da pulverização ou moagem do clínquer, que por sua vez, este último é formado por uma mistura de materiais calcários e argilosos juntamente com minério de ferro, onde a mesma é calcinada em forno rotativo a altas temperaturas pré-determinadas. Na etapa de moagem do clínquer é adicionado sulfato de cálcio (gesso) com o objetivo de regular a pega (OLIVEIRA, 2016).

O Cimento Portland se faz presente nas misturas de argamassas e concretos com a missão de aglutinar os agregados e dar propriedades aos mesmos que sem o cimento não alcançariam, como é o caso da propriedade da trabalhabilidade, que nada mais é que a facilidade em manusear as misturas (BAUER, 2016).

Entretanto, em argamassas históricas não datamos da existência de cimento em sua composição.

3.3.1.2. Cal

Segundo GUIMARÃES (2002) o homem conheceu a cal provavelmente nos primórdios da Idade da Pedra (período Paleolítico), ao final do Pliocênico. Ainda, segundo o autor, por volta de 3000 a.C. foram achadas ruínas cujo solo argiloso foi estabilizado com cal para a construção da Pirâmide de Shersi, na região de Tibet.

A Cal é um aglomerante simples, resultante da calcinação de rochas calcárias, que quando submetidas a temperaturas elevadas (aproximadamente 900°C), o carbonato de cálcio presente nas rochas decompõe-se dando origem ao óxido de cálcio e anidridos carbônicos (OLIVEIRA, 2016).

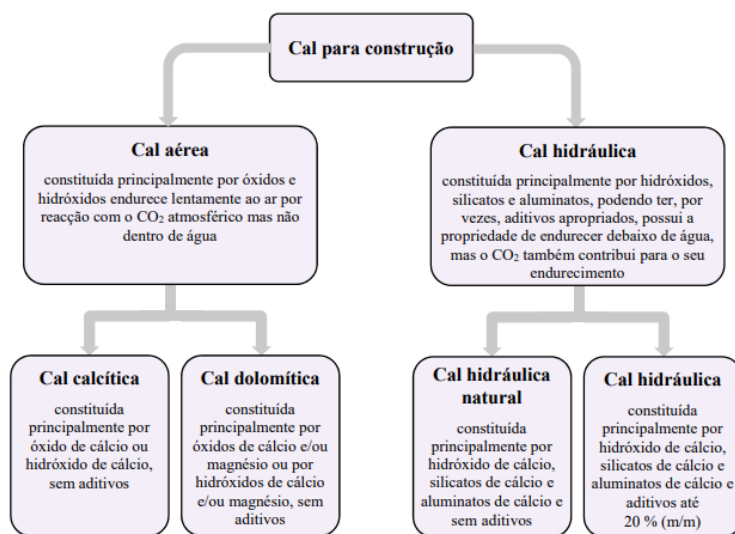
Segundo a ABCP (2002), a cal hidratada, tem como função oferecer à argamassa as propriedades de trabalhabilidade e de incorporar deformações mediante a ação de cargas ou tensões que incidam no revestimento. Em argamassas que não possuem em sua composição o cimento Portland, a cal hidrata ainda tem por função desempenhar o papel de ligante, o qual seria desempenhado pelo cimento. Já em argamassas compostas por cimento e cal, em razão da finura dos seus

componentes, ocorre uma maior retenção da água, fazendo com que a cal possa influenciar positivamente no processo de hidratação do cimento, como também para a trabalhabilidade e a absorção de deformações do composto.

A cal influencia diretamente em importantes propriedades como plasticidade, retração e rendimento da pasta. A plasticidade oferece uma maior facilidade na aplicação das argamassas de revestimento, apresentando uma melhor trabalhabilidade a fim de propor ao pedreiro um melhor manuseio e um melhor preenchimento dos poros do substrato. Além disso, a cal é um produto pulverulento, sendo capaz de reter a água de amassamento no seu interior, assim, proporcionando uma menor retração da argamassa durante as reações de hidratação do cimento (OLIVEIRA, 2016).

A Cal pode ser classificada em a cal aérea e a cal hidráulica, como mostra a Figura 2:

Figura 2 - Classificação da Cal



Fonte: Rosa (2016).

3.3.1.3. Gesso

Utilizado desde a antiguidade, o gesso é um aglomerante de origem mineral, obtido a partir da calcinação da gipsita em temperaturas em torno de 150°C e pertencente à família dos ligantes aéreos. É um tipo de aglomerante que possui em sua composição a mistura de sulfatos de cálcio (anidro e com graus diferentes de hidratação). O gesso é encontrado na natureza em terrenos sedimentares na forma

de minerais, sendo os principais anidrite (Sulfato de Cálcio Anidro, CaSO_4) e gipsite também chamada somente de gesso (Sulfato de Cálcio di-hidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (MARTINS, 2010).

3.3.2. Agregado miúdo

A NBR 7211 (2009) define o agregado miúdo como todo agregado na qual seus grãos passam na peneira de malha 4,75 mm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248.

A areia não contribui com as reações químicas do endurecimento da argamassa, mas influencia no estado fresco e endurecido. A distribuição granulométrica da areia influencia diretamente no desempenho da argamassa, interferindo na trabalhabilidade e no consumo de água e aglomerantes, no estado fresco; bem como na fissuração, rugosidade, permeabilidade e resistência de aderência, no estado endurecido (PAIXÃO, 2013).

No que tange as propriedades das argamassas, os agregados são os responsáveis por fazerem com que as argamassas detenham as propriedades desejáveis ao material no período após o endurecimento do composto, como por exemplo, sua porosidade. O formato de suas partículas além de influenciar na aderência da pasta ao agregado, afeta também a sua trabalhabilidade e sua compacidade. Já a sua superfície específica, influencia o consumo de mais ou menos água para o amassamento e eventualmente as mudanças no comportamento da argamassa (COUTINHO, 1997; ALMEIDA, 2015).

Bauer (2016) afirma que os agregados podem ser categorizados de três formas: segundo a sua origem, segundo o peso específico aparente e segundo às dimensões das partículas.

- Segundo a origem: os agregados podem ser naturais, que são os que se encontram na forma particulada na natureza (areias e cascalho), e os industrializados, que passam por algum processo industrial para ficarem com forma particulada (brita e escória de alto forno).

- Segundo o peso específico: podem ser leves, que são a vermiculita, argila expandida e as escórias granulares; médios, que são areia, calcário, granito, cascalho arenito e basalto; e pesados, que são barita, hematita e magnetita.

- Segundo as dimensões: os agregados podem ser miúdos, que são as areias, e graúdos, que são os cascalhos e as britas.

De acordo com Carneiro (1999), quanto maior a continuidade da areia na sua distribuição granulométrica, maiores serão as resistências mecânicas da argamassa. Isto ocorre devido à melhoria no empacotamento da mistura.

3.3.3. Água de amassamento

Para que ocorra as reações químicas para a produção das argamassas, torna-se necessário a adição de água para reagir com o aglomerante hidráulico. A sua dosagem adequada é essencial para o bom desenvolvimento das propriedades. O seu excesso, reduz as resistências mecânicas, resultando no aumento da porosidade e, conseqüentemente da permeabilidade, reduzindo à durabilidade das argamassas (PAIXÃO, 2013).

Devem ser armazenadas em caixas estanques, protegidas de qualquer tipo de contaminação. Caso ocorra algum tipo de contaminação ou dúvida quanto à qualidade da água, deve-se fazer análise, coletando amostras. Esta não deve conter impurezas ou excesso de sais solúveis, entretanto, é considerada toda água potável como sendo de boa qualidade para o uso em argamassa (SANTOS, 2008).

3.3.4. Aditivos

Os aditivos estão cada vez mais sendo utilizados na produção de argamassas e a sua utilização tem como finalidade principal reforçar suas propriedades.

De acordo com a NBR 13529 (2013), aditivo é um “produto adicionado à argamassa em pequena quantidade, com a finalidade de melhorar uma ou mais propriedades, no estado fresco ou endurecido”. Assim sendo, os aditivos são utilizados nas argamassas para melhorar determinadas características das mesmas.

Também conhecidos por adjuvantes, os aditivos são materiais orgânicos ou inorgânicos que se adicionam, finamente moídos, às argamassas, sendo que a quantidade a ser adicionada não pode ultrapassar 10% da massa total do ligante (GODINHO, 2014).

Como o enfoque do trabalho é argamassa histórica, as mesas não possuem o uso de aditivos em sua constituição.

3.4. FUNÇÃO DAS ARGAMASSAS ANTIGAS

As paredes de edifícios históricos são elementos essenciais da sua estrutura, pois as mesmas conferem proteção ao espaço interior em relação às intempéries. Assim, apesar de serem constituídas por materiais porosos, eles devem obter boa resistência mecânica, térmica e acústica adequadas a essas funções.

Para Veiga (2006), as argamassas antigas são constituídas em geral de cal aérea e areia, com o uso ou não de adições minerais e orgânicas. Botas, Veiga e Velosa (2017) citam em sua pesquisa que as argamassas encontradas nas fachadas exteriores do século XIX eram argamassas comuns de cal e areia, sendo a areia extraída de áreas vizinhas e, em alguns casos, essa areia apresenta pequenas quantidades de partículas de argila.

3.5. CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS

Para permitir que as futuras gerações desfrutem da diversidade cultural de nossa sociedade, devemos dedicar-se a conservação e preservação do patrimônio construído. Dessa forma, o conhecimento de materiais e técnicas tradicionais é uma questão indispensável para se obter um critério de seleção do mais apropriado em qualquer circunstância (BARRERA et al., 2014).

Essas argamassas de cal dos edifícios históricos que sobreviveram até os dias atuais possuem composições bastante diversificadas, em proporções, natureza e qualidade dos principais componentes e em tipos de adições (VEIGA, 2017).

A caracterização de argamassas históricas deve ser realizada de forma sistemática, dependendo as técnicas a aplicar dos objetivos que se pretende alcançar. A análise feita acerca da caracterização de argamassas de edificações históricas adquire a cada dia uma maior importância e se torna relevante diante da comunidade científica. O fato de que a caracterização de argamassas históricas esteja estreitamente ligada à preservação do patrimônio cultural, faz com que seja levado em consideração em projetos de intervenção o conhecimento da argamassa original (RODRIGUES, 2013).

A caracterização das argamassas é geralmente realizada combinando observações macroscópicas, técnicas minero-petrográficas e microquímicas. Primeiro é feita a análise preliminar de amostras a olho nu, posteriormente, estudos em seções delgadas, o que permite obter informações básicas sobre as principais características e propriedades desses materiais artificiais (LEZZERINI et al., 2018).

Com base na relação estabelecida entre aglomerante/agregado através do ataque ácido, é possível conhecer a dimensão das partículas por meio da análise granulométrica, da análise da microestrutura, da mineralogia, composição química e análise térmica. Tudo isso é feito mediante o uso dos métodos de caracterização citados anteriormente, sendo o ataque ácido o passo inicial para aplicação de tais métodos (SOUSA, 2014).

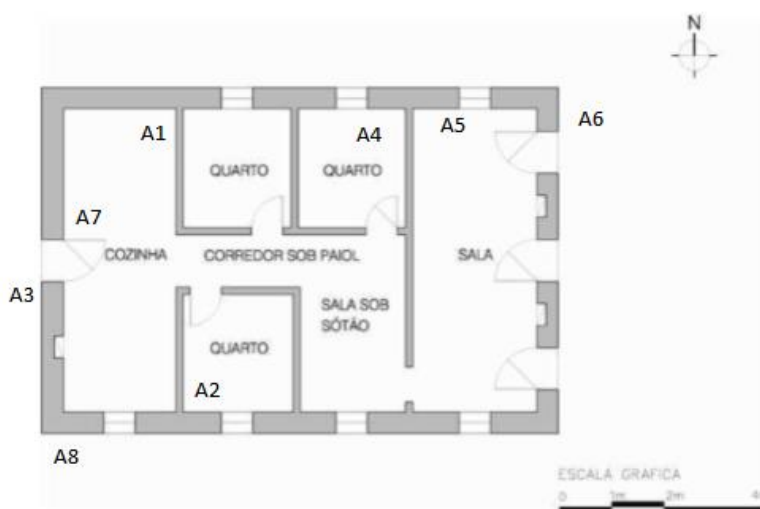
4. METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Visando realizar a caracterização de argamassas históricas procurou-se através do Inventário – Fazendas Seridó uma Fazenda compatível com os pré-requisitos que seria uma edificação antiga e que fizesse o uso de argamassa.

A metodologia de análise consistiu de duas etapas: a primeira etapa foi realizada uma análise do estado de conservação da Fazenda Maravilha, com visita in loco, registro fotográfico e coleta de 8 amostras, obedecendo aos critérios existentes, como por exemplo, realizar a extração com 1,5 a 2 metros de altura do piso e ter 25x25 cm de tamanho da amostra, como vemos a seguir na Figura 3:

Figura 3 – Planta e Localização das amostras



Fonte: Nathália Diniz (2008)

Foram retiradas amostras de cada cômodo da Fazenda bem como da Fachada frontal e da fachada lateral esquerda, como indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Localização das amostras

AMOSTRAS	LOCAL DE EXTRAÇÃO
A1	Parede interna - Cozinha
A2	Parede interna – Quarto 2
A3	Parede externa - cozinha

A4	Parede interna - Sótão
A5	Parede interna – Sala de estar
A6	Parede externa (frontal) – Sala de estar
A7	Parede interna - Cozinha
A8	Parede externa (lateral) - Cozinha

Fonte: Autoria própria (2019).

Após fazer a coleta de 8 amostras, as mesmas foram armazenadas em sacos, identificadas e encaminhadas para o laboratório da Ufersa – Campus Angicos.

A segunda etapa consistiu na caracterização das argamassas históricas coletadas na edificação em estudo, onde foram realizadas análise visual e química e distribuição granulométrica.

No laboratório foram feitos os ensaios de agregados seguindo a NBR NM 248/03 - AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, e ensaio de absorção, orientado por meio da NBR 9778/05 - ARGAMASSA E CONCRETO ENDURECIDOS – DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA ÍNDICE DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA, e também foi utilizada a técnica de ataque ácido, realizada com a adição de ácido clorídrico (HCL) em amostras do revestimento.

4.2. ANÁLISE HISTÓRICA DA EDIFICAÇÃO

Com cerca de 250 habitantes o Distrito Palma pertence a cidade de Caicó/RN. Nesse Distrito está localizada a edificação do estudo, a Fazenda Maravilha, ilustrada na Figura 14, onde a mesma foi construída em 1907.

Apesar de serem encontrados móveis na fazenda, esta não é habitada atualmente.

Figura 4 – Fazenda Maravilha no Distrito Palma – Caicó/RN



Fonte: Autoria Própria (2019).

4.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS HISTÓRICAS DA FAZENDA MARAVILHA

Para a caracterização da argamassa histórica foi realizada técnicas de caracterização dos materiais, a fim de conhecer a sua composição. A metodologia aplicada para o estudo consistiu na utilização de técnicas de caracterização de materiais. Os diferentes métodos se complementam e concedem informações sobre os materiais que foram utilizados na época. As amostras extraídas foram todas de revestimento, sendo internos e externos. Durante a coleta do material procurou-se retirar uma quantidade capaz de se realizar todos os procedimentos necessários à caracterização e agredir o mínimo possível da Fazenda Maravilha. Os ensaios realizados foram:

- Análise tátil e visual;
- Distribuição granulométrica;
- Análise química;
- Taxa de absorção

Figura 5 – Vista posterior da Fazenda Maravilha



Fonte: Autoria Própria (2019).

4.3.1. Coleta das amostras

Foi realizada a visita in loco para investigação dos possíveis pontos de extração das amostras, logo levou-se em conta se:

- A estrutura não haver reforma no revestimento a ser retirado;
- As amostras foram extraídas a uma distância de pelo menos 1,5 m de altura do piso;
- As amostras deveriam cumprir uma área de aproximadamente 0,25 x 0,25 m, afim de que seja o suficiente para a realização de todos os ensaios necessários.

Para extração das 8 amostras utilizou-se uma talhadeira, um martelo e uma trena, como está ilustrado na Figura 6, no qual as mesmas seguindo as recomendações foram extraídas acima de 1,5m, com aproximadamente 0,25x0,25m de tamanho.

Figura 6 – Ferramentas para extração das amostras



Fonte: Autoria própria (2019).

4.3.2. Preparação das amostras para análise

A preparação das amostras iniciou-se com a remoção da película de tinta existente na superfície das mesmas com auxílio de uma lixa grossa, logo as mesmas foram destorroadas, como mostrado na Figura 7, onde destorroar é o processo que consiste em fragmentar os pedaços das amostras em pedaços ainda menores, com o auxílio de um martelo de borracha, fazendo com que ocorra a sua desagregação, ou seja, a amostra era submetida a uma espécie de moagem manual.

Figura 7 – Destorroamento de uma amostra



Fonte: Autoria própria (2019).

Logo em seguida as amostras foram levadas a estufa onde passaram 24 horas a uma temperatura de 100 °C, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Amostras destorroadas



Fonte: Autoria própria (2019).

Passadas às 24 horas, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas. Em seguida foram acondicionadas em recipientes plásticos para ser realizado o ensaio de ataque ácido.

4.4. ENSAIOS

4.4.1. Ataque ácido

O ataque das amostras por ácido objetiva provocar a degradação do aglomerante, que nesse caso é a cal, possibilitando que apenas os agregados permaneçam preservados na amostra. Isto ocorre, pois, o ácido clorídrico dilui o aglomerante deixando apenas o agregado insolúvel.

Com a solubilização da argamassa formam-se duas fases, uma sólida que corresponde ao material insolúvel (composta pelos agregados) e outra, aquosa, correspondente à dissolução do ligante.

Para a realização desse procedimento foram utilizados 150 ml de produto com ácido clorídrico a 14% (HCL) em amostras de 100g do revestimento. O ácido clorídrico foi colocado em uma proveta e adicionado à amostra, ilustrado na Figura 9, que estava em um recipiente plástico.

Figura 9 – Aplicação do ácido na amostra



Fonte: Autoria própria (2019).

A partir de então, utilizou-se uma pinça de plástico para mexer o conteúdo da amostra e assim fazer com que o ácido penetre em todo o material, ilustrado na Figura 10. Em seguida as amostras foram deixadas descansando durante 24 horas. Deu-se por terminado a reação quando não se verificou mais efervescência, sinal de que a reação entre o carbonato de cálcio e o ácido havia se encerrado.

Figura 10 – Ácido agindo na Amostra 07



Fonte: Autoria própria (2019).

Após sofrer o ataque ácido, as amostras passaram por um processo de filtragem em papel filtro, como mostra a Figura 11, objetivando assim a remoção de todo o ácido. Durante o processo de filtragem utilizou-se uma pisseta com água a fim de se fazer a limpeza do material que ficou na parte superior do papel filtro, fazendo com que todo material seja filtrado.

Figura 11 – Processo de filtragem



Fonte: Autoria própria (2019).

Logo após o processo de filtragem, as amostras regressaram a estufa por 24 horas, como ilustrado na Figura 12, tendo como objetivo a secagem por completa do material.

Figura 12 – Amostras saindo da estufa após filtragem



Fonte: Autoria própria (2019).

Em seguida, pesou-se as amostras afim de determinar o teor de aglomerante e do traço utilizado na argamassa histórica.

Feita a pesagem, separou-se 50g de cada amostra, como observado na Figura 13, no qual utilizou-se um pincel com o propósito de não restar finos no filtro.

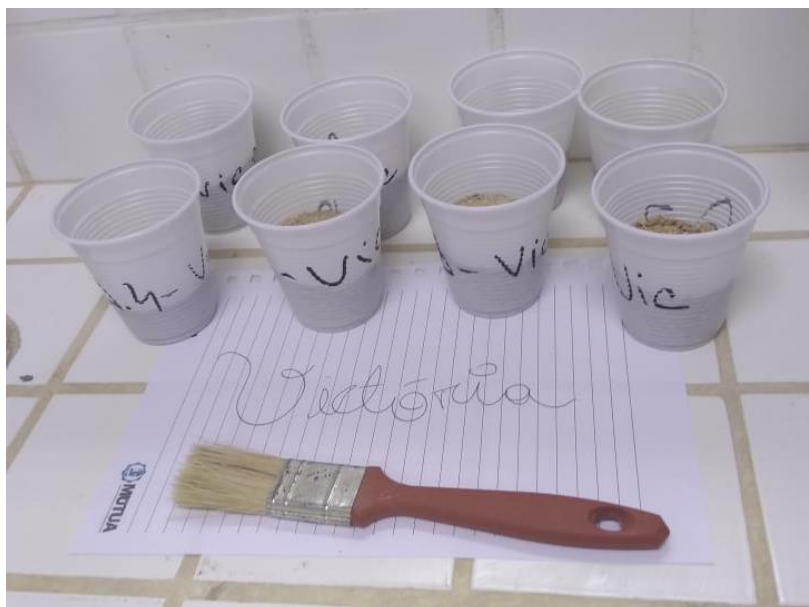
Figura 13 – Retirada da amostra do filtro



Fonte: Autoria própria (2019).

Após pesagem, as amostras foram condicionadas em copos de plástico e estavam prontas para o Ensaio de Granulometria, como visto na Figura 14.

Figura 14 – Amostras prontas para o ensaio de granulometria



Fonte: Autoria própria (2019).

Para determinação do teor de aglomerante e do traço foi utilizado a Equação

1:

$$Magl = \frac{m1 - (m3 - m2)}{m1} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

Magl: teor de aglomerante (%);

m1: massa inicial da amostra (g);

m2: massa do filtro drenante (g);

m3: massa de agregados após ação térmica e ataque químico dentro do filtro (g).

4.4.2. Granulometria

O ensaio de distribuição granulométrica é embasado pela NBR NM 248/03: AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, onde o propósito deste ensaio é identificar a distribuição granulométrica do agregado e retratá-la através de uma curva.

As peneiras utilizadas foram as fornecidas pelo Laboratório de Engenharia Civil da Ufersa – Campus Angicos, logo, as mesmas possuíam a seguinte série de forma decrescente: 4,75 mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,600mm, 0,425mm, 0,250mm e 0,150mm.

Ainda segundo a NBR 7211 (ABNT, 2009) a dimensão máxima característica é uma grandeza associada à distribuição granulométrica do agregado, correspondente à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa. E o módulo de finura é a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras de série normal, dividida por 100.

É a partir do módulo de finura que podemos determinar o limite de utilização dos agregados, se este for agregado miúdo, afim de atender o que está estabelecido no Quadro 1.

Quadro 1 - Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira (em mm) com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites Inferiores		Limites Superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
4,75	0	0	5	10

2,36	0	10	20	25
1,18	5	20	30	50
0,6	15	35	55	70
0,3	50	65	85	95
0,15	85	90	95	100

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 7211 (2009).

Segundo a NBR 7211, vemos também que o módulo de finura pode ser classificado em:

- Zona ótima: varia de 2,20 a 2,90;
- Zona utilizável inferior: varia de 1,55 a 2,20;
- Zona utilizável superior: varia de 2,90 a 3,50.

O ensaio constitui em dispor as peneiras em ordem crescente da base para o topo (contendo ainda um fundo de peneiras), como na Figura 15, para assim colocar a amostra de 50g sobre a peneira superior e com o auxílio de um agitador mecânico realizar a desagregação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grãos da amostra, através do valor retido em cada peneira.

Figura 15 – Peneiras utilizadas no ensaio de granulometria



Fonte: Autoria própria (2019).

Seguidamente, foi desmontada a série de peneiras e pesada separadamente a quantidade de amostra retida em cada uma.

O procedimento de peneiramento foi realizado nas 8 amostras, duas vezes como orientado pela técnica do laboratório.

4.4.3. Absorção

O ensaio de absorção que é baseado pela NBR 9778/05: ARGAMASSA E CONCRETO ENDURECIDOS – DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA ÍNDICE DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA, onde o propósito deste ensaio é identificar a quantidade de água que será absorvida pelas amostras através de seus poros. O ensaio foi realizado com três frações de cada amostra, onde para o resultado final faremos uma média das mesmas para calcular a taxa de absorção de cada.

Para início do ensaio foi removido a película de tinta, e após identificadas e separadas, as amostras foram para a estufa por 24 horas, como ilustrado na Figura 16.

Figura 16 - Amostras após remoção da película de tinta



Fonte: Autoria própria (2019).

Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança com precisão de 0,01g e em seguida imersas em água, como demonstrado na Figura 17, e observadas sua taxa de absorção durante um intervalo de tempo de 96h de ensaio.

Figura 17 - Amostras imersas em água



Fonte: Autoria própria (2019).

A taxa de absorção calculou-se através da Equação 2.

$$Absorção (\%) = \left(\frac{Massa\ final - Massa\ inicial}{Massa\ inicial} \right) * 100 \quad (2)$$

Onde:

Massa final: valor em (g) após imersão

Massa inicial: valor em (g) após sair da estufa

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. ANÁLISE TÁTIL E VISUAL DAS AMOSTRAS

Analizando as amostras, em geral, vemos que todas contêm pontos de carbonato de cálcio, isto significa que a cal não sofreu hidratação completa. Dividindo-as em internas e externas, observamos que as internas em sua grande maioria possuem amostras resistentes na hora da extração e de cor clara, com exceção da amostra 04 e 05, onde as mesmas ficam dispostas em cômodos perto e apresentam cores mais escuras e menor resistência na hora da extração, além de apresentarem 2 camadas.

Já as externas, as amostras 03 e 08, possuem a mesma cor amarelada das amostras 04 e 05, que também ficam dispostas em cômodos próximos e apresentam cores mais escuras e menor resistência. A amostra 06 é de cor clara, apresentava pontos de mofo. A análise individual de cada amostra está exemplificada no Quadro 2.

Quadro 2 - Análise individual das amostras

Amostra	Análise Visual	Número de Camadas	Cor	Outros aspectos
A1		1	Clara	Pontos de carbonato de cálcio, amostra resistente
A2		1	Cinza	Pontos de carbonato de cálcio, amostra resistente

A3		2	Amarelada	Presença de argila, pontos de carbonato de cálcio, pontos pretos, amostra mais quebradiça
A4		2	Amarelada	Amostra mais quebradiça, presença de argila, pontos de carbonato de cálcio, pontos pretos
A5		1	Amarelo escuro	Amostra mais quebradiça, com pontos de carbonato de cálcio, presença de argila
A6		1	Amarelada	Presença de mofo, pontos pretos, amostra mais resistente
A7		2	Clara	Pontos de carbonato de cálcio, amostra resistente
A8		1	Amarelada	Presença de muita mancha amarela,

				presença de argila
--	---	--	--	--------------------

Fonte: Autoria própria (2019).

5.2. ATAQUE ÁCIDO

A Tabela 2 mostra a relação entre aglomerante e agregado, assim como o traço equivalente estimado.

Tabela 2 - Relação em massa aglomerante agregado e traço estimado

Amostras	Agregados (g)	Aglomerante (g)	Agregado - Aglomerante	Traço Equivalente
A1	85,9	14,1	6,0921	1:6
A2	85,8	14,2	6,0422	1:6
A3	88,4	11,6	7,6206	1:8
A4	77,1	12,9	5,9767	1:6
A5	94,5	5,5	17,1818	1:17
A6	80,4	19,6	4,1020	1:4
A7	86,2	13,8	6,2463	1:6
A8	86,5	13,5	6,4074	1:6

Fonte: Autoria própria (2019).

De acordo com a Tabela 2, constata-se que existe uma linearidade nos dados das amostras 1,2,4,7 e 8 respectivamente, pois as mesmas obtêm o mesmo traço, o que significa que foram executadas de modo semelhante quantitativamente e qualitativamente em razão de seus constituintes.

Observa-se nos dados da Tabela 2 um traço de 1:17, correspondente a amostra 05. O Alto valor apresentado pode ter ocorrido devido ao grande teor de argila presente na amostra e o baixo uso da cal, isto também pode ser confirmado na análise tátil e visual através da cor amarela escura e baixa resistência na hora da extração da amostra.

A amostra 06 contém o menor traço, o que significa que a mesma continha uma grande quantidade de cal que foi diluída durante o experimento. Ao observar a diversidade dos traços, podemos atribuir esta circunstância ao fato de em 1907 não haver controle tecnológico na produção da argamassa utilizada na época, na qual não

era seguido um padrão em relação a proporção dos materiais utilizados e nem se era feito um mapeamento do uso da argamassa, fato mais uma vez demonstrado com o emprego do mesmo traço nas, que correspondem a um ambiente interno e outro externo, respectivamente.

Conclui-se, a partir da análise desses traços, que é possível considerar que existem quatro tipos de traços de argamassas na Fazenda Maravilha.

5.3. GRANULOMETRIA

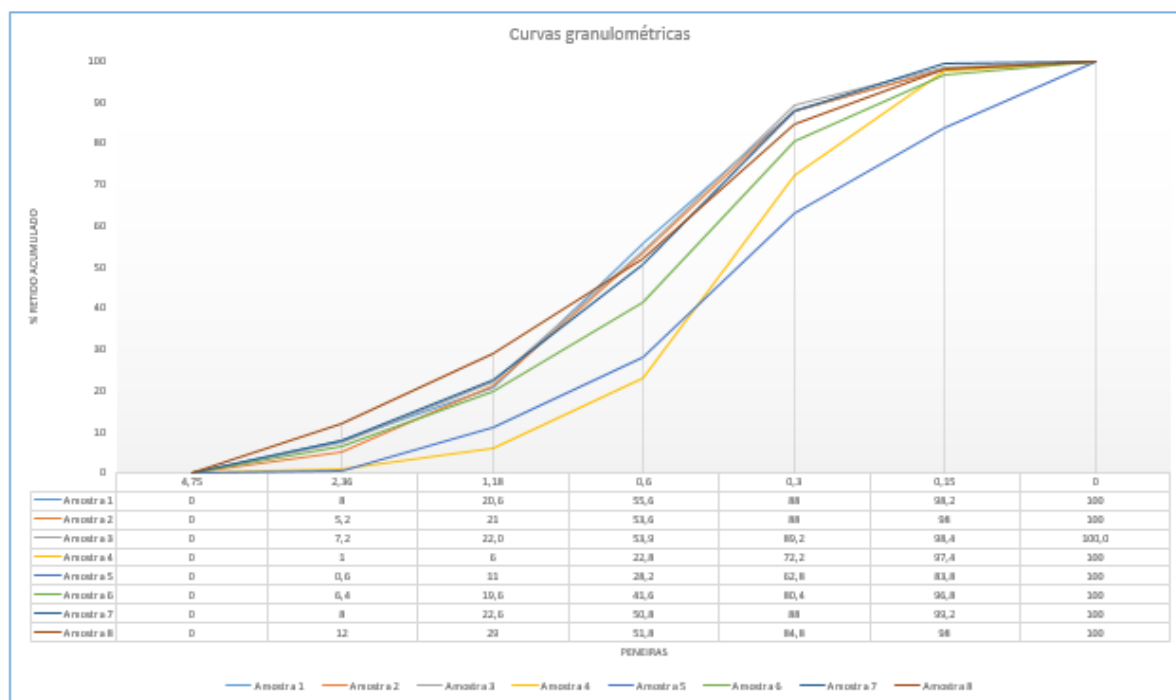
O ensaio de granulometria mostrou que em sua maioria as amostras foram retidas na peneira 0,3mm, onde, segundo a NBR 248/03 as mesmas são classificadas em areia média. Na Tabela 3, pode-se observar que as amostras apresentam pouca diferenciação no que se diz respeito ao tamanho de seus grãos, o que indica que os materiais empregados na sua produção são similares, em especial a amostra 05, que obtém o maior traço, constituída assim com bastante argila.

Tabela 3 - Análise granulométrica através do material retido

Peneiras (mm)	% Retido							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
4,75	0	0	0	0	0	0	0	0
2,36	8	5,2	7,2	1	0,6	6,4	8	12
1,18	12,6	15,8	14,8	5	10,4	13,2	14,6	17
0,6	35	32,6	31,9	16,8	17,2	22	28,2	22,8
0,3	32,4	34,4	35,3	49,4	34,6	38,8	37,2	33
0,15	10,2	10	9,2	25,2	21	16,4	11,2	13,2
0	1,8	2	1,6	2,6	16,2	3,2	0,8	2

Fonte: Autoria própria (2019).

Observando o Gráfico 1 da curva granulométrica percebe-se que há semelhança em todas elas, entretanto, a amostra 05 chama atenção por sua curva, como já discutido anteriormente, esta amostra 05 teve o traço mais diferenciado, apresentando teor maior de material com fração granulométrica nas peneiras 0,3mm e 0,15mm.

Gráfico 1 - Curvas de distribuição granulométrica

Fonte: Autoria própria (2019).

Segundo a NBR 7211, sabemos que Módulo de finura é a soma dos percentuais acumulados em todas as peneiras da série normal, dividida por 100. Quanto maior o módulo de finura, mais grosso será o solo. Já o diâmetro máximo corresponde ao número da peneira da série normal na qual a porcentagem acumulada é inferior ou igual a 5%, desde que essa porcentagem seja superior a 5% na peneira imediatamente abaixo. Logo, o módulo de finura, bem como o diâmetro máximo dos grãos está representado na Tabela 4.

Tabela 4 – Módulo de finura e Diâmetro máximo

Amostras	Módulo de Finura	Diâmetro Máximo
A1	2,7	4,75
A2	2,66	4,75
A3	2,71	4,75
A4	1,99	1,18
A5	1,86	2,36
A6	2,45	4,75
A7	2,69	4,75
A8	2,76	4,75

Fonte: Autoria própria (2019).

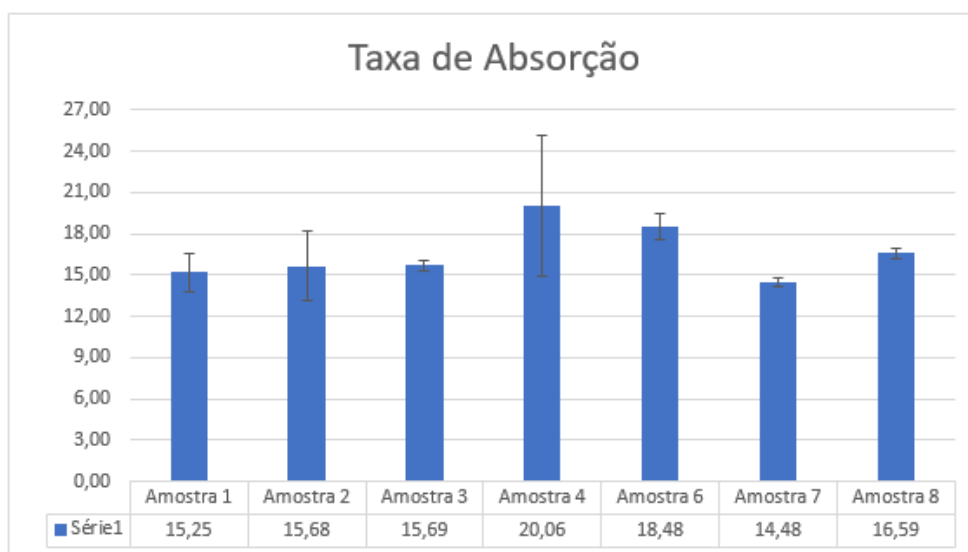
Analisando a Tabela 4, observa-se que o Módulo de Finura das amostras 1, 2, 3, 6 e 7 são classificados como Zona Ótima (2,90 – 2,20), de acordo com os parâmetros impostos pela NBR 7211. Já as amostras 4 e 5 são classificados em Zona utilizável inferior (1,55 – 2,20).

5.4. ABSORÇÃO

Através do Gráfico 2, verifica-se o resultado da taxa de absorção das amostras durante as 96h submersas em água.

A amostra 07 foi a que apresentou uma menor taxa de absorção apenas 14,48%, enquanto que a amostra 04 foi a que demonstrou a maior taxa de absorção, com valores em torno de 20%.

Gráfico 2 - Taxa de absorção



Fonte: Autoria própria (2019).

Calcula-se o desvio padrão através da média da taxa de absorção de cada amostra, para assim, expressar o grau de dispersão, quanto mais próximo de zero, mais homogênea será a amostra.

Tabela 5 – Cálculo de Desvio Padrão

Amostras	Desvio Padrão
A1	1,39
A2	2,52
A3	0,42
A4	5,08
A6	0,94
A7	0,35
A8	0,38

Fonte: Autoria própria (2019).

Logo, conclui-se, que a amostra que apresentou menor Desvio padrão é a 7 com 0,35 e o maior encontra-se na amostra 4 com 5,08.

A amostra 05 não está inserida no gráfico, pois a mesma se desintegrou completamente nas primeiras 24h submersas, como observado na Figura 18.

Figura 18 – Amostras submersas em água com ênfase na 05 desintegrada

Fonte: Autoria própria (2019).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados e discutidos, concluímos que na caracterização das argamassas da Fazenda Maravilha, concluímos que na construção da Fazenda Maravilha foram realizados 4 traços em sua produção na época, que são eles: 1:4, 1:6, 1:8 e 1:17, a divergência entre os traços reforça a falta de controle tecnológico da época, ficando ainda mais evidente quando amostras de cômodos circunvizinhos não apresentam o mesmo traço.

Através da análise visual concluímos que todas as amostras apresentam nódulos visíveis de carbonato de cálcio, entretanto algumas amostras tinham particularidades, como presença de mofo na amostra 06, pontos pretos nas amostras 03 e 06, respectivamente, além de presença de manchas amarelas e amarelas escuras, que correspondem a pontos de menor resistência.

No ensaio de granulometria concluímos que a areia utilizada foi a média, pois a maior quantidade de grãos retidos foi nas peneiras 0,3 e 0,15mm. As argamassas apresentam taxas significativas de absorção, o que condiz com o elevado teor de areia em comparação ao teor do ligante usado e a ausência de material cimentício.

Em posse dos resultados, discussões e considerações, é observada a relevância destas construções e da memória que as mesmas carregam em seus traços, levando assim, a importância da realização dos estudos relacionados às argamassas históricas, principalmente no que se refere a sua caracterização, já que isso significa não só a restauração de maneira correta de edificações antigas, mas, sobretudo a preservação da memória do local em que a mesma está inserida.

Por fim, sugere-se aos trabalhos futuros realizar um novo traço utilizando constituintes disponíveis nos dias atuais, que tenha por finalidade melhorar as características da argamassa estudada, onde o mesmo apresentará consequentemente uma maior vida útil.

REFERÊNCIAS

ABCP, 2002. **MANUAL DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA**. 1. ed. São Paulo, SP, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

ARGAMASSAS DE ALVENARIAS HISTÓRICAS. FUNÇÕES E CARACTERÍSTICAS, 2012, Lisboa. **Conferência Internacional sobre Reabilitação de Estruturas Antigas de Alvenaria**. Lisboa: -, 2012. 11 p. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/65898197-Argamassas-de-alvenarias-historicas-funcoes-e-caracteristicas.html>>. Acesso em: 08 jul. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas** - Procedimento Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778: ARGAMASSA E CONCRETO ENDURECIDOS – DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA ÍNDICE DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA**. Rio de Janeiro: Abnt, 2005. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: - AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA**. Rio de Janeiro: Abnt, 2003. 13 p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ALVAREZ, J.; SEQUEIRA, C.; COSTA, M. **Ensinamentos a retirar do passado histórico das argamassas**. Em: 1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, APFAC, Lisboa 2005. Disponível em <<https://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/paper%2051.pdf>> . Acesso em 17 de maio de 2019.

AZEREDO, Hélio Alves. **O Edifício e seu acabamento: Prática de Construção Civil**. São Paulo: Blucher, 1987. 178 p.

BARRERA, M. M. B.; RAMOS, L. M.; BALEN, K. V.; SANTOS, A. G.; GONZÁLEZ, F. J. N. **Lime render layers: An overview of their properties**. Journal of Cultural Heritage, v. 15, pp. 326-330, mai-jun. 2014.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção: Novos materiais para construção civil**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 472 p. v. 1.

BRASIL. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Ministério da Cidadania. O Iphan. 2019. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/872>. Acesso em: 10 de Maio de 2019.

CARNEIRO, A. M. P. **Contribuição ao estudo da influência do agregado nas propriedades de argamassas compostas a partir de curvas granulométricas**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

COSTA, Ivandro. **Argamassas e concreto**: Lajeado, 2017. 69 slides, color. Disponível em: <file:///C:/Users/Victória%20Barreto/Downloads/ARGAMASSAS.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - Rs, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Victória%20Barreto/Downloads/RODRIGUES,%20PAULA%20NADE R.pdf>. Acesso em: 7 maio 2019.

FIORITO, Antonio J. S. I.. **Manual de argamassas e revestimentos: Estudos e Procedimentos de Execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009. 232 p.

GODINHO, Vera Mônica Ferreira. **Caracterização das argamassas em edifícios antigos de Viseu**. 2014. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, 2014.

GRANDE, Fernando Mazzeo. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. 2003. 165 f. TCC. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GUIMARÃES, J. E. P. **A cal – fundamentos e aplicações na engenharia civil**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2002.

ISAIA, G. C. et al. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007.1 v. 1712 p.

KANAN, M. I. **Manual de Conservação e Intervenção de Argamassas e Revestimentos à Base de Cal**. Brasília, DF. Iphan, 2008. 172 p.

LIMA, Adriana Oliveira; COSTA, Gisele; NOLETO, Josana Marcia Couto e Lima. **HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA ARGAMASSA**. 2013. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Construção Civil, Instituto Federal de Educ., Ciência e Tecnologia do Maranhão, São Luís, 2013.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. 1998. 40 p. São Paulo.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 888p.

OLIVEIRA, Hélio Martins de. Cimento Portland. In: BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2016. Cap. 3. p. 35-62.

PAIXÃO, S. O. **Estudo do uso de resíduo cerâmico de obras como agregado miúdo para a fabricação de argamassas para revestimento de alvenarias**. 2013. 74 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo argamassa**. 2. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2011.

RODRIGUES, Paula Nader. **Caracterização das argamassas históricas da ruína de São Miguel Arcanjo/RS**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

ROSA, Paulo Jorge Pereira da. **Caracterização de Argamassas Históricas do Convento de Cristo – Tomar**. 2016. 216 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Química, Universidade de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2016.

SANTOS, Maria Luiza Lopes de Oliveira. **Aproveitamento de resíduos minerais na formulação de argamassas para a construção civil**. 2008. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso 61 de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SOUSA, Adla Kellen Dionisio. **Argamassas do Grupo Escolar Augusto Severo/RN: Caracterização e Incidência de Manifestações Patológicas**. 2014. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2014.