



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ CARLOS GOMES DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DO
MERCADO PÚBLICO DE JARDIM DE PIRANHAS/RN**

ANGICOS-RN

2019

JOSÉ CARLOS GOMES DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DO
MERCADO PÚBLICO DE JARDIM DE PIRANHAS/RN**

Monografia apresentada 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

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A447c Almeida, José Carlos Gomes de .
CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO
DE CASO DO MERCADO PÚBLICO DE JARDIM DE
PIRANHAS/RN / José Carlos Gomes de Almeida. -
2019.
51 f. : il.

Orientadora: Janaina Salustio da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Construções antigas. 2. Revestimentos. 3.
Argamassa de cal. 4. Intervenções. 5. Métodos de
caracterização. I. Silva, Janaina Salustio da,
orient. II. Título.

JOSÉ CARLOS GOMES DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DO
MERCADO PÚBLICO DE JARDIM DE PIRANHAS/RN**

Monografia apresentada 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: 12 / 03 / 19

BANCA EXAMINADORA

Janaina Salustio da Silva

Presidente: Prof. Ma. Janaina Salustio da Silva

Kleber

1º Membro: Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral

José Diego de Almeida Lopes

2º Membro: Engº. José Diego de Almeida Lopes

ANGICOS-RN

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente deus e a minha família, em especial a minha mãe Jacinta e as minhas tias, Geralda, Maria e Lúcia que também são minhas mães, por me fazerem chegar até aqui, me encorajando a alçar voos mais altos e a alcançar meus objetivos.

Aos amigos Francisco das Chagas e João Maria, por permitirem e ajudarem na extração das amostras de argamassas.

Agradeço a minha orientadora, a prof.^a Janaína por ter me orientado no presente trabalho e ao prof. Kleber por me coorientar no mesmo. À vocês dois o meu muito obrigado.

Agradeço também a minhas amigas Adna e Máisa, por me ajudarem durante a parte dos ensaios realizados em laboratório.

Por ultimo, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos Rafaela, Simplícia, Andreza, Andriele, Aline, Nadja, Geovanne, Helvis e Bruno, que com o passar do tempo se tornaram minha a família longe de casa.

RESUMO

Argamassas históricas são argamassas de construções antigas, construções essas que remontam a épocas passadas, onde certas cidades detinham relativa importância, mas que essa importância por muitas vezes, se perdeu no decorrer do tempo. Com o avanço do tempo e mediante as ações impostas pelo mesmo às estruturas, as edificações acabam por sofrerem danos, alguns deles até de natureza grave, que quando não são sanados com as devidas intervenções necessárias, pode levar à edificação a ruína, apagando assim parte da história de um povo, cidade ou região. Entretanto, se nessas intervenções feitas não forem usados materiais adequados, as mesmas acabam por danificar ainda mais a estrutura ao invés de preservá-las. Ao se tratar de argamassas de revestimento, é denotado o fato de que as mesmas sejam as que mais sofrem em uma edificação, já que é responsável por proteger a alvenaria da atuação de agentes externos que causam inúmeros danos a mesma. Pensando em realizar intervenções quando necessário em edificações antigas, surge a alternativa de propor métodos de caracterização de argamassas, de modo que através de ensaios seja possível conhecer características importantes do composto de modo que o mesmo possa ser refeito e empregado nessas intervenções, garantindo assim aspectos estéticos, mecânicos e físicos. Como objetivo deste trabalho, sucede-se a caracterização de argamassas de uma edificação localizada na cidade de Jardim de Piranhas/RN datada de 1951. Para isso foram utilizadas técnicas de caracterização como o ataque ácido, ensaio de absorção e ensaio de distribuição granulométrica. A partir disso foi possível conhecer as características do material empregado na fabricação da argamassa, como distribuição granulométrica, taxa de absorção, como conhecer as proporções de materiais utilizados no traço.

Palavras-chaves: Construções antigas. Revestimentos. Argamassa de cal. Intervenções. Métodos de caracterização.

ABSTRACT

Historical mortars are mortars of old constructions, constructions that go back to past ages, where certain cities held relative importance, but this importance has often been lost in the course of time. With the advancement of time and through the actions imposed by the same to the structures, the buildings end up suffering damages, some of them even of a serious nature, that when they are not healed with the necessary necessary interventions, can lead to the edification to the ruin, the history of a people, city or region. However, if these interventions do not use adequate materials, they end up further damaging the structure rather than preserving them. In the case of coating mortars, it is denoted the fact that they are the ones that suffer most in a building, since it is responsible for protecting the masonry from the action of external agents that cause numerous damage to it. In order to perform interventions when necessary in old buildings, the alternative of proposing mortar characterization methods arises, so that through tests it is possible to know important characteristics of the compound so that it can be remade and used in these interventions, thus guaranteeing aspects aesthetic, mechanical and physical. The objective of this work is to characterize mortars of a building located in the city of Jardim de Piranhas / RN dating from 1951. Characterization techniques such as acid etching, absorption test and particle size distribution were used. From this it was possible to know the characteristics of the material used in the manufacture of the mortar, such as particle size distribution, absorption rate, how to know the proportions of materials used in the trace.

Keywords: Old constructions. Coatings. Lime mortar. Interventions. Characterization methods.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -. Exigências químicas.....	20
Tabela 2 - Traços das argamassas (relações ponderais).....	26
Tabela 3 - Traços encontrados.....	27
Tabela 4 - Relação em massa aglomerante agregado e traço estimado.....	42
Tabela 5 - Análise granulométrica através do material passante.....	43
Tabela 6 - Módulo de finura e diâmetro máximo.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da cal.....	18
Figura 2 - Tipos de cales utilizados na construção civil.....	19
Figura 3 - Fluxograma da sequência dos procedimentos utilizados.....	29
Figura 4 - Vista lateral da edificação.....	30
Figura 5 - Fachada posterior.....	30
Figura 6 - Projeto arquitetônico do mercado.....	31
Figura 7 - Locais de coleta das amostras.....	32
Figura 8 - Extração de amostra: antes e depois.....	33
Figura 9 - Alguns dos locais de extração	34
Figura 10 - Amostras após serem extraídas	35
Figura 11 - Amostras após serem maceradas.....	36
Figura 12 - Realização do ataque ácido	37
Figura 13 - Fases do ataque ácido	37
Figura 14 - Processo de remoção do ácido por filtração.....	38
Figura 15 - Amostras antes do ensaio de peneiramento.....	38
Figura 16 - Jogo de peneiras utilizado.....	39
Figura 17 - Ensaio de absorção.....	41
Figura 18 - Curva de distribuição granulométrica.....	43
Figura 19 - Taxa de absorção.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Nomenclatura da Cal Aérea.....	19
Quadro 2 - Mapeamento da extração das amostras.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 EMPREGO DE ARGAMASSAS NA CONSTRUÇÃO E SEUS CONSTITUINTES	15
3.1.1 Síntese histórica	15
3.1.2 Argamassas e seus constituintes	16
3.2 ARGAMASSAS DE CAL	18
3.2.1 Tipos de cal.....	19
3.2.2 Funções das argamassas nas alvenarias históricas.....	23
3.2.3 Caracterização de argamassas históricas	26
3.2.3.1 Métodos de caracterização de argamassas antigas	26
3.2.4 Intervenções em revestimentos de argamassas antigos.....	27
3.3 ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA DE RECUPERAÇÃO DE REVESTIMENTOS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS.....	28
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	30
4.2 ANÁLISE HISTÓRICA DA EDIFICAÇÃO.....	31
4.3 COLETA DAS AMOSTRAS.....	33
4.4 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	36
4.5 ENSAIOS	38
4.5.1 ATAQUE ÁCIDO	38
4.5.2 GRANULOMETRIA	40
4.5.3 ABSORÇÃO	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1 ATAQUE ÁCIDO	43
5.2 GRANULOMETRIA	44
5.3 ABSORÇÃO	45
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47

REFERÊNCIAS48

1 INTRODUÇÃO

As edificações históricas retratam o passado da sociedade. Por meio delas é possível compreender a importância de determinada cidade ou região, bem como analisar sua evolução ou retrocesso no decorrer do tempo. Entretanto, com o passar do tempo, muitas cidades acabam por perder edificações construídas no passado, edificações essas compostas com traços arquitetônicos que remontam a sua época de construção, o que pode ser considerado um crime a memória arquitetônica da cidade, já que com a destruição de tais edificações parte da história local também é destruída (RODRIGUES, 2013).

Visando a preservação do patrimônio histórico brasileiro foi criado no ano de 1937 o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Além da preservação, são competências do mesmo divulgar e fiscalizar os acervos que fazem parte da cultura brasileira, bem como assegurar a utilização dos mesmos pelas próximas gerações (BRASIL, 2019).

Com o passar do tempo, e o consequente envelhecimento da estrutura, há necessidade de cada vez mais intervenções visando sanar manifestações patológicas nas edificações e preservar assim sua integridade. Um dos componentes mais afetados nas intervenções feitas em prédios históricos é a argamassa de revestimento, a qual é substituída em sua maioria por materiais a base de cimento, o que faz com que o revestimento obtenha propriedades diferentes do revestimento original, prejudicando assim a maneira de trabalhar do conjunto alvenaria/revestimento, trazendo graves problemas a edificação (KANAN, 2008).

Com a finalidade de preservar os patrimônios históricos, restaurando tais edificações quando surgir a necessidade de passar por reparos e garantir a preservação de sua originalidade surge a ideia de caracterização dos materiais utilizados na construção da edificação. A caracterização de materiais, em especial da argamassa, tem por finalidade o estudo e análise dos insumos empregados na produção da argamassa, tentando assim fazer uma reconstituição do seu traço, para que o mesmo seja feito em uma eventual intervenção na edificação, e para que a mesma continue com materiais semelhantes aos utilizados à sua época de construção (RODRIGUES, 2013).

Objeto de estudo deste trabalho, as argamassas de edificações históricas, desempenham funções importantes como por exemplo, a de revestimento, sendo responsável por conferir proteção a alvenaria contra a ação de agentes agressivos como a chuva e o sol. Em razão da importância do papel de proteção do substrato desempenhado pelos revestimentos, se faz necessário desenvolver argamassas de reparo com características semelhantes as originalmente empregadas, mas para isso, se faz necessário primeiro,

identificar as principais características da argamassa inicialmente utilizada. Intervenções com materiais totalmente diferentes dos empregados à época de sua construção, pode fazer com que ocorra uma mudança no modo de trabalho dos componentes da edificação (SANTOS E VEIGA, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Promover a realização da caracterização das argamassas empregadas no revestimento do Mercado Público da cidade de Jardim de Piranhas/RN (MPJP), por meio de técnicas de caracterização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma reconstituição do traço empregado na produção da argamassa de revestimento por meio da técnica de ataque químico com ácido clorídrico;
- Procurar fazer um mapeamento do uso de possíveis traços diferentes de argamassas ao longo do revestimento do MPJP;
- 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 EMPREGO DE ARGAMASSAS NA CONSTRUÇÃO E SEUS CONSTITUINTES

3.1.1 Síntese histórica

Empregadas desde o Egito antigo, as argamassas viveram processos evolutivos no decorrer do tempo no que se referem a sua composição. Na sua produção, materiais como pozolana, óleo, cinzas, fibras de tijolos e a tradicional cal e areia eram utilizados (SOUSA, 2014).

Inicialmente produzida a partir de compostos formados por argila e água, onde eram empregados na confecção de locais os quais serviam de refúgio ao ser humano primitivo, as argamassas passaram por uma evolução significativa a partir da descoberta do fogo, onde foi possível a revelação de propriedades aglutinantes até então desconhecidas de materiais argilosos e calcários que em contato com a água adquiririam tais propriedades mediante o uso do calor, advindo do fogo (ALMEIDA, 2015).

Considerado um dos materiais empregados em construções desde a antiguidade, o uso da cal data-se de 6000 a.c, na Turquia, na qual era utilizada a cal hidratada. Já o emprego da cal usada em conjunto como o gesso remete-se ao antigo Egito, na qual era empregada nas pirâmides, principalmente no assentamento de blocos de pedra, por volta do ano 4000 ao ano 2000 a.C, (BOYNTON, 1980; MARGALHA, 2011; HENRIQUES, 1996; DAMAS, 2017).

Mas parecido com o que se tem atualmente, os relatos do uso de argamassas de cal e areia se dão na Grécia antiga. Datados do século VII a.C., seu uso ocorreu em razão do avanço de técnicas e materiais até então empregados, mas que necessitavam de uma evolução mediante o desenvolvimento da arquitetura e das obras gregas (PAPAYIANNI et al., 2007 e 2013; DAMAS, 2017).

A cal, quando usada em argamassas, e mediante o contato com a água acaba por reagir, fazendo com que surja uma mistura pastosa, que a medida que vai perdendo água vai cristalizando e endurecendo, o que faz com que a mesma adquira propriedades de resistência (PAIVA et al., 2007; ROSA, 2016).Praticamente inalteradas por um longo período histórico, as técnicas de construção nas quais era empregada às argamassas a base de cal vieram a sofrer mudanças com o advento da revolução industrial, na qual foi possível um melhor desenvolvimento nos processos de fabricação de novos materiais, como o cimento Portland e alguns outros ligantes de origem artificial (ALMEIDA, 2015).

A partir de então, argamassas a base de cimento acabam por tomar o lugar das argamassas à base de cal. Em virtude de propriedades como ganho elevado de resistência em curto período de tempo, se comparado com a cal, o cimento acaba por ser o aglutinante empregado na composição de argamassas utilizadas em novas construções, como também em intervenções em prédios históricos, mesmo que isso não seja o adequado (DAMAS, 2017).

As argamassas de cal são indicadas em intervenções em edificações históricas em razão de preservarem as características de tais edificações, não modificando assim a maneira de trabalhar do revestimento, bem como da estrutura em si, principalmente no que se diz respeito a sua porosidade, que permite que a alvenaria “respire” e não se deteriore, transmitindo essa deterioração a camada de revestimento (KANAN, 2008).

3.1.2 Argamassas e seus constituintes

A argamassa pode ser definida como sendo um material resultante de um composto formado a partir de ao menos um ligante (cimento ou cal), um agregado miúdo e água (aglutinante). Entretanto, dependendo das propriedades requeridas, outros materiais podem ser adicionados ao composto, melhorando assim suas propriedades, ou até mesmo garantindo novas propriedades a mesma, como por exemplo, na argamassa impermeabilizante (ALMEIDA, 2015).

Dentre as várias aplicações das argamassas na construção civil, tem-se como exemplo seu uso como revestimento, sendo este constituído pela junção de uma ou mais camadas porosas, com espessura uniforme. Nas argamassas de revestimento, são requisitadas as seguintes funções:

- Garantia de proteção da base (alvenaria), bem como de sua estrutura da ação direta dos agentes danosos, melhorar o isolamento termoacústico e a estanqueidade à água e aos gases e;
- Possibilitar que o acabamento final suceda-se de uma base regular, a qual esteja apta a receber outros revestimentos, de acordo com o projeto arquitetônico, por meio da regularização dos elementos de vedação (ABCP, 2002).

Além de seu uso em camadas do revestimento, as argamassas podem ainda ser usadas em aplicações como assentamento de alvenaria, rejuntamento, argamassas decorativas e de assentamento de placas cerâmicas.

Com relação aos seus constituintes, as argamassas possuem, tradicionalmente, em sua composição um ou mais aglomerante e agregado miúdo, cabendo ao aglomerante a função de

promover a junção de materiais como as areias com os demais componentes da mistura. No decorrer do tempo, os aglomerantes promovem uma alteração na estrutura química do composto, facilitando assim o seu endurecimento (ALMEIDA, 2015).

O cimento Portland se constitui como sendo um dos materiais mais utilizados na construção civil, principalmente em função das suas propriedades ligantes e de oferecer elevada resistência mecânica na qual se é empregado. Em argamassas, o mesmo é inserido na mistura visando promover um ganho de resistência mecânica ao composto, propriedade que não é oferecida por outros materiais empregados, como a cal, por exemplo. Outra vantagem do emprego do cimento em argamassas está relacionada ao tamanho das partículas que o constituem, já que o mesmo é composto por grãos finos, isso acaba por afetar aspectos como a retenção de água e a plasticidade da argamassa (ABCP, 2002).

Ainda de acordo com a ABCP (2002), a cal hidratada, outro aglomerante utilizado, 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.

Já com relação aos agregados, muito de como as argamassas se comportam deve-se bastante a natureza destes. Aspectos relacionados à dureza, formato dos grãos, granulometria, mineralogia e a porosidade, interferem diretamente no comportamento da argamassa influenciando as propriedades desenvolvidas pelas mesmas, como por exemplo, a resistência mecânica, à abrasão, capacidade de controlar retrações da pasta e trabalhabilidade. (MARGALHA, 2011; ALMEIDA, 2015).

Agregado mais empregado no fabrico de argamassas, as areias são encontradas em sua maioria em rios, como também em cavas, resíduos dos processos de britagem, dunas, desagregação de rochas e sedimentação mineral (RODRIGUES, 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).

Agregados que possuem uma faixa granulométrica má distribuída estão susceptíveis a problemas de resistência mecânica, já que em virtude dessa má distribuição dos grãos ao longo do composto, ocorre um grande volume de vazios, fazendo com que as argamassas fiquem extremamente porosas. Sendo assim, o formato das partículas dos agregados desempenha importante função tanto no que se diz respeito à resistência da pasta, como também influencia diretamente em questões como trabalhabilidade, aderência e a sua compacidade (COUTINHO, 1997; ALMEIDA, 2015).

Ainda dentre os materiais constituintes das argamassas, pode-se citar o uso de adições mineirais, em especial os pozolânicos, que podem ser entendidas como sendo qualquer composto formado por sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3) que ao entrarem em contato com a água reagem e juntam-se a cal, o que faz com que surjam compostos aglutinantes (silicatos de cálcio hidratados), que aceleram o processo de pega da pasta, refinam a estrutura de poros e possibilitam o ganho de resistência (KANAN, 2008).

Os materiais pozolânicos têm por função proporcionar características hidráulicas ao composto argamassado, o que faz com que seja factível seu endurecimento em locais submersos ou em presença de umidade. Outra função das pozolanas é oferecer grande durabilidade as argamassas que possuem a cal em sua composição, mantendo assim a sua integridade e evitando que as mesmas passem por recuperação (ALARCÃO, 1978; MARGALHA, 2011; DAMAS, 2017).

3.2 ARGAMASSAS DE CAL

As argamassas de cal podem ser entendidas como sendo uma mistura de cal, areia e água, na qual na ausência do cimento a cal tem a função de aglomerante. Aplicadas em diversas fases da construção de uma edificação, as argamassas de cal são utilizadas desde a construção de alvenarias, em revestimentos de paredes e tetos, revestimentos de pisos, além de também serem utilizadas em recuperação de estruturas (ISAIA, 2019).

Embora tenham perdido espaço a partir da revolução industrial e da descoberta do cimento Portland, as argamassas que são constituídas por base de cal ressurgem quando se fala de recuperação em edificações históricas, já que se deve preservar a originalidade dos componentes das edificações (ALMEIDA, 2015).

As argamassas que detêm a cal como aglomerante em sua composição, desempenham importantes funções 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).

As argamassas de cimento proporcionam uma menor permeabilidade se comparadas às argamassas à base de cal, as argamassas à base de cimento detêm em sua composição sais solúveis, que em presença de umidade acabam por se depositarem na parede, fazendo com que ocorram manifestações patológicas que acabam por deteriorar a alvenaria e o revestimento. Assim sendo, devem ser empregados em intervenções nas edificações históricas materiais similares ao utilizados à época de construção, fazendo com que se preserve a maneira na qual a estrutura trabalha e consequentemente sua estrutura por completo (VEIGA, 2003; FARIA, 2004; GONÇALVES et al., 2009 e 2014; VEIGA, 2006a e 2006b; DAMAS, 2017).

3.2.1 Tipos de cal

Originada principalmente de rochas carbonatadas, a cal se constitui de um dos principais elementos utilizados na fabricação de argamassas. Dentre tais rochas, o calcário obtém relativo destaque, já que é formado em sua maioria por carbonato de cálcio (CaCO_3). (ALMEIDA, 2015).

Em relação à produção da cal, diferentes formas de fabrico foram utilizadas, como conchas marinhas, corais e rochas calcárias que detinham elevada quantidade de cálcio (CaCO_3). O ciclo da cal aérea se resume a reações de origem químicas e físicas que modificam a forma primitiva do carbonato de cálcio, o que ocorre em três processos diferentes, que são os seguintes (KANAN, 2008):

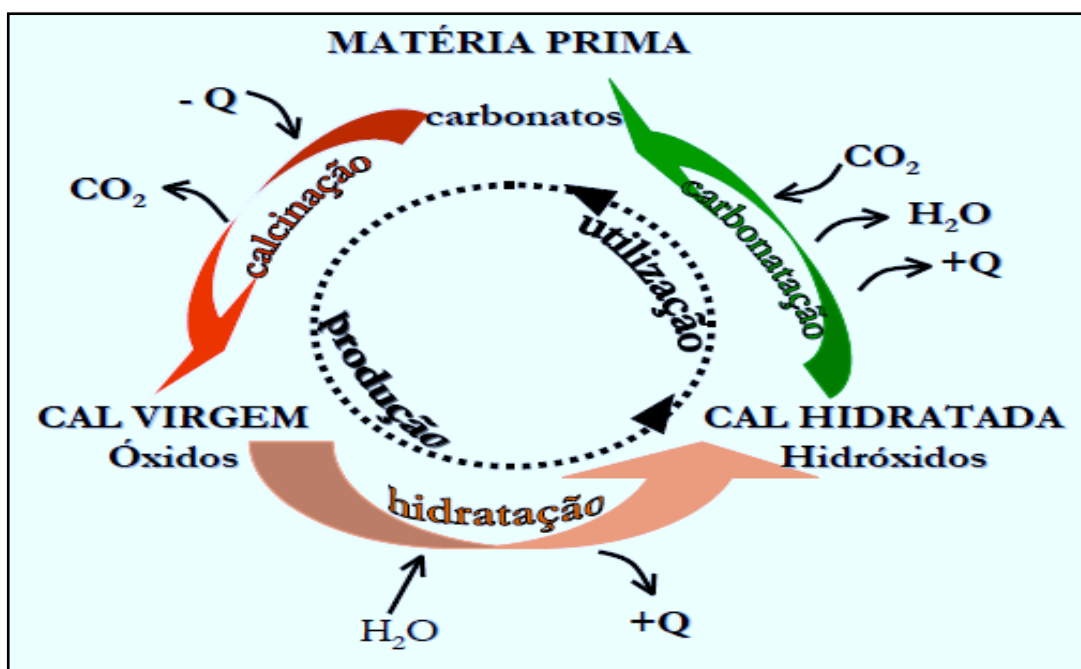
1. **Calcinação:** Fase em que o calcário ou fontes de matéria prima compostas por carbonato de cálcio (CaCO_3), é decomposto em temperaturas da ordem de 850-900°C, liberando assim o anidrido carbônico (CO_2) e formando o óxido de cálcio (CaO), também chamado de cal virgem;

2. Hidratação: Fase em que o óxido de cálcio (CaO) reage com água, formando assim o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), denominado cal hidratada, liberando calor, se constituindo assim de uma reação exotérmica.

3. Carbonatação: Fase em que acontece a cura da argamassa de cal aérea. O hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), encontrado na argamassa constituída de cal, em seu estado fresco absorve novamente o anidrido carbônico que está presente no ar e faz com que o mesmo se transforme novamente em carbonato de cálcio (CaCO_3).

O ciclo da cal descrito anteriormente está exemplificado na Figura 1.

Figura 1 - Ciclo da cal



Fonte: Cincotto, Quarcioni e John (2010)

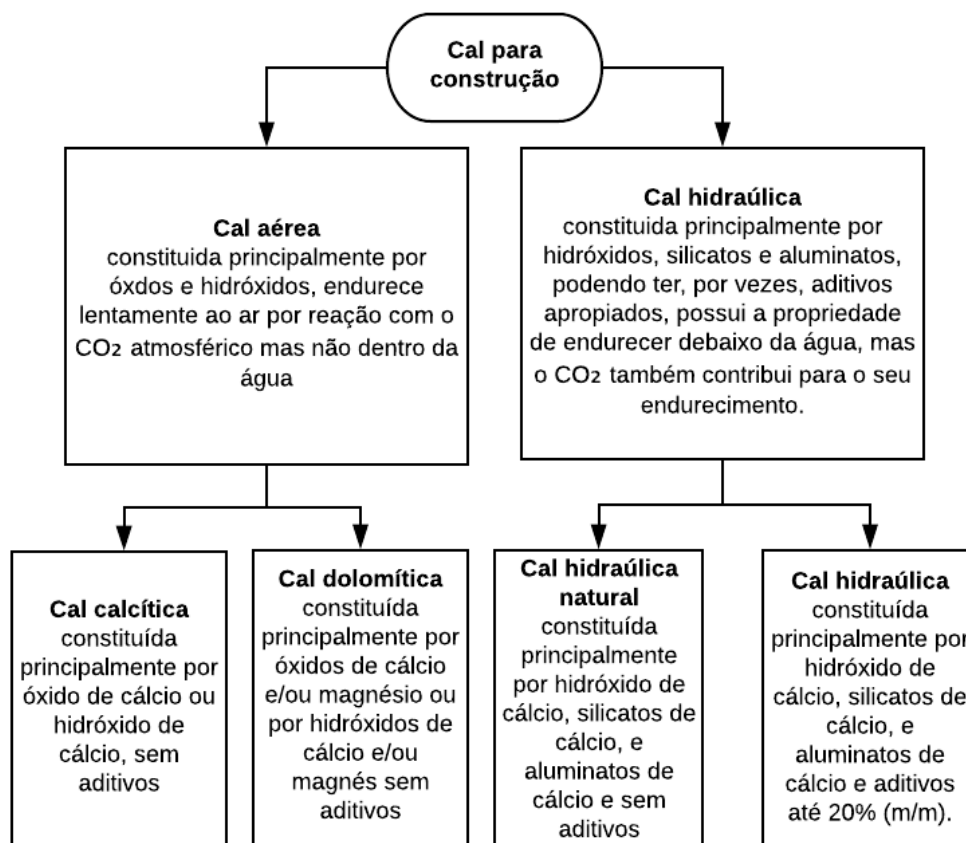
Com relação ao processo de cura das argamassas compostas por cal, os mesmos decorrem de duas fases (KANAN, 2008):

1. Evaporação da água da mistura, que faz com que ocorra uma diminuição de volume da massa;
2. Reação do dióxido de carbono (CO_2) com a cal hidratada, o que faz com que ocorram ganhos de resistência mecânica a argamassa, que se dá em virtude do surgimento do carbonato de cálcio.

A Figura 2 mostra os tipos de cal utilizados na construção civil. Por meio da mesma é possível denotar que existem dois tipos de cal, os quais são a cal aérea e a qual hidráulica. Em seguida, se aprofundando mais um pouco, observa-se que as mesmas se subdividem em cal

calcítica e cal dolomítica, no caso da cal aérea; e em cal hidráulica natural e cal hidráulica, referentes à cal hidráulica.

Figura 2 - Tipos de cales utilizados na construção civil.



Fonte: Adaptado de Rosa (2016)

A cal aérea tem como matéria-prima calcários que possuem um teor de impurezas abaixo de 5%, e pode ser formada por dois compostos: Óxido de cálcio (CaO) ou por hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2). Ambos os compostos presentes na argamassa, ao entrarem em contato com o dióxido de carbono (CO_2) presente no ar reagem lentamente, o que faz com que ocorra seu endurecimento. Um fato interessante relacionado à cal aérea é que a mesma não detém propriedades hidráulicas, o que faz com a mesma não seja viável em ambientes úmidos (ALMEIDA, 2015).

A cal aérea também é conhecida por outras denominações, como descrito no Quadro

1:

Quadro 1 - Nomenclatura da Cal Aérea

Nome Comum	Químico	Mineralógico	Fórmula
Calcário	Carbonato de cálcio	Calcita	CaCO_3
Cal virgem	Óxido de cálcio		CaO
Cal hidratada ou apagada	Hidróxido de cálcio	Portlandita	Ca(OH)_2
Cal carbonatada	Carbonato de cálcio	Calcita	CaCO_3

Fonte: KANAN (2008)

A cal aérea, embora tenha perdido espaço para o cimento, é empregada na fabricação de blocos sílico-calcários, adicionadas a materiais pozolânicos visando obter ligantes hidráulicos. Ainda podem ser inseridas em compostos juntamente com o cimento Portland ou cal hidráulica, na qual é aplicada em argamassas de revestimento, como também em caiação de muros, por meio da pintura (COUTINHO, 2002).

Segundo a NBR 7175/2003, a cal aérea pode ser classificada em função de seus aspectos químicos em três siglas: Cal hidratada CH-I, cal hidratada CH-II e cal hidratada CH-III. A Tabela 1 mostra a classificação da cal hidratada aérea em sua composição química referente as três siglas, de acordo com a referida norma.

Tabela 1 - Exigências químicas

Compostos		Limites		
		CH-I	CH-II	CH-III
Anidrido Carbônico (CO_2)	Na fábrica	≤ 5	≤ 5	≤ 13
	No depósito	≤ 7	≤ 7	≤ 15
Óxidos de cálcio e magnésio não hidratado calculado ($\text{CaO} + \text{MgO}$)		≤ 10	≤ 15	≤ 15
Óxidos totais na base de não-valáteis ($\text{CaOt} + \text{MgOt}$)		≥ 90	≥ 88	≥ 88

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 7175 (2003)

Já a cal hidráulica é obtida por meio de calcários que contêm uma porcentagem de impurezas acima de 25% (sílica e alumina). As mesmas conseguem se desmembrar em três grupos, os quais são: A cal hidráulica natural (NHL), cal hidráulica (HL) e cal formulada (FL) (KANAN, 2008; MADALENA, 2013).

A cal hidráulica natural (NHL) possuem propriedades hidráulicas advindas do processo de queima de calcários argilosos ou silicosos. Já a cal hidráulica (HL) é composta por cal e materiais com propriedades pozolânicas, como cimento e pozolanas. A cal formulada (FL) é formada por cal cálcica (CL), ou cal hidráulica natural (NHL), mediante sua junção com um material com propriedades hidráulicas que pode endurecer através de hidratação ou carbonatação (MADALENA, 2013).

A cal hidráulica detém a propriedade de reagir mediante o seu contato com a água, processo conhecido por hidratação, mostrando diferentes tipos de hidraulicidade em virtude da variação da quantidade de argilas encontradas nas rochas tomadas como matéria-prima. A cal hidráulica se constitui de um material que apresenta maior permeabilidade quando comparada ao cimento Portland, entretanto, argamassas produzidas com base em cales hidráulicas apresentam uma relativa dificuldade de caracterização. Ao serem comparadas com argamassas de cal aérea, as argamassas de cal hidráulica demonstram uma maior resistência (KANAN, 2008).

Podendo ser empregadas em situações similares as do cimento, as cales hidráulicas podem ser indicadas em circunstâncias na qual não sejam necessárias altas resistências mecânicas, como por exemplo, em argamassas de revestimentos e de alvenaria (COUTINHO, 2002).

3.2.2 Funções das argamassas nas alvenarias históricas

O termo alvenaria é designado para representar uma estrutura monolítica que pode ser constituída por materiais como blocos cerâmicos, blocos de concreto, e pedras. Em geral, na construção civil utilizam-se dois tipos de alvenaria, as quais são a alvenaria estrutural e a alvenaria não estrutural, conhecida por alvenaria de vedação.

Em edificações construídas em blocos estruturais a alvenaria é a própria estrutura da edificação e fica responsável por resistir às solicitações impostas a edificação. Já a alvenaria de vedação é empregada apenas como função de preenchimento, ou como o próprio nome sugere, de vedação. Nela, se faz uso do concreto armado (concreto e aço), como sistema estrutural, o qual se constitui de um esqueleto, sendo o é responsável por resistir e transmitir os esforços solicitantes da estrutura ao terreno.

Em razão de se constituírem como um elemento em que é utilizado na estrutura da edificação, é de extrema importância promover o estudo das argamassas em virtude das mesmas representarem uma ação de complementariedade em relação à alvenaria, o que faz

com que ocorra uma ligação entre ambas, capaz de fazer com que problemas ocorridos na estrutura sejam refletidos nas argamassas. Logo, compreender o comportamento das argamassas acaba por implicar em analisar o comportamento da edificação, o que faz com que seja possível oferecer uma manutenção adequada a edificação, prolongando assim sua vida útil e sua durabilidade (HUGHES, 2012; SOUSA, 2014).

Colaborando com funções como as de revestimento, que interferem na estética da construção, as argamassas, rebocos e demais acabamentos antigos constituídos da cal, acabam por interferir de forma significativa na preservação da estrutura, uma vez que a argamassa acaba por sofrer deterioração perante a estrutura, atuando assim como uma camada de proteção a mesma, que se sacrifica em detrimento da alvenaria. As argamassas também são responsáveis por atenuar inúmeras solicitações impostas pelo meio a edificação, como por exemplo, o ataque da umidade a alvenaria, o que seria extremamente prejudicial em virtude da mesma possuir uma alta taxa de porosidade, o que causaria sua deterioração e desagregação com o tempo (KANAN, 2008).

Em edificações antigas, as argamassas históricas que são compostas da cal, desempenham funções importantes que devem ser mantidas mesmo quando a edificação necessitar passar por processos de intervenções. Dentre tais funções, pode-se citar a de atuar como uma proteção à alvenaria, absorvendo impactos e demais solicitações impostas no decorrer do tempo (HUGHES, 2012; SOUSA, 2014).

Ao se tratar do revestimento de argamassa, por exemplo, percebe-se que nem sempre as intervenções ocorridas nessa parte da estrutura da edificação são feitas com materiais similares aos originais. Em muitos casos, são empregadas argamassas à base de cimento, diferentemente das argamassas antigas, que em sua composição era empregada a cal. O que não se é levado em consideração, é que em casos como esse, o modo na qual ambos os materiais trabalham ocorre de forma diferente um do outro, já que existem diferenças significativas entre argamassas a base de cal e argamassas a base de cimento, principalmente no que se diz respeito a porosidade do revestimento.

Usualmente, as argamassas de edificações históricas demonstram certa diferença em sua composição, se confrontadas com as argamassas utilizadas atualmente. O passar do tempo, e conseqüentemente o processo de envelhecimento das argamassas faz com que ocorram mudanças em sua microestrutura em razão do carbonato de cálcio, que é produzido durante o processo de cura da argamassa, sofrer um processo de recristalização (KANAN, 2008).

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).

No início de sua produção, há tempos atrás, havia uma série de diferenças, se confrontadas com as argamassas produzidas atualmente. A princípio, as fontes de produção da cal não apresentavam a pureza encontrada na matéria-prima utilizada atualmente. Métodos de produção arcaicos, que englobam os processos de calcinação, fornos e métodos de produção acabam por afetar as características, e consequentemente as propriedades da argamassa (KANAN, 2008).

As modificações pelas quais a argamassa passa no decorrer dos anos, faz com que sejam essenciais estudos aprofundados para obter um melhor entendimento a respeito do assunto, em especial, quando se diz respeito a argamassas históricas (RODRIGUES, 2013).

Entretanto, não se faz necessário obter em sua totalidade as características das argamassas antigas para se proceder à produção de argamassas utilizadas em intervenções. De antemão, é necessário estabelecer quais informações são imprescindíveis, de modo que se mantenham a essência do composto original. Em vista disso, é fato notório que as argamassas oriundas de processos de intervenção não irão refazer nos mínimos detalhes a formulação original da argamassa antiga. Entretanto, deve ocorrer uma harmonia entre argamassa e estrutura, bem como às suas necessidades, como, por exemplo, deter boa capacidade de resistir a sais solúveis e demais fatores de deterioração (KANAN, 2008).

O traço que é o processo de mistura dos componentes da mistura nas proporções necessárias, no qual era utilizado na produção das argamassas antigas relatados por alguns autores são citados abaixo, ambos estão na relação ligante/agregado (MOROPOULOU et al., 2003; ALMEIDA, 2015):

- Cal aérea em pó - 1:3;
- Cal hidráulica - 1:2;
- Cal e pozolana natural - 1:3;
- Cal e material cerâmico - 1:3.

3.2.3 Caracterização de argamassas históricas

Em virtude da ação imposta pelo tempo, inúmeros prédios históricos acabam por perder sua utilidade ou até mesmo exaurirem sua vida útil, comprometendo assim seu desempenho e consequentemente seu uso. Para solucionar tais problemas é necessário fazer uso de intervenções na edificação. Quando se chega a esse nível, é de suma importância promover um estudo da composição das argamassas existentes no local da intervenção, visando assim preservar a maneira de trabalhar da estrutura.

3.2.3.1 Métodos de caracterização de argamassas antigas

A caracterização de argamassas históricas se dá por meio de uma série de procedimentos, como os seguintes (VEIGA et al., 2001; SOUSA, 2014):

- 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.

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).

3.2.4 Intervenções em revestimentos de argamassas antigos

O tema intervenções em edificações históricas é um assunto bastante delicado, pois está se tratando de possíveis mudanças em obras que muitas vezes são tombadas pelo IPHAN, e que acima disso retratam todo o passado da cidade ou região. A princípio deve-se buscar sempre sua conservação fazendo-se uso de planos de manutenção, e em casos de intervenções, procurar manter inalteradas as partes que não necessitem de reforma ou reparos (SANTOS E VEIGA, 2012).

Quando se tratam de argamassas constituídas por cal, é indispensável que se procure manter suas propriedades, o que não significa que o novo material seja totalmente idêntico ao original, entretanto devem-se manter suas propriedades físico-químicas e estéticas. A conformidade deve ocorrer entre o material da superfície e o material que se encontrará em contato com o mesmo (KANAN, 2008).

As características requeridas em argamassas destinadas a intervenções em revestimentos ou alvenarias históricas necessitam serem submetidas a ensaios que visem realizar uma análise das mesmas. Assim sendo, estudos desenvolvidos em laboratórios com amostras do material a ser reconstituído é de suma importância, uma vez que é por meio deles que se conhecem as propriedades e conseqüentemente o comportamento da argamassa, o que proporcionará o uso na intervenção de uma argamassa de características similares a argamassa original (KANAN, 2008).

Segundo Santos e Veiga (2012), para que uma argamassa de reparação seja similar a argamassa antiga que será substituída, alguns critérios devem ser seguidos, como os descritos a seguir:

- Não danificar os revestimentos existentes;
- Garantir proteção as paredes;
- Possuir capacidade de poder ser recuperada;
- Não interferir no aspecto visual da edificação.

Após o conhecimento das propriedades das argamassas verificadas em laboratório, é importante também proceder a uma análise das alvenarias das quais as mesmas pertencem, pois a maneira na qual as mesmas se comportam acabam por influenciar em seu processo de conservação. A partir do momento no qual são diagnosticadas ações de degradação, com surgimento de manifestações patológicas, é imprescindível suceder o mais rápido possível

intervenções que visem sanar tais problemas, respeitando os princípios subsequentes (VEIGA, 2001):

- Identificar e sanar as deteriorações, sendo que inicialmente devem-se sanar as causas que levam a tais problemas;
- Obedecer ao preceito da mínima intervenção;
- Fazer uso de soluções e materiais compatíveis com os originais, afim de que se possa preservar o modo de desempenho da parede.

3.3 ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA DE RECUPERAÇÃO DE REVESIMENTOS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

Almeida (2015), procurou em seu estudo identificar os traços das argamassas usadas na muralha tardo, localizada em Portugal, essa muralha tem sua construção datada do século III – IV d. c., Para se chegar as proporções indicadas na Tabela 1, o autor utilizou-se de variadas técnicas de caracterização como análise granulométrica, caracterização mineralógica, caracterização térmica e química, caracterização petrográfica, caracterização física e mecânica e caracterização microestrutural.

Tabela 2 - Traço das argamassas (relações ponderais)

Amostras	Agregados silicosos	Agregados	
		carbonatados	Cal hidratada
AE1	1,5	0,7	1
AE2	1,2	0,4	1
CDB1	1,8	1	1
CDB2	2,5	2	1
ADJ1	5,6	0,6	1
ADJ2	3,9	1,8	1
SJP1	1,6	0,1	1
SJP2	5	4,9	1
PSM1	1,8	0,2	1
PSM2	2,6	0,3	1
RNA1	2,9	0,2	1

Fonte: Almeida (2015)

No Brasil, Nascimento et al., (2009), buscou identificar e caracterizar as argamassas oriundas do prédio principal da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo utilizando entre outros meios, o sugerido pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), utilizando técnicas de caracterização como difratometria de raios-x, análise petrográfica, análise granulométrica e análise química.

Nascimento et al (2009) chegou a conclusão que existiam amostras com dois tipos diferentes de cales, sendo a cal dolomítica e a cal calcítica. Já os traços encontrados estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Traços encontrados.

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	RELAÇÃO AGLO:AGRE (em massa)
REBOCO 1	1:3,9 (cimento-cal dolomítica : agregado)
REBOCO 2	1:2,8 (cimento-cal calcítica : agregado)
REBOCO 3	1:2 (cimento-cal dolomítica : agregado)
REBOCO 4	1:3,8 (cimento-cal calcítica : agregado)
REBOCO 5	1:2,9 (cimento-cal calcítica : agregado)
EMBOÇO 4	----
EMBOÇO 5	1:4,5 (cimento-cal calcítica : agregado)
CIMALHA	1:2,5 (cimento-cal calcítica : agregado)
FIXAÇÃO DA CIMALHA	1 : 1,8 (cimento : agregado)
CAPITEL DA COLUNA	1 : 0,6 (cimento : agregado)

Fonte: Adaptado de Nascimento (2009)

Ainda em solo brasileiro, Rodrigues (2013), em seu mestrado procurou realizar a caracterização das argamassas encontradas na ruína de São Miguel Arcanjo, localizada no Rio Grande do Sul. Em seu trabalho foram utilizadas as técnicas de caracterização como a Difração de raios X (DRX), Espectroscopia no Infravermelho por Refletância Total Atenuada (ATR-IR), análise térmicas (TG/DTA), Microscopia Óptica (MO), Microscopia eletrônica de varredura com EDS (MEV-EDS), análise química e análise granulométrica. Embora não se tenha tido por objetivo no referido trabalho procurar recompor o traço das argamassas utilizadas na edificação, foi possível encontrar a curva granulométrica dos materiais.

Com base nos resultados de granulometria realizado Rodrigues (2013), chegou a conclusão de que a areia utilizada nessas argamassas eram em sua maioria classificadas como

sendo areias finas, com ocorrência de frações de siltes e argilas, diagnosticados por meio dos ensaios de DRX e MEV-EDS.

4 METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Objetivando realizar a caracterização de argamassas históricas procurou-se encontrar uma edificação que atendesse as exigências desse tipo de trabalho. Depois de ver algumas opções, decidiu-se verificar o prédio na qual funciona o Mercado Público da cidade de Jardim de Piranhas.

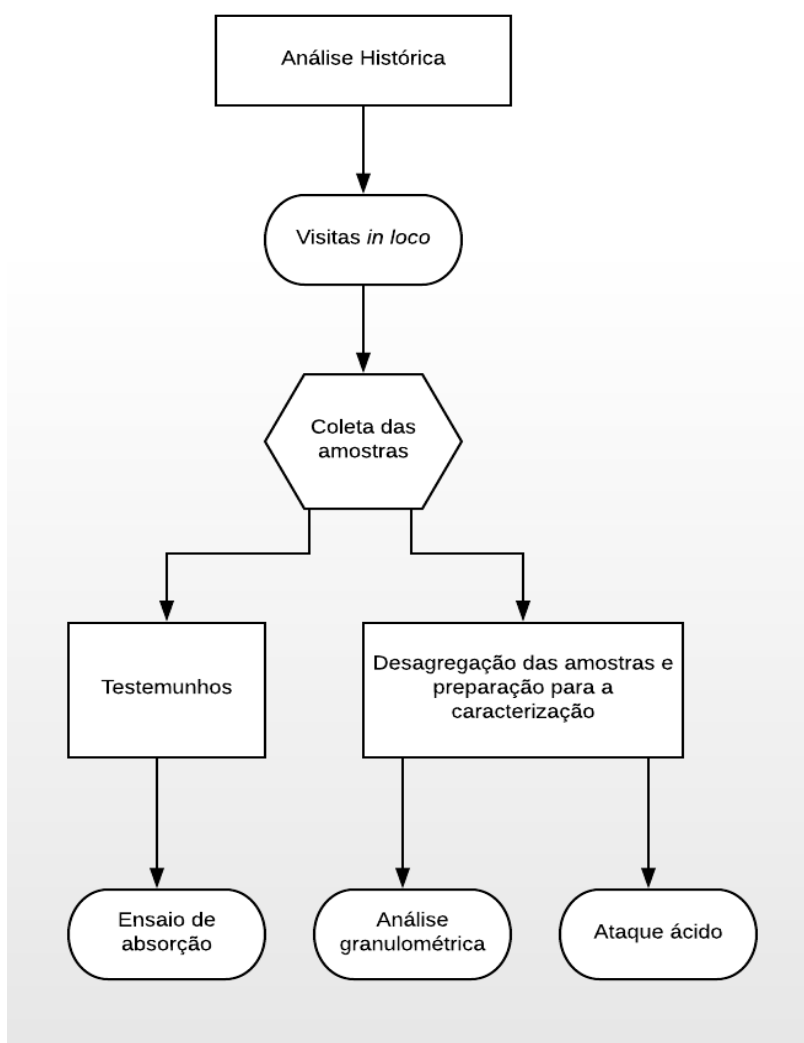
Inicialmente foi feita uma análise histórica da edificação, buscando assim conhecer o ano em que a mesma foi construída e se a mesma enquadrava-se na proposição do referido tema objeto deste trabalho. Posteriormente a análise histórica da edificação foi realizada uma visita in loco objetivando assim uma análise visual da mesma, bem como o conhecimento de possíveis pontos de coleta das amostras.

A partir disso, sucedeu-se a coleta das amostras, obedecendo aos critérios existentes, como por exemplo, realizar a extração com 1,5 a 2 metros de altura do piso. Depois de coletadas, as amostras foram identificadas de acordo com o local de extração para então seguirem ao laboratório. O laboratório utilizado para a realização dos ensaios foi o laboratório de materiais de construção civil da UFERSA – Campus Angicos, na qual as amostras foram preparadas e, por meio das técnicas de caracterização, buscou-se atingir o objetivo de realizar a caracterização das argamassas, conhecendo assim a sua composição, bem como presumindo seu comportamento, afim de que em possíveis intervenções possam ser empregados materiais de características semelhantes ao original.

Como técnicas de laboratório foram escolhidas usar os ensaios de granulometria, norteado pela 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.

A Figura 3 representa um fluxograma em que é mostrado a sequência dos procedimentos utilizados.

Figura 3 - Fluxograma da sequência dos procedimentos utilizados.



Fonte: Autoria própria (2019)

4.2 ANÁLISE HISTÓRICA DA EDIFICAÇÃO.

A edificação escolhida para recolhimento de amostras de revestimento fica localizada no município de Jardim de Piranhas, na região Seridó potiguar e trata-se de um Mercado Público, construído no início da década de 50, mais precisamente datada de 1951, com vistas a fornecer serviços de comércio a população local e de cidades vizinhas, principalmente de artigos de artesanato que são produzidos na cidade. De acordo com dados do IBGE (2019), o município possui uma população de 14.730 mil habitantes e fica localizado a aproximadamente 300 km da capital do estado do Rio Grande do Norte. As Figuras 4 e 5 ilustram a fachada do Mercado.

Figura 4 - Vista lateral da edificação



Fonte: Disponibilizada pela construtora (2018)

Figura 5 - Fachada posterior



Fonte: Disponibilizada pela construtora (2018)

O Mercado Público possuía 824 m² de área construída e era inicialmente composto por 18 salas, 2 banheiros e uma área ao centro do mesmo destinada para circulação de pessoas que por ali passavam. Já que funcionavam restaurantes e lanchonetes em algumas de suas salas, essa área central era destinada a colocação de mesas e cadeiras.

A edificação possui 67 anos de construção e foi utilizada até o ano de 2013, quando foi interditada, uma vez que se encontrava muito desgastada pelo uso e pelo tempo e, dessa maneira, oferecia riscos a integridade física de seus usuários. Ao longo de todos esses anos de utilização o Mercado nunca passou por serviços de manutenção.

Após longos três anos de interdição, o prédio começou a passar pelo processo de reforma em 2016, mas que perdura até o presente momento, estando com aproximadamente 70% dos serviços previstos concluídos. O projeto arquitetônico do novo mercado é representado na Figura 6.

Preservando as suas fachadas, o Mercado Público ganhou um novo pavimento, passando a ter uma área construída de 1245 m², contando no térreo com 14 lojas, 02 lanchonetes, além de um palco para apresentações culturais e no andar superior com 02 restaurantes com uma praça de convivência.

Figura 6 - Projeto arquitetônico do Mercado Público



Fonte: Disponibilizado pela construtora (2018).

Como visto na figura anterior, apenas as fachadas da edificação foram preservadas, objetivando assim preservar um pouco a sua arquitetura original.

4.3 COLETA DAS AMOSTRAS

Foi realizada a visita ao local para investigação dos possíveis pontos de extração das amostras do revestimento. Para escolha do local de extração da amostra foram utilizados alguns critérios, a saber:

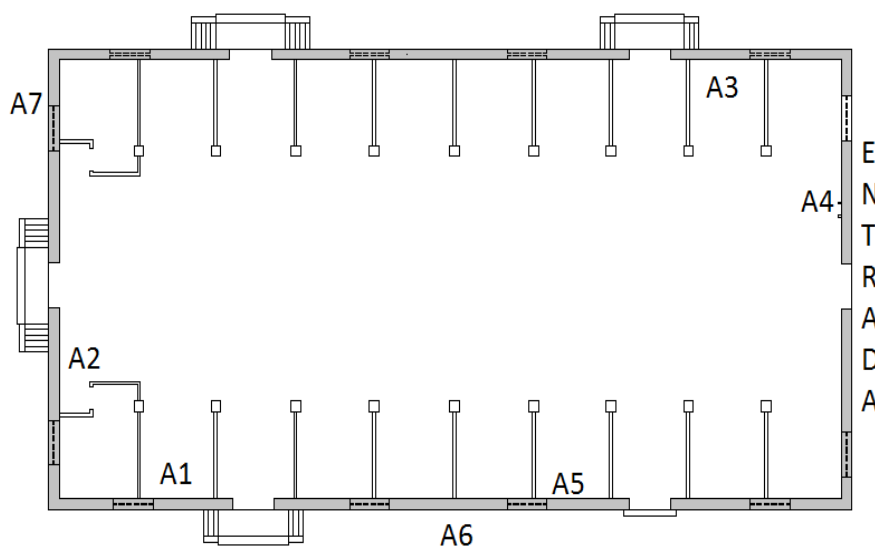
- A parede com revestimento não poderia ter indícios de reforma, de maneira a garantir que as amostras das argamassas de fato corresponderiam ao traço originalmente empregado.

Isto poderia ser facilmente visualizado pela coloração da argamassa, indicando a presença ou não de cimento, pois na época da construção, este material não havia sido utilizado;

- As amostras foram extraídas a uma distância de pelo menos 1,5 m de altura do piso. Isto decorre do fato de que em grande maioria dos casos o revestimento não é afetado por problemas e logo não passam por intervenções;
- As amostras deveriam cumprir uma área de aproximadamente 0,3 x 0,3 m, afim de que seja o suficiente para a realização de todos os ensaios necessários.

Escolhidos os pontos de extração, levando-se em conta os critérios apresentados, sucedeu-se a extração das amostras. Ao todo foram coletadas sete amostras, sendo cinco internas e duas externas. Os locais escolhidos para coleta das amostras estão indicados na Figura 7.

Figura 7 - Locais de coleta das amostras



Fonte: Autoria Própria (2018)

Como pode ser observado, nem todas as fachadas foram contempladas com a extração das amostras, isso se deve ao fato de que tenha sido alegado através responsável pela reforma que a extração em todas as fachadas da edificação acarretaria danos a mesma, além do que algumas das fachadas já tinham seu processo de recuperação bastante avançado ou até mesmo concluído.

Como técnica de extração das amostras foi realizada o corte manual do revestimento utilizando como ferramentas a marreta e talhadeira, ilustradas na Figura 8, que também representa o antes e depois da extração de uma amostra.

Figura 8 - Extração de amostra: antes e depois



Fonte: Autoria Própria (2018)

As amostras foram catalogadas por local de extração, e encontram-se apresentadas no Quadro 2. Este procedimento objetivou rastrear a ocorrência de possíveis mudanças de traços ao longo da edificação.

Quadro 2 – Mapeamento da extração das amostras

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	LOCAL DE ORIGEM
A1	Parede interna lateral esquerda
A2	Parede interna posterior
A3	Parede interna lateral direita
A4	Parede interna frontal
A5	Parede interna lateral esquerda
A6	Parede externa lateral esquerda
A7	Parede externa posterior

Fonte: Autoria Própria (2019)

Foi também realizado o registro fotográfico dos locais em que ocorreu a extração dos testemunhos do revestimento, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Alguns dos locais de extração das amostras: a) Fachada interna lateral esquerda; b) Fachada interna lateral direita; c) Fachada externa posterior; d) Fachada externa lateral esquerda.



Fonte: Autoria Própria (2018).

Como demonstrado nas figuras, os revestimento apresentavam uma certa integridade física, embora apresentassem alguns buracos.

4.4 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Após a extração, as amostras foram encaminhadas ao laboratório, afim de que se procedesse aos ensaios necessários para ao final obter as proporções de materiais empregados na constituição do revestimento utilizado.

A Figura 10 mostra uma das amostras extraídas, vista por ângulos diferentes. Na figura é possível observar as partes do revestimento que ficam em contato com o meio (imagem da esquerda), a parte que fica em contato com a alvenaria (imagem central) e a parte da camada do revestimento (imagem da direita).

Figura 10 - Amostras após serem extraídas



Fonte: Autoria Própria (2018).

A preparação das amostras iniciou-se com a remoção da película de tinta existente na superfície das mesmas, logo seguida do maceramento, processo que consiste em fragmentar os pedaços das amostras em pedaços ainda menores, fazendo com que ocorra a sua desagregação, ou seja, a amostra era submetida a uma espécie de moagem manual.

A remoção da película de tinta foi realizada utilizando-se de espátulas de aço e colher de pedreiro. Para o maceramento foram utilizadas uma bandeja e uma marreta de borracha, afim de não danificar as partículas. A Figura 11 mostra como as amostras se apresentaram após passarem por esse processo.

Após o maceramento, as amostras foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01g e logo depois seguiram para secagem na estufa por 24 horas, com temperatura variando entre 97 e 106°C, a fim de serem preparadas para sofrerem o ataque ácido.

Figura 11 - Amostras após o maceramento.

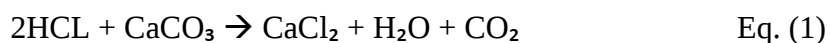


Fonte: Autoria Própria (2018).

4.5 ENSAIOS

4.5.1 ATAQUE ÁCIDO

O ataque das amostras por ácido visa provocar a degradação do aglomerante, que nesse caso é a cal, possibilitando que apenas os agregados permaneçam preservados na amostra. Tal procedimento baseia-se no fato de que o ácido clorídrico dilui o aglomerante deixando apenas o agregado insolúvel. Isso se dá em razão de que ao entrar em contato com o carbonato de cálcio, o ácido clorídrico reage causando o seu consumo e liberando, CaCl_2 , CO_2 e água. Devido a existência de quartzo no agregado, o mesmo fica intacto. A equação é descrita a seguir:



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, que estava em um copo de vidro. A partir de então, foi utilizado uma pinça de plástico para mexer o conteúdo da amostra e assim fazer com que o ácido penetre em todo o material. O material é pesado antes e depois do ataque ácido. A colocação do ácido na amostra de argamassa está ilustrada na Figura 12.

Figura 12 - Realização do ataque ácido.



Fonte: Autoria Própria (2018).

Na Figura 13, pode-se observar o processo de ataque ácido. A primeira imagem representa a amostra de argamassa moída antes da colocação do ácido; a segunda imagem representa a amostra já em contato com o ácido e a terceira imagem representa a amostra após a conclusão do ataque químico.

Figura 13 - Fases do ataque ácido.



Fonte: Autoria Própria (2018)

Após sofrer o ataque ácido, as amostras passaram por um processo de filtragem em papel filtro, objetivando assim a remoção de todo o ácido. Durante o processo de filtração foi utilizado 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. O processo de filtragem é demonstrado na Figura 14.

Figura 14 - Processo de remoção do ácido por meio de filtragem



Fonte: Autoria Própria (2018)

Após o processo de filtragem, as amostras retornaram a estufa por 24 horas novamente, objetivando assim a secagem por completa do material, para só então ser realizado a pesagem final e o ensaio de granulometria. A Figura 15 mostra as amostras prontas para o ensaio granulométrico, já secas em estufas e tendo seu aglomerante totalmente consumido pela reação com ácido.

Figura 15 - Amostras antes do ensaio de peneiramento



Fonte: Autoria Própria (2018).

A pesagem final que dará o resultado do traço estimado é feita da seguinte maneira: Pesa-se a amostra que saiu da estufa, diminuindo de seu peso o peso do papel filtro (2,2g), e então é obtido o peso final dos agregados. O peso do aglomerante será dado pelo peso inicial da amostra a ser ensaiada, subtraído o peso final dos agregados. A proporção aglomerante:agregado é obtida dividindo-se o peso do agregado pelo peso do aglomerante.

4.5.2 GRANULOMETRIA

O ensaio de distribuição granulométrica ou granulometria que é nortado pela NBR NM 248/03: AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA consiste em determinar a faixa granulométrica da amostra mediante a passagem da mesma por uma série de peneiras. A série de peneiras utilizadas durante o ensaio foram a 4,75 mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,600mm, 0,425mm, 0,250mm, 0,150mm e 0,075mm. A partir da massa retida nas peneiras é possível determinar o diâmetro das partículas do material, como também traçar a curva granulométrica do mesmo. A amostra submetida ao

referido ensaio detinha uma massa de 85g. Uma imagem ilustrando as peneiras utilizadas durante o ensaio é mostrada na Figura 16.

Figura 16 - Jogo de peneiras utilizado.



Fonte: Autoria Própria (2019).

A massa retida em cada peneira foi calculada com o auxílio da seguinte expressão matemática:

$$\% Retido = \left(\frac{Massa\ retida}{Massa\ total} \right) * 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde: Massa retida = massa retida em cada peneira;

Massa total = massa total da amostra.

Com este ensaio objetivou-se reconhecer as características de distribuição do tamanho dos grãos da areia utilizada na época da construção, definindo com base nisso o módulo de finura, graduação de seus grãos e tipo de areia usada.

4.5.3 ABSORÇÃO

O ensaio de absorção que é norteado pela NBR 9778/05: ARGAMASSA E CONCRETO ENDURECIDOS – DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA ÍNDICE

DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA, que consiste em identificar a quantidade de água que será absorvida pelas amostras através de seus poros. O mesmo foi realizado com três exemplares de cada amostra, afim de que ao final possa se obter uma média da taxa de absorção de cada amostra. As amostras da argamassa extraídas das paredes passaram simplesmente pelo procedimento de remoção da película de tinta e logo depois foram submetidos à secagem em estufa por 24 horas. 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 72h de ensaio.

Figura 17 - Ensaio de absorção.



Fonte: Autoria Própria (2018).

A taxa de absorção foi calculada mediante o emprego da seguinte expressão matemática:

$$Absorção (\%) = \left(\frac{Massa\ final - massa\ inicial}{Massa\ inicial} \right) * 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

Na qual a massa inicial é a massa da amostra seca em estufa e a massa final é a massa após as 72h de imersão da amostra em água.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ATAQUE ÁCIDO

A Tabela 4 mostra a relação entre aglomerante e agregado obtida em massa através do ataque ácido, bem como o traço equivalente estimado.

Tabela 4 - Relação em massa aglomerante agregado e traço estimado.

AMOSTRAS	AGREGADO (g)	AGLOMERANTE (g)	AGREG:AGLO	TRAÇO EQUIVALENTE
A1	86,2	13,8	6,25	1:6
A2	88,3	11,7	7,55	1:7
A3	87,8	12,2	7,20	1:7
A4	87,3	12,7	6,87	1:7
A5	87,8	12,2	7,20	1:7
A6	86,6	13,4	6,46	1:6
A7	85,9	14,1	6,09	1:6

Fonte: Autoria Própria (2019)

Por meio da referida tabela é possível observar que dentre as sete amostras analisadas foram obtidos dois tipos de traços, sendo 1:6 e 1:7, o qual é o mais utilizado.

A variedade de traços poderia ser explicada em razão do uso em diferentes paredes, de ambientes externos ou internos. Entretanto, de acordo com o mapeamento realizado foi observado que um mesmo ambiente possui traços diferentes, como por exemplo, as paredes de na qual foram extraídas as amostras A1 e A2. Logo, a diferença entre os mesmos pode ser explicada em razão da não existência de controle tecnológico na produção da argamassa utilizada, 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 amostras A1 e A6, que correspondem a um ambiente interno e outro externo, respectivamente.

5.2 GRANULOMETRIA

A Tabela 5 mostra os percentuais passantes de cada uma das amostras pela série de peneiras utilizadas no ensaio de granulometria. Pela referida tabela é possível 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.

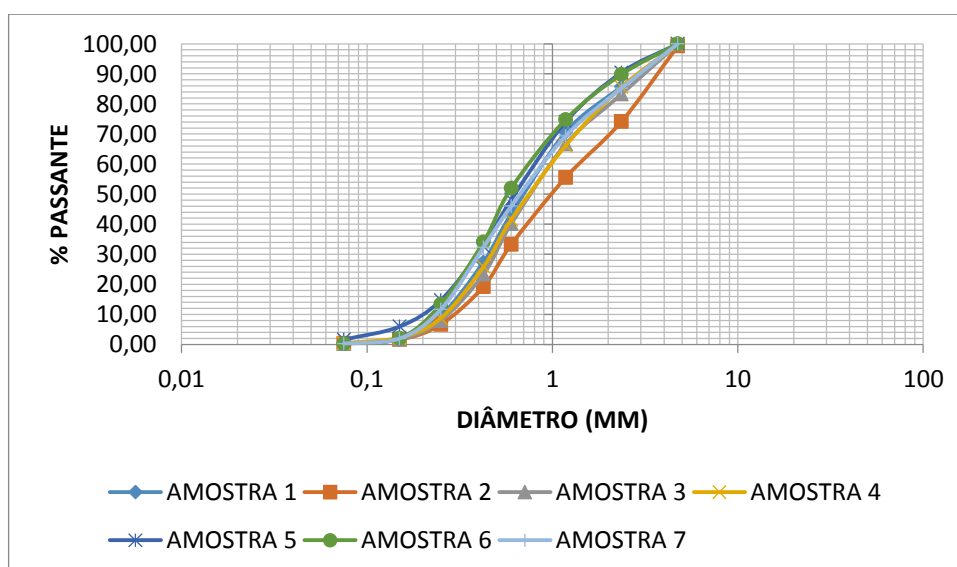
Tabela 5 - Análise granulométrica através do material passante

	% PASSANTE						
ABERTURA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
4,75 mm	99,85	99,28	100	99,7	100	100	100
2,36 mm	85,74	74,17	83,27	85,6	90,45	89,82	85,24
1,18 mm	70,6	55,55	66,66	66,14	74,05	74,82	69,37
0,600 mm	43,43	33,27	40,13	41,53	48,2	52	46,06
0,425 mm	27,44	19,23	23,39	25,86	32,63	34,08	32,34
0,250 mm	9,54	6,67	7,97	8,76	14,7	13,31	11,6
0,150 mm	1,97	1,6	1,69	2,3	5,96	2,1	2
0,075 mm	0,38	0,34	0,29	0,46	1,6	0,24	0,29

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 18 é apresentada a curva granulométrica obtida após o ensaio de granulometria.

Figura 18 - Curva de distribuição granulométrica.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Por meio das curvas granulométricas da Figura 18, é possível confirmar a similaridade na distribuição das partículas existentes nas amostras de argamassas estudadas, pois suas curvas apresentam um comportamento muito semelhante. O agregado miúdo analisado apresenta uma boa graduação, ou seja, desde grãos menores aos maiores. Uma boa graduação para areia se faz importante, pois faz com que ocorra certa acomodação entre as partículas, diminuindo assim o consumo de água em razão da diminuição dos vazios no material, essa água que posteriormente seria evaporada, acarretaria perdas de resistência, bem como o possível surgimento de fissuras devido a retração.

O módulo de finura, bem como o diâmetro máximo dos grãos está representado na Tabela 6.

Tabela 6 - Módulo de finura e diâmetro máximo.

	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7
M.F.	4,61	5,1	4,77	4,7	4,32	4,34	4,53
D _{máx} (mm)	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75

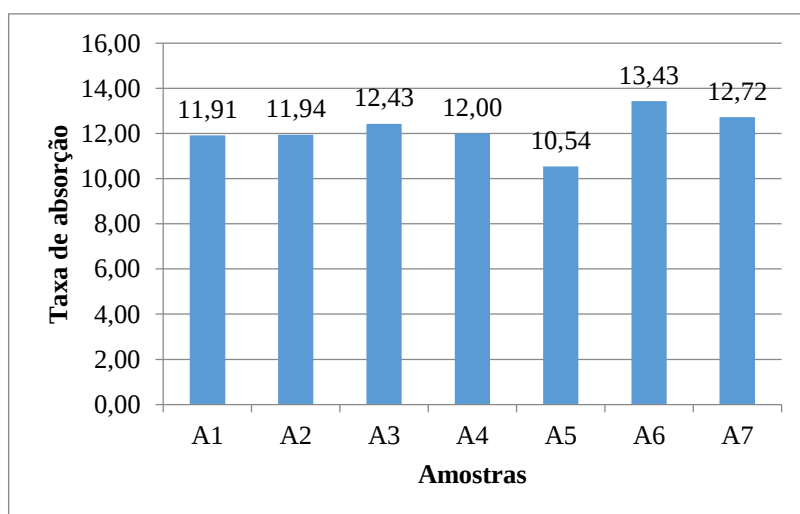
Fonte: Autoria própria (2019).

De acordo com os valores de módulo de finura apresentados pode-se observar que a areia empregada na fabricação da argamassa utilizada no revestimento da edificação se constitui de uma areia grossa, com modulo de finura bastante elevado. Ainda de acordo com o referido quadro é possível denotar certa similaridade entre os módulos de finuras, o que pressupõe que as areias podem ter sido extraídas da mesma jazida.

5.3 ABSORÇÃO

Por meio dos resultados do ensaio de absorção apresentados na Figura 19, é possível observar a taxa média de absorção de água ao fim do ensaio realizado das amostras analisadas.

Figura 19 - Taxa de absorção



Fonte: Autoria Própria (2019).

A amostra identificada como A5 foi a que apresentou uma menor taxa de absorção, com valores em torno de 10%, enquanto que a amostra representada como A6 demonstrou a maior taxa de absorção, com valores em torno de 12%. O desvio padrão calculado foi de 0,82.

Em comparação com taxas de absorção em concretos, por exemplo, as taxas apresentadas pelas amostras apresentadas são aproximadamente 50% maior. O que dá um indicativo de que realmente as argamassas de cal apresentam maior quantidade de poros que argamassas ou concretos com cimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo realizar a caracterização de argamassas históricas presentes no revestimento do Mercado Público construído em 1951 na cidade de Jardim de Piranhas/RN. A partir das análises realizadas é possível fazer as seguintes considerações:

- ✓ Os traços encontrados foram os de 1:6 e 1:7;
- ✓ Há uma diversificação entre os traços identificados em um mesmo ambiente;
- ✓ Não há um padrão de alteração da proporção dos materiais usados em função da exposição ao qual a parede está sujeita (ambiente interno ou externo);
- ✓ A areia usada apresenta uma boa graduação e pode ser classificada como areia grossa;
- ✓ 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.

Por fim, é observada a importância da realização dos estudos relacionados às argamassas históricas, principalmente no que concerne a sua caracterização, já que isso significa não só a restauração de maneira correta de edificações antigas, mas, sobretudo a preservação da memória de uma cidade, região ou país.

REFERÊNCIAS

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

ALARCÃO, J. (1978). **Argamassas na Antiguidade**. In: «História», Nº2, Lisboa, Pró jornal: 20-24.

ALMEIDA, Luís Filipe dos Santos de. **CARACTERIZAÇÃO 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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7175: Cal Hidratada Para Argamassas - Requisitos**. Rio de Janeiro: Abnt, 2003. 4 p.

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

BOYTON, R. S. (2008). **CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF LIME AND LIMESTONE**, 2ª edição, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, John Wiley & Sons, Inc., 1980.

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 fev. 2019.

CINCOTTO, M.a.; QUARCIONI, V.a.; JOHN, V.m. (Ed.). Cal na construção civil. In: GERALDO C. ISAIA (São Paulo). Instituto Brasileiro do Concreto (Ibracon) (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais**. São Paulo: Ibracon, 2010.

COUTINHO, A. S., 1997, “**FABRICO E PROPRIEDADES DO BETÃO**”. Volumes I e II, 3.ª edição. LNEC. Lisboa.

COUTINHO, Joana de Sousa. **Materiais de Construção 2: 1ª Parte**. S.l: Sem Identificação, 2002. 43 p.

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.

FARIA, P. (2004). **ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS PARA ALVENARIAS**

ANTIGAS. CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS LIGANTES.
Tese de Doutorado em Engenharia Civil, FCT-UNL, Monte da Caparica.

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.

GONÇALVES, T. D., Brito, V., Musacchi, J. (2014). **THE WHOLE AND THE PARTS: CAN LIME COATINGS ENHANCE THE DRYING OF SALT LADEN MATERIALS.** Construction and Building Materials, 57:179-189, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.007>.

HENRIQUES, F. M. A. (1996). **“Gesso”**. Apontamentos de Materiais de Construção. Departamento de Engenharia Civil, FCT-UNL, Monte da Caparica.

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.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/jardim-de-piranhas/panorama>. Acesso em: 24 fev. 2019.
ISAIA Geraldo C (Ed.). **Argamassas**: Capítulo 26 - Argamassas. S.l: Ibracon, 2019. 79 p

KANAN, Maria Isabel. **MANUAL DE CONSERVAÇÃO E INTERVENÇÃO EM ARGAMASSAS E REVESTIMENTOS À BASE DE CAL.** Brasília, DF :. 172 p. Iphan / Programa Monumenta, 2008.

MADALENA, Luís Miguel do Nascimento. **Influência do teor em pozolana na reatividade e nas características mecânicas de argamassas.** 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2013.

Margalha, M. G. (2011). **“Argamassas”**. Documento de apoio às aulas de Conservação e Recuperação do Património. Évora: Universidade de Évora.

MOROPOULOU, A.; POLIKRETTI, K.; BAKOLAS, A.; MICHAELIDIS, P., 2003, **“CORRELATION OF PHYSICOCHEMICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF HISTORICAL MORTARS AND CLASSIFICATION BY MULTIVARIATE STATISTICS”**. Cement & Concrete Research 33, pp. 891 - 898.

NASCIMENTO, C. B. do. **MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS HISTÓRICAS: PROPOSIÇÃO E ESTUDOS DE CASO.** In: CONGRESO IBEROAMERICANO Y VIII JORNADA “TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO”, 1., 2009, Buenos Aires, Argentina. **Artigo.** Buenos Aires, Argentina: Congreso Iberoamericano y Viii Jornada “técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio”, 2009. p. 1 - 10.

PAPAYIANNI, I., Stefanidou, M. (2007). **DURABILITY ASPECTS OF ANCIENT MORTARS OF THE ARCHEOLOGICAL.** site of Olynthos. Journal of Cultural Heritage,

8(2):193-196. <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2007.03.001>.

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.

RODRIGUES, Paula Nader. **CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS HISTÓRICAS DA RUÍNA DE SÃO MIGUEL ARCANJO/RS**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/rs, 2013.

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, Ana Rita; VEIGA, Maria do Rosário. ARGAMASSAS COMPATÍVEIS PARA EDIFÍCIOS ANTIGOS. In: LNEC, 2012, Lisboa - Portugal. **Artigo**. Lisboa: LneC, 2012. p. 1 - 11.

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.

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.

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. R. (2006a). **Os revestimentos antigos e a identidade dos edifícios**. *Arquitectura Ibérica, Reabilitação*, nº12.

Veiga, M. R. (2006b). **Intervenções em revestimentos antigos: conservar, substituir ou...destruir**. In: 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de edifícios (PATORREB), Porto.