



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DARA NASCIMENTO SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DO ARISCO: ANÁLISE DE PROPRIEDADES FÍSICAS
PARA VERIFICAÇÃO DE POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO EM
ARGAMASSAS**

**FORTALEZA
2021**

DARA NASCIMENTO SILVA

CARACTERIZAÇÃO DO ARISCO: ANÁLISE DE PROPRIEDADES FÍSICAS
PARA VERIFICAÇÃO DE POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO EM ARGAMASSAS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia
Civil do Centro Universitário Christus,
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. MSc. Mariana de
Araújo Leite

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586c Silva, Dara Nascimento.
Caracterização do arisco: análise de propriedades físicas para
verificação de possibilidades de aplicação em argamassas / Dara
Nascimento Silva. - 2021.
69 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2021.
Orientação: Profa. Ma. Mariana de Araújo Leite.

1. Arisco. 2. Agregado. 3. Argamassa. 4. Construção civil. 5.
Ensaios. I. Título.

CDD 624

DARA NASCIMENTO SILVA

CARACTERIZAÇÃO DO ARISCO: ANÁLISE DE PROPRIEDADES FÍSICAS
PARA VERIFICAÇÃO DE POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO EM ARGAMASSAS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia
Civil do Centro Universitário Christus,
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. MSc. Mariana de
Araújo Leite

Aprovada em 09/01/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a MSc. Mariana de Araújo Leite (Orientadora)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof.^a MSc. Marisa Teófilo Leitão
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof.^a MSc. Rafaela Fujita Lima
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

A Deus que me deu a oportunidade e força para vencer. A minha mãe por sempre acreditar em meus sonhos. E ao meu pai (*in memoriam*), que não está mais entre nós, mas continua sendo meu grande motivador.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade e força nos momentos difíceis.

A minha mãe que foi a pessoa essencial para a concretização deste sonho, pois sempre acreditou, confiou, apoiou e me deu recursos para realizá-lo. Sem ela não seria possível.

Ao meu pai, que não está mais entre nós, mas continua sendo meu grande motivador. Sua lembrança me dá força e confiança. É a estrela da minha vida.

Aos meus irmãos Armando e Luiz Carlos, que sempre estiveram próximos, me apoiando e motivando.

Às minhas cunhadas Gabriella e Erileuda, por se tornarem irmãs durante esse período turbulento.

Ao Hugo Rocha, por ser meu amigo e companheiro, por me ajudar nos momentos difíceis e me levar à praia quando precisava descansar.

À minha orientadora Mariana Leite, por acreditar no meu potencial e aceitar o convite de iniciar os estudos para a realização deste trabalho, mesmo antes de começar a disciplina. Agradeço a paciência e o cuidado de me ajudar com tanta atenção.

As professoras Marisa Leitão e Rafaela Fujita, que um dia me convidaram a conhecer o mundo dos materiais de construção civil, através da participação no grupo de estudos. Muito obrigada por todos os ensinamentos.

Ao Lindomar, grande colaborador do Núcleo de Práticas Tecnológicas (NPT), que me auxiliou na realização dos ensaios.

Aos meus amigos, que tornaram a caminhada suportável, mais fácil e alegraram os andares da Unichristus: Ana Carolina Magalhães, Claudia Mariana, Nayara Gurjão, Taynah Lima, Karoline Reis, Fernanda Moreira e João Victor. Obrigada pela amizade, apoio e carinho.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho, e conseqüentemente da realização do meu sonho.

A todos, muito obrigada.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.”

(BÍBLIA SAGRADA, JOSUÉ, 1:9)

RESUMO

A argamassa é um material de fundamental importância para realização de diversos serviços na construção civil. Uma mistura resultante da aglomeração de cimento, agregado miúdo e água, além de eventual uso de aditivos específicos. Dentre as principais propriedades das argamassas de revestimento no estado fresco está a trabalhabilidade, propriedade muito requerida pelos pedreiros. Essa propriedade pode ser conferida à argamassa a partir do melhor preenchimento de vazios internos pela adição de finos à mistura. Esta pesquisa visa investigar a possibilidade dessa adição de finos ser feita através da implementação do arisco. Isso porque o arisco apresenta-se como um material argiloso e possui elevada porcentagem de finos, de acordo com a literatura. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo geral apresentar dados de caracterização do arisco e orientar quanto ao uso eficiente deste material em argamassas de revestimento. Buscou-se analisar as normas da ABNT a serem utilizadas no processo experimental para entender as propriedades obtidas quanto a sua funcionalidade para aplicação em argamassas de revestimento e quanto ao impacto que elas teriam no desempenho dessas argamassas. Seguindo a metodologia apresentada obtiveram-se os resultados, contendo informações acerca dos ensaios de absorção de água, massa unitária, teor de finos que passam pela peneira 75 μ m, massa específica e determinação da composição granulométrica. A partir desses resultados concluiu-se que o arisco pode ser utilizado em argamassas de revestimento, porém, deve-se ter o cuidado na dosagem para que esse uso não cause malefícios, como retração, fissuras e outros.

Palavras-chave: Arisco. Agregado. Argamassa. Construção civil. Ensaios.

ABSTRACT

Mortar is a material of fundamental importance for carrying out various services in civil construction. A mixture resulting from the agglomeration of cement, fine aggregate and water, in addition to the possible use of specific additives. Among the main properties of coating mortars in the fresh state is workability, a property that is very much required by bricklayers. This property can be given to the mortar from the best filling of internal voids by adding fines to the mixture. This research investigates the possibility of this addition of fines being made through the implementation of the "arisco". This is because the arisco presents itself as a clay material and has a high percentage of fines. In this way, this work has as general objective to present data of characterization of the arisco and to orient as for the efficient use of this material in mortars of coating. We sought to analyze the ABNT standards to be used in the experimental process to understand the properties obtained in terms of their functionality for application in coating mortars and the impact they would have on the performance of these mortars. Following the presented methodology, the results were obtained, containing information about the water absorption tests, unit mass, fines content that pass through the 75 μ m sieve, specific mass and specific determination of the granulometric composition. From these results it was found that aloof can be used in mortars, however, care must be taken in dosing so that this use does not cause harm, such as shrinkage, cracks and others.

Keywords: Arisco. Aggregate. Mortar. Civil construction. Test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E GRÁFICOS

Figura 1 – Tipos de cimento e seus componentes	16
Figura 2 – Diferentes alternativas de revestimento de parede	25
Figura 3 – Adesão adequada entre o revestimento e o substrato	26
Figura 4 – Arisco comprado em depósito de materiais em Fortaleza-CE	31
Figura 5 – Fluxograma da ordem das atividades	35
Figura 6 – Arisco fornecido pelo NPT (Unichristus).....	37
Figura 7 – Redução da amostra por quarteamento.....	38
Figura 8 – Processo de ensaio para determinação da absorção de água	39
Figura 9 – Recipiente e haste de adensamento	40
Figura 10 – Processo de ensaio de determinação da massa unitária.....	40
Figura 11 – Processo de lavagem da amostra	41
Figura 12 – Processo de ensaio para determinação da massa específica	42
Figura 13 – Peneiras segundo a NM-ISO 3310 -1 ou 2	43
Figura 14 – Amostra separada após peneiramento	43
Gráfico 1 – Curva da composição granulométrica do arisco	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das argamassas de acordo com as suas funções.....	13
Quadro 2 – Tipos de aditivos.....	23
Quadro 3 – Camadas do revestimento de acordo com as suas funções	25
Quadro 4 – Normas para ensaio de caracterização do arisco.....	36
Quadro 5 – Resultados da composição granulométrica	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de composição do cimento Portland	19
Tabela 2 – Massas obtidas do ensaio de absorção de água	45
Tabela 3 – Resultados do ensaio de massa unitária	47
Tabela 4 – Resultados do ensaio de determinação de materiais finos	49
Tabela 5 – Resultados do ensaio de massa específica	52

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira do Cimento <i>Portland</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados
APA	Área de Proteção Ambiental
DMC	Dimensão Máxima Característica
MF	Módulo de Finura
mm	Milímetros
NPT	Núcleo de Práticas Tecnológicas
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RDM	Revestimento Decorativo Monocamada
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
µm	Micrometros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Questão de pesquisa.....	15
1.2	Objetivos	12
1.2.1	<i>Objetivo geral.....</i>	12
1.2.2	<i>Objetivos específicos:.....</i>	12
1.3	Estrutura do trabalho	12
1.4	Limitações do trabalho.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Argamassas na construção civil	13
2.2	Materiais componentes das argamassas	15
2.2.1	<i>Cimento Portland</i>	15
2.2.2	<i>Agregado</i>	20
2.2.3	<i>Água</i>	22
2.2.4	<i>Aditivos</i>	22
2.3	Desempenho de argamassas de revestimento	24
2.4	Arisco.....	30
2.5	Trabalhos sobre argamassas com arisco e outros materiais.....	32
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	Delineamento metodológico	34
3.2	Descrição e detalhamento da metodologia de pesquisa	35
3.2.1	<i>Processo de pesquisa bibliográfica e normativa</i>	35
3.2.2	<i>Processo de pesquisa experimental</i>	36
3.2.3	<i>Processo de análise e comparação de resultados</i>	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	Análise dos resultados dos ensaios laboratoriais	45
4.1.1	<i>Ensaio de absorção de água</i>	45
4.1.2	<i>Ensaio de massa unitária.....</i>	47
4.1.3	<i>Ensaio de determinação de materiais finos</i>	49
4.1.4	<i>Ensaio de massa específica</i>	51
4.1.5	<i>Ensaio de composição granulométrica</i>	55
5	CONCLUSÕES	58
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

A argamassa é um material de fundamental importância para realização de diversos serviços na construção civil. Essa mistura é resultante da aglomeração de cimento, agregado miúdo e água, além de eventual uso de aditivos específicos (ABNT NBR 13281/2005).

Para Krüger, Souza e Konofal (2013), as propriedades fundamentais em argamassas e concretos, que se complementam entre si para que se obtenha um produto com características necessárias, são a resistência à compressão, a consistência e a coesão. Speck (2018) explica que o desempenho das argamassas está atrelado, principalmente, ao seu potencial de aderência, que por sua vez, depende, preponderantemente, do comportamento reológico das argamassas e características de rugosidade e absorção dos substratos, para uma boa adesão, uma vez que sua eficácia depende do comportamento dos elementos do sistema de revestimento, da qual a argamassa faz parte. Essas características relatadas são propriedades fundamentais para a obtenção de uma argamassa com bom desempenho.

Krüger, Souza e Konofal (2013) ainda relatam que uma argamassa é trabalhável quando não segrega ao ser transportada, não gruda na colher de pedreiro, distribui-se facilmente ao ser assentada, não endurece em contato com superfícies absorptivas e permanece plástica por tempo suficiente para que seja aplicada. Dessa maneira, entende-se que é necessário, em seu estado fresco, que as argamassas apresentem boa trabalhabilidade.

Dos materiais constituintes, Silva et al. (2016) mostra que o cimento é um aglomerante hidráulico, chamado assim por possuir propriedades aglomerantes desenvolvidas pela reação dos seus componentes com a água e sua contribuição nas propriedades das argamassas está voltada principalmente para a resistência mecânica. Enquanto o agregado miúdo, segundo Carasek (2010), se faz presente em cerca de 60% a 80% do consumo dos materiais da argamassa pronta, em massa, resultando em significativa influência no seu comportamento no estado fresco, bem como no desempenho do revestimento. Água é indispensável para conferir trabalhabilidade à mistura e contribuir diretamente para a hidratação do cimento. Eventualmente, a utilização de aditivos se dá devido a busca por características específicas desejadas, e por isso o tipo de aditivo pode mudar.

Essa trabalhabilidade também pode ser conferida à argamassa a partir do melhor preenchimento de vazios internos pela adição de finos à mistura. Para Krüger, Souza e Konofal (2013), essa adição deve ser feita de forma equilibrada, pois o excesso de materiais pulverulentos exige a adição de uma quantidade maior de água para a hidratação do cimento, o que aumenta a quantidade de vazios e causa a queda de resistência mecânica e da durabilidade das argamassas.

Apesar de não existirem muitos estudos voltados às características do arisco, também chamado de areia de cava, é um material utilizado em larga escala na construção civil, pois promete uma melhor facilidade para trabalhar, propriedade de senso comum entre pedreiros e colaboradores. Isso ocorre devido à elevada porcentagem de finos presente no arisco, que promove melhor preenchimento dos vazios. Esse percentual pôde ser observado no estudo de Santos Júnior (2009), que realizou a caracterização do arisco, da cidade de Fortaleza, e obteve como resultado 19,35% de teor de finos, enquanto a areia vermelha apresenta 9,31%. O mesmo autor justifica ainda esse fato devido ao arisco apresentar-se como um material argiloso. Dessa forma, a adição de finos a argamassas pode ser feita por meio do arisco, de forma a trabalhar no preenchimento dos vazios e promover melhorias na trabalhabilidade.

Segundo a NBR 7211 (ABNT, 2005), é chamado de arisco o agregado miúdo, cujos grãos passam pela peneira com abertura de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de 150 µm, quando submetidos ao ensaio de granulometria de acordo com a NBR NM 248. Alguns trabalhos também citam o arisco sob a nomenclatura de areia de cava, como já citado anteriormente.

Segundo Santos Júnior (2009), a areia vermelha utilizada na produção de argamassas vem sendo substituída aos poucos pelo arisco, pois as reservas existentes estão se exaurindo e não se tem procurado novas reservas. De acordo com a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção (ANEPAC, 2015), os agregados são os materiais manufaturados mais consumidos do mundo, com uma produção de 45.370 milhões de toneladas de agregados, em 2014. No mesmo ano, o Brasil produziu 741 milhões de toneladas de agregados e dentre estes, 439 milhões de toneladas são de areia. Essa elevada demanda pode ser uma das razões da atual escassez das fontes naturais, resultado de um longo período de exploração. Boa parte desse consumo está diretamente

relacionado com o setor da construção civil, pois são insumos fundamentais para concretização de vários serviços, entre estes a produção de argamassas.

Contudo, a adição de arisco em argamassas pode trazer consequências como a redução da sua resistência à compressão e má aderência ao substrato, como foi verificado na pesquisa de Santos Júnior (2009). Dessa forma, o uso desse material como agregado miúdo deve ser feito embasado em estudos, de forma a garantir que as propriedades não sejam prejudicadas.

Com isso, frente à necessidade incessante de aprimoramento das argamassas, busca por novos materiais, análise qualificada dos mesmos para garantir uma boa performance nas aplicações e a partir do exposto anteriormente, o presente estudo propõe a caracterização do arisco, através de ensaios em laboratório normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), dessa forma agregando conhecimento à literatura.

1.1 Questão de pesquisa

Diante da contextualização apresentada no item anterior, pode-se afirmar que o problema de pesquisa está relacionado a determinação das características do arisco para aplicação eficaz em argamassas de revestimento. Em resumo, o presente trabalho tem como questão de pesquisa o seguinte questionamento: quais as propriedades do arisco que devem ser analisadas e escolhidas para que seu uso em argamassas de revestimento seja benéfico

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar dados de caracterização do arisco e orientar quanto ao uso eficiente deste material em argamassas de revestimento.

1.2.2 Objetivos específicos:

- i. Caracterizar em laboratório amostras de arisco de forma a avaliar algumas de suas principais propriedades;
- ii. Comparar as propriedades do arisco com outros tipos de agregado utilizados em argamassas;
- iii. Analisar o uso do arisco em argamassas a partir das propriedades estudadas.

1.3 Estrutura do trabalho

O Capítulo 1 trata da Introdução, ou contextualização do tema, onde são apresentados o problema e questões de pesquisa, a justificativa e os objetivos do estudo, além da divisão da monografia.

O Capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico, isto é, o embasamento literário necessário para auxiliar na realização e entendimento deste trabalho. Inicialmente serão apresentados os conceitos básicos sobre argamassas na construção civil, de forma a mostrar os materiais constituintes e sua importância na composição. Tais materiais serão detalhados no item seguinte, dando foco ao arisco pela sua importância nos resultados do estudo. Também será abordado o desempenho de argamassas de revestimento, por ser o tipo de argamassa em estudo, de forma a apresentar as características esperadas desse material, assim como o comportamento padrão buscado. Por fim, outros trabalhos que mostram resultados com uso de arisco e outros agregados para argamassas serão apresentados, para fins de comparação futura e embasamento metodológico.

No Capítulo 3 têm-se as etapas de desenvolvimento do estudo, com a descrição da metodologia adotada, assim como os materiais utilizados e os procedimentos realizados em cada uma das etapas da pesquisa. O Capítulo 4 mostra os resultados encontrados com a pesquisa, devidamente discutidos embasados no referencial exposto no Capítulo 2. E, por fim, o Capítulo 5 mostra as conclusões do trabalho.

1.4 Limitações do trabalho

É importante mencionar que esta pesquisa inicialmente teria como um dos objetivos rodar traços de argamassas para revestimento com o arisco, como agregado miúdo, e assim avaliar seu comportamento nos estados fresco e endurecido. Porém, devido a pandemia por COVID-19, que limitou o acesso aos laboratórios, foi necessário reconfigurar a pesquisa para a caracterização do arisco, de forma a analisar suas propriedades físicas e verificar, baseado em revisão de literatura, a possibilidade de aplicação em argamassas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Argamassas na construção civil

A argamassa é um material de fundamental importância para realização de diversos serviços na construção civil. Essa mistura pode ser classificada de acordo com o objetivo de aplicação, em conformidade com o estudo de Carasek (2010), que afirma que as funções das argamassas estão diretamente relacionadas às suas finalidades. A autora ainda relata que as argamassas mais empregadas na construção civil são as argamassas de assentamento de alvenarias e argamassas de revestimento de paredes e tetos. O Quadro 1, apresenta a classificação das argamassas de acordo com as suas funções.

Quadro 1 – Classificação das argamassas de acordo com as suas funções

FUNÇÃO	TIPOS
Para construção de alvenarias	Argamassa de assentamento (elevação da alvenaria)
	Argamassa de fixação (ou encunhamento) - alv. de vedação
Para revestimento de paredes e tetos	Argamassa de chapisco
	Argamassa de emboço
	Argamassa de reboco
	Argamassa de camada única
	Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimento de pisos	Argamassa de contrapiso
	Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (paredes/pisos)	Argamassa de assentamento de peças cerâmicas - colante
	Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

Fonte: Adaptado de Carasek (2010)

Todas as argamassas supracitadas, de acordo com a ABNT NBR 13281 (2005), precisam se comportar de forma satisfatória, ou seja, estar entre os limites estabelecidos pela mesma norma no que diz respeito aos ensaios realizados, como:

- I. Resistência à compressão;
- II. Densidade de massa aparente no estado endurecido;
- III. Resistência à tração na flexão;
- IV. Coeficiente de capilaridade;
- V. Densidade de massa no estado fresco;
- VI. Retenção de água;
- VII. Resistência potencial de aderência à tração.

A argamassa de revestimento, foco do presente estudo, é definida, segundo a ABNT NBR 13529 (2013), como a mistura homogênea entre o agregado miúdo, aglomerante inorgânico (cimento), água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento. As argamassas devem ser aplicadas em paredes e tetos para fins de proteção do substrato contra intemperismos e como define Carasek (2010) revestir paredes, muros e tetos, que geralmente, recebem acabamentos como pintura, revestimentos cerâmicos, laminados, entre outros. A utilização de aditivos é uma possibilidade e são empregados quando se têm o objetivo de alcançar características específicas para determinada aplicação.

Para que sejam atingidos resultados apropriados, é importante manter o controle tecnológico da mistura, que é resultado de uma dosagem adequada dos materiais, assim como a qualidade deles. Conforme o estudo Matos (2013) é de fundamental importância o conhecimento de cada material que constitui a argamassa, pois segundo Chagas (2018), os materiais constituintes da mistura têm ligação direta com as funções a serem desempenhadas, devendo estes ser determinados em função da utilização posterior da pasta. Santos et al. (2018) explica que dosar uma argamassa consiste em estabelecer as proporções dos materiais constituintes da mistura com base em conceitos e propriedades técnico-científicos fundamentados no tipo de uso da argamassa e nas características dos materiais constituintes. O tópico seguinte aborda a importância de cada um dos

materiais componentes das argamassas, de forma a ressaltar seu uso adequadamente.

2.2 Materiais componentes das argamassas

2.2.1 Cimento Portland

Na maioria dos casos o Cimento *Portland* é o aglomerante utilizado para a fabricação da argamassa. Como relata Aquino (2019), os aglomerantes são produtos empregados na construção civil e tem por finalidade fixar ou aglomerar materiais entre si.

O Cimento *Portland* é um aglomerante hidráulico, pois endurece sob a ação da água e permanece estável à ação desta. Trata-se de um material produzido pela moagem do clínquer, que consiste essencialmente de silicatos de cálcio hidráulicos, usualmente com uma ou mais formas de sulfato de cálcio como um produto de adição (ROCCHI e OLIVEIRA, 2017).

De acordo com a Associação Brasileira do Cimento *Portland* (ABCP, 2019), o mercado brasileiro possui oito tipos diferentes de cimentos, desenvolvidos para diversas finalidades. A divisão das classes é justificada devido aos variados tipos de cimento, que se diferenciam basicamente quanto aos teores de clínquer em sua composição. Cada tipo de cimento é utilizado para diferentes finalidades afim de obter resultados satisfatórios para sua aplicação. A Figura 1 abaixo ilustra os tipos de cimento e seus componentes.

Figura 1 – Tipos de cimento e seus componentes



Fonte: Associação Brasileira do Cimento *Portland* (ABCP, 2019)

A seguir serão apresentados detalhadamente os tipos de cimento de acordo com a Associação Brasileira do Cimento *Portland* (ABCP, 2019) e suas aplicações, de acordo com Pereira (2019).

1. Cimento *Portland* Comum (CP I)
 - a) CP I - Cimento *Portland* Comum
 - b) CP I-S - Cimento *Portland* Comum com Adição
2. Cimento *Portland* Composto (CP II)
 - a) CP II-E – Cimento *Portland* Composto com Escória
 - b) CP II-Z – Cimento *Portland* Composto com Pozolana
 - c) CP II-F – Cimento *Portland* Composto com Fíler

3. Cimento Portland de Alto-Forno (CP III)
4. Cimento Portland Pozolânico (CP IV)
5. Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI)
6. Cimento *Portland* Resistente a Sulfatos (RS)
7. Cimento *Portland* de Baixo Calor de Hidratação (BC)
8. Cimento *Portland* Branco (CPB)

O CP I é um tipo de cimento *Portland* que possui apenas uma adição: o gesso, que auxiliará como retardador de pega. Esse tipo é utilizado geralmente em obras em que não há exposição a ambientes desfavoráveis, com presença de água ou sulfatos do solo, por exemplo. Já o CP I-S possui as mesmas características do CP I, porém com adição de no máximo 5% de material Pozolânico em massa que garante uma menor permeabilidade a este tipo de cimento (PEREIRA, 2019).

De acordo com o mesmo autor, o CP II-E é utilizado quando há necessidade de que as estruturas tenham um baixo calor de hidratação ou que possam ser atacados por sulfatos. O CP II-E é constituído de 94% a 66% de clínquer e gesso e de 6% a 34% de escória granulada de alto forno. O CP II-Z é um cimento que geralmente é utilizado em obras marítimas, industriais e subterrâneas por conter de 6% a 14% de pozolana garantindo uma maior impermeabilidade e durabilidade aos concretos e argamassas produzidos com este tipo de cimento. O CP II-F é utilizado para diversas finalidades, como no preparo de argamassas de assentamento, argamassas de revestimento, estruturas de concreto armado, solo-cimento, pisos e pavimentos de concreto, etc. Ainda segundo Pereira (2019), este tipo de cimento é constituído de 90% a 94% de clínquer e gesso e de 6% a 10% de material carbonático ou fíler, caracterizando-o como um composto.

O CP III pode ser usado tanto na execução de obras de grande porte e agressividade como barragens, esgotos, pavimentação de estradas, pistas de aeroporto, quanto na aplicação de argamassas de assentamento e revestimento, estruturas de concreto armado, concreto protendido, projetado, rolado, dentre outros. Esta classe de cimento contém adição de 35% a 70% de escória em sua composição o que lhe proporciona maior impermeabilidade e durabilidade, resistência a sulfatos e à expansão além de baixo calor de hidratação (PEREIRA, 2019).

O CP IV é geralmente utilizado em obras que solicitem grandes volumes de concreto, pois apresentam baixo calor de hidratação e em obras expostas à ação de água corrente e ambientes agressivos devido a sua baixa porosidade. Este tipo de cimento é constituído de 15% a 50% de material Pozolânico, como o próprio nome sugere. Sua aplicação em argamassas e concretos, apresenta maior impermeabilidade, maior durabilidade e maior resistência mecânica à compressão à longo prazo em relação às misturas feitas com Cimento Portland Comum (PEREIRA, 2019).

Para Pereira (2019), o CP V-ARI é um dos tipos de cimentos que não contém adições em sua composição (em casos especiais pode conter até 5% de material carbonático, o filer calcário). O que o difere do CP I é seu processo de dosagem e produção do clínquer. As alterações nas dosagens de calcário e argila na produção do clínquer garante ao CP V-ARI uma alta resistência inicial do podendo atingir em torno de 26 MPa de resistência no primeiro dia de aplicação do concreto. É utilizado em obras tanto de pequeno porte quanto de grande porte, bastam serem casos em que se torna necessária uma alta resistência inicial para desforma rápida dos elementos de concreto armado.

O CP-RS é um tipo de cimento que pode ser utilizado em obras de recuperação estrutural, concreto projetado, concreto armado, concreto protendido, elementos pré-moldados de concreto, pavimentos etc. Seu uso faz-se necessário geralmente quando o concreto está submetido à meios agressivos sulfatados como redes de esgotos, ambientes industriais e água do mar (PEREIRA, 2019).

O CP-BC é um tipo de cimento que tem por finalidade retardar o calor de hidratação em peças de grande massa de concreto, evitando o aparecimento de fissuras de origem térmica, segundo Pereira (2019).

O CPB pode ser dividido em estrutural, aplicado para fins arquitetônicos com as mesmas características dos outros tipos de cimento, porém com a pigmentação branca, e não estrutural, indicado para rejuntamento de cerâmica. A cor branca é obtida através de matérias-primas com baixo teor de manganês e ferro e a utilização do caulim no lugar a argila. A Tabela 1 a seguir reúne a composição dos tipos de cimento (PEREIRA, 2019).

Tabela 1 – Limites de composição do cimento Portland

Designação normalizada	Sigla	Classe de Resistência	Sufixo	Componentes (% em massa)			
				Clínquer + sulfatos de cálcio	Escória granulada de alto-forno	Material Pozolânico	Material Carbonático
Cimento Portland comum	CP I	25, 32 ou 40	RS ou BC	95 - 100	0 - 5		
	CP I-S			90 - 94	0	0	6 - 10
Cimento Portland composto com escória granulada de alto-forno	CP II-E			51 - 94	6 - 34	0	0 - 15
Cimento Portland composto com material pozolânico	CP II-Z			71 - 94	0	6 - 14	0 - 15
Cimento Portland composto com material carbonático	CP II-F			75 - 89	0	0	11 - 25
Cimento Portland de alto forno	CP III			25 - 65	35-75	0	0 - 10
Cimento Portland pozolânico	CP IV			45 - 85	0	15 - 50	0 - 10
Cimento Portland de alta resistência inicial	CP V-ARI	ARI		90 - 100	0	0	0 - 10
Cimento Portland branco	Estrutural	25, 32 ou 40		75 - 100	-	-	0 - 25
	Não estrutural	-	-	50 - 74	-	-	26 - 50

* No caso de cimento Portland de alta resistência inicial resistente a sulfatos (CP V-ARI RS), podem ser adicionadas escórias granuladas de alto-forno ou materiais pozolânicos

Fonte: Adaptado de NBR 16697 (ABNT, 2018)

2.2.2 Agregado

Os agregados são materiais utilizados em larga escala na construção civil para fabricação de argamassas e concretos. A ABNT NBR 7211 (2005) define agregado miúdo como aqueles cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 µm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248 (2003), com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1 (2010). Já o agregado graúdo é definido como aquele cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248 (2003), com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1 (2010).

Ainda podem ser classificados, segundo Haddad (2015), quanto a origem, dimensões das partículas e peso específico aparente. Quanto à origem, os agregados podem ser naturais: encontrados naturalmente particulados (areias e cascalhos) ou industrializados: oriundos de rochas, escórias de alto forno e argila e são particulados através de procedimentos industriais. Para Carasek (2010, p. 926), “geralmente o agregado empregado para argamassas de revestimento é a areia natural constituída essencialmente de quartzo e extraída de leitos de rios e ‘cavas’”.

Além destes, também existem os agregados reciclados, que são resíduos de processos industriais e da construção civil, e têm sido amplamente empregados nas misturas de argamassas e concretos, visando a substituição parcial ou integral dos agregados naturais. À exemplo o trabalho de Krüger, Souza e Konofal (2013) que mostra a aplicação e análise da trabalhabilidade de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em argamassas e concretos. O mesmo estudo concluiu que é possível melhorar a trabalhabilidade das misturas citadas, desde que a relação água/materiais secos seja adaptada para o determinado fim. E com relação à resistência apresentou bons resultados, apesar de necessitar de estudos mais aprofundados para verificar a possibilidade de utilização em estruturas. Outro material alternativo utilizado são as areias artificiais, obtidas pela britagem das rochas (CARASEK, 2010). Costa (2015) realizou a caracterização das areias de britagem, da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e pôde verificar, de maneira geral, que a areia de britagem apresenta propriedades físicas e químicas adequadas para a produção de concretos e argamassas, como agregado miúdo.

Com isso, é possível observar que essas aplicações de agregados reciclados acabam incentivando e contribuindo para a redução do custo do produto final, assim como auxiliando na manutenção dos recursos e na redução do consumo de fontes naturais. Mas, para a obtenção de bons resultados dessas aplicações, é essencial conhecer os materiais que serão utilizados na mistura.

Dessa forma, o controle da qualidade dos materiais é de fundamental importância para obtenção de uma argamassa adequada às características que sua aplicação exige, pois, suas propriedades físicas e químicas interferem diretamente nos resultados da mistura. Carasek (2010) enfatiza que os agregados devem ser escolhidos com cuidado, pois eles representam cerca de 60% a 80% do consumo dos materiais da argamassa pronta, resultando em significativa influência no seu comportamento no estado fresco.

Para Haddad (2015), existe uma metodologia para o controle dos agregados, que engloba as principais propriedades relacionadas a este, denominada de empacotamento das partículas. Trata-se da otimização dos agregados de forma a obter uma mistura com menor índice de vazios, visando melhorar suas características físicas e mecânicas. Dessa maneira, o mesmo autor cita que a dimensão do agregado, a forma e a boa distribuição entre os grãos influenciam na densidade de empacotamento que garante um bom desempenho dos compósitos cimentícios. Com isso a densidade de empacotamento permite reduzir a porosidade da mistura e garantir o consumo mínimo possível de pasta de cimento para obtenção de uma maior compacidade.

O estudo de Haddad et al. (2016) evidenciou que a utilização de distribuição granulométrica adequada garante a manutenção e melhoria da eficiência das propriedades das argamassas no estado fresco e endurecido. Com isso a distribuição granulométrica repercute na ampliação da durabilidade desses elementos e, por isso, devem ser consideradas durante o processo de dosagem e especificação.

Dessa forma, como apresentado anteriormente, é possível perceber que a areia, que é caracterizada como um agregado miúdo, assim como o arisco, são materiais de fundamental importância nas argamassas e precisam de um controle para apresentar características satisfatórias à mistura. O arisco será mais bem detalhado em tópicos posteriores.

2.2.3 Água

A água é um elemento indispensável nas argamassas, pois tem como principal finalidade reagir com o aglomerante, ocasionando o endurecimento da mistura (ABCP, 2002a). Esse componente confere consistência à mistura, permitindo a ocorrência das reações entre os diversos componentes, sobretudo as do cimento. É importante frisar que seu teor deve estar pré-estabelecido no traço, tanto para argamassas rodadas em obra como para as industrializadas, para manter o controle da dosagem (ABCP, 2002b). Esse cuidado é necessário pois, como afirma Apolinário (2014), o excesso de água pode gerar segregação, exsudação e fissuras devido à retração por secagem. Por isso, a relação água/cimento deve ser controlada de forma adequada para cada finalidade.

Conforme Carasek (2010) afirma, o principal problema relacionado à água está vinculado à presença de sais solúveis, que poderão gerar as eflorescências nos revestimentos, além de acelerar a pega da argamassa. Por outro lado, a presença de matéria orgânica pode retardar a pega e o endurecimento da argamassa. Dessa forma, não se pode empregar água do mar e outras águas com alto teor de sais solúveis e outras substâncias nocivas. Portanto, recomenda-se utilizar a água potável da rede pública de abastecimento ou no caso de a necessidade de utilização de água não tratada realizar testes para verificar a sua qualidade.

2.2.4 Aditivos

Os aditivos são, de forma geral, produtos químicos que conferem as argamassas um melhoramento das suas propriedades no estado fresco e no estado endurecido, e sua quantidade é dada em função do aglomerante (ABCP, 2002b). A NBR 13529 (ABNT, 2013) também cita que aditivo é “um produto adicionado à argamassa em pequena quantidade para melhorar uma ou mais propriedades no estado fresco ou endurecido”. Atualmente existem diversos tipos de aditivos classificados de acordo com a sua função e segundo a MC Bauchemie (2019) depende da área de aplicação e utilização. Os principais podem ser vistos na descrição do Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de aditivos

TIPO	OBJETIVO
Redutores de água (Plastificantes)	Utilizados para melhorar a trabalhabilidade da argamassa sem alterar a quantidade de água.
Retentores de água	Reduzem a evaporação e a exsudação de água da argamassa fresca e conferem capacidade de retenção de água frente à sucção por bases absorventes.
Incorporador de ar	Formam microbolhas de ar, estáveis, homogeneamente distribuídas na argamassa, aumentando a trabalhabilidade e atuando a favor da permeabilidade.
Retardadores de pega	Retardam a hidratação do cimento, proporcionando um tempo maior de utilização.
Adesivos	Proporcionam a aderência química ao substrato.
Hidrofugantes	Reduzem a absorção de água da argamassa, mas não a tornam impermeável e permitem a passagem de vapor d'água.

Fonte: Adaptado de ABCP (2002b)

Nos dias de hoje, as argamassas geralmente possuem em sua composição aditivos orgânicos para melhorar algumas propriedades, como a trabalhabilidade (CARASEK, 2010). Segundo a mesma autora, um dos aditivos mais empregados para argamassas, seja de revestimento ou de assentamento, é o incorporador de ar, e explica que:

Os aditivos incorporadores de ar são produtos que, adicionados em pequena quantidade à argamassa, são capazes de formar microbolhas de ar, homogeneamente distribuídas na argamassa, conferindo-lhe principalmente melhor trabalhabilidade e redução do consumo de água de amassamento, o que pode ajudar a reduzir o risco de fissuração (CARASEK, 2010, p.929).

A mesma autora ressalta que, estes aditivos devem ser empregados com cautela, pois, caso o ar for incorporado em teores muito elevados, pode prejudicar a aderência da argamassa com o substrato ou mesmo gerar um revestimento com baixa resistência superficial.

Apesar dos inúmeros benefícios da inclusão de aditivos nas argamassas, o uso destes encarece o produto e demanda um desembolso maior, quando comparado a utilização de materiais com a presença de finos para chegar ao mesmo resultado. Por isso, algumas alternativas são empregadas para obter um resultado similar, mas com um custo mais acessível. É o caso de algumas adições, como a cal, que funciona como um aglomerante e é um material empregado com frequência nas misturas de argamassas, para lhes conferir maior trabalhabilidade. Ainda assim, de acordo com Fiorito (2009), as argamassas que contém cal são utilizadas em emboços e rebocos, devido à sua plasticidade, condições favoráveis de endurecimento, elasticidade e porque proporcionam um bom acabamento, plano e regular.

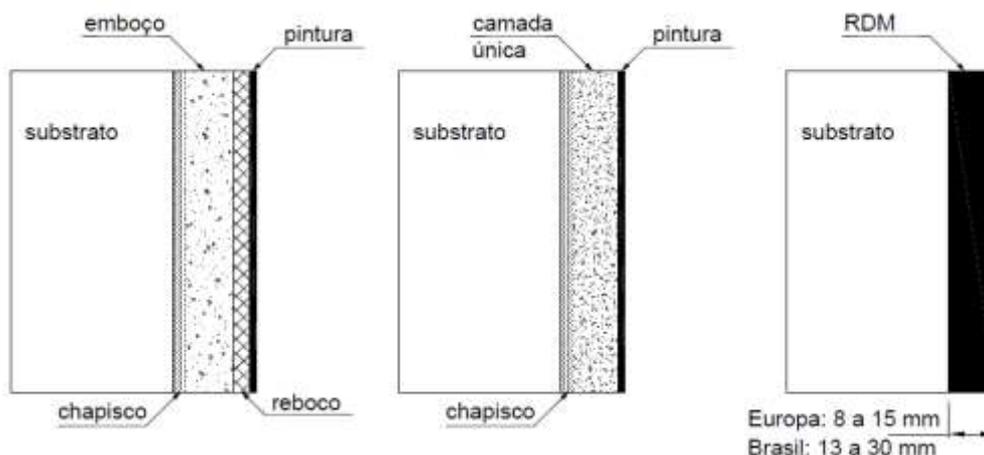
Outro material comumente utilizado nas argamassas é o arisco, que é um dos materiais presentes neste trabalho. Também chamado de areia argilosa segundo Silva et al. (2009), o arisco possui uma porcentagem de materiais finos mais elevada que a areia vermelha, por exemplo, proporcionando dessa forma o melhor preenchimento dos vazios (SANTOS JÚNIOR, 2009). Este material será melhor detalhado no tópico futuro específico sobre o Arisco.

2.3 Desempenho de argamassas de revestimento

Como apresentado anteriormente, o uso dos materiais influencia diretamente no comportamento das argamassas. Especificamente sobre argamassas de revestimento, alguns comportamentos são esperados e buscados em diferentes traços, dentre eles, a capacidade de resistir ao arrancamento, a redução da porosidade para aumento da vida útil e a trabalhabilidade pela facilidade de aplicação e redução de fissuras no endurecimento.

Segundo Carasek (2010), Argamassa de revestimento é utilizada para revestir paredes, muros e tetos, os quais, geralmente, recebem acabamentos como pintura, revestimentos cerâmicos, laminados etc. O revestimento de argamassa pode ser formado por diversas camadas com características e funções específicas. A Figura 2 representa as diferentes alternativas de revestimentos de parede.

Figura 2 – Diferentes alternativas de revestimento de parede



Fonte: Carasek (2010)

Na primeira imagem da Figura 2 está representado um sistema mais antigo e pouco utilizado, atualmente. Constituído por emboço, reboco e pintura, respectivamente. A segunda imagem apresenta o método camada única, que é finalizada com pintura e que é utilizada com frequência nos dias de hoje. Já a terceira imagem mostra o Revestimento Decorativo Monocamada (RDM). Essas camadas serão mais bem detalhadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Camadas do revestimento de acordo com as suas funções

CAMADA	FUNÇÃO
Chapisco	Camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.
Emboço	Camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo (por exemplo, cerâmica).
Reboco	Camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo (por exemplo, pintura) ou que se constitua no acabamento.
Camada única	Revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, sobre o qual é aplicada uma camada decorativa, como, por exemplo, a pintura; também chamado popularmente de “massa única” ou “reboco paulista” é atualmente a alternativa mais empregada no Brasil.
Revestimento Decorativo Monocamada (RDM)	Trata-se de um revestimento aplicado em uma única camada, que faz, simultaneamente, a função de regularização e decorativa, muito utilizado na Europa. A argamassa de RdM é um produto industrializado, ainda não normalizado no Brasil, com composição variável de acordo com o fabricante, contendo geralmente: cimento branco, cal hidratada, agregados de várias naturezas, pigmentos inorgânicos, fungicidas, além de vários aditivos (plastificante, retentor de água, incorporador de ar, dentre outros.).

Fonte: Adaptado de Carasek (2010)

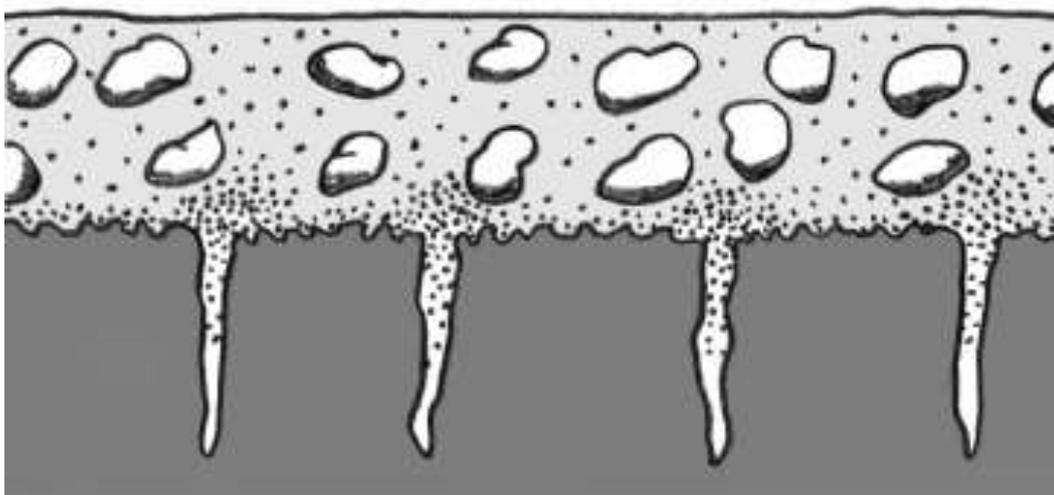
De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2002b), as argamassas de revestimento precisam apresentar propriedades afim de cumprir adequadamente as suas funções. As principais estão descritas a seguir conforme a ABCP (2002b).

- Capacidade de aderência

É a propriedade que possibilita à camada de revestimento resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base. A aderência se desenvolve principalmente devido à dois fatores:

1. pela ancoragem da pasta aglomerante nos poros da base, ou seja, parte da água de amassamento contendo os aglomerantes é absorvida pelos poros da base onde posteriormente ocorre o seu endurecimento;
2. e por efeito de ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências macroscópicas da superfície a ser revestida. A Figura 3 ilustra a adesão adequada entre o revestimento e o substrato.

Figura 3 – Adesão adequada entre o revestimento e o substrato



Fonte: ABCP (2002b)

- Trabalhabilidade

A trabalhabilidade relaciona-se com a aderência, pois para que esta se comporte de forma satisfatória, necessita que a camada de argamassa tenha maior extensão efetiva de contato possível com a base. A extensão da aderência depende de uma boa trabalhabilidade e da técnica de execução apropriada.

Como explica Rilem (1982 apud RÉGO, 2008, p. 26), a trabalhabilidade é a facilidade de o operário trabalhar com a argamassa, que pode ser entendida como um conjunto de fatores inter-relacionados, conferindo boa qualidade e produtividade na sua aplicação. O autor complementa ainda que a consistência e a plasticidade são propriedades reológicas básicas, que caracterizam a trabalhabilidade. Com essa propriedade adequada, a argamassa pode apresentar contato mais extenso com a base através de um melhor espalhamento (ABCP,2002b).

- Resistência mecânica

Conforme cita a ABCP (2002b), resistência mecânica é a capacidade dos revestimentos de suportar esforços das mais diversas naturezas, que resultam, em tensões internas de tração, compressão e cisalhamento. Esforços de abrasão superficial, cargas de impacto e movimentos de contração e expansão dos revestimentos por efeitos de umidade, são exemplos destas solicitações.

Para o mesmo autor, um método usual para avaliação da resistência, embora ainda empírico para servir de base para especificações, é o tradicional risco com prego ou objeto pontiagudo similar, adotado em obra para qualificar a resistência superficial dos revestimentos. Os ensaios normalizados internacionais adotam esferas de impacto, escovas elétricas de desgaste superficial, ou preconizam o uso de fitas adesivas para determinação da massa de revestimento descolada. Para nenhum dos métodos são especificados valores de referência.

- Capacidade de absorver deformações

É a propriedade que o revestimento possui de absorver deformações intrínsecas (do próprio revestimento) ou extrínsecas (da base) sem sofrer ruptura,

sem apresentar fissuras prejudiciais e sem perder aderência. Esta capacidade de absorver deformações é governada pela resistência à tração e pelo módulo de deformação do revestimento.

Um dos principais fenômenos que provocam deformações de retração ocorre assim que a argamassa é aplicada, devido à perda de água por absorção da base e por evaporação para o ambiente. A retração gera tensões internas de tração. O revestimento pode ou não ter capacidade de resistir a essas tensões, o que regula o grau de fissuração nas primeiras idades. Uma boa técnica de aplicação permite que se trabalhe uma argamassa com menos água, o que certamente diminui a retração.

O grau de fissuração está ligado aos parâmetros de teor e natureza dos aglomerantes, teor e natureza dos agregados, capacidade de absorção de água da base, condições ambientais e capacidade de retenção de água e técnica de execução (ABCP, 2002b).

- Estanqueidade

A estanqueidade é uma propriedade dos revestimentos relacionada com a absorção capilar de sua estrutura porosa e eventualmente fissurada da camada de argamassa endurecida. Sua importância está no nível de proteção que o revestimento oferece à base contra as intempéries.

Diversos fatores influem na estanqueidade do revestimento, como as proporções e a natureza dos materiais constituintes da argamassa, a técnica de execução, a espessura da camada, a natureza da base e a quantidade e o tipo de fissuras existentes.

Por outro lado, a permeabilidade ao vapor d'água é uma propriedade sempre recomendável nos revestimentos de argamassa, por favorecer a secagem de umidade acidental ou de infiltração. Evita também os riscos de umidade de condensação interna em regiões de clima mais frio (ABCP, 2002b).

- Propriedades da superfície

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2002b), rugosidade e porosidade superficiais são importantes por estarem relacionadas com

as funções estéticas e com a compatibilização do revestimento de argamassa com o sistema de pintura ou outro revestimento decorativo, além de influírem decisivamente na estanqueidade, na resistência mecânica e na durabilidade do revestimento.

A rugosidade superficial pode variar de lisa a áspera sendo basicamente resultado do tipo de agregado, sua granulometria, do teor de agregado e da técnica de execução do revestimento.

Deve também haver compatibilidade química entre o revestimento e o acabamento final previsto. No caso de tintas a óleo ou revestimentos em laminados melamínicos, por exemplo, sabe-se que não há compatibilidade com revestimentos à base de argamassa de cal (ABCP, 2002b).

A obtenção da rugosidade superficial dos revestimentos deve ser feita em função do acabamento final previsto. Devem também ser consideradas as condições de exposição a que estará submetido o revestimento. Para revestimentos externos deve-se dar preferência para texturas mais rugosas. Obtêm-se assim, superfícies que dissimulam melhor os defeitos do próprio revestimento. Contudo, em regiões com maior índice de poluição atmosférica deve-se preferir revestimentos com acabamentos lisos. Estes, quando associados a uma superfície pouco porosa, dificultam a fixação de poeiras e microrganismos conservando, desta forma, mais eficientemente as características estéticas da fachada.

No caso de revestimento de múltiplas camadas, deve-se adotar para as camadas internas uma rugosidade áspera, possibilitando uma melhor ancoragem das camadas subsequentes.

Outro aspecto importante da superfície é sua regularidade geométrica, principalmente como elemento intangível da percepção de qualidade da edificação como um todo (ABCP, 2002b).

- Durabilidade

A durabilidade dos revestimentos de argamassa, ou seja, a capacidade de manter o desempenho de suas funções ao longo do tempo, é uma propriedade complexa e depende de procedimentos adequados desde o projeto até uso final (ABCP, 2002b).

Na etapa de projeto devem ser, por exemplo, especificados os materiais de maneira a compatibilizar o revestimento com as condições a que estará exposto durante sua vida útil; na etapa de execução é fator determinante, além da obediência às técnicas recomendadas, a realização do controle de produção. Para a etapa de uso, deve ser objeto de especificações coerentes um programa de manutenção periódico.

Os fatores que, com mais frequência, comprometem a durabilidade dos revestimentos, segundo a ABCP (2002b), estão relacionados a: Movimentações de origem térmica, higroscópica ou imposta por forças externas (que podem causar fissuração, desagregação e descolamento dos revestimentos); a espessura dos revestimentos (quando excessiva intensifica a movimentação higroscópica nas primeiras idades, podendo ocasionar fissuras de retração, comprometendo a capacidade de aderência e a impermeabilidade do revestimento); e a cultura e a proliferação de microrganismos (que provocam manchas em áreas úmidas, assim como fungos e líquens que se proliferam na superfície do revestimento produzindo ácidos orgânicos que reagem e destroem progressivamente os aglomerantes da argamassa endurecida).

2.4 Arisco

Um tipo de argamassa utilizada universalmente é aquela preparada com areia, cimento do tipo *Portland* como ligante, e aditivos, com o objetivo de melhorar sua trabalhabilidade. Também pode ser adicionado a essa mistura um pouco de silte e argila, que melhora ainda mais a trabalhabilidade da argamassa e provê superfícies mais untuosas (escorregadias), propriedade muito requerida pelos pedreiros (SMITH E COLLIS, 2001).

Dessa forma, apresenta-se a importância de investigação do arisco como um material com potencial para servir como adição nas argamassas, assim como o silte e a argila, visto que o arisco é um material que possui porcentagens de argila (SANTOS JÚNIOR, 2009).

Segundo a NBR 7211 (ABNT, 2005), é chamado de arisco o agregado miúdo, cujos grãos passam pela peneira com abertura de 4,75 mm e ficam retido na peneira com abertura de 150 µm, quando submetidos ao ensaio de granulometria de acordo com a NBR NM 248. Arisco também é conhecido como areia de cava ou

até mesmo saibro. De acordo com Luz e Almeida (2012), o saibro é resultante da segregação de rochas e tem a aparência de terra barrosa, basicamente argila. É um material proveniente de solos que não sejam muito arenosos e nem muito argilosos. A Figura 4 mostra o arisco fornecido pelo NPT (Unichristus), comprado em uma loja de materiais de construção de Fortaleza-CE.

Figura 4 – Arisco comprado em depósito de materiais em Fortaleza-CE



Fonte: Autora (2020)

Como cita Bezzera (2013), para a época de realização do seu trabalho, eram poucos os estudos realizados sobre este tipo de material. Atualmente, esse cenário não mudou de forma significativa, tendo-se ainda poucos dados sobre o uso desse material em argamassas. No entanto, é possível observar que o mesmo vem sendo utilizado em larga escala nas construções como substituto da areia, agregado miúdo considerado ideal para produção de argamassas e concretos.

Com o objetivo de avaliar a possibilidade de aplicação do arisco em argamassas, foram realizadas pesquisas voltadas ao conhecimento das propriedades desse material. Dessa forma, observou-se o trabalho de Santos Júnior (2009), que realizou a caracterização do arisco, e obteve como resultado 19,35% de teor de finos, enquanto a areia vermelha apresenta 9,31%. O mesmo autor justifica ainda esse fato devido ao arisco apresentar-se como um material argiloso. Nesse sentido, podem ser feitas adições às argamassas por meio de areia de cava,

de forma a trabalhar o preenchimento dos vazios, sem necessitar da utilização de aditivos químicos, que demandam um desembolso mais elevado.

Ressalta-se que, a adição de finos deve ser feita com cautela e nas proporções adequadas, pois o teor incorreto pode provocar uma redução da resistência da mistura, propriedade importante para determinadas finalidades. Santos Júnior (2009) apresentou um estudo comparativo, entre argamassas produzidas com areia vermelha e argamassas com arisco, e mostrou que a redução da resistência ocorre, porém não inviabiliza seu uso, pois existem aplicações em que a resistência não é um fator determinante. Mas, caso a argamassa necessite dessa propriedade para atender a finalidade, a resistência pode ser mantida sem perder trabalhabilidade, através de soluções em aditivos químicos, conhecidos como plastificantes. Infere-se que seu uso fica restrito a grandes utilizações por conta do alto custo.

Em geral, os agregados miúdos, sejam eles de leito de rio ou de cava, são provenientes da natureza e estão sendo consumidos de forma acelerada. Além disso, muitas das reservas naturais hoje existentes estão protegidas por órgãos do meio ambiente, o que as caracterizam como Área de Proteção Ambiental (APA). Por isso, muitos estudos estão sendo realizados com a finalidade de buscar materiais alternativos que possam ser adicionados às argamassas, de forma a atingir propriedades semelhantes ao uso dos materiais comumente utilizados e consequentemente apresentando novas possibilidades de misturas.

2.5 Trabalhos sobre argamassas com arisco e outros materiais

O trabalho de Lima, Correia e Faria (2016) investigou a influência da adição de gesso e da granulometria da areia em argamassas. Foi observado que os resultados obtidos não foram conclusivos, com relação à avaliação da influência que a utilização de areias com granulometrias distintas pode ter no desempenho das argamassas. Porém, os resultados obtidos foram satisfatórios quanto à avaliação da influência que a adição de diferentes quantidades de gesso tem no desempenho das argamassas. Nesta pesquisa foi possível verificar que a adição de gesso pode contribuir de forma significativa para o desempenho mecânico destas argamassas.

Bezzera et al. (2018) analisou comportamento físico e mecânico de argamassas produzidas com agregados natural e arisco. Este estudo consistiu na produção de argamassa de revestimento com a utilização do arisco como agregado miúdo e sua comparação com argamassas produzidas com areia comumente utilizada em Fortaleza. Quando observada a resistência à compressão, de um traço com 50% de areia e 50% de arisco, este apresentou-se com um aumento expressivo em seu resultado ao ser comparado com os demais traços. O autor explica que este resultado provavelmente tenha sido obtido pelo fato de o agregado arisco possuir mais finos (argila e silte) que o agregado natural, assim possibilitando um melhor arranjo das partículas quando misturados, influenciando nas características de resistência da argamassa.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento metodológico

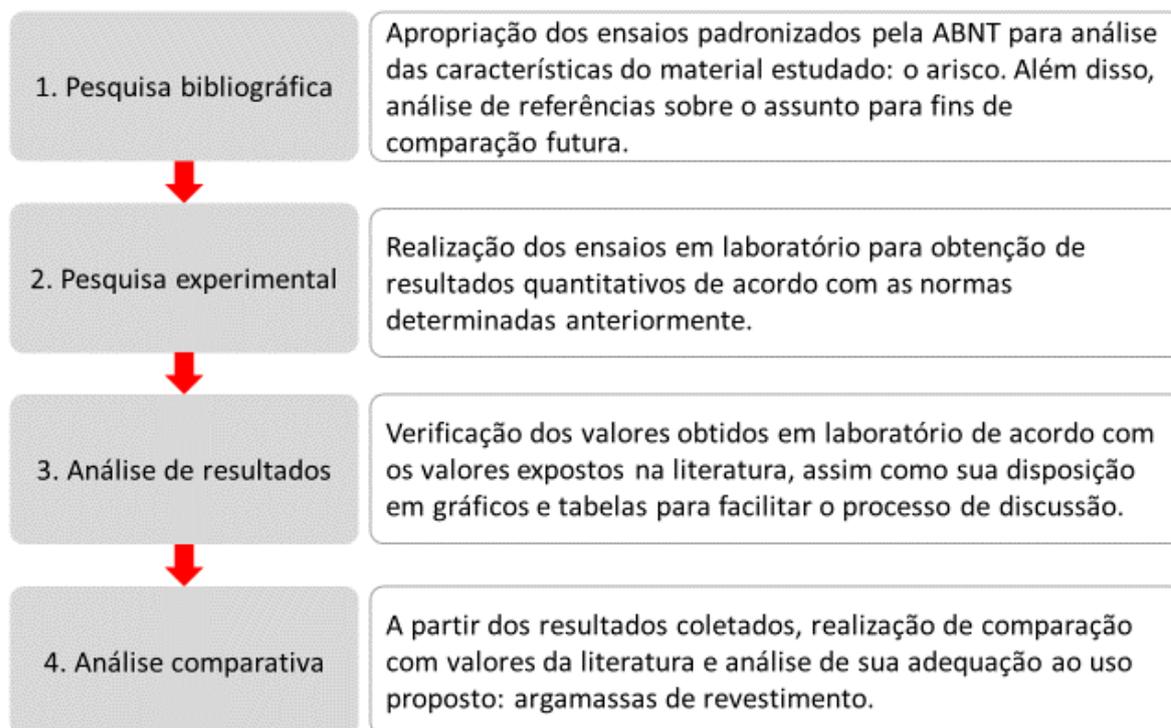
A pesquisa tem como objetivo geral apresentar dados de caracterização do arisco e orientar quanto ao uso eficiente deste material em argamassas de revestimento. Metodologicamente, a pesquisa constitui-se como pesquisa experimental e aplicada, pois busca-se gerar conhecimentos de aplicação prática, por meio de resultados obtidos em ambiente de laboratório. Contudo, ela também se caracteriza como pesquisa bibliográfica, uma vez que utiliza de dados já disponíveis na literatura para fins de comparação e validação de dados.

A estratégia principal da pesquisa está atrelada à investigação das propriedades do arisco por meio de ensaios laboratoriais, para análise de viabilidade em aplicação em argamassas de revestimento. Com isso, o presente trabalho trata-se de uma pesquisa descritiva, que segundo Gil (2008) é aquela que descreve um fenômeno ou objeto de estudo e estabelece relações entre as suas variáveis.

Conseqüentemente, a abordagem pode ser classificada como quantitativa e qualitativa. É quantitativa, que consiste na quantificação dos dados coletados, uma vez que a coleta de dados será realizada a partir de ensaios no material, preconizados por normas da ABNT, as quais fornecem dados com valores quantificáveis. E é qualitativa, aquela consiste na análise e interpretação de resultados que não podem ser quantificados, pelo processo de análise de dados para aplicação em argamassas de revestimento, em outras palavras, pela descrição dos impactos dos dados quantitativos em determinadas aplicações.

Todas as atividades devem seguir uma sequência de forma a obter dados confiáveis. A Figura 5 apresenta a sequência de atividades, seguida no projeto, em forma de fluxograma, e detalhada no tópico seguinte.

Figura 5 – Fluxograma da ordem das atividades



Fonte: Autora (2020)

3.2 Descrição e detalhamento da metodologia de pesquisa

3.2.1 Processo de pesquisa bibliográfica e normativa

Para nortear este estudo, foram utilizados os trabalhos apresentados no Referencial Teórico, que auxiliaram no refinamento da pesquisa para determinar a relevância de cada norma com seu respectivo ensaio. Etapa esta importante para apropriação do conteúdo, através de pesquisas na literatura sobre o arisco e agregados para argamassas de maneira geral.

Buscou-se analisar as normas a serem utilizadas no processo experimental, como as normas mais utilizadas para agregados em argamassas, de forma a entender as propriedades obtidas de duas formas: primeiro quanto a sua funcionalidade para aplicação em argamassas de revestimento e segundo quanto ao impacto que elas teriam no desempenho dessas argamassas.

Assim, foram realizados estudos aprofundados sobre os tipos de ensaio, com o intuito de entender as normas regulamentadoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para a execução adequada dos ensaios, fundamentais

para caracterização do arisco. Vale ressaltar o cuidado que se deve ter para realizar os procedimentos, observando sempre a norma e suas recomendações.

Para isso, as normas utilizadas para embasar a execução dos ensaios no arisco estão expostas no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 – Normas para ensaio de caracterização do arisco

NORMAS PARA ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DO ARISCO	
Norma	Título
ABNT NBR NM 26	Agregados – Amostragem
ABNT NBR NM 27	Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório
ABNT NBR NM 30	Agregado miúdo – Determinação da absorção de água
ABNT NBR NM 45	Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios
ABNT NBR NM 46	Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 μm , por lavagem
ABNT NBR NM 52	Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente
ABNT NBR NM 248	Agregados – Determinação da composição granulométrica
ABNT NBR 7211	Agregados para concreto – Especificação

Fonte: Autora (2020)

Dessa forma foi possível identificar os principais tipos de ensaios realizados em laboratório, para caracterização do arisco, e a importância de cada um deles para obtenção dos resultados.

3.2.2 *Processo de pesquisa experimental*

Para realizar a análise proposta no presente trabalho, foram realizados ensaios laboratoriais de maneira a encontrar as propriedades desejadas do arisco. Para isso, utilizou-se as dependências do Núcleo de Práticas Tecnológicas (NPT) do Centro Universitário Christus (Unichristus).

O arisco caracterizado, natural de “cava”, foi fornecido pelo Núcleo de Práticas Tecnológicas (NPT) do Centro Universitário Christus (Unichristus), adquirida na cidade de Fortaleza-CE. Os resultados da caracterização desse material através dos ensaios mencionados no Quadro 4, de acordo com as especificações previstas pela ABNT, estão expostos no Capítulo 4. A Figura 6 mostra a amostra de campo fornecida pelo NPT.

Figura 6 – Arisco fornecido pelo NPT (Unichristus)



Fonte: Autora (2020)

Os ensaios foram feitos de acordo com as normas indicadas no item anterior e serão detalhadas nos subtópicos a seguir.

3.2.2.1 Amostragem segundo a ABNT NBR NM 26

Esta norma tem como objetivo estabelecer os procedimentos para ideal coleta das amostras de campo, desde sua extração e redução até o armazenamento e transporte das amostras representativas de agregados, destinadas a realização de ensaios de laboratório. Esta norma foi utilizada como guia para a realizar a coleta da amostra da presente pesquisa de forma correta, além de ter sido fundamental

para o entendimento de nomenclaturas, definições e orientações quanto ao procedimento laboratorial.

3.2.2.2 Redução da amostra de campo segundo a ABNT NBR NM 27

Norma que redige diretrizes e condições exigíveis para executar a redução da amostra de agregado formada no campo para ensaio de laboratório. Difere-se da NBR NM 26 pois aborda minuciosamente o método escolhido para preparar as amostras em sua forma reduzida, conforme explica esta norma, para finalmente executar os ensaios.

O método adotado para realizar a redução das amostras foi o quarteamento. Este método foi adotado, pois a estrutura do laboratório não oferecia o equipamento separador mecânico. Assim, como a amostra de campo apresentava-se ausente de umidade em excesso na superfície das partículas, esta norma exige que a amostra seja umedecida e rigorosamente homogeneizada para assim ser reduzida para amostra para ensaio em laboratório, e assim foi feito. A Figura 7 apresenta a amostra sendo reduzida para ensaio em laboratório através do método quarteamento.

Figura 7 – Redução da amostra por quarteamento



Fonte: Autora (2020)

3.2.2.3 Determinação da absorção de água segundo ABNT NBR NM 30

Esta norma estabelece o método para realizar a determinação da absorção de água dos agregados miúdos, na condição saturados superfície seca, definida em norma. A Figura 8 apresenta a amostra descansando por 24 horas para dar continuidade ao ensaio de determinação da absorção de água.

Figura 8 – Processo de ensaio para determinação da absorção de água



Fonte: Autora (2020)

3.2.2.4 Determinação da massa unitária segundo ABNT NBR NM 45

Esta norma estabelece o método para a determinação da densidade a granel e do volume de vazios de agregados miúdos, grãos ou de mistura dos dois, em estado compactado ou solto. Utilizou-se esta norma com o objetivo de definir a massa unitária da amostra ensaiada, que é a relação entre a massa do agregado lançado no recipiente de acordo com o definido na mesma norma e o volume desse recipiente. A Figura 9 mostra o recipiente e a haste de adensamento utilizados para a execução do ensaio.

Figura 9 – Recipiente e haste de adensamento



Fonte: Autora (2020)

A Figura 10 apresenta a amostra na etapa de pesagem, passando pelo processo de ensaio de determinação da massa unitária.

Figura 10 – Processo de ensaio de determinação da massa unitária



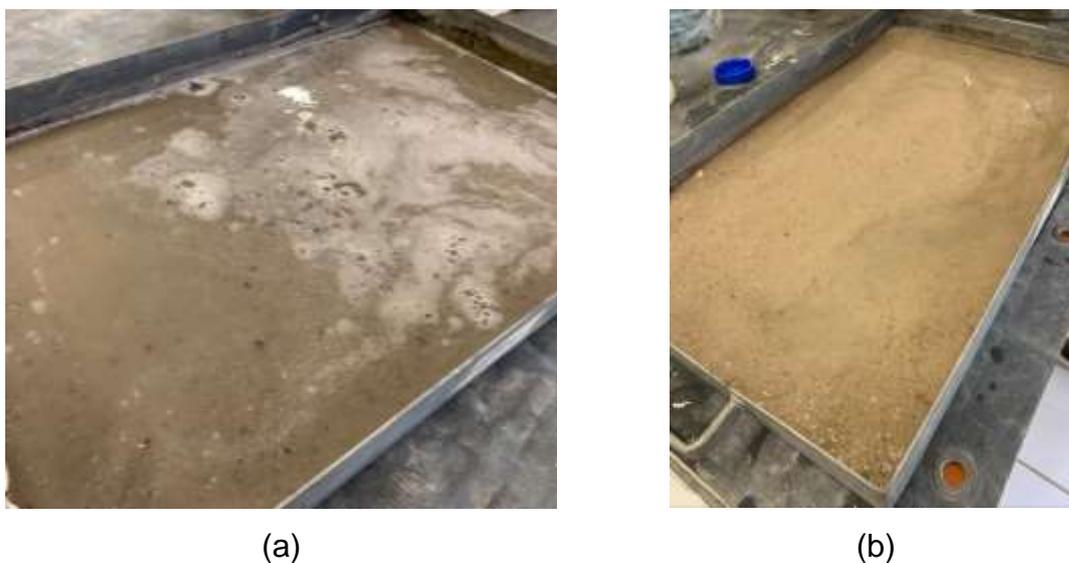
Fonte: Autora (2020)

3.2.2.5 Determinação de materiais finos segundo ABNT NBR NM 46

Esta norma aborda o método para a determinação da quantidade de material fino que passa pela peneira de 75 μ m, através da lavagem da amostra. Assim, as partículas leves, a exemplo a argila e outros materiais que se dispersam por lavagem, bem como materiais solúveis em água, serão removidos do agregado durante o ensaio. Optou-se por utilizar o procedimento por lavagem apenas utilizando água, devido à ausência do agente umectante no laboratório.

A Figura 11 (a) apresenta a amostra em sua primeira água de lavagem. É possível observar que neste momento a água apresenta certa turbidez, devido a presença de materiais em suspensão. A Figura 11 (b) exibe a amostra em sua última lavagem, na qual a água apresenta-se com maior transparência, devido à redução de materiais em suspensão.

Figura 11 – Processo de lavagem da amostra



Fonte: Autora (2020)

3.2.2.6 Determinação da massa específica segundo ABNT NBR NM 52

Esta norma consiste em estabelecer o método para a determinação da massa específica e da massa específica aparente dos agregados miúdos destinados a serem usados em concreto. A massa específica é a relação entre a massa do agregado seco e seu volume, excluindo os poros permeáveis.

A Figura 12 apresenta a amostra descansando por 24 horas para dar continuidade ao ensaio de determinação da massa específica.

Figura 12 – Processo de ensaio para determinação da massa específica



Fonte: Autora (2020)

3.2.2.7 Determinação da composição granulométrica segundo ABNT NBR NM 248

Esta norma prescreve o método para a determinação da composição granulométrica de agregados. Este ensaio é de fundamental importância para identificar o tamanho dos grãos do agregado e classificá-lo de acordo com essa informação. Assim é possível estudar o comportamento do agregado em determinados tipos de aplicações, neste caso em argamassas de revestimento, a partir do conhecimento de suas características físicas. A Figura 13 ilustra as peneiras utilizadas para realizar o peneiramento do material. As peneiras utilizadas são normatizadas pela NBR NM-ISO 3310 -1 e 2 de numeração igual a 4,75 mm, 2,00 mm, 1,18 mm, 600 μ m, 425 μ m, 150 μ m e fundo, respectivamente.

Figura 13 – Peneiras segundo a NM-ISO 3310 -1 ou 2



Fonte: Autora (2020)

A Figura 14 mostra a separação do material após processo de peneiramento.

Figura 14 – Amostra separada após peneiramento



Fonte: Autora (2020)

3.2.2.8 Especificação de agregados segundo ABNT NBR 7211

De maneira geral, esta norma estabelece os requisitos exigíveis para a recepção e produção dos agregados miúdos e graúdos destinados à produção de concretos de cimento *Portland*. Uma norma primordial que define agregado miúdo

e norteia a pesquisa informando os principais ensaios a serem realizados em amostras de agregados para argamassas.

3.2.3 Processo de análise e comparação de resultados

A partir dos resultados obtidos, o processo de análise desses resultados foi realizado com base nas recomendações das normas supracitadas, que estabelece formas de cálculo e limites aceitáveis para cada tipo de determinação, conforme o objetivo do ensaio. Além disso, os resultados encontrados foram discutidos sob a ótica da literatura, com comparações com valores recomendados por autores da área. Com isso, a análise dos resultados finaliza com a comparação entre os resultados dos ensaios executados por esta pesquisa em laboratório e resultados apresentados em trabalhos anteriores, analisados no Referencial Teórico deste estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo a metodologia do capítulo anterior, obtiveram-se os resultados apresentados nos tópicos seguintes, contendo informações em forma de cálculos, gráficos e tabelas, e discussões para melhor compreensão e análise. O capítulo contemplará a análise dos resultados dos ensaios laboratoriais e uma análise comparativa com dados das referências bibliográficas.

4.1 Análise dos resultados dos ensaios laboratoriais

4.1.1 Ensaio de absorção de água

A massa inicial coletada foi de aproximadamente 1 kg, previamente obtida de processo de quarteamento. Como pede a norma, tal amostra foi colocada em estufa, à temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$, de forma a ter uma redução de massa de até 0,1 g. Com isso, utilizou-se uma massa de arisco de 999,9 g, pesada em balança padronizada e aferida. Após esse processo, a amostra foi imersa em água até que ficasse totalmente coberta, ficando nesse estado por 24 horas.

Passado o período requerido, a amostra foi retirada da imersão em água e colocada sobre uma superfície plana, de forma a permitir sua secagem por corrente de ar quente. Utilizou-se um secador de pequeno porte e, após a secagem completa, de forma que visivelmente os grãos não estivessem mais aderidos entre si, partiu-se para a etapa de conferência da condição de saturada superfície seca.

Observado o desmoronamento da amostra após retirada do molde, partiu-se para a pesagem, de forma a verificar a massa seca. O valor de massa seca obtido foi de 944,5 g. Em resumo, a Tabela 2 mostra os valores obtidos.

Tabela 2 – Massas obtidas do ensaio de absorção de água

Nomenclatura	Resultados
$m_{inicial}$	1000 g
m	999,9 g
m_s	944,5 g

Fonte: Autora (2020)

Com esses dados, foi possível calcular o valor da capacidade de absorção de água do arisco. Para isso, utilizou-se a Equação (1)

$$A = \frac{m_s - m}{m} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

A = absorção de água, em porcentagem;

m_s = massa ao ar da amostra na condição saturado e de superfície seca, em gramas;

m = é a massa da amostra seca em estufa, em gramas.

Pela Equação (1), aplicando os valores de massa encontrados no ensaio, obteve-se o seguinte resultado:

$$A = \frac{999,9 \text{ g} - 944,5 \text{ g}}{999,9 \text{ g}} \times 100$$

$$A = 5,54\%$$

Em outras palavras, o índice de absorção de água do arisco analisado foi calculado igual a 5,54%. Costa (2015) realizou a caracterização da areia natural, comumente utilizada para fabricação de argamassas, adquirida em um depósito de materiais de construção, em Fortaleza, e obteve esse mesmo dado igual a 0,45%. Dessa forma, comparando-se os dois valores, é possível observar uma diferença de 5,09% na capacidade de absorção entre os dois agregados miúdos, caracterizando o arisco como um material com elevada capacidade de absorção.

Essa diferença já era esperada, visto que a literatura indica o arisco como um material com presença de finos (propriedade confirmada em ensaio posterior), e quanto maior a quantidade de materiais finos, maior a necessidade por água. Além disso, autores mostram o arisco como material com porosidade elevada, e quanto maior a quantidade de poros, maior a quantidade de água para preenchê-los.

O índice de absorção de água é uma propriedade de importante conhecimento, como cita Jaskulski (2016), para auxiliar na dosagem ideal de água na argamassa, assim como no concreto. Tendo em vista que, o controle dessa propriedade pode evitar a ocorrência de possíveis manifestações patológicas, como

fissuras e rachaduras, devido a retração da argamassa, por exemplo. Isso pode acontecer porque o índice de absorção de água do agregado miúdo pode alterar a dosagem da água na argamassa, que se adicionada em excesso pode reduzir a resistência da argamassa, a qual dependendo da aplicação, pode ser uma propriedade fundamental (JASKULSKI, 2016).

4.1.2 Ensaio de massa unitária

Com amostra seca em estufa à $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$, partiu-se para o procedimento de ensaio, que consistiu inicialmente na determinação da massa do recipiente vazio igual a 6,370 kg. Em seguida foi utilizada parte da amostra seca para encher o recipiente vazio, até a marca equivalente a um terço de sua capacidade, nivelando essa primeira camada com os dedos.

Depois disso foi feito o adensamento da camada, mediante a aplicação de 25 golpes com a haste metálica normatizada, distribuídos uniformemente em toda a superfície do material. É importante frisar que, no processo de compactação das camadas, teve-se o cuidado de não permitir que a haste de adensamento viesse tocar o fundo do recipiente ou até mesmo penetrar na camada anterior.

Esse processo foi executado por mais duas camadas até preencher completamente o recipiente. Prosseguiu-se com o nivelamento da camada superficial com as mãos e com uma espátula, a fim de rasá-la com a borda superior do recipiente. Por fim foi determinada a massa do conjunto (recipiente + agregado), igual a 22,650 kg. A Tabela 3 resume os resultados obtidos.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de massa unitária

Nomenclatura	Resultados
m_r	6,370 kg
m_{ar}	22,650 kg
V	10,040 m ³

Fonte: Autora (2020)

Com os dados obtidos, foi possível determinar a massa unitária do arisco, através da utilização da seguinte Equação (2)

$$\rho_{ap} = \frac{m_{ar} - m_r}{V} \quad (2)$$

Onde:

ρ_{ap} = é a massa unitária do agregado, em quilogramas por metro cúbico;

m_{ar} = é a massa do recipiente mais o agregado, em quilogramas;

m_r = é a massa do recipiente vazio, em quilogramas;

V = é o volume do recipiente, em metros cúbicos.

Aplicando-se os valores obtidos anteriormente, é possível resolver a Equação (2)

$$\rho_{ap} = \frac{22,650 \text{ kg} - 6,370 \text{ kg}}{10,04 \text{ dm}^3}$$

$$\rho_{ap} = 1,622 \text{ kg/dm}^3$$

Dessa forma, a massa unitária do arisco ensaiado é igual a 1622 kg/m³. Comparativamente, a pesquisa de Costa (2015) apresentou massa unitária igual a 1533 kg/m³ para a areia natural em estudo. Com isso, percebe-se que a massa unitária do arisco é maior do que a massa unitária da areia de leito de rio, o que se justifica pelo tamanho menor dos grãos, o que ocasiona uma maior massa por unidade de volume.

De acordo com a NBR NM 45 a massa unitária é a relação entre a massa do agregado lançado no recipiente e o volume desse recipiente. Comumente utilizada para auxiliar na conversão de traços, de concretos e argamassas, de massa para volume.

Para Sousa (2020), através do ensaio de massa unitária, obtém-se um valor de massa por volume considerando os vazios entre os grãos, representando o agregado em seu estado natural. Essa identificação da quantidade de vazios que o agregado possui é fundamental para embasar a determinação da dosagem de uma mistura na qual esse agregado será aplicado, estando diretamente ligado com a propriedade de absorção de água, citada anteriormente.

4.1.3 Ensaio de determinação de materiais finos

Com amostra preparada conforme a NBR NM 26 (ABNT, 2001) e a NBR NM 27 (ABNT, 2001), partiu-se para a realização do procedimento A, que consistiu na lavagem com água da amostra de arisco. Com amostra seca à temperatura de $105^\circ \pm 5^\circ$, determinou-se a massa da amostra, equivalente a 500 g.

Em seguida colocou-se a amostra em um recipiente, capaz de comportar a amostra coberta com água, possibilitando a agitação desse conjunto sem que houvesse perda de agregado ou de água. Seguindo o procedimento, de forma a obter a completa separação das partículas mais finas que $75 \mu\text{m}$ das maiores e para que o material fino fique em suspensão.

Logo após a agitação da amostra, a água foi escoada, contendo os sólidos suspensos e dissolvidos sobre as peneiras, dispostas na ordem da malha de maior abertura para a malha de menor abertura. Esta operação foi realizada até que a água de lavagem não apresentasse mais turbidez, ou seja, estivesse totalmente clara.

Posteriormente, retornou-se todo o material retido nas peneiras à amostra lavada sob um fluxo contínuo de água. A amostra lavada foi levada à estufa para secagem, à uma temperatura de $105^\circ \pm 5^\circ$ até massa constante e por fim determinou-se a massa da amostra seca, que foi 485 g. A Tabela 4 resume os resultados obtidos durante o ensaio de determinação de materiais finos.

Tabela 4 – Resultados do ensaio de determinação de materiais finos

Nomenclatura	Resultados
m_i	500 g
m_f	485 g

Fonte: Autora (2020)

Com os resultados obtidos, foi possível determinar a porcentagem de material fino que passa na peneira $75 \mu\text{m}$, através da Equação (3)

$$m = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

m = é a porcentagem de material mais fino que a peneira de 75 μm por lavagem;

m_i = é a massa original da amostra seca, em gramas;

m_f = é a massa da amostra seca após lavagem, em gramas.

Aplicando-se os valores da Tabela 4, é possível resolver a Equação (3)

$$m = \frac{500 \text{ g} - 485 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100$$

$$\mathbf{m = 3,00 \%}$$

Acerca do arisco analisado, a porcentagem de material mais fino que a peneira de 75 μm é igual a 3,00%. Almeida e Silva (2005) afirma que finos são capazes de preencher os vazios deixados entre as partículas grossas da areia, o que confere ao produto melhor consistência, resultando em uma melhor trabalhabilidade, sem a necessidade do aumento significativo do consumo de água.

Porém, é necessária uma atenção à essa propriedade, visto que, pela alta taxa de absorção de água, existe a possibilidade desse material acabar ocasionando perda de resistência em argamassas. Para Santos Júnior (2009) a adição de finos pode ser prejudicial a mistura, quando adicionada em proporções inadequadas, afetando a resistência da mistura, que para determinadas finalidades é uma propriedade importante.

Como citado no Referencial Teórico, o arisco analisado por Santos Júnior (2009) apresentou um teor de finos igual a 19,35%. O autor explica que essa elevada porcentagem de finos no agregado pode existir devido ao arisco ser um material argiloso. Costa (2015) realizou uma pesquisa com as areias de britagem, e observou que o teor de material pulverulento (< 75 μm) das areias de britagem estudadas se concentra na faixa de 8,31% a 11,32%. Assim, o arisco estudado nesta pesquisa apresenta baixo teor de finos, quando comparado ao apresentado por Santos Júnior (2009) e Costa (2015). Contudo, pelo procedimento de norma escolhido para tal análise, sem o peneiramento da amostra pela dimensão máxima característica, é possível que a presença de impurezas e grãos maiores tenha influenciado o resultado, especialmente pela massa de amostra escolhida.

Entretanto, ainda assim o resultado foi maior do que o apresentado na literatura para areia de leito de rio, o que está condizente com o esperado, visto que a quantidade elevada de finos é característica conhecida do arisco.

4.1.4 *Ensaio de massa específica*

A amostra de arisco, coletada de acordo com a NBR NM 26 e reduzida para ensaio em laboratório como recomenda a NBR NM 27, através de quarteamento prévio, foi separada com massa igual a 1 kg. Após isso, a amostra foi colocada em um recipiente e coberta com água, ficando nesse estado por 24 horas, para repouso.

Passado o tempo estimado, retirou-se a amostra, que foi estendida em uma superfície plana, submetendo-a à ação de uma corrente de ar suave, provida de um secador de pequeno porte, de forma a obter secagem uniforme, até que visivelmente os agregados da amostra não fiquem fortemente aderidos entre si. Seguiu-se para a etapa de aferição da condição de saturada superfície seca.

Observado o desmoronamento da amostra após retirada do molde, partiu-se para as pesagens. Primeiro pesou-se 500 g de amostra seca, depois essa massa de amostra seca foi colocada dentro de um frasco aferido, e em seguida registrou-se a massa do conjunto, igual 782,7 g. É importante inferir que se optou por utilizar um frasco adaptado para a execução do ensaio, pela facilidade de obtenção dos resultados, mantendo a confiabilidade e a segurança dos mesmos.

Após isso, o frasco foi preenchido com água, até aproximadamente a marca de 500 ml, movendo-o de forma a eliminar as bolhas de ar e posteriormente colocado em um banho em temperatura constante ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}$). Depois de 1 hora, completou-se a água do frasco até a marca de 500 cm³ e pesou-se a massa total do conjunto que foi equivalente 1063 g.

Em seguida, retirou-se a amostra de dentro do frasco e foi levado para estufa à temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$, até massa constante. Esfriou-se à temperatura ambiente e pesou-se novamente, resultando em 612,7 g. A Tabela 5 apresenta, de forma resumida, os resultados obtidos durante o desenvolvimento do ensaio de massa específica.

Tabela 5 – Resultados do ensaio de massa específica

Nomenclatura	Resultados
m_s	500 g
m_1	782,7 g
m_2	1063 g
m	612,7 g

Fonte: Autora (2020)

Com os valores apresentados, é possível realizar duas determinações de massa específica: uma com o arisco na condição saturado superfície seca, que é a condição em que as partículas de agregado alcançaram suas possibilidades de absorver água e mantém a superfície seca, e a outra simplesmente chamada pela norma de massa específica.

4.1.4.1 Massa específica do arisco na condição saturado superfície seca

$$d_2 = \frac{m_s}{V - V_a} \quad (4)$$

Onde:

d_2 = é a massa específica do agregado saturado superfície seca, em gramas por centímetro cúbico;

m_s = é a massa da amostra na condição saturada superfície seca, em gramas;

V = é o volume do frasco, em centímetros cúbicos;

V_a = é o volume de água adicionada ao frasco, em centímetros cúbicos.

V_a é um parâmetro definido de acordo com a seguinte fórmula:

$$V_a = \frac{m_2 - m_1}{\rho_a} \quad (5)$$

Onde:

V_a = é o volume de água adicionada ao frasco, em centímetros cúbicos;

m_1 = é a massa do conjunto (frasco + agregado), em gramas;

m_2 = é a massa total (frasco + agregado + água), em gramas;

ρ_a = é a massa específica da água, em gramas por centímetro cúbico.

Aplicando-se os valores obtidos e considerando a massa específica da água igual a 0,99 g/cm³, tem-se:

$$V_a = \frac{1063 \text{ g} - 782,7 \text{ g}}{0,99 \text{ g/cm}^3}$$

$$V_a = 283,13 \text{ cm}^3$$

Com todos os dados necessários coletados, é possível obter a massa específica do agregado na condição saturado superfície seca, aplicando os valores na Equação (4):

$$d_2 = \frac{500 \text{ g}}{500 \text{ cm}^3 - 283,13 \text{ cm}^3}$$

$$d_2 = 2,31 \text{ g/cm}^3$$

Para o arisco em estudo, a massa específica na condição saturado superfície seca é igual a 2,31 g/cm³.

4.1.4.2 Massa específica do arisco

A massa específica pode ser calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$d_3 = \frac{m}{(V - V_a) - \frac{m_s - m}{\rho_a}} \quad (6)$$

Onde:

d_3 = é a massa específica do agregado, em gramas por centímetros cúbicos;

m = é a massa da amostra seca em estufa, em gramas;

V = é o volume do frasco, em centímetros cúbicos;

V_a = é o volume de água adicionado ao frasco, em centímetros cúbicos;

m_s = é a massa da amostra na condição saturada superfície seca, em gramas;

ρ_a = é a massa específica da água, em gramas por centímetro cúbico.

Aplicando-se os valores obtidos na Equação (6) e considerando a massa específica da água igual a 0,99 g/cm³, tem-se:

$$d_3 = \frac{612,70 \text{ g}}{(500,00 \text{ cm}^3 - 283,13 \text{ cm}^3) - \frac{500,00 \text{ g} - 612,70 \text{ g}}{0,99 \text{ g/cm}^3}}$$

$$d_3 = 1,850 \text{ g/cm}^3$$

Portanto, a massa específica do arisco estudado é 1,850 g/cm³, ou 1.850 kg/dm³ e a massa específica na condição saturado superfície seca é 2,31 g/cm³. Pode-se afirmar que a condição ideal é a chamada Saturada Superfície Seca, pois apresenta comportamento semelhante às condições reais em campo.

As areias de britagem analisadas por Costa (2015) apresentaram resultado aproximado de 2,33 g/cm³. Já o valor apresentado por Sousa (2020) foi 2,544 g/cm³. Dessa forma, a massa específica do arisco nas duas condições em estudo apresentou-se de forma aproximada as analisadas por Costa (2015) e Sousa (2020). Por ser uma propriedade fundamental para realizar conversões ou até mesmo determinações da quantidade ideal de agregado no traço de argamassa, esta é uma característica indispensável para a compreensão do comportamento do arisco.

De acordo com a NBR NM 52, a massa específica é a relação entre a massa do agregado seco e seu volume, excluindo os poros permeáveis. Diógenes

(2016) conclui que a massa específica está diretamente relacionada com a densidade de massa de uma mistura.

4.1.5 Ensaio de composição granulométrica

Para realização do ensaio da composição granulométrica, foram coletadas duas amostras de arisco, conforme as recomendações da NBR NM 26 e redução da amostra para ensaio em laboratório, de acordo com a NBR NM 27. Cada amostra constituída por uma massa 400 g, em conformidade com a NBR NM 248.

Ambas as amostras foram levadas à estufa, à uma temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$, para secar. Em seguida esfriaram em temperatura ambiente e foi efetuada a determinação das suas massas, que resultaram em $m_1 = 383,1$ g e $m_2 = 383,1$ g. Tomou-se a amostra de massa m_1 (amostra 1) e reservou-se a amostra de massa m_2 (amostra 2).

Com as peneiras previamente limpas e encaixadas, formando um único conjunto, em ordem crescente da base para o topo, com fundo adequado, adicionou-se a amostra 1 sobre a peneira superior. Seguiu-se com a agitação do conjunto, realizada de maneira manual, por um tempo razoável para permitir a separação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grão da amostra. Em seguida foram determinadas as massas de material retido e material passante, que estão descritas no Quadro 5, que apresenta informações em decorrência da execução do ensaio de determinação da composição granulométrica. Finalizando com a apresentação destes resultados de forma ilustrativa no Gráfico 1.

Quadro 5 – Resultados da composição granulométrica

Peneira (mm)	Massa retida (g)		Amostra 1		Amostra 2		Média		% passante
	Amostra 1	Amostra 2	% retida	% acumulada	% retida	% acumulada	% retida	% acumulada	
4,75	2,2	1,4	0,58%	0,58%	0,37%	0,37%	0,47%	0,47%	99,53%
2,36	21,7	21,1	5,67%	6,25%	5,52%	5,88%	5,60%	6,07%	93,93%
1,18	45,3	42,4	11,85%	18,10%	11,09%	16,97%	11,47%	17,53%	82,47%
0,6	163	132,9	42,63%	60,72%	34,75%	51,73%	38,69%	56,22%	43,78%
0,3	32,2	65,5	8,42%	69,14%	17,13%	68,85%	12,77%	69,00%	31,00%
0,15	103	101,5	26,94%	96,08%	26,54%	95,40%	26,74%	95,74%	4,26%
Fundo	15	17,6	3,92%	100,00%	4,60%	100,00%	4,26%	100,00%	0,00%
Total =	382,4	382,4							

Fonte: Autora (2020)

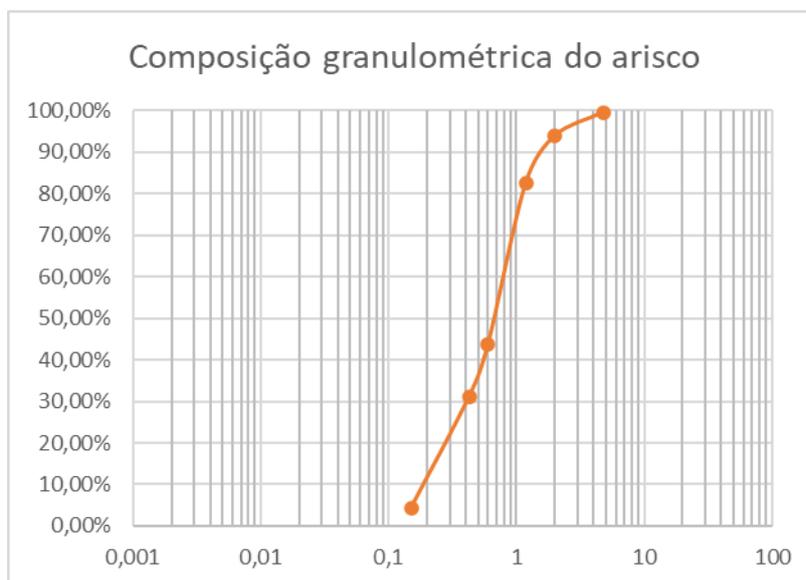
Na primeira coluna do Quadro 5 estão descritas as peneiras da série normal normatizadas e utilizadas para a realização do ensaio. Na segunda coluna estão apresentadas as massas retidas em cada peneira das amostras 1 e 2. Na terceira e quarta coluna contém as porcentagens retidas e acumuladas de cada peneira das amostras ensaiadas. A quinta coluna resume a média das porcentagens das duas amostras ensaiadas. A sexta coluna, contempla as porcentagens passantes de material de cada peneira, que é a subtração da porcentagem acumulada média de cada peneira de 100%. A porcentagem passante é utilizada para construir a curva granulométrica que está apresentada no Gráfico 1.

Com os resultados obtidos, é possível determinar dois parâmetros importantes do arisco: o Módulo de Finura (MF) igual a 2,509 e Dimensão Máxima Característica (DMC) igual a 4,75 mm. Conforme a NBR 7211 (2009), o módulo de finura da zona ótima varia entre 2,20 e 2,90, caracterizando o arisco como uma areia média.

Costa (2015) apresenta esses mesmos dados para a areia natural, com MF igual a 2,71% e DMC igual a 4,75 mm, permitindo verificar que o arisco está em conformidade com os dados apresentados. Lima, Correia e Faria (2016) estudaram a areia da sua região para verificar a influência da granulometria em argamassas de revestimento, e constataram que a argamassa fabricada com a areia média, chamada de referência, atinge o limite mínimo de resistência definido para o parâmetro de aderência ao substrato. Como citado anteriormente, o arisco é classificado aproximadamente como uma areia média, dessa forma o arisco apresenta possibilidade de aplicação em argamassas de revestimento.

A partir dos mesmos resultados de distribuição granulométrica apresentados anteriormente, foi possível produzir um gráfico, para melhor ilustrar os dados de granulometria do arisco, bem como para conhecer o comportamento da curva granulométrica.

Gráfico 1 – Curva da composição granulométrica do arisco



Fonte: Autora (2020)

No Gráfico 1, o eixo x representa as peneiras em escala logarítmica na base 10 e no eixo y a porcentagem passante, descrita na sexta coluna do Quadro 5. Assim, analisando o gráfico exposto, foi possível concluir que se trata de um agregado com uma curva de graduação uniforme, em que a maioria dos grãos possui, aproximadamente, a mesma dimensão.

5 CONCLUSÕES

Sendo o objetivo principal do presente trabalho apresentar dados de caracterização do arisco e orientar quanto ao uso eficiente deste material em argamassas de revestimento, é possível concluir que os dados apresentados foram suficientes, e que os objetivos foram satisfatoriamente atingidos.

A primeira etapa deste estudo consistiu na caracterização em laboratório de amostras de arisco, de forma a avaliar algumas de suas principais propriedades. As propriedades avaliadas foram: a capacidade de absorção de água, determinação da massa unitária, teor de finos que passam pela peneira 75 μm , massa específica e determinação da composição granulométrica. O conhecimento dessas propriedades é essencial para aplicar adequadamente o arisco em argamassas de revestimento.

Os procedimentos e metodologias adotados foram descritos detalhadamente, como parte dos resultados do trabalho, visto que a etapa de laboratório é algo que muitas vezes não está bem detalhada em normas, dificultando o a execução correta do passo a passo dos ensaios e abrindo espaço para adaptações ao decorrer da execução, que é algo que pode comprometer a veracidade e qualidade dos resultados. Inclusive, as normas fornecem equações e fórmulas para obtenção dos resultados, mas por falta de alguns exemplos, pode ficar confuso. Isso pode acarretar na dificuldade de reprodução dos ensaios em trabalhos futuros. Logo, o detalhamento do passo a passo contribui também para o alcance das conclusões deste trabalho.

Com os resultados obtidos, foi realizada uma análise comparativa com relação à resultados obtidos na literatura, tanto de arisco como de outros materiais agregados utilizados com a mesma finalidade em argamassas, como a areia de leito de rio, o gesso e a cal.

Os valores obtidos absorção de água do arisco mostraram que este material apresenta elevada capacidade de absorção de água, comprovando que, devido à presença de finos, também comprovada, uma mistura em que o arisco seja utilizado demandará mais água para alcançar boa consistência e trabalhabilidade. Assim, a taxa de absorção do arisco auxiliará na correta dosagem do traço a ser utilizado.

A respeito da massa unitária, foi possível concluir que essa propriedade do arisco é maior do que a massa unitária da areia de leito de rio, ou seja, apresenta maior massa por unidade de volume. Isso pode ser explicado devido a presença de finos, a qual na areia normal não se faz tão presente como no arisco. Como este ensaio também considera os vazios entre os grãos, a massa unitária também deverá ser levada em conta na determinação da dosagem do traço, visto que está ligada a propriedade de absorção de água.

Acerca da determinação de materiais finos que passam pela peneira 75 µm esperava-se encontrar valores maiores, visto que autores citados no referencial teórico deste trabalho apresentaram porcentagens elevadas da presença de finos no arisco. Dessa forma, o arisco estudado nesta pesquisa apresenta baixo teor de finos, quando comparado ao apresentado por Santos Júnior (2009) e Costa (2015). Apesar disso, ainda assim o resultado, igual a 3,00%, foi maior do que o apresentado na literatura para a areia, diferenciando-o da areia natural de leito de rio, como era esperado, uma vez que a presença de finos é característica conhecida do arisco. Vale inferir que, dependendo do local em que o material é coletado, podem-se apresentar resultados diferentes para as propriedades do arisco. Este material estudado apresenta propriedades parecidas com as de uma areia convencional. Mesmo assim, ainda apresenta características comuns do arisco.

Quanto a massa específica, o valor encontrado está em conformidade com os valores apresentados na literatura, pois o arisco apresentou-se de forma aproximada nas condições analisadas por Costa (2015) e Sousa (2020). Assim, esta propriedade auxilia na determinação da composição do traço, nas quantidades e conversões de massa para volume ou vice-versa.

A partir do ensaio de granulometria foi possível determinar a composição granulométrica do arisco, classificando-o como uma areia média. Da mesma forma, apresentou uma curva granulométrica com distribuição uniforme dos grãos, que permite concluir que se trata de um solo, em sua maioria, com grãos em dimensões aproximadas, validando assim sua possibilidade de aplicação em argamassas de revestimento.

Por fim, a última análise dos resultados se referiu ao uso deste material em argamassas. É de conhecimento popular que o uso de arisco em argamassas modifica suas propriedades. Pelo apresentado no referencial teórico e nos resultados, percebe-se que essa mudança está relacionada à presença de

partículas finas nesse material, o que traz um melhor preenchimento dos vazios e proporciona uma consistência de trabalho mais agradável.

Contudo, o uso desse material pode trazer alguns prejuízos, pelo mesmo motivo da presença de finos. Por isso, os resultados aqui apresentados indicam uma orientação ao seu uso em argamassas, que pode ser benéfico, mas que em determinadas dosagens, e dependendo do uso, pode limitar o desempenho eficiente de argamassas.

Com isso, conclui-se que o arisco pode ser utilizado em argamassas de revestimento, como é bastante visto em diversas obras no mercado brasileiro. Entretanto, deve-se ter o cuidado na dosagem para que esse uso não cause malefícios, como retração, fissuras e outros.

Inicialmente, pensando em realizar a pesquisa com sua configuração original, que não foi possível executar por conta das limitações chegadas com a pandemia por COVID-19, sugere-se a fabricação de argamassas e realização de ensaios nos estados fresco e endurecido, para então avaliar o comportamento do arisco aplicado.

Sugere-se a moldagem de corpos de prova com diferentes dosagens de arisco e a análise do seu desempenho, observando as propriedades apresentadas, de forma a verificar a dosagem ideal para diferentes finalidades.

Recomenda-se a realização de ensaios aplicando as argamassas em substrato para analisar seu comportamento. Assim como a realização da comparação entre argamassas fabricadas com arisco e com a cal, com argamassas fabricadas com resíduos da indústria da construção civil, visando a prática da sustentabilidade.

Sugere-se ainda a análise da possibilidade da substituição parcial do arisco por algum tipo de resíduo, de origem ornamental, como o mármore, para verificação das propriedades, se elas se mantem ou são melhoradas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Salvador Luiz M. de; SILVA, Valesca da Silveira. **Areia artificial: uma alternativa econômica e ambiental para o mercado nacional de agregados**. São Paulo: 2005.

APOLINÁRIO, E. C. de A. **Influência da adição do resíduo proveniente do corte de mármore e granito (RCMG) nas propriedades de argamassas de cimento Portland**. 2014. Dissertação - Universidade Federal da Bahia, Salvador: 2014.

AQUINO, A. S. **Estudo tecnológico da argamassa a partir da substituição de aglomerante por resíduos cerâmicos reciclados**. 2019. Monografia – Centro Universitário de Lavras, Lavras: 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO CIMENTO *PORTLAND* (ABCP). **A versatilidade do cimento brasileiro**. 2019. Disponível em: <<https://abcp.org.br/cimento/tipos/>>. Acesso em: 15 de mar. de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO CIMENTO *PORTLAND* (ABCP). **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 7 ed. São Paulo: 2002a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO CIMENTO *PORTLAND* (ABCP). **Manual de Revestimentos de Argamassa**. São Paulo: 2002b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto: Especificação**. Rio de Janeiro: 2005.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Terminologia**. Rio de Janeiro: 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 26: Agregados: Amostragem**. Rio de Janeiro: 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 27: Agregados: Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório**. Rio de Janeiro: 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 30: Agregado miúdo: Determinação da absorção de água**. Rio de Janeiro: 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45: Agregados: Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro: 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46**: Agregados: Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro: 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo: Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM ISO 3310-1**: Peneiras de ensaio: Requisitos técnicos e verificação Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico (ISO 3310-1, IDT). Rio de Janeiro: 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO (ANEPAC, 2015). **O mercado de agregados no Brasil**. 2015. Disponível em: <<https://www.anepac.org.br/>>. Acesso em: 14 de mar. de 2020.

BEZERRA, G. M. **Estudo da influência do arisco na formação do salitre em argamassas na região de Mossoró-RN**. 2013. Monografia - Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Mossoró: 2013.

BEZERRA, Larissa Alves Muniz. et al. **Comportamento físico e mecânico de argamassas produzidas com agregados natural e arisco**. 2018. Instituto Federal do Ceará, Fortaleza: 2018.

CARASEK, H. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais, Argamassas, cap. 28**. São Paulo: IBRACON, 2010.

CHAGAS, C. D. **Análise da utilização de diferentes materiais inertes em substituição total à cal na produção de argamassas tradicionais de assentamento**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário de Formiga, Formiga: 2018.

COSTA, Heloina Nogueira da. **Caracterização de areias de britagem de pedreiras da região metropolitana de Fortaleza e avaliação da sua aplicação no concreto**. 2015. Dissertação – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza: 2015.

DIÓGENES, Afrânia Gadelha. **Estudo do comportamento de argamassas de revestimento com areia de britagem da região metropolitana de fortaleza**. 2016. Dissertação – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza: 2016.

FIORITO, A. J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos: Estudos e Procedimentos de Execução**. 2. ed. São Paulo: Pini Ltda, 2009. 29 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008.

HADDAD, L. D. et al. **Análise da influência da granulometria do agregado miúdo nas propriedades mecânicas e de durabilidade das argamassas de revestimento**. Revista Ciência e Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia: 2016.

HADDAD, L. D. de O. **Estudo da influência da forma e da granulometria dos agregados nas propriedades das argamassas de revestimento**. 2015. Dissertação - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte: 2015.

JASKULSKI, Fernanda Maria. **Ajuste de curva da variação da massa do agregado graúdo (pedra brita) submerso na água em função do tempo**. XXIV Seminário de Iniciação Científica, Curitiba: 2016.

KRÜGER, P.; SOUZA, A. B. de.; KONOFAL W. U. **Estudo da trabalhabilidade em argamassas e concretos com utilização de RCD**. 8º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, Ponta Grossa: 2013.

LIMA, José; CORREIA, Débora; FARIA, Paulina. **Rebocos de terra: influência da adição de gesso e da granulometria da areia**. II Simpósio de Argamassas e Soluções Térmicas de Revestimento, Coimbra: 2016.

LUZ, A. B. da; ALMEIDA, S. L. M. de. **Manual de agregados para a construção civil**. 2 ed. Rio de Janeiro: CETEM, 2012.

MATOS, P. R. de. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2013.

MC Bauchemie. **Aditivos para argamassa**. 2019. Disponível em: <<https://www.mc-bauchemie.com.br/produtos/aditivos-para-argamassa/#/category-products>>. Acesso em: 30 de abr. de 2020.

PEREIRA, C. **Tipos de cimento: Características e especificações**. Escola engenharia, 14 de jan. de 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-cimento/>>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

RÊGO, W. A. **Caracterização física dos saibros da região metropolitana do Recife utilizados em argamassas**. 2008. Dissertação – Universidade Católica de Pernambuco, Recife: 2008.

ROCCHI, A. de C. do N. L.; OLIVEIRA, J. M. de. **Avaliação da resistência à compressão de argamassas com uso de cimento Ic3 com diferentes proporções de filer calcário e argila calcinada**. 2017. Monografia - Universidade de Brasília, Brasília: 2017.

SANTOS JÚNIOR, J.O. DOS. **Estudo comparativo do comportamento entre argamassas produzidas com areia vermelha e arisco**. 2009. Monografia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza: 2009.

SANTOS, W. J. do. et al. **Proposta de método de dosagem para argamassas de revestimento com areia artificial de britagem**. Porto Alegre: Ambiente Construído, 2018, v. 18, n. 1, p. 225-243.

SILVA, C. et al. **Avaliação de propriedades no estado fresco e endurecido de argamassas de revestimento cimentícias produzidas com aditivos químicos plastificantes**. Natal: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2016.

SILVA, W.G. da et al. **Desenvolvimento de argamassas colantes utilizando resíduos de britagem de rochas calcárias**. Rio Grande do Norte: [s.n.], 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481549228005>>. Acesso em: 30 de abr. de 2020.

SMITH, M. R.; COLLIS, L. **Aggregates**: Sand, gravel and crushed rock aggregates for construction purposes. Geological Society, Londres: Engineering Geology Special Publications, 2001.

SOUSA, Priscila Karine Rodrigues de. **Caracterização do agregado miúdo, tipo arisco, utilizado na região metropolitana de Fortaleza**. 2020. Instituto Federal do Ceará. Fortaleza: Conexões, 2020.

SPECK, Matheus Martins. **Investigação da influência da rugosidade e da capacidade de absorção do substrato de concreto na aderência de argamassa com diferentes comportamentos reológicos**. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão: 2018.