



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SAMARA RAYANE DANTAS DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE ARAGAMASSA HISTÓRICA: ESTUDO DE CASO
DE UMA RESIDÊNCIA LOCALIZADA EM LAGINHAS – MUNICÍPIO DE
CAICÓ/RN**

Angicos/RN
2020

SAMARA RAYANE DANTAS DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSA HISTÓRICA: ESTUDO DE
CASO DE UMA RESIDÊNCIA LOCALIZADA EM LAGINHAS – MUNICÍPIO
DE CAICÓ/RN**

Trabalho apresentado ao
Departamento de Engenharias da
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, Campus Angicos, para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof.^a. Ma. Janaina
Salustio da Silva

Angicos/RN
2020

© 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 tornar-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.

S Silva, Samara Rayane Dantas Da .
586 c CARACTERIZAÇÃO DE ARAGAMASSA HISTÓRICA: ESTUDO
DE CASO DE UMA RESIDÊNCIA LOCALIZADA EM LAGINHAS
? MUNICÍPIO DE CAICÓ/RN / Samara Rayane Dantas Da
Silva. - 2020.
65 f. : il.

Orientadora: Janaina Salustio da Silva Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2020.

1. Edificação Histórica. 2. Argamassa de
Revestimento. . 3. Intervenções Preventivas.. I.
Silva, Janaina Salustio da Silva , orient. II.
Título.

SAMARA RAYANE DANTAS DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE ARAGAMASSA HISTÓRICA: ESTUDO DE
CASO DE UMA RESIDÊNCIA LOCALIZADA EM LAGINHAS – MUNICÍPIO
DE CAICÓ/RN**

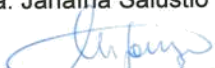
Trabalho apresentado ao
Departamento de Engenharias da
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, Campus Angicos, para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

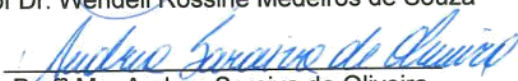
Orientador: Prof.^a Ma. Janaina
Salustio da Silva

APROVADO EM: 06/02/2020

BANCA EXAMINADORA


Prof^o Ma. Janaína Salustio da Silva


Prof Dr. Wendell Rossine Medeiros de Souza


Prof^a Ma. Andrea Saraiva de Oliveira

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista”

(Aldo Novak)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter se mantido fiel a mim, mesmo eu não merecendo seu amor e sua misericórdia em minha vida, pelo dom da vida, pela minha saúde e por ter me capacitado para chegar até aqui, agradeço por sempre enviar um anjo para ajudar quando as minhas condições financeiras e emocionais pareciam ter chegado ao fim; por sempre me fazer enxergar que a fé e a oração movem a sua mão.

A **Erica Viviane Dantas**, minha prima e segunda mãe; que sempre torceu por mim, por minha felicidade, sempre me apoiou e aconselhou para o bem, que me deu suporte emocional e financeiro e nunca me deixou faltar nada.

A meus pais **Soraia Dantas** e **Francisco de Assis Filhos**, que apesar das poucas condições financeiras lutaram até aqui, junto a mim, para que nada me faltasse, sendo eles a minha rocha de sustentação na vida.

A meu avô **Leovegídio Dantas** (in memorian), que enquanto vivo dedicou-se a criar os netos como seus filhos, agradeço por todo amor e carinho.

A meu irmão **Samuel Dantas**, por todo apoio e carinho dedicados a mim.

Ligia Dantas, minha tia, que não mediu esforços para me ajudar a localizar a edificação, objeto de estudo dessa pesquisa.

A **Emanuel Carlos Nogueira Maia**, que é meu porto seguro e ponto de apoio emocional desde o momento que entrou em minha, agradeço por toda paciência, por todo amor e carinho, por nunca ter medido esforços para me ajudar e por todo companheirismo.

A cada um dos meus familiares que contribuíram e ajudaram, de forma direta ou indireta, para a minha formação e realização de um sonho.

A minha orientadora **Janaina Salustio da Silva**, por ter aceitado o desafio de ser minha orientadora e principalmente por ser um exemplo de professora dentro da instituição na qual é lotada, dedicada e preocupada com o aprendizado de cada aluno.

Ao estimado professor **Kleber Cavalcanti**, por todo conhecimento passado e por toda ajuda concedida para realização dessa pesquisa.

Aos professores **Wendel Rossine Medeiros de Souza** e **Andrea Saraiva de Oliveira** pela disponibilidade em fazer parte da banca.

A Jessica **Layane de Medeiros Santos** e seu esposo **Willimar Pereira de Medeiros**, que me acolheram em sua casa quando eu mais precisei. A ela, minha grande amiga desde a infância, todo meu respeito, amor e gratidão por ter suprido as minhas necessidades, sem ter nenhuma obrigação, por ter sido minha família longe de casa e por nunca ter medido esforços para me ajudar; meu muito obrigada.

Ao senhor **Assis**, que me foi de grande ajuda e transportou-me por diversas vezes até o local da edificação.

Aos proprietários da casa, **Ana Maria e Barra**, por ter concedido acesso irrestrito e me recebido em sua residência.

Ao meu amigo **Rogean Dantas Vieira**, por seu companheirismo e conselhos, por sua amizade, que apesar das idas e vindas, permaneceu forte e foi imprescindível para minha formação.

Ao meu amigo **José Carlos Gomes de Almeida**, por toda ajuda a mim concedida.

A técnica do laboratório, **Adna Érica**, pela disponibilidade e ajuda na realização dos ensaios.

A **Mateus Araújo Bastos**, estagiário do laboratório de materiais de construção civil da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) – Campus Angicos/RN, onde foram realizados todos os ensaios, por ter me ajudado desde o início dos procedimentos laboratoriais.

A todos que compõe a UFERSA *Campus* Angicos, meu muito obrigada.

RESUMO

Na reabilitação e preservação de edifícios históricos, a argamassa de revestimento, desempenha papel fundamental, é o primeiro elemento a apresentar sinais de degradação devido a sua função de proteção do substrato e exposição aos agentes deteriorantes. Desse modo, para efetuar uma correta intervenção é essencial ter conhecimento sobre a edificação histórica no que se refere ao seu legado cultural, as técnicas de construção, os materiais utilizados e suas características, a constituição das camadas do revestimento, assim como os elementos de degradação presente. A necessidade de intervenções preventivas em edifícios históricos torna este trabalho de caráter investigativo e científico. A compreensão dos materiais originais e o uso de novos materiais compatíveis para restauro é um ponto crucial para que seja feita uma boa intervenção e para não provocar o aceleramento da degradação das construções históricas. Através do inventário de edificações tradicionais rurais do Seridó realizado em 2018, o presente trabalho objetivou caracterizar as argamassas de revestimento de uma edificação localizada em Laginhas, Município de Caicó no Rio Grande do Norte, que não constava no documento; para isto foram realizadas visitas in loco para estudos visuais, execução de planta baixa, registros fotográficos e coleta das amostras para realização dos ensaios laboratoriais; sendo possível a realização do ensaio de absorção, das análises visual, granulométrica e química, com o propósito de caracterizar a argamassa de revestimento. Com base nos resultados, verificou-se que foi utilizado o traço 1:7; constatou-se também a utilização da areia média como o agregado miúdo mais empregado na argamassa de revestimento.

Palavras-Chaves: Edificação Histórica. Argamassa de Revestimento. Intervenções Preventivas.

ABSTRACT

In the rehabilitation and preservation of historic buildings, the coating mortar plays a fundamental role, it is the first element to show signs of degradation due to its function of protecting the substrate and exposure to deteriorating agents. Thus, in order to carry out a correct intervention it is essential to have knowledge about the historical building with regard to its cultural legacy, the construction techniques, the materials used and its characteristics, the constitution of the coating layers, as well as the elements of degradation gift. The need for preventive interventions in historic buildings makes this work investigative and scientific. The understanding of the original materials and the use of new compatible materials for restoration is a crucial point for a good intervention to be made and not to accelerate the degradation of historic buildings. Therefore, the present work aimed to characterize the mortar lining of a building located in Laginhas, Municipality of Caicó in Rio Grande do Norte; for this, on-site visits were made for visual studies, execution of floor plans, photographic records and collection of samples for laboratory tests; making it possible to perform the absorption test, visual, granulometric and chemical analyzes, in order to characterize the coating mortar. Based on the results, it was found that two lines 1: 7, in the other samples; the use of medium sand was also found to be the smallest aggregate used in the coating mortar.

Keywords: Historic Building. Coating Mortar. Preventive Interventions.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação agregado/aglomerante em (g) e traço estimado.....	55
Tabela 2: Análise granulométrica: massa retida acumulada.....	56
Tabela 3: Propriedades físicas do agregado.....	57
Tabela 4: Taxa de absorção e desvio padrão.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhes da edificação.....	20
Figura 2: Camadas de revestimento em argamassa.....	24
Figura 3: Estrutura do revestimento de paredes.....	24
Figura 4: Ciclo de fabricação e endurecimento da cal.....	32
Figura 5 - Fluxograma da sequência de procedimentos realizados.....	37
Figura 6: Edificação atualmente.....	38
Figura 7: croqui.....	38
Figura 8: Local de extração da amostra A3.....	39
Figura 9: Talhadeira e marreta.....	40
Figura 10: Amostras identificadas e embaladas em sacos plásticos.....	40
Figura 11: Pontos de coleta das amostras.....	41
Figura 12: Tratamento das amostras: a) amostra bruta; b) remoção da película de tinta; c) destorroamento; d) amostras destorroadas.....	43
Figura 13: Amostras prontas para irem a estufa.....	44
Figura 14: Ataque ácido: a) 100g de cada amostra nos recipientes plásticos; b) amostras em repouso; c) vista superior da amostra após 24h.....	45
Figura 15: Procedimento de filtragem das amostras.....	46
Figura 16: Amostras prontas para estufa, após filtragem.....	47
Figura 17: Procedimento de análise granulométrica.....	48
Figura 18: Amostras após secagem na estufa.....	50
Figura 19: Ensaio de absorção.....	51
Figura 20: Curvas Granulométricas.....	57
Figura 21: Taxa de absorção.....	58
Figura 22: Índice de Vazios.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Identificação das amostras.....	42
Quadro 2: Análise visual das amostras.....	54

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
2.OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA EDIFICAÇÃO	19
3.1.1 Localização da Residência	19
3.1.2 Proprietários	19
3.1.3 Detalhes Construtivos	19
3.2 ARGAMASSAS ANTIGAS – ASPECTO GERAL	21
3.3 DEFINIÇÃO DE ARGAMASSA	22
3.3.1 Argamassa de Revestimento	23
3.3.2 Argamassa de Cal	25
3.3.4 Argamassa de Cimento	25
3.3.5 Argamassa Mista	25
3.4 FUNÇÕES DAS ARGAMASSAS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS	26
3.4.1 Conservação de Revestimentos Históricos	27
3.5 COMPONENTES DAS ARGAMASSAS HISTÓRICAS	28
3.5.1 Agregados	29
3.5.1.1 Água de amassamento	29
3.5.1.2 Aglomerantes	30
3.5.1.3 Cal	30
3.5.1.4 Substrato	33
3.6 CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS	33
3.6.1 Métodos de caracterização de argamassas históricas	34
4 METODOLOGIA	36
4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	36
4.2 COLETA DAS AMOSTRAS	39
4.2.1 Tratamento das Amostras	42
4.3 ENSAIOS	45
4.3.1 Ataque Ácido	45
4.3.2 Análise Granulométrica	48
4.3.3 Absorção	50

5	RESULTADO E DISCUSSÕES	53
5.1	ANÁLISE VISUAL.....	53
5.	ATAQUE ÁCIDO.....	55
5.3	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	56
5.4	ABSORÇÃO	58
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
	REFERENCIAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

As edificações históricas trazem consigo um legado único; atestam a cultura de um povo, a identidade, costumes, seu progresso ou regresso no decorrer do tempo, e ainda as modificações e técnicas construtivas utilizadas na época. Entender todo esse conjunto de informações significa ter conhecimento sobre o processo de edificação e técnicas empregadas, bem como os materiais usados e suas composições (ABREU, 2010; RODRIGUES, 2013).

No Brasil as edificações históricas foram construídas com materiais locais, em particular o barro, que compõe o pau-a-pique, a taipa de pilão e o adobe, pedra e madeira; embora fossem empregados procedimentos visando a durabilidade da edificação, a falta de manutenção regular e preventiva, aliadas a ações de agentes físicos, químicos e biológicos, agindo em conjunto ou separadamente, promovem a deterioração do edifício (ABREU, 2010).

Com objetivo de auxiliar na preservação de prédios históricos, foi criado em 1937 o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). O IPHAN é uma autarquia do governo federal que tem como função, além da preservação do patrimônio histórico brasileiro, promover a fiscalização e divulgação dos patrimônios que compõe parte da nossa cultura, bem como garantir que futuras gerações possam vivenciar o legado histórico brasileiro (BRASIL, 2019). Com o decorrer do tempo e consequente envelhecimento da edificação, intervenções são necessárias para sanar os problemas provenientes da deterioração.

De acordo com Kanam (2008), um dos elementos que mais sofre com as intervenções é a argamassa de revestimento, pois é substituída, em grande parte, por produtos à base de cimento, o que promove uma diferença entre as propriedades do revestimento original. No entanto, a substituição integral ou parcial acaba por eliminar os traços de uma obra que resistiu a ação do tempo, criando assim o falso histórico (ABREU, 2010). Desse modo, para que a originalidade, o valor estético, histórico e social possa ser mantidos o processo de restauração deve ser feito de forma minuciosa e fundamentado em pesquisas que atestem e comprovem a caracterização das propriedades dos materiais do elemento a ser recuperado.

A caracterização dos materiais, mais precisamente da argamassa de revestimento, surge com a finalidade de reestabelecer um traço novo compatível com o antigo e manter a originalidade dos materiais componentes quanto as suas propriedades mecânicas e físico-químicas, para que em uma eventual intervenção a argamassa mantenha suas propriedades semelhantes a utilizada na época da construção da edificação; entre as várias funções que desempenha o revestimento argamassado, a de proteção da estrutura tem maior importância para com os prédios históricos, porém ainda existem profissionais que fazem a remoção completa do revestimento argamassado por questões estéticas ou falta de conhecimento (RODRIGUES,2013).

Datada na década de vinte e pertencente a uma família tradicional da cidade de Caicó\RN, o objeto de estudo dessa pesquisa está diretamente relacionado com o contexto histórico político da referida cidade, tornando importante seu processo de restauro.

Portanto, de acordo com o que foi mencionado anteriormente fica evidenciada a necessidade de estudos que caracterizem os materiais utilizados na composição das argamassas de revestimento das construções históricas, com a finalidade de promover melhor conservação e restauração do patrimônio histórico brasileiro, a nível nacional e local.

2.OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a caracterização da argamassa de revestimento de uma residência histórica, localizada em Laginhas no município de Caicó/RN.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma análise visual das amostras de argamassas, analisando sua coloração, textura e resistência a pressão dos dedos;
- Realizar uma reconstituição do traço empregado na produção da argamassa do revestimento por meio da técnica de ataque químico com ácido clorídrico;
- Procurar mapear possíveis traços diferentes de argamassas ao longo da casa;
- Analisar os índices de absorção e de vazios das argamassas usadas;
- Contribuir para o estudo e conhecimento de argamassas históricas, no que diz respeito às características dos materiais utilizados em sua produção.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA EDIFICAÇÃO

3.1.1 Localização da Residência

Localizada em Laginhas, município de Caicó/RN; a residência fica afastada cerca de 2km da zona urbana; atualmente possui sete cômodos e uma área ampla, porém uma parte da casa sofreu um desmoronamento e não se sabe ao certo quantos compartimentos foram ao chão e por este motivo não é possível precisar o número exato de cômodos. É conhecida pelos moradores da região como a casa do carvão, pois a residência é utilizada atualmente para ensaque e armazenamento de carvão.

3.1.2. Proprietários

O Cel. Joel Damasceno foi nomeado primeiro prefeito de Caicó no ano de 1924 e teve seu mandato até o ano de 1926, era um homem de posses e considerado poderoso em sua época, este construiu para cada um de seus filhos uma residência, anos antes de se tornar prefeito, e José Abdias recebeu a casa.

A casa entregue a José Abadias é o objeto de estudo desta pesquisa, sendo este o primeiro proprietário; a residência foi transgredindo o tempo e passando por gerações. Atualmente pertence a um comerciante popular da cidade de Caicó, este poucas informações pode conceder devido a idade já muito avançada da residência. No entanto, sua esposa afirmou que a casa já passou por várias gerações e que quando conheceu seu esposo, há mais de 50 anos, a casa já era bem antiga, o que confere com a história da construção da casa, provavelmente ocorrida na década de 20.

3.1.3 Detalhes Construtivos

Sobre o processo construtivo da residência nenhuma informação pode ser obtida, pois não foi possível encontrar pessoas com idade compatível com a da edificação. Todavia, algumas observações puderam ser feitas no decorrer das

visitas: as paredes possuem uma espessura de aproximadamente 30cm; o madeiramento que sustenta o telhado é feito com madeira de carnaúba; o piso da casa é feito com tijolos maciços e não há nenhum revestimento sobre eles; os armadores são feitos de madeira e quase todos eles se encontram conservados; um outro detalhe é a existência de uma parede, localizada na região desmoronada, com sua estrutura interna aparente; assim sendo possível observar a existência de duas camadas de tijolos maciços. A Figura 5 ilustra alguns desses detalhes construtivos.

Figura 1: Detalhes da edificação



Fonte: Autoria Própria

3.2 ARGAMASSAS ANTIGAS – ASPECTO GERAL

De acordo com Santiago (2002), o estudo das argamassas antigas com valor histórico no Brasil levanta alguns questionamentos, dentre eles estão, o processo de produção e técnicas de construção, o tempo de vida útil da argamassa, o tipo dos materiais utilizados e as suas proporções.

De acordo com Alvarez; Sequeira; Costa, (2005), as primeiras argamassas foram descobertas no estado de Israel, com cerca de 10.000 anos de existência e em Eynan, Jericó, (8000 – 7000 a C.) constituídas de cal e gesso nas construções e nas cabeças de estátuas; na mesma época, na Turquia, usou-se gesso como reboco de paredes.

Margalha (2011), afirma que foram os Gregos os primeiros a utilizar a cal em revestimentos e posterior a eles vieram os Etruscos que deixaram evidências do uso da cal nas cisternas e túmulos, porém o aprimoramento e expansão da cal vieram pelas mãos do Romanos, através das grandes construções no seu enorme império; afirma ainda que foram eles que fizeram a combinação entre cal e areia, e mais tarde adicionaram a mistura uma pozolana, a pedra de Santorini, rica em sílica, que conferiu a argamassa melhor resistência e permeabilidade.

Almeida (2015), relata que no final do império Romano e durante a Idade Média as argamassas a base de cal começaram a perder espaço, desse modo, as argamassas a base de gesso foram introduzidas; cal e gesso trabalhando em conjunto proporcionou redução na retração, associada a cal, e aumentou o baixo tempo de pega associado ao gesso.

No século XVII surge o cimento romano, cal de qualidade superior e antecessor do cimento Portland de hoje, descoberto por Louis Vicat. No século XIX, partir de suas pesquisas e estudos Joseph Aspdin patenteou um processo de obtenção de cal hidráulica e o cimento obtido através dessa cal ficou conhecido como cimento Portland devido sua cor, solidez e durabilidade ser parecida com o calcário presente na ilha Portland (SOUSA COUTINHO, 1988; MARGALHA, 2011).

Por possuir melhor resistência, quando comparada a cal, o cimento passou a ser o elemento mais empregado nas novas edificações e as argamassas a base de cal substituídas (DAMAS, 2017).

No entanto para Kanam (2008), as intervenções e reparos em edificações históricas, devem ser feitas com argamassas a base de cal e não de cimento, para que suas características possam ser preservadas, para que não ocorra modificação quanto à maneira do revestimento trabalhar, assim como o funcionamento da estrutura, essencialmente no que refere-se a porosidade, pois é ela que permite a percolação de ar na alvenaria impedindo a sua deterioração, transmitindo ao revestimento e, desse modo, fazendo-o atuar como camada de sacrifício.

3.3 DEFINIÇÃO DE ARGAMASSA

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 1995), argamassa é uma mistura formada por agregados, aglomerante e água; Carasek (2007), complementa ainda que, a mistura pode incluir aditivos e adições minerais, cujo as propriedades são de aderência e endurecimento.

Rosa (2016), afirma que argamassas são materiais de construção obtidos através de uma mistura entre grãos de areia unidos por um ou mais ligante e água, de modo a obter um elemento sólido.

No entanto, pesquisas e estudos feitos sobre estudiosos da antiguidade, relatam em alguns casos, que não há menção sobre a presença de água na mistura e também não confirma que o agregado usado seria areia, de uma forma sintética, logo, para casos de argamassas antigas, pode-se definir o composto como sendo uma união entre um aglomerante e um elemento inerte (OLIVEIRA, 2006).

As argamassas utilizadas para fins de revestimento, são constituídas por uma ou mais camada porosa, com espessura regular. Aplicadas no revestimento de paredes desempenham importante papel na reabilitação e conservação das edificações, devido sua influência na imagem e nas características estéticas das construções, além das suas diversas atribuições na construção civil (ALMEIDA, 2019).

Carasek (2007) complementa, as argamassas tem inúmeras aplicabilidades na construção civil, dentre elas estão o assentamento de pisos e tijolos, bem como o revestimento e acabamento das edificações; sua alta

aplicabilidade se dá devido as suas boas propriedades de resistência, aderência e durabilidade.

3.3.1 Argamassa de Revestimento

A argamassa de revestimento, objeto de estudo desse trabalho e já definida anteriormente, tem como objetivo revestir e proteger paredes, muros e tetos, recebendo ou não acabamento na sua superfície externa (RODRIGUES, 2013).

O revestimento deve ainda ter a capacidade de aderir ao substrato, suportar as movimentações deste e as suas próprias, resistir as solicitações externas, assim como desempenhar funções de acordo com sua finalidade e aplicação. Tais funções podem ser de: regularizar a superfície servindo como base para acabamentos finais; proteger a edificação contra a ação do intemperismo; servir como isolamento térmico, acústico, estanqueidade à água e resistência ao desgaste superficial (CARASEK, 2010; MARGALHA, 2011).

De acordo com Santos (2008), o revestimento argamassado pode ser constituído por mais de uma camada, conforme mostram as Figuras 1 e 2. O substrato, também denominado de base, é comumente constituído por elementos de alvenaria e estrutura de concreto, podendo ainda influenciar na qualidade final do revestimento, particularmente quando não houver a camada de chapisco, devido as suas características e texturas.

Conforme a NBR 7200 (1998), o substrato deve atender exigências como planeza, prumo e nivelamento. Quando for composto por materiais diferentes e submetidos a esforços que provoquem deformações consideráveis, se faz necessário o uso de telas metálicas ou de um outro material na junção destes materiais, criando desse modo uma região capaz de suportar as movimentações.

O chapisco que tem como objetivo uniformizar o substrato em termos de absorção e aderência, sua aplicação deve ser feita sobre a superfície limpa; é a primeira camada executada para o recebimento das demais. O emboço é a camada que se sobrepõe ao chapisco, tem como função nivelar a superfície para recebimento de uma próxima camada, esta pode ser um outro tipo de revestimento, como o cerâmico, ou o reboco sendo este a última camada, considerando um sistema convencional, mais fina e responsável pelo acabamento final (NBR 13.529, ABNT, 2013).

3.3.2 Argamassa de Cal

De acordo com Silva (2006), esse tipo de argamassa é formada através da junção entre cal, agregado miúdo e água, essa mistura normalmente recebe a denominação de argamassa intermediária; nela é utilizada a cal virgem e neste tipo de argamassa é feita maturação da cal, para posteriormente ser adicionado o cimento.

3.3.4 Argamassa de Cimento

A argamassa de cimento é essencialmente composta por cimento, agregado miúdo e água. Esse tipo de composto adquire elevada resistência mecânica em pouco tempo, no entanto, tem pouca trabalhabilidade e baixa retenção de água, tem empregos específicos, sendo raramente utilizado para revestimento de alvenaria; comumente utilizado para confecção de chapisco com a função de aumentar a resistência de aderência do revestimento ao substrato (SILVA, 2006).

3.3.5 Argamassa Mista

A confecção dessa argamassa se dá através da mistura entre cimento, cal, agregado miúdo e água. De acordo com Sabbatini (1984), os ingleses utilizam a proporção 1:3, aglomerante: areia, em volume como traço padrão, partindo do princípio que com esta proporção os vazios de areia são preenchidos pela pasta de aglomerante. No Brasil esta mesma proporção também é muito

utilizada, assim como os tradicionais traços em volume 1:1:6 (cimento: cal: areia) para revestimentos externos e 1:2:9 para revestimentos internos.

3.4 FUNÇÕES DAS ARGAMASSAS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

As alvenarias das edificações históricas são partes primordiais da sua estrutura resistente; tem como função proteger o espaço interno contra as ações externas, sejam elas físicas, mecânicas ou climáticas. Desse modo, ainda que composta por materiais porosos, devem apresentar boa resistência mecânica, características de aderência, térmicas e acústicas apropriadas a essas funções. São elementos formados pela união de outros materiais e seu bom funcionamento depende da conformidade existentes entre estes (HUGHES,2012).

De acordo com Kanan (2008), a argamassa, de assentamento e revestimento, é parte integrante das paredes e por este motivo é necessário que sua composição seja compatível com a alvenaria.

Para Margalha (1997), o revestimento é parte integrando do patrimônio histórico, capaz de retratar a história da edificação, capaz de revelar a origem dos materiais utilizados na sua composição, assim como as tecnologias e procedimentos; contribui com a estética e acabamento das edificações.

Segundo Veiga (2005), os revestimentos antigos tinham basicamente as mesmas funções dos atuais, mas os quesitos necessários para atender a essas funções eram significativamente diferentes, pois o modo de funcionamento das paredes era diverso das paredes atuais, assim como os materiais utilizados na confecção da argamassa eram diferentes dos materiais utilizados nos demais elementos da edificação; as paredes mais espessas, mais porosas e mais deformáveis também contribuíam para diferença nos quesitos necessários para atendimento das funções.

Ainda de acordo com Veiga (2005), as argamassas têm diversas funções nas alvenarias históricas, cada uma delas exigindo características específicas:

- Argamassas de assentamento: função estrutural.
- Argamassas de refechamento de juntas: funções de proteção à água e ao ar e decorativa.
- Argamassas de reboco exterior: funções de proteção às ações externas, nomeadamente à água e outras ações climáticas, e funções decorativas.
- Argamassas de reboco interior: funções estéticas, de conforto e decorativas.
- Barramentos e estuques exteriores e interiores: funções decorativas e de proteção complementar.
- Argamassas de assentamento de azulejos: funções de colagem.

3.4.1 Conservação de Revestimentos Históricos

Dentre algumas funções das argamassas de revestimento está a de proteção e devido a isto existe uma exposição elevada a agentes destrutivos; os rebocos externos são os primeiros a apresentar sinais de deterioração (VEIGA, 2005).

No processo de intervenção dos edifícios antigos é o revestimento o elemento que, comumente, precisa de reparos e, por falta de conhecimento, a solução mais comum é a sua total remoção e substituição por argamassas modernas. Esta opção acarreta danos ao patrimônio histórico, pois este perde suas características. Mediante a necessidade de intervenção, o ponto principal a ser estudado e analisado deve ser a conservação do revestimento antigo, por meio de reparos pontuais ou de consolidação; caso seja atestado que o estado de conservação do reboco não permita a sua recuperação é que se dever fazer o procedimento de substituição (KANAN, 2008).

Alguns estudos apontam as argamassas de cal aérea como uma solução compatível e adequada para a execução de revestimentos nos edifícios antigos, de modo que estas asseguram a proteção das paredes e sua conservação.

De acordo com Kanan (2008), as argamassas a base de cal apresentam melhor capacidade de deformação e que absorvem tensões e umidade,

preservando, dessa forma, o interior da alvenaria. Quando comparadas as argamassas a base de cal com as argamassas de cimento, esta apresenta menor permeabilidade, por ter em sua composição sais solúveis, que na presença de umidade firmam-se na parede, promovendo a deterioração da alvenaria e do revestimento.

Desse modo, a argamassa de revestimento para substituição deve ter características compatíveis com o elemento pré-existente; se não dá-se uma degradação acelerada devido a: contaminação de sais, concentração de umidade entre o revestimento e a alvenaria, ou criação de tensões entre esses dois elementos (VEIGA, 2013); o que se torna um obstáculo e por este motivo é de suma importância o estudo de caracterização das argamassas utilizadas na época da construção do edifício histórico, para que se evite danos a cultura retratada na edificação.

3.5 COMPONENTES DAS ARGAMASSAS HISTÓRICAS

Como já mencionado anteriormente, as argamassas são materiais de construção obtidos através de uma mistura entre grãos de areia unidos por um ou mais ligante e água, de modo a obter um elemento sólido (ROSA, 2016).

O agregado, assim como os demais elementos que compõe a mistura, tem forte influência no comportamento das argamassas, no entanto, há vários fatores que afetam o comportamento destas; sua origem, o estado de limpeza da areia, quantidade de água e aglomerante; são fatores que podem alterar as características da argamassa, desse modo, a qualidade dos materiais é fundamental no comportamento global da pasta (MARGALHA, 2011). Com o objetivo de melhor entender o papel de cada constituinte na argamassa de revestimento histórico, será abordado a seguir, as suas características mais relevantes.

3.5.1 Agregados

Para Angelim et al. (2003), a distribuição granulométrica da areia influencia diretamente no desempenho da argamassa, interferindo na trabalhabilidade e no consumo de água e aglomerantes, no estado fresco; no revestimento acabado, exerce influência na fissuração, na rugosidade, na permeabilidade e na resistência de aderência.

Segundo CARNEIRO et al. (1997), a areia de granulometria muito uniforme, independentemente do formato dos grãos, compromete a trabalhabilidade da argamassa e conseqüentemente promove o enrijecimento, prejudicando o deslizamento dos grãos da areia entre si, e por esse motivo demanda um maior consumo de pasta.

Para Carasek (2010), os agregados influenciam no comportamento da argamassa no seu estado fresco e no desempenho do revestimento, além de apresentar cerca de 60% a 80% do consumo dos materiais da argamassa pronta.

Fonseca (2016), afirma que o agregado é o elemento que compõe maior parte da argamassa, desse modo, é de suma importância que este tenha boa qualidade, quanto as suas características, e que a sua dosagem seja feita de forma adequada, pois as propriedades finais da argamassa podem ser alteradas em função do agregado.

3.5.1.1 Água de amassamento

A quantidade de água utilizada na mistura para produção da argamassa é denominada água de amassamento, esta é um elemento fundamental na preparação da pasta. Sua dosagem deve ser feita de forma adequada, pois interfere diretamente nas reações químicas da mistura e, conseqüentemente, nas propriedades de resistência e durabilidade (FONSECA, 2016; ROSA, 2016).

De acordo com Kanan (2008), deve ser utilizada na mistura apenas a quantidade de água necessária para hidratação e para conferir trabalhabilidade a argamassa. O uso em excesso da água de amassamento pode provocar a perda do ligante por escorregamento e, conseqüentemente diminuir a resistência da argamassa endurecida; assim como o uso de forma insuficiente que dificultará a mistura dos materiais, além de prejudicar sua trabalhabilidade e aplicabilidade.

Guimarães (2002, p. 245) acrescenta, a água utilizada nas argamassas não pode conter matéria orgânica e coloides em suspensão, e tampouco resíduo a 180°C, acima dos tolerados pelos índices de potabilidade.

3.5.1.2 Aglomerantes

Os aglomerantes são materiais empregados na construção civil para prender ou unir materiais entre si, comumente se apresentam na forma de pó, chamados de pulverulentos que, ao ser misturadas com água, formam uma pasta e está tem seu endurecimento por secagem ou pela ocorrência das reações químicas (ALMEIDA, 2015).

Os aglomerantes mais empregados em argamassa de revestimento são o cimento Portland e a cal aérea. Sua importância se dá devido sua constituição química e finura, além de conferir as argamassas propriedades importantes como aderência, resistência mecânica e durabilidade; empregados na construção civil para prender ou unir materiais entre si. Dependendo da composição do aglomerante, as propriedades características da argamassa variam diretamente.

3.5.1.3 Cal

De acordo com Guimarães (2002), em 1549 o primeiro governador do Brasil, Thomé de Souza, chegou na costa de Salvador da Bahia e lá instaurou a primeira mineração no Brasil, utilizando como matéria prima material conchífero, criando a partir deste a cal virgem para uso em argamassas e pintura nas edificações. Fonseca (2016) afirma, que a cal era responsável por melhorar a trabalhabilidade e elasticidades nas argamassas históricas.

Segundo a NBR 7175 (ABNT, 2003), a cal hidratada é um pó obtido através da hidratação da cal virgem, composta essencialmente de hidróxido de cálcio ou de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésios, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio.

Para Pczieczek (2017), a cal endurece devido a reação que ocorre entre a carbonatação da cal e o gás carbônico presente no ar, formando o carbonato de cálcio. Ainda de acordo com o mesmo autor, a cal possui propriedades plastificantes e de retenção de água, proporcionando melhor trabalhabilidade e maior produtividade na execução do revestimento.

Dubaj (2000) reitera, que a utilização da cal em revestimentos apresenta vantagens quanto as propriedades plastificantes e de retenção de água; a primeira permite que a argamassa preencha mais fácil e integralmente toda superfície do substrato, promovendo uma maior área de aderência.

A cal é um material de origem mineral; formada a partir de rochas sedimentares e metamórficas, rochas carbonáticas, têm origem biológica formada a partir da deposição de conchas e outros organismos (RODRIGUES, 2013).

As cales podem ser classificadas em função da sua composição química, cal hidráulica e cal aérea (calcítica e dolomítica). Para Guimarães (2002) e Kanan (2008), a cal hidráulica é produzida a partir de calcários impuros, ou seja, possui em sua composição uma porcentagem de argila superior a 25% (sílica e alumina), o resultado da calcinação será uma cal hidráulica natural; está apresenta um comportamento diferente da cal aérea; possui diferentes graus de hidraulicidade, dependendo da quantidade de argila presente na rocha, quanto maior a porcentagem de argila mais hidráulica será a cal. De modo geral, são mais resistentes quando comparadas a cal aérea.

Entretanto, as cales aéreas podem ser de origem calcítica ou dolomítica; a primeira possui teor de óxido de cálcio superior a 90% e a segunda tem o seu teor inferior a 65%, estas na presença de ar endurecem vagarosamente, porém em contato com a água não ocorre o enrijecimento, devido à ausência de propriedades hidráulicas (ROSA, 2016). O calcário, usado na produção da cal, que apresentar carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, resultará em uma cal dolomítica ou magnesiana. A cal dolomítica apresenta características semelhantes á da cal aérea calcítica, porém difere quanto a sua composição química e por este motivo apresenta aspectos diferentes na produção e nas reações de cura e resistência (KANAN, 2008).

Para Rodrigues (2004), a cal aérea é a matéria prima, carbonato de cálcio (CaCO_3), que em alta temperatura sofre uma transformação e origina o óxido de cálcio. O produto que resultará do cozimento do calcário é nomeado de cal viva ou cal virgem, ou seja, é a cal rica em óxido de cálcio, este, por sua vez, precisa passar por processo de hidratação, este processo fornece uma cal composta principalmente por hidróxido de cálcio, conhecida por cal hidratada ou cal extinta.

No mercado consumidor a cal pode ser encontrada na forma de cal virgem e cal hidratada, de acordo Guimarães (2002):

- Cal virgem

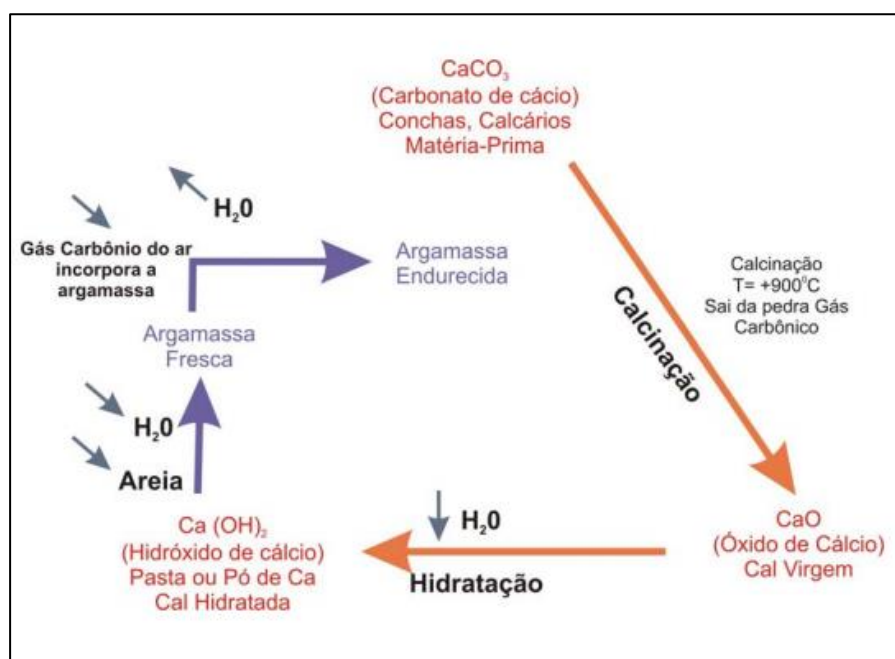
Depois do processo de calcinação da rocha calcária é formada a cal virgem, esta tem na sua composição óxido de cálcio (CaO) e magnésio.

- Cal hidratada

É a cal virgem que quando misturada a água promove a hidratação dos óxidos, formando o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2).

A Figura 3 apresenta o ciclo de produção e endurecimento, a partir da matéria prima, o processo de calcinação e hidratação, até sua transformação em argamassa.

Figura 4: Ciclo de fabricação e endurecimento da cal



Fonte: Kanan (2008)

3.5.1.4 Substrato

A NBR 13529/1995, define substrato como parede ou teto composto por material inorgânico não metálico sobre o qual é aplicada a camada de revestimento. Sendo a aderência ao substrato a propriedade mais exigida pela argamassa de revestimento endurecida.

Segundo Veiga (2003), o substrato das construções históricas, em sua grande maioria, possui espessuras consideráveis e são muitos porosos, o que acarreta bom desempenho da permeabilidade ao vapor de água e a aderência do revestimento. É comum que as alvenarias antigas apresentem espessuras consideráveis, isso deve-se ao tipo de material utilizado na época.

O substrato deve ter seu tipo analisado, já que ele interfere sobre a resistência de aderência da nova camada de argamassa; também é importante verificar a compatibilidade entre os materiais novos, essencialmente entre a nova camada e o substrato, pois não levar em consideração essa verificação pode agilizar o processo de deterioração da edificação (MATTOS, 2001; KANAM, 2008).

3.6 CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS

A conservação e preparação das argamassas históricas envolve problemas não só do ponto de vista técnico, mas requer um olhar crítico; pois as decisões devem ser tomadas, principalmente no conceito arquitetônico, levando em consideração o conjunto de características dos materiais pré-existentes e também com base no conhecimento da capacidade tecnológica para praticar a intervenção. Desse modo, para realizar a intervenção de forma correta e, de modo a conservar e preservar as características do patrimônio histórico é importante que seja elaborado um projeto de intervenção e é de extrema importância ter conhecimento sobre as características dos materiais da argamassa e do sistema onde está inserida, bem como conhecer as camadas constituintes e sua composição (DAMAS, 2017).

No contexto de conservação e preservação do patrimônio histórico, algumas pesquisas têm sido desenvolvidas com foco na caracterização mineralógica, mecânica, química e física das argamassas históricas, pois através

desses estudos é possível fazer um cruzamento das características que compõem as argamassas antigas e a partir disso possam ser desenvolvidas e/ou aperfeiçoadas técnicas para o processo de intervenção.

Em Portugal, Rosa (2016), realizou um estudo para caracterizar as argamassas históricas do convento de Cristo em Tomar; através de técnicas de análise, observações microscópicas, análise térmica e espectroscopia de infravermelho.

Rodrigues (2013), através de sua pesquisa caracterizou as argamassas pertencentes as ruínas de São Miguel Arcanjo, localizado no Rio Grande do Sul, além da análise química e granulométrica, também foi utilizado o ensaio de Difração por Raios x.

Marques (2005), através do seu estudo sobre argamassas de reabilitação de edifícios antigos constatou que a harmonia físico-química e mecânica entre as argamassas, de restauro e original, deve ser assegurada no procedimento de intervenção de uma edificação, o que só é possível com a utilização de materiais com mesmas características. Apesar disso, não é possível assegurar total compatibilização.

Para Rodrigue (2013), a reconstituição de argamassa antiga deve ser feita mediante ao conhecimento da mistura, do substrato de aderência e das condições climáticas que possam interferir, tendo em vista que fatores químicos, físicos e biológicos interferem diretamente na composição dos materiais de construção.

Santiago (2002) e Veiga (2003) acrescenta, que apesar de ter conhecimento sobre o não preenchimento de algumas lacunas como por exemplo, questões como condições climáticas, estado do substrato, relação de água, modo de amassadura, tempo, e algumas composições, é imprescindível a realização de estudos sobre a composição das argamassas antigas para o conhecimento dos materiais utilizados, das técnicas e processos.

3.6.1 Métodos de caracterização de argamassas históricas

Para melhor analisar a composição das argamassas históricas e ter conhecimento sobre as proporções dos materiais utilizados na construção, é necessário fazer análises avançadas, utilizando amostras íntegras e em

quantidade suficiente. Através destas análises é possível determinar as características físicas, mineralógicas, identificar a composição química e, desse modo, obter uma caracterização mais elaborada e consistente das argamassas (RECENA, 2007).

De acordo com Veiga et al. (2001) e Souza (2014), as análises avançadas feitas para caracterizar as argamassas se dá através de uma série de procedimentos, mencionados abaixo:

- Análise por meio do Microscópio Ótico (MO), visando identificar a presença de fibras de materiais, camadas desiguais e aspecto do agregado;
- Ataque químico pela presença de ácido clorídrico (HCL), o qual faz com que seja possível definir o teor de areia e a reconstrução do traço;
- Ordenamento granulométrico da areia, o qual permite realizar a classificação do grão;
- Absorção atômica do resíduo solúvel do ataque químico para identificação de sais solúveis;
- Difração de raios-X para determinação dos elementos minerais;
- Análise térmica: termogravimétrica (TG) e térmica diferencial (DTA) para determinação do teor e tipo da cal;
- Microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplado com EDS para averiguar a estrutura dos constituintes e detectar processos de deterioração microestruturais;
- Espectrometria no infravermelho para identificar compostos orgânicos.

Devido à complexidade dos materiais antigos, torna-se necessário a utilização de técnicas combinadas, contribuindo para resultados mais precisos, embora, como já citado anteriormente, existam lacunas que não podem ser preenchidas. A partir desses procedimentos é possível caracterizar as argamassas históricas e, desse modo, reconstituir seu traço.

4 METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Com a finalidade de realizar a caracterização de argamassas históricas, buscou-se encontrar uma edificação que atendesse aos pré-requisitos de um estudo como esse. Foram analisadas algumas edificações, tomando como ponto de partida um inventário de edificações tradicionais rurais do Seridó realizado em 2018 pela Engenheira Nathalia Diniz. No entanto, a casa escolhida como objeto de estudo desse trabalho, não constava no inventário utilizado inicialmente para orientação.

A princípio foi feita uma análise histórica da edificação, objetivando descobrir seu ano de construção, se foram executados reparos ou reformas e se a mesma atendia devidamente as exigências desse trabalho. Com os pré-requisitos atendidos foi solicitada a autorização ao atual dono do imóvel, e posteriormente foi feita uma visita in loco para verificar os possíveis pontos de extração das amostras.

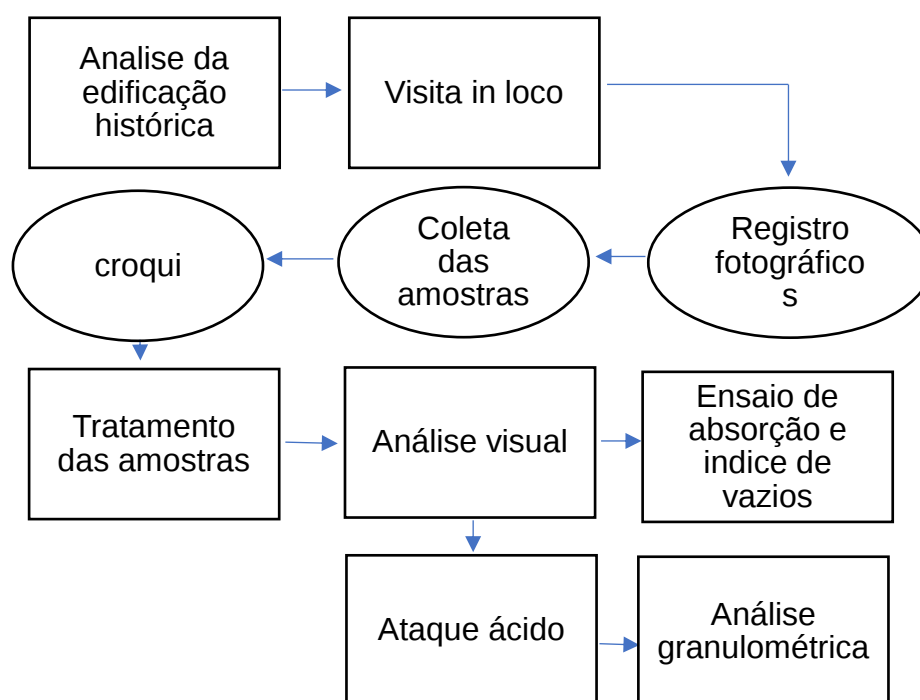
A partir disso, as coletas foram realizadas obedecendo aos critérios de extração, sendo preestabelecidas amostras de 25 x 25 centímetros a uma altura de 1,5 metros a partir do piso. Tais critérios foram estabelecidos levando em consideração a extração de material suficiente para análises e compreendendo a altura estipulada como uma zona não susceptível a processos de reparo. A cada amostra coletada foi feita sua identificação e, posteriormente, registro fotográfico do local de extração, assim como, do compartimento da edificação. Finalizada as coletas, foi realizado um esboço da edificação, já que não existem registros virtuais ou físicos, com o objetivo de realizar a execução de uma planta baixa.

As amostras foram levadas para o laboratório de materiais de construção civil da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) – Campus Angicos/RN, onde foram realizados todos os ensaios.

Foram realizados os ensaios: de granulometria, orientado pela NBR NM 248/03 - agregados – determinação da composição granulométrica; de absorção e índice de vazios, 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 realizado a técnica de ataque por ácido, com a adição de ácido clorídrico (HCL) em amostras do revestimento. A Figura 4 ilustra a sequência das etapas adotadas para realização da pesquisa.

Figura 5 - Fluxograma da sequência de procedimentos realizados



Fonte: Autoria Própria

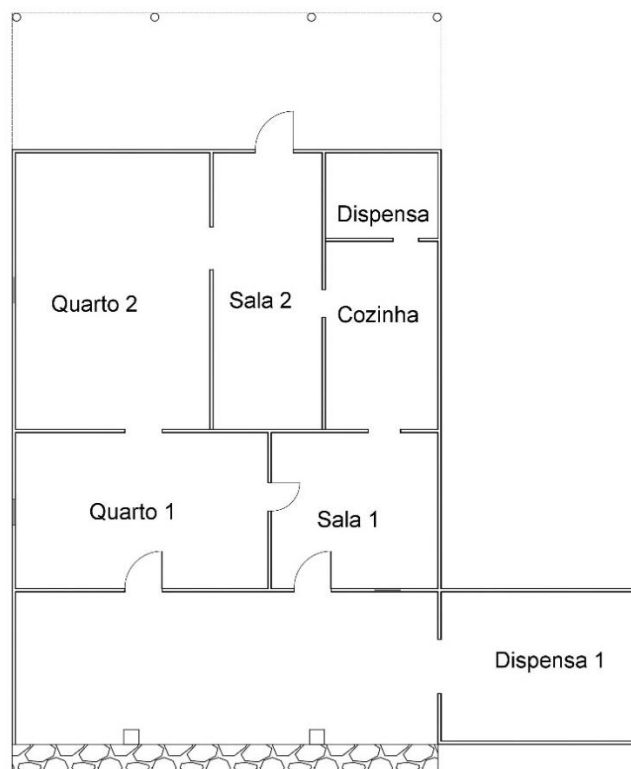
As Figuras 6 e 7 apresentam respectivamente imagem geral da casa e o croqui com sua compartimentação interna.

Figura 6: Edificação atualmente



Fonte: Autoria Própria

Figura 7: Croqui



Fonte: Autoria Própria

4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Após a análise histórica da edificação, bem como a observação da execução de possíveis reparos ou reformas, foram feitas algumas análises visuais, posteriormente foram marcados os locais de coleta seguindo as seguintes orientações: 1,5 metros a partir da altura do piso e as amostras deveriam ser, no mínimo, 25 x 25 centímetros; a Figura 8 mostra o local de extração de umas das amostra.

Figura 8 – Local de extração da amostra A3



Fonte: Autoria Própria

Os testemunhos foram coletados com o máximo de cautela, com o objetivo de preservar, ao máximo, sua integridade e características; extraídos em quantidades suficientes para realização dos procedimentos laboratoriais e de modo a não prejudicar a edificação.

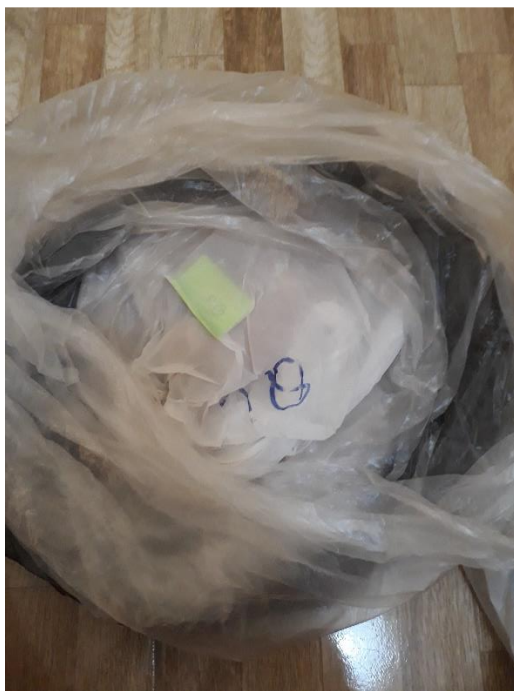
As amostras foram coletadas com o auxílio de uma talhadeira e uma marreta, conforme ilustra a Figura 9. Cada amostra foi identificada e mantidas em embalagens plásticas, como mostra a Figura 10 e posteriormente levadas ao laboratório para realização das análises.

Figura 9: Talhadeira e Marreta



Fonte: Autoria Própria

Figura 10: Amostras identificadas e embaladas em sacos plásticos

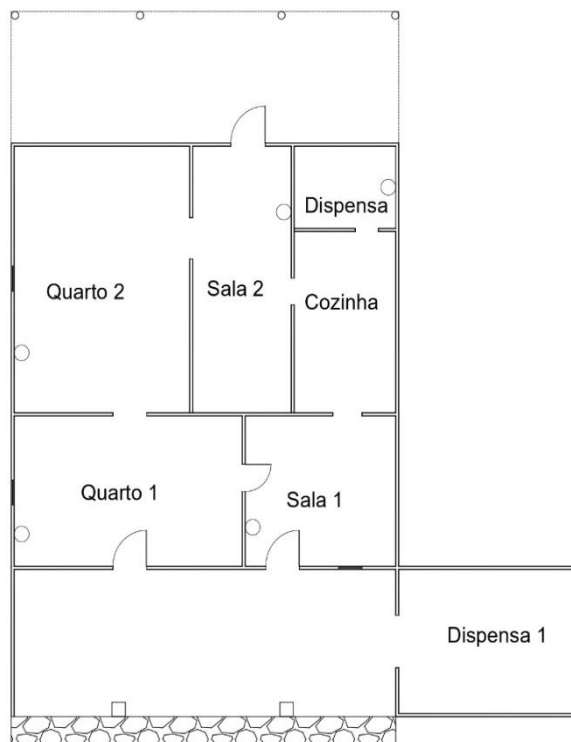


Fonte: Autoria Própria

Após identificação dos possíveis pontos de coleta, foi possível fazer a extração de cinco amostras, sendo todas da parte interna da edificação. No entanto, não foi possível a retirada de amostras de todos os cômodos, pois o imóvel é utilizado para ensaque de carvão e nos demais cômodos, não contemplados com a coleta, existe material de trabalho dos operários e um dos

cômodos corre o risco de desabamento do telhado, desse modo não sendo permitida a extração. A Figura 11 representa os pontos de coleta das amostras e cada círculo representa um ponto de extração.

Figura 11: Pontos de coleta das amostras



Fonte: Autoria Própria

Quanto as fachadas externas, a realização de coleta das amostras não foi possível, pois haviam sido realizados reparos e/ou não possuíam material suficiente para extração; bem como acesso dificultado devido a ocorrência do desabamento de um dos cômodos.

As amostras coletadas de acordo com o seu local de extração, estão identificadas no Quadro 1. Este procedimento foi realizado com o objetivo de averiguar possíveis mudanças de traços no revestimento ao longo da edificação.

Quadro 1: Identificação das amostras

IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS	PONTO DE EXTRAÇÃO
1	Quarto 1
2	Sala 1
3	Quarto 2
4	Sala 2
5	Dispensa

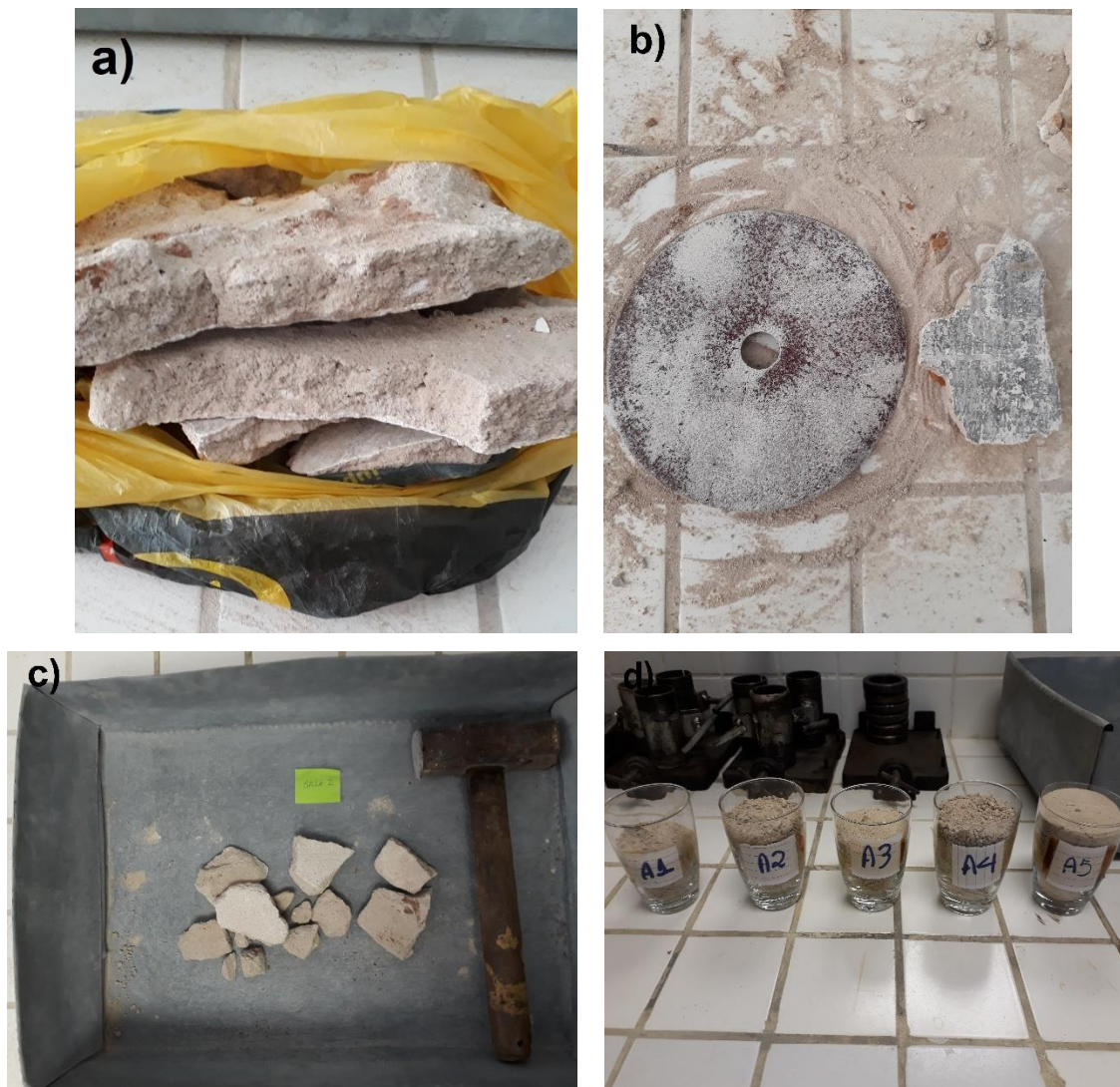
Fonte: Autoria Própria

4.2.1 Tratamento das Amostras

As amostras coletadas foram levadas para o laboratório de materiais de construção da UFERSA, Campus Angicos, onde deu-se início aos ensaios para caracterização das argamassas de revestimento.

A princípio houve a separação das amostras e reforço da identificação para realização dos ensaios laboratoriais. Posteriormente foi realizada a remoção da película de tinta existente nas amostras, o procedimento de remoção foi feito com auxílio de uma lixa circular, em seguida as amostras foram individualmente destorroadas em uma bandeja com ajuda de uma marreta. As amostras destorroadas foram colocadas em copos de vidros com suas devidas identificações; e as demais voltaram para os sacos plásticos; conforme apresentado na Figura 12.

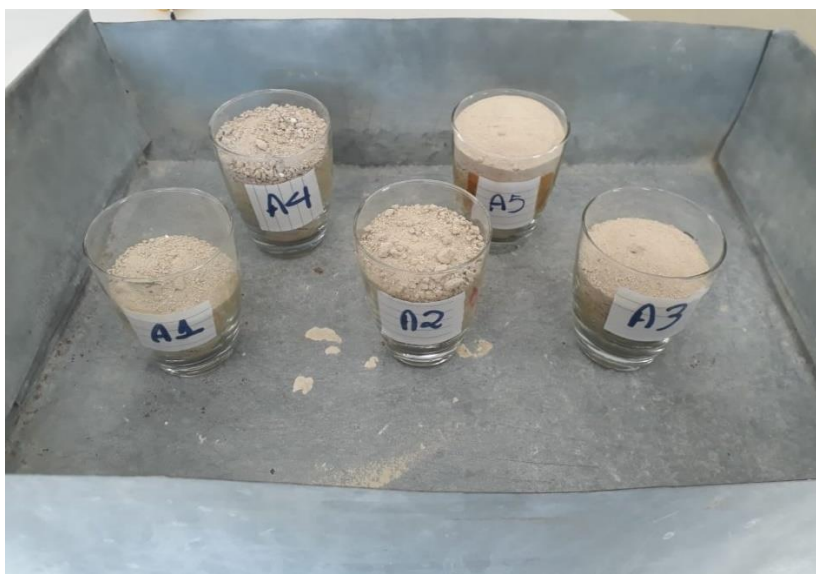
Figura 12: Tratamento das amostras: a) amostra bruta; b) remoção da película de tinta; c) destorroamento e d) amostra destorroada



Fonte: Autoria Própria

Após o procedimento de destorroamento as amostras foram levadas a estufa ficando por um período de 24h a uma temperatura de 100°C, decorrida as horas, deu-se continuidade aos ensaios laboratoriais.

Figura 13: Amostras prontas para irem a estufa



Fonte: Autoria Própria

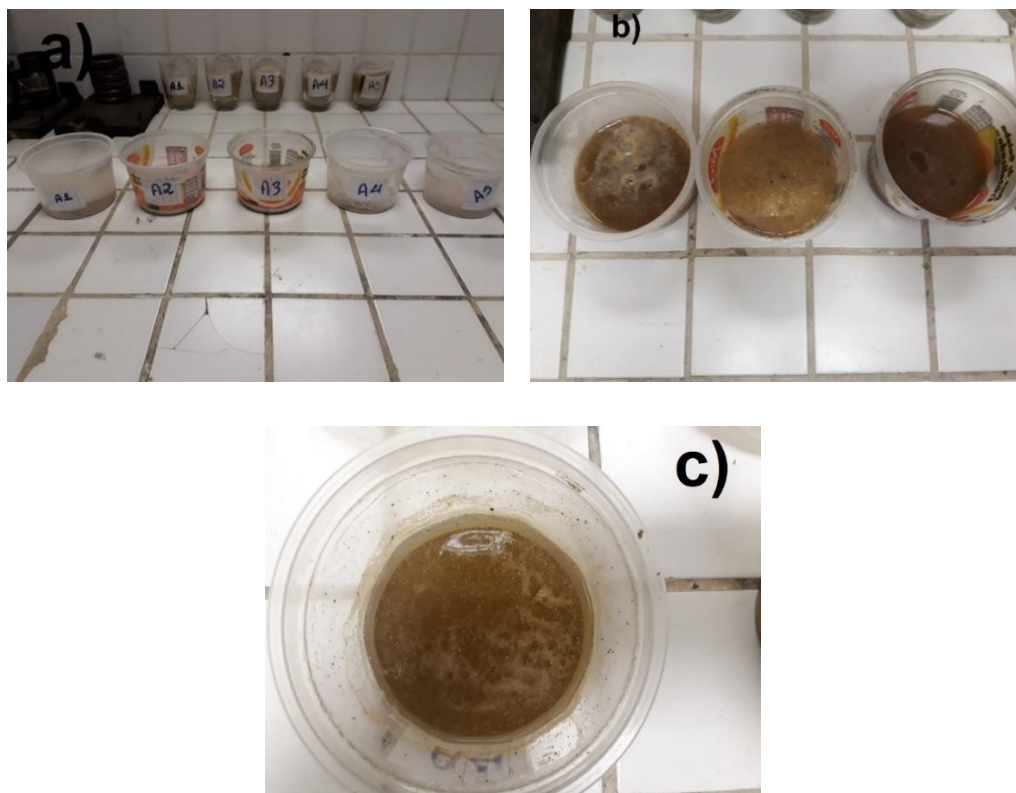
4.3 ENSAIOS

4.3.1 Ataque Ácido

O ataque por ácido foi o ensaio escolhido para analisar quimicamente as amostras, este procedimento é utilizado para degradar o aglomerante existente na amostra e preservar a existência dos agregados.

Para realização do ensaio foi necessário 100g de cada amostra, após passar 24h a 100°C na estufa, misturadas a 150ml de ácido clorídrico (HCL) a 14%. Cada amostra foi colocada em um recipiente plástico e com auxílio de uma proveta, às 150ml do ácido foi adicionada em cada um dos recipientes contendo o material. Com auxílio de uma haste metálica o material da amostra foi revolvido, com cautela para que todo o ácido incorporasse a amostra, e deixado por 24h em repouso para ação do HCL, conforme mostra a Figura 14.

Figura 14: Procedimento de Ataque ácido: a) 100g de cada amostra nos recipientes plásticos; b) amostras em repouso com ácido e c) vista superior da amostra após 24h



Fonte: Autoria Própria

O ácido ao incorporar o revestimento de argamassa destorroado irá reagir com os carbonatos presentes no ligante, magnésio ou cálcio, desse modo, os elementos não calcários não sofreram com a ação do ácido, e por este motivo a separação entre aglomerante e agregado torna-se possível.

Decorrida as 24h, o processo de drenagem e filtração das amostras foi iniciado, com o objetivo de que o ácido fosse removido em toda sua totalidade. Nesta etapa foram utilizados filtros de papel, coadores plásticos, recipientes plásticos e uma pisseta para auxiliar na umidificação dos filtros e lavagem das amostras. Para o processo de filtração ser iniciado foi necessária a umidificação dos filtros de papel, já postos dentro dos coadores plásticos; posteriormente as amostras foram colocadas nos coadores e lavadas com água, está foi acrescentada até que o liquido evacuado de cada amostra apresentasse ausência de cor e vestígios do HCL, a identificação foi feita de forma visual. O procedimento é demonstrado na Figura 15.

Figura 15: Procedimento de filtração das amostras



Fonte: Autoria Própria

Após a filtragem cada amostra foi retirada, juntamente com o filtro de papel, postas em copos de vidros e levadas a estufa, para sua total secagem, por um período de 24h a uma temperatura de 100°C; conforme mostra a Figura 16.

Figura 16: Amostras prontas para estufa, após filtragem



Fonte: Autoria Própria

Decorrida as 24h, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas individualmente para obtenção de uma massa aglomerante no traço de cada amostra de revestimento.

O cálculo da massa aglomerante foi realizado através da seguinte equação:

$$Magl = m1 - (m3 - m2)$$

Equação (1)

Sendo:

Magl: massa de aglomerante (g);

m1: massa inicial da amostra (g);

m2: massa do filtro drenante (g);

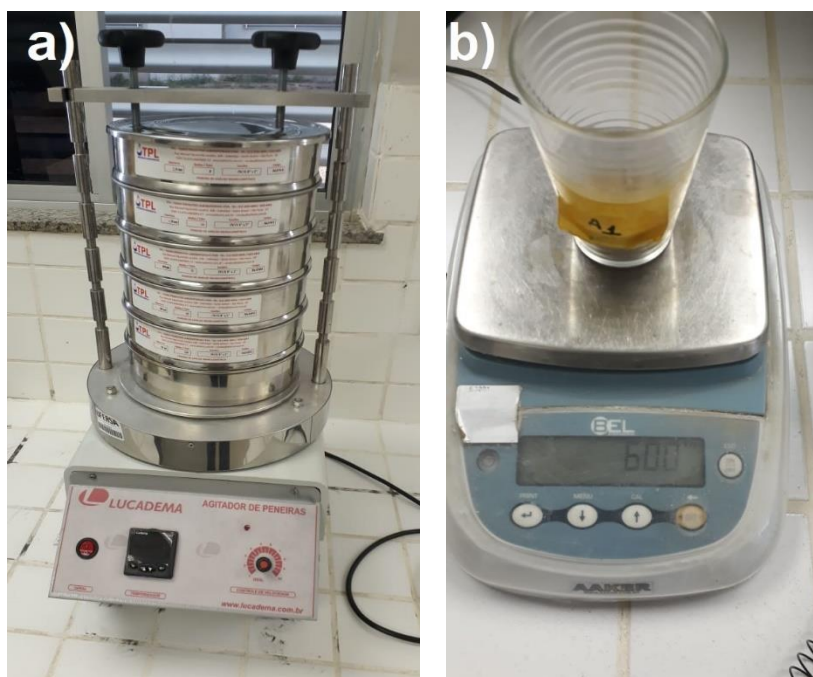
m3: massa de agregados após secagem e ataque ácido (g) + massa do filtro drenante (g)

4.3.2 Análise Granulométrica

A análise granulométrica foi baseada de acordo com as recomendações da NBR NM 248 (ABNT, 2003) – AGREGADOS: DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA e tem como objetivo verificar a faixa granulométrica de cada uma das amostras, de acordo com o material retido nas peneiras.

A princípio o conjunto de peneiras foi separado e sequenciado de acordo com suas aberturas, conforme orienta a norma, da seguinte maneira: 4,75 mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,600mm, 0,425mm, 0,250mm, 0,150mm e 0,075mm. Posteriormente foi pesada 60 gramas de cada amostra; cada uma, individualmente, foi posta sobre o conjunto de peneiras, na sequencia mencionada anteriormente, e acionado o agitador mecânico por 50 segundos duas vezes consecutivas. Ao finalizar a agitação de cada amostra, o conjunto de peneiras foi retirado do agitador e feita a pesagem do material retido em cada peneira, conforma mostra a figura a seguir.

Figura 17: Procedimento da análise granulométrica: a) conjunto de peneiras utilizadas; b) pesagem da amostra; c) pesagem do material retido e d) faixa de grão.





Fonte: Autoria Própria

A partir do material retido em cada peneira foi possível determinar o diâmetro das partículas de cada amostra e desse modo a distribuição granulométrica dos grãos utilizados para confeccionar a argamassa de estudo, assim como a curva granulométrica, sua classificação quanto a agregados graúdos ou miúdos e seu módulo de finura.

A massa retida em cada peneira foi calculada através da seguinte equação:

$$\% \text{ Retido} = \frac{\text{massa retida}}{\text{massa total}} \times 100$$

Equação (2)

Sendo:

% Retido: percentual retido na peneira

Massa retida: material retido em cada peneira

Massa total: valor inicial da amostra

4.3.3 Absorção

O ensaio de absorção foi realizado de acordo com as orientações da NBR 9778/05: ARGAMASSA E CONCRETO ENDURECIDOS – DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO – ÍNDICE DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA, tem como objetivo determinar a quantidade de água absorvida por cada amostra através da sua porosidade. Para o ensaio em questão, foram utilizados três fragmentos de cada amostra coletada, objetivando a obtenção de um resultado mais preciso através da média dos resultados de cada exemplar.

A princípio, as amostras passaram pelo processo de remoção da película de tinta, foram separadas e identificadas de acordo com o seu local de extração e posteriormente levadas a estufa, para secagem, por 24h a uma temperatura de 100°C. Finalizado o processo de secagem, as amostras foram pesadas, uma a uma, em balança de precisão 0.01g; em seguida as mesmas foram imersas em água. A taxa de absorção das amostras foi observada durante 72h, ou seja, as amostras foram pesadas a cada 24h para determinação da sua massa saturada. O processo pode ser observado nas Figuras 18 e 19.

Figura 18: Amostras após secagem na estufa



Fonte: Autoria Própria

Figura 19: Ensaio de absorção



Fonte: Autoria Própria

A taxa de absorção foi calculada através da equação 3:

$$\text{Absorção}(\%) = \frac{\text{massa final} - \text{massa inicial}}{\text{massa inicial}} \times 100$$

Equação (3)

Sendo:

Massa inicial: peso da amostra após secagem em estufa

Massa final: peso da amostra após 72h imersa em água

Para o cálculo do índice de vazios foi selecionado um fragmento, já tratado, de cada amostra; posteriormente os fragmentos passaram por secagem na estufa por 72h e foram pesados (m_s), na sequência, após secagem, foram imersos em água por 72h; passaram pelo processo de ebulição durante 5h; pesados em balança hidrostática (m_i); após a pesagem cada amostra teve seu excesso de água retirado com auxílio de um pano e foram pesados novamente para obtenção da sua massa saturada (M_{sat}); de acordo com o recomendando pela norma mencionada anteriormente.

O índice de vazios foi calculado através da equação 4.

$$\text{Índice de vazios (\%)} = \frac{M_{sat} - m_s}{M_{sat} - m_i} \times 100$$

Equação (4)

Sendo:

M_{sat} : peso da amostra saturada

M_s : peso da amostra após secagem na estufa

M_i : peso da amostra imersa em água

5 RESULTADO E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE VISUAL

As amostras coletadas foram analisadas visualmente, de maneira geral, com o objetivo de descrever as suas características visuais. Todas apresentavam aspecto áspero, desgastado e poroso, porém detinham boa aderência ao substrato e rigidez; algumas amostras mais que outras, e isso pôde ser observado no processo de extração, pois as amostras 2; 4 e 5 apresentaram maior dificuldade para remoção, assim como maior espessura; as demais amostras foram retiradas com maior cautela pois a falta de coesão provocava a fragmentação excessiva das amostras. A presença de mais de uma camada e nódulos brancos não foi notória em todas as amostras; todas apresentaram mesma coloração, o que pode ser explicado através do uso de matérias de mesma jazida.

No Quadro 2 são apresentadas as análises visuais de cada amostra:

Quadro 2: Análise visual das amostras

AMOSTRA	REGISTO FOTOGRÁFICO	CAMADA	COR	DEMAIS ANÁLISES
1 – Parede interna da cozinha		Camada única e fina.	Clara – esbranquiçada	Boa aderência presença de nódulos brancos, muito quebradiça e presença de pequenos furos.
2- Parede interna quarto 1		Camada única e grossa.	Clara – esbranquiçada	Boa aderência, presença de argila junto ao revestimento, muito resistente a extração manual.
3- Parede interna da sala 1		Camada única e média.	Clara – esbranquiçada	Boa aderência, presença de nódulos brancos, pequenos furos.
4- Parede interna sala 2		Camada única e grossa.	Clara – esbranquiçada	Boa aderência, presença de nódulos brancos, muito resistente a extração manual.

5 – Parede interna da dispensa		3 camadas Médias	Clara - esbranquiçada	Muito resistente a extração manual, visível divisão entre as camadas
---------------------------------------	---	------------------	-----------------------	--

Fonte: Autoria Própria

5.2 ATAQUE ÁCIDO

A Tabela 1 exibe a relação entre aglomerante: agregado obtida em gramas (g), através da análise química por meio ácido, assim como o traço equivalente.

Tabela 1: Relação agregado/aglomerante em (g) e traço estimado

AMOSTRAS	AGLOMERANTE	AGREGADO	AGR:AGLO	TRAÇO EQUIVALENTE
A1	11,8	88,2	7,5	1:7
A2	12,0	88,0	7,3	1:7
A3	11,7	88,3	7,5	1:7
A4	11,9	88,1	7,4	1:7
A5	11,6	88,4	7,6	1:7

Fonte: Autoria Própria

A partir da média da coluna agregado:aglomerante, observa-se que, na verdade, a edificação apresentou a utilização de um único traço, ou seja, 1:7.

Em razão da proximidade das quantidades de materiais usados e da manutenção das proporções dos traços usados, pode-se admitir que houve cuidado dos trabalhadores da época com a manutenção de um padrão executivo.

5.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

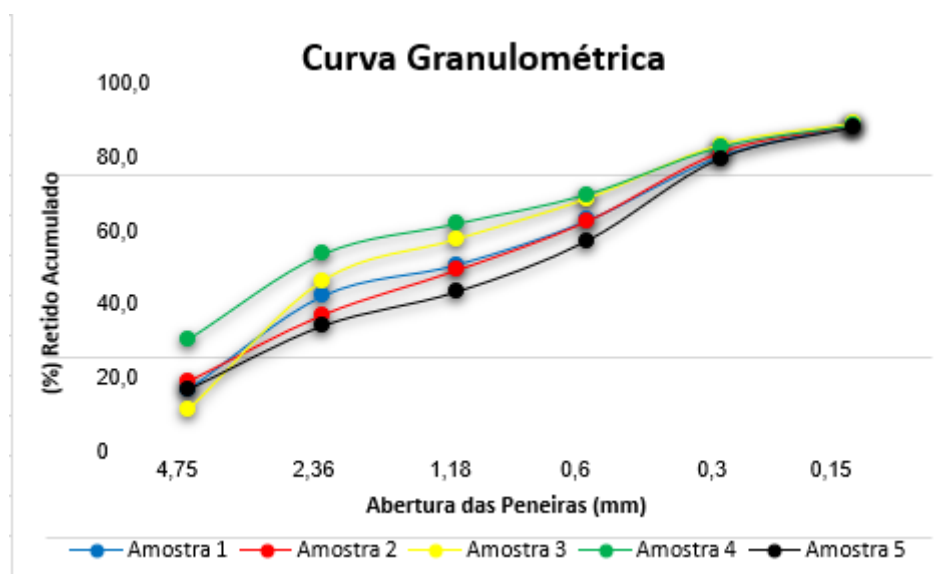
A Tabela 2 exibe o resultado da porcentagem de material retido em cada uma das peneiras utilizadas no ensaio de granulometria. Pode-se observar que as amostras não apresentam variações significativas quanto ao tamanho dos seus grãos e que o agregado miúdo constitui maior parte, de acordo com a NBR 7211 (ABNT, 2009), contendo apenas a presença de pequenas pedras, como pode ser observado através do material retido na peneira de 4,75mm.

Tabela 2: Análise granulométrica: massa retida acumulada

Peneiras (mm)	A1	A2	A3	A4	A5
	Massa Retida Acumulada (%)				
4,75	1,17	1,33	0,83	2,67	1,17
2,36	5,50	4,00	7,00	10,84	3,34
1,18	9,17	8,33	13,83	17,84	5,84
0,6	19,00	18,66	27,00	28,84	13,51
0,3	55,17	58,49	65,83	62,84	52,68
0,15	92,84	91,99	94,00	90,34	88,18
Fundo	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

A Figura 20, mostra a curva granulométrica formada através do cruzamento dos dados obtidos através da porcentagem retida acumulada e das aberturas das malhas das peneiras.

Figura 20: Curvas granulométricas

Fonte: Autoria própria

Conforme os resultados, pôde-se observar que a maior parte das amostras ficaram retidas na peneira de abertura 0,3mm e passaram na peneira anterior, de abertura 0,6mm, indicando o uso de areia média. De acordo com os dados da curva granulométrica a areia utilizada apresenta uma boa graduação, pois há material retido em todas as peneiras e de todos os tamanhos; ainda de acordo com o gráfico é possível observar comportamento semelhante entre as curvas o que sugere uso de mesma jazida para obtenção do agregado miúdo.

Ainda conforme a NBR 7211 (ABNT, 2009), foram calculados o módulo de finura de cada amostra e diâmetro máximo, exposto na Tabela 3.

Tabela 3: Propriedades físicas do agregado

AMOSTRAS	1	2	3	4	5
M.F	1,83	1,83	2,08	2,13	1,65
Dmáx (mm)	4,8	2,36	4,8	4,8	2,36

Fonte: Autoria Própria

De acordo com a Tabela 3, podemos observar que todas as amostras apresentam seus módulos de finura dentro da zona utilizável inferior, que varia entre 1,55 e 2,20, recebendo a classificação de areia fina.

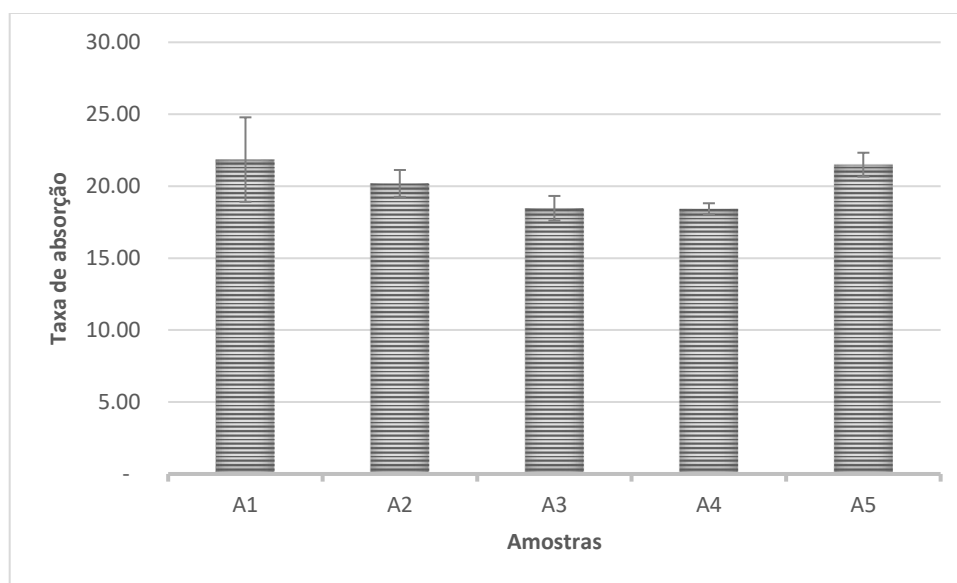
Pode-se observar também que as amostras 2 e 5 possuem diâmetro máximo de 2,36mm e as demais amostras (1;3 e 4) apresentam de 4,8mm.

Desse modo, fica evidenciada a existência de dois $D_{máx}$, sendo 4,8 o diâmetro predominante.

5.4 ABSORÇÃO

A Figura 21 apresenta as médias de absorção de cada umas das amostras, assim como o desvio padrão, tendo seus valores descritos na Tabela

Figura 21: Taxa de absorção



Fonte: Autoria própria

Tabela 4: Taxa de absorção e Desvio padrão

Amostra	A1	A2	A3	A4	A5
Taxa de Absorção	21,85	20,19	18,47	18,43	21,49
Desvio Padrão (DVP)	2,93	0,93	0,85	0,39	0,83

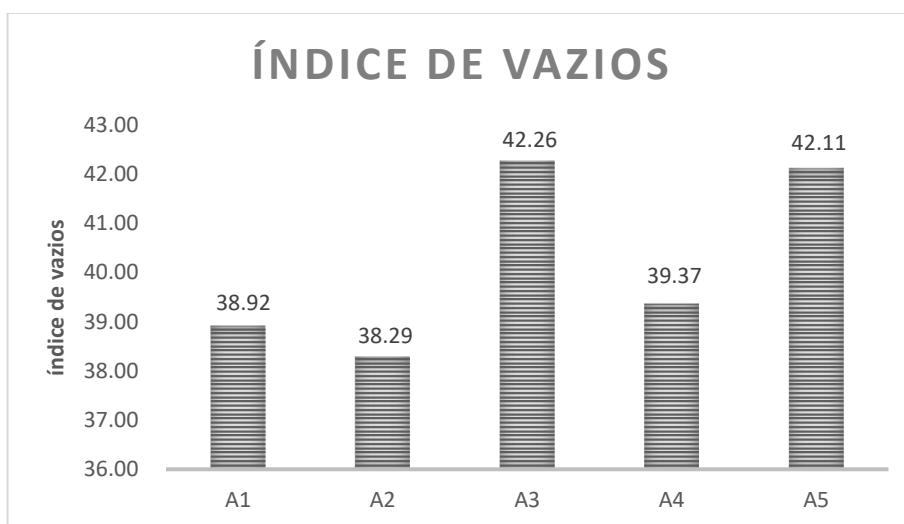
Fonte: Autoria Própria

Pode ser observado, de acordo com a Tabela 4, que todas as amostras apresentaram valores elevados de taxa de absorção, a amostra A4 apresentou menor valor (18,43%) e a amostra A1 o maior valor (21,85%), mas também foi a que apresentou maior desvio padrão.

Estes altos valores de absorção demonstram que é pouco provável que as argamassas tenham em sua composição algum material cimentante ou pozolânico, o que contribui para considerarmos que esta argamassa corresponde ao que fora realmente utilizado em sua época de construção, e já bem desgastada pelo tempo.

A Figura 22 apresenta os valores, em porcentagem, do índice de vazios de cada uma das amostras.

Figura 22: Índice de vazios



Fonte: Autoria Própria

De acordo com a Figura 22, podemos observar uma variação nos valores de índice de vazios; a mostra A2 apresentou o menor valor (38,29%) e a amostra A3 o maior valor (42,26%) entre todas as amostras.

O índice de vazios mostra a relação entre o volume de poros permeáveis e o volume total da amostra; desse modo a quantidade de água absorvida por um elemento está relacionada ao índice de vazios presentes na sua microestrutura, que, por sua vez, determinará a permeabilidade do material. Quanto menor for o nível de permeabilidade apresentada pelo elemento, menor será o número de vazios que implicará em maior resistência aos agentes agressivos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a argamassa de revestimento de uma edificação histórica, localizada em Laginhas no município de Caicó/RN.

Diante dos resultados, pode-se fazer as seguintes considerações:

- Todas as amostras coletadas apresentavam características semelhantes quanto a sua coloração, aderência e resistência a extração; as amostras 1,3 e 4 apresentavam nódulos brancos de carbonato de cálcio.
- As amostras 2; 4 e 5 apresentaram maior dificuldade para remoção e também maior espessura.
- Foram encontrados apenas um traço 1:7
- Através do ensaio de granulometria podemos concluir que todas as amostras de areia apresentam seu módulo de finura dentro da zona utilizável inferior, que varia entre 1,55 e 2,20; recebendo a classificação de areia fina.
- No que se refere ao diâmetro máximo, as amostras 2 e 5 apresentaram $D_{máx}$ de 2,36mm e as demais amostras (1;3 e 4) apresentou $D_{máx}$ de 4,8mm
- No ensaio de absorção todas as amostras apresentaram taxas altas de absorção, isso deve-se a ausência de materiais cimentantes na composição da argamassa de revestimento; pois as amostras coletadas tem sua base de cal aérea e isto torna o material mais poroso.
- Quanto ao índice de vazios, todas as mostras apresentaram valores superiores a 30%. A amostra A2 apresentou o menor número de poros permeáveis (38,29%) em relação ao seu volume total, e a amostra A3 apresentou (42,26%).

De acordo com os resultados obtidos, é possível considerar que a edificação, objeto de estudo desse trabalho, teve como base, da sua argamassa de revestimento, o aglomerante cal. Portanto, para realização de futuras intervenções nessa edificação, pode-se concluir que para que haja compatibilidade entre a argamassa antiga e a nova argamassa, é necessário que esta seja constituída de cal e areia, nas proporções aglomerante:agregado de 1/7, referente a cada ambiente analisado e caracterizado com essa proporção.

Por fim, fica evidenciada a importância do estudo sobre argamassas históricas, principalmente no que se refere a caracterização dos materiais; outro ponto de estudo podem ser as patologias, presentes nas edificações históricas, e como estas podem interferir nos resultados alcançados e desse modo obter resultados mais precisos.

REFERENCIAS

ABREU, Luciana Barbosa. **ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS PARA AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE MADEIRA EM CONSTRUÇÕES HISTÓRICAS**. 2010. 146 f. Tese (Doutorado) – Ciência e Tecnologia da Madeira, UFLA, Lavras, 2010.

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

ANGELIM, R. R.; ANGELIM, S. C. M.; CARASEK, H.. Influência da distribuição granulométrica da areia no comportamento dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, V., 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2003.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 7175: Cal hidratada para argamassas**. Rio de Janeiro, 2003.

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

ALMEIDA, José Carlos Gomes de. **CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DO MERCADO PÚBLICO DE JARDIM DE PIRANHAS/RN**. 2019. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UFERSA, Angicos, 2019.

ALMEIDA, Luís Filipe dos Santos de. **ACRACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS DA MURALHA TARDO – ROMANA DE OLISIPO**. 2015. 194 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geologia Aplicada, Departamento de Geologia, Universidade de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2015.

ALVAREZ, José Antônio Sequeira. **Alvenarias e argamassas anteriores ao Império Romano**. 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção. 2007. APFAC, Lisboa.

ALVAREZ, José; SEQUEIRA, Cristina; COSTA, Marta. **Ensinaamentos a retirar do Passado Histórico das Argamassas**. Apresentado em: 1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, Lisboa – Portugal 2005.

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: 21 set. 2019.

CARASEK, H. **Argamassa**. In: Isaia, G. C. (Org.). **Materiais de Construção e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, v 2,

cap 26, p. 863,2007.

CARASEK, Helena. Argamassas. In. ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010. p. 893-941.

CARNEIRO, A. M. P.; CINCOTTO, M. A.; JOHN, VANDERLEY M. A massa unitária da areia como parâmetro de análise das características de argamassa. *Ambiente Construído*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 37-44, jul/dez. 1997.

DA SILVA, T. M. P. Análise comparativa da influência do substrato na aderência de revestimentos com argamassa. T.C. Passo Fundo, 200.

DAMAS, Ana Leonor Ortin Rodrigues. **CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO DE AZULEJO ANTIGAS**: Contributo para a conservação deste tipo de revestimentos. 2017. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2017.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassa de revestimento utilizadas em Porto Alegre**. 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

FONSECA, Vanessa Rafaela de Sousa. **Estudo das Principais Argamassas Utilizadas na Reabilitação de Edifícios Antigos**. 2016. 176 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Engenharia do Porto

GONÇALVES, T. D., Pel, L., Rodrigues, J. D. (2009). **INFLUENCE OF PAINTS ON DRYING AND SALT DISTRIBUTION PROCESSES IN POROUS BUILDING MATERIALS**. *Construction and Building Materials*, 23:1751-1759. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2008.08.006.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos. *A Cal – Fundamentos e Aplicações na Engenharia*. 2.ed. São Paulo: Pini, 2002.

HUGHES, John J. **THE ROLE OF MORTAR IN MASONRY: AN INTRODUCTION TO REQUIREMENTS FOR THE DESIGN OF REPAIR MORTARS**. *Materials and Structures: RILEM TC 203-RHM: Repair mortars for historic masonry*. Scotland, UK, p. 1287-1294, 2012.

KANAN, Maria. Isabel. **Manual de Conservação e Intervenção em Argamassas e Revestimentos a Base de Cal**. Cadernos Técnicos 8. IPHAN/Programa Monumenta, Brasília, 2008.

MARGALHA, M. G. Argamassas: **Documento de apoio às aulas de Conservação e Recuperação do Patrimônio**. Universidade de Évora – Engenharia Civil, 2011. 32 p.

MARQUES, S. M. F, **Estudo de Argamassa de Reabilitação de Edifícios Antigos**. 2005.148f. Dissertação Mestrado – Universidade de Aveiro, Portugal.

MIBIELLI, J. G. **Estudo da aderência de revestimentos cerâmicos externos**. UFSC. Florianópolis. Santa Catarina, 1994.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos** – XVI CECRE. Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia – UFBA (APOSTILA ANOTAÇÕES DE AULA) 2006.

PAPAYIANNI, I., Stefanidou, M. (2007). **DURABILITY ASPECTS OF ANCIENT MORTARS OF THE ARCHEOLOGICAL**. site of Olynthos. Journal of Cultural Heritage, 50 8(2):193-196. <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2007.03.001>.

PCZIECZEK, Adriane. **Análise das Propriedades Físicas e Mecânicas de Argamassa para Revestimento utilizando cinza volante e resíduos de borracha de pneus inservíveis**. 2017. 141 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina.

PAPAYIANNI, I., Pachta, V., Stefanidou, M. (2013). **ANALYSIS OF ANCIENT MORTARS AND DESIGN OF COMPATIBLE REPAIR MORTARS: THE CASE STUDY OF ODEION OF THE ARCHAEOLOGICAL**. site of Dion. Construction and Building Materials, 40:84-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.09.086>.

PAIVA, S. C.; Gomes, E. A. O. e Oliveira, R. A., "**Controle de qualidade da cal para argamassas - metodologias alternativas**", Revista Ciências & Tecnologia, vol. 1, pp. 1-11, julho-dezembro 2007.

POSSER, N. D. **Proporcionamento de Argamassas para Reboco de Recuperação**. 180f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

RECENA, Fernando Antônio Piazza. **Conhecendo argamassa**. 1ª ed. EDIPUCRS. Porto Alegre/RS, 2007.

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

RODRIGUES, Paula Nader. **CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS HISTÓRICAS DA RUÍNA DE SÃO MIGUEL ARCANJOS/RS**. 2013. 142 f. – Dissertação (Mestrado) – Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria/RS, 2013.

SABBATINI, F. H. Patologia das argamassas de revestimentos – aspectos físicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 1986, São Paulo. Anais... São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986, p. 69-76.

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílicocalcária**. São Paulo. 1984. 298 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. Ensaio de aderência das argamassas de revestimento. 2008. 50f. Monografia (Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SANTIAGO, Cybele Celestino. **O estudo dos materiais de construção em textos antigos para apoiar a conservação/restauração**. ANAIS DO XI CONGRESSO DA ABRACOR – RIO DE JANEIRO – RJ 2002.

SILVA, Narciso Gonçalves Da. **Argamassa de Revestimento de Cimento, Cal e Areia Britada de Rocha Calcária**. 2006. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – PPGCC, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2006.

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.

SOUZA, Armindo Coelho de. **Aplicação de Argamassas Leves de Reboco e Assentamento em Alvenarias**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.

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.

SOUZA Coutinho, A. (1988). **Fabrico e propriedades do betão** - Volume I, Lisboa, LNEC.

VEIGA, M. R.. **Os revestimentos antigos e a identidade dos edifícios**. *Arquitectura Ibérica*, v. 12, p.36-35, 2006b.

VEIGA, M. R. (2003). **ARGAMASSAS PARA REVESTIMENTO DE PAREDES DE EDIFÍCIOS ANTIGOS**. Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes. In: 3º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa, LNEC.

VEIGA, M. Rosário – *Comportamento de rebocos para edifícios antigos: Exigências gerais e requisitos específicos para edifícios antigos*. Seminário “Sais solúveis em argamassas de edifícios antigos”. Lisboa, LNEC, 14-15 de fevereiro de 2005.

VEIGA, M. R., Aguiar, J., SANTOS, Silva. A., CARVALHO, F. **METHODOLOGIES FOR CHARACTERISATION AND REPAIR OF MORTARS OF ANCIENT BUILDINGS**. Proceedings of the 3rd International Seminar on Historical Constructions, Guimarães, 2001, 353-362