



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

João Paulo Rodrigues Martins

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM ADIÇÃO DA CASCA DO CARANGUEJO-UÇÁ

Palmas – TO

2018

João Paulo Rodrigues Martins

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM
ADIÇÃO DA CASCA DO CARANGUEJO-UÇÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M. Sc. Roldão Pimentel de Araújo Junior.

Palmas – TO

2018

João Paulo Rodrigues Martins
ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM
ADIÇÃO DA CASCA DO CARANGUEJO-UÇÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M. Sc. Roldão Pimentel Júnior.

Aprovado em: 13 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. M. Sc. Roldão Pimentel de Araújo Junior

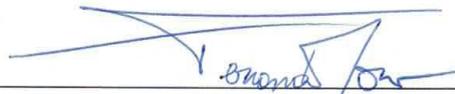
Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. M. Sc. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. E. Fernando Moreno Suarte Júnior

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

DEDICATÓRIA

**A Deus,
aos meus pais, Paulo César e Josefina,
em reconhecimento por tudo que fizeram por mim.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus queridos pais, eles que vieram preparando o meu caminho, desde que eu nasci, me incentivando e apoiando.

Ao meu orientador professor Roldão Pimentel de Araújo Júnior que me auxiliou com a escolha do tema e em todo processo de produção, sanando as dúvidas e dificuldades que apareceram.

A todos os colegas e amigos da vida e que fiz no CEULP/ULBRA os quais fizeram parte dessa luta e não serão citados para não cometer injustiças esquecendo o nome de algum.

A todos meus professores que participaram direta ou indiretamente de minha caminhada, por todo ensinamento e toda dedicação durante esses árduos semestres. Serei eternamente grato.

RESUMO

MARTINS, João Paulo Rodrigues. ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM ADIÇÃO DA CASCA DO CARANGUEJO-UÇÁ. 2018. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Ceulp/Ulbra, Palmas, 2018.

O Brasil é considerado o país que tem a maior área de manguezal do planeta, região bastante favorável para o desenvolvimento de crustáceos, somente em uma empresa no Pará conta com uma produção de 150 quilos/dia, o qual gera aproximadamente 70% de resíduos de casca, os quais muitas vezes possuem destinação pouco produtiva ou imprópria no meio ambiente, resíduos esse que podem gerar um biopolímero chamado de Quitina.

Diante do panorama mundial de crescimento da construção civil, aliado ao desenvolvimento sustentável, é de grande importância a realização de estudos que visem o aproveitamento destes resíduos.

Deste modo, este trabalho mostra o estudo da aplicação de um biomaterial resultante do processo bruto de desproteinização e moagem da casca do caranguejo substituindo a cal em porcentagens de 50% e 100% na argamassa de revestimento. Para isso, foram realizados ensaios de caracterização tanto em seu estado fluido, analisando o índice de consistência da argamassa e perda de água, quanto no endurecido, absorção de água, resistência a compressão axial e tração na flexão, analisado suas propriedades mecânicas para as idades de 1, 7 e 28 dias. Destacando que a adição provou uma redução das resistências mecânica, quando se buscava uma mesma consistência no material fluido, mas quando se manteve a quantidade de água da referência as resistências se aproximaram bastante.

Palavras Chave: Revestimento, Pó da casca do caranguejo, Argamassa

ABSTRACT

MARTINS, João Paulo Rodrigues. ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF COATING MORTARS WITH ADDED CASCADES OF CRAB-UÇÁ. 2018. 65 f. TCC (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Ceulp/Ulbra, Palmas, 2018.

Brazil is considered the country with the largest mangrove area on the planet, a very favorable region for the development of crustaceans, only in a company in Pará has a production of 150 kilos / day, which generates approximately 70% bark, which often have unproductive or improper disposal in the environment, waste that can generate a biopolymer called Chitin.

In view of the world panorama of the growth of civil construction, combined with sustainable development, it is of great importance to carry out studies aimed at the use of this waste.

Thus, this work shows the application of a powder resulting from the crude process of deproteinization and milling of the shell of the crab replacing the lime in percentages of 50% and 100% in the coating mortar. For this purpose, characterization tests were carried out both in its fluid state, analyzing the consistency index of the mortar and water loss, as well as the hardening, water absorption, axial compression strength and flexural tensile strength, analyzed its mechanical properties for the ages of 1, 7 and 28 days. Noting that the addition proved a reduction in resistance, when looking for the same consistency, but that keeping the amount of water of the reference the resistances are close enough.

Keywords: Coating, Crab Bark Powder, Mortar

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de obtenção de quitina.....	27
Figura 2 - Reação de desacetilação da quitina formando a quitosana.....	27
Figura 3 - Programa Experimental	33
Figura 4 – Casca do caranguejo uçá	34
Figura 5 – Moinho de bolas -----	35
Figura 6 – Ensaio de granulometria -----	36
Figura 7 – Ensaio de massa unitária -----	37
Figura 8 – Ensaio de consistência -----	39
Figura 9 – Perda de massa da argamassa por evaporação -----	39
Figura 10 – Ensaio resistência tração na flexão -----	41
Figura 11 – Ensaio de resistência compressão -----	41
Figura 12 – Curva granulométrica -----	42
Figura 13 – Teor de matéria orgânica -----	43
Figura 14 – Consistência da argamassa -----	45
Figura 15 – Perda de massa da argamassa por evaporação -----	47
Figura 16 – Resistência a tração na flexão -----	50
Figura 17 – Resistência a tração na flexão -----	51
Figura 18 – Resistência a compressão -----	53
Figura 19 – Resistência a compressão -----	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Argamassas inorgânicas de revestimento	16
Tabela 2 - Propriedades do conjunto argamassa mais base.....	17
Tabela 3 - Materiais constituintes das argamassas de revestimento.....	18
Tabela 4 - Tipos de cimentos Portland, siglas e normas que definem.....	19
Tabela 5 – Composição granulométrica -----	42
Tabela 6 – Massa unitária -----	44
Tabela 7 – Consistência da argamassa -----	45
Tabela 8 – Perda de massa da argamassa por evaporação -----	46
Tabela 9 – Absorção de água -----	48
Tabela 10 – Resistência a tração na flexão -----	49
Tabela 11 – Resistência a tração na flexão -----	50
Tabela 12 – Resistência a compressão -----	51
Tabela 13 – Resistência a compressão -----	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;

CaO - Óxido de cálcio;

CO₂ - Dióxido de carbono;

D_{max} - Dimensão máxima característica;

min – Unidade de tempo – minuto;

mm - Unidade de comprimento – milímetro;

PH - Potencial de hidrogênio;

g – Unidade de Massa – grama;

M_f – Modulo de finura;

h - Unidade de tempo – hora;

s - Unidade de tempo – segundo;

TiO₂ - Óxido de titânio;

L - Unidade de medida – litro;

a/c – água por cimento;

Naoh – hidróxido de sódio;

Dif. – Diferença;

PPM – partículas por milhão;

Perc. – Percentual;

Sub. – Substituição;

Cps – Corpos de provas.

LISTA DE SÍMBOLOS E PREFIXOS

°C - Temperatura em Celsius (graus Celsius);

μ - Micro (10⁻⁶);

m - Mili (10⁻³);

% - Percentagem;

± - Mais ou menos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 CONCEITO DE ARGAMASSA E REVESTIMENTO	14
2.1.1 Conceito geral de Argamassa	14
2.1.2 Argamassa de revestimento	15
2.1.3 Estrutura dos revestimentos	16
2.2 ARGAMASSA	17
2.2.1 Componentes da argamassa	17
2.2.2 Cimento Portland	17
2.2.3 Cal hidratada	18
2.2.4 Agregado miúdo.....	19
2.3 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS	20
2.3.1 Consistência, Trababilidade e Plasticidade.....	20
2.3.3 Retenção de Água	21
2.3.4 Adesão Inicial.....	21
2.3.5 Aderência no estado endurecido.	22
2.3.6 Módulo de Elasticidade	23
2.3.7 Resistência mecânica	23
2.3.8 Retração.....	23
2.4 DOSAGEM DAS ARGAMASSAS	24
2.5 CASCA DO CARANGUEJO	26
2.5.1 Caranguejo uçá	26
2.5.2 Quitina e Quitosana.....	26
2.5.3 Aplicabilidades.....	28
2.6 POLÍMEROS	28
2.6.1 Aplicação dos polímeros.....	28
2.7 TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA	29
2.7.1 Avaliação dos efeitos da substituição da cal hidratada por cinzas de algaroba em argamassas de revestimento	29

2.7.2 Utilização da cinza de folha de bananeira como adição em argamassas de cimento Portland	30
2.7.3 Estudo de argamassas modificadas com polímero acrílico.....	30
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	32
3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	33
3.2.1 Produção do pó da casca do caranguejo uçá.....	34
3.2.2 Caracterização dos Materiais	35
3.2.2.1 Agregado miúdo	35
3.2.2.2 Pó da casca do caranguejo	38
3.2.3 Ensaio nas Argamassas	38
3.2.3.1 Argamassa no estado fresco	38
3.2.1.2 Argamassa no estado endurecido	40
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	42
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO	42
4.1.1 Análise granulométrica	42
4.1.2 Teor de matéria orgânica.....	43
4.1.3 Massa unitária	43
4.2 ENSAIO DA ARGAMASSA NO ESTADO FRESCO.....	45
4.2.1 DETERMINAÇÕES DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA	45
4.2.2 Determinação Da Perda De Água Das Argamassas Por Evaporação.	46
4.3 ENSAIO DA ARGAMASSA NO ESTADO ENDURECIDO	48
4.3.1 Determinação da absorção de água	48
4.3.3 Resistência à compressão axial e a tração na flexão.....	49
5 CONCLUSÃO.....	56
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o país que tem a maior área de manguezal do planeta sendo 25 mil quilômetros quadrados, distribuídos em 7408 quilômetros de orla litorânea (BARBIERI,2007), caracterizando uma região bastante favorável para o desenvolvimento de crustáceos. Dentro desta vasta região, no estado do Pará encontra-se a Filé do Mangue, de Bragança, a primeira e única empresa do Brasil a ter registro para processamento artesanal do caranguejo. De acordo com o proprietário, BRABO (2015) em entrevista ao G1, o empreendimento gera 136 empregos diretos, e conta com uma produção de 150 quilos/dia, ou seja, uma captura de cerca de 3 mil caranguejos diariamente. Este processo da retirada da carne do caranguejo gera um considerável volume de resíduos 70 a 80% (B. S. de Oliveira & M. L. Nunes, 2011), sendo muitas das vezes em quase sua totalidade realizado o descarte sem seu aproveitamento em solos e efluentes.

Uma forma de agregar valor a estes resíduos é através da produção da quitina do exoesqueleto, sendo usado para vários fins médicos, cosméticos e alimentos, e suas vísceras são processadas para ração de animais (CARRANCO, 2003). A Quitina pode ser obtido por meio de resíduos de crustáceos, na qual para a obtenção envolve as etapas de desmineralização, desproteínação e desodorização da casca destes crustáceos, e a partir da Quitina realiza-se a produção da quitosana adicionando a quitina seca uma solução de hidróxido de sódio (B. S. de Oliveira & M. L. Nunes, 2011).

Com a casca do caranguejo, buscou-se atingir o objetivo de realizar a substituição do aglomerante de cal hidratada, comumente empregada na produção de argamassas de revestimento, pelo biomaterial de estudo nas proporções de 50 e 100%, com o intuito de aproveitar um resíduo que se encontra disponível na natureza, e que não tem uma destinação adequada na maioria das vezes, buscando a melhor forma de aproveitamento desse resíduo na confecção de argamassas. Para isso, utilizamos de um processamento mais bruto de tratamento da casca do caranguejo sem todas etapas utilizadas na produção da quitosana, realizando dessa forma estudos nas propriedades adquiridas da argamassa com ela produzida, tanto no estado fluido quanto no endurecido.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a influência da substituição do aglomerante de cal hidratada, nas proporções de 50 e 100% pelo pó proveniente da casca do caranguejo, nas propriedades da argamassa tanto no estado fresco quanto no endurecido.

1.3.2 Objetivos Específicos

Avaliar as alterações na argamassa em seu estado fresco, analisando o índice de consistência da argamassa e perda de água.

Avaliar as variações na argamassa em seu estado endurecido, analisando sua resistência a compressão e tração na flexão e absorção de água.

Realizar estudo referente a obtenção do biomaterial com suas etapas de produção.

1.4 JUSTIFICATIVA

Os aditivos atualmente são cada vez mais difundidos na produção das argamassas, se tornando praticamente o quarto elemento em sua produção depois da água, cimento e agregado, virando item cada vez mais comum nas obras e concreteiras em todo o Brasil. Estes materiais tendem a buscar melhorias desde a produção, aplicação e duração das argamassas, contudo as adições de novas substâncias devem apresentar estudos antes de suas aplicações tanto no estado fresco, quanto no endurecido, a fim de analisarem o comportamento de tais substância na argamassa.

Apesar do incremento de aditivos cada vez mais difundido, a cal ainda é muito utilizada nas regiões onde apresentam elevadas temperaturas, como por exemplo a região norte do país, motivo pelo o qual segundo RECENA (2012), a adição de cal hidratada em argamassas de cimento Portland reduz significativamente o módulo de elasticidade, sem afetar na mesma proporção a resistência à tração.

Tendo em vista a grande importância do desenvolvimento sustentável, várias pesquisas são desenvolvidas a fim de se empregar matérias primas rejeitadas pela sociedade, e que podem possuir um grande potencial de reutilização, como o caso da quitosana proveniente da casca do caranguejo. Entre as destinações da carnicultura do caranguejo, parte dos rejeitos da casca do caranguejo, tem sido triturado e transformado em farelos para enriquecimento de ração animal (CARRANCO, 2003). Mas a grande maioria, contudo, tem como destino final o descarte diretamente em solo ou em efluentes, o que evidentemente resulta em impacto ambiental.

Dessa forma o aproveitamento de resíduos pode muitas vezes trazer melhorias técnicas, além da redução de custos e de impacto ambiental, visto que tem crescido no mundo inteiro. Deste modo, este trabalho visa analisar a capacidade de utilização da casca do caranguejo-uçá como adição em argamassas, além de possibilitar informações referentes a este resíduo para estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITO DE ARGAMASSA E REVESTIMENTO

2.1.1 Conceito geral de Argamassa

A argamassa é um produto obtido através das misturas homogêneas de aglomerante(s), agregado(s) miúdo(s) e água, com ou sem aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento (Araújo JR, 2004). Nas etapas de produção das argamassas, diversos tipos de materiais constituintes são empregados, sendo ao longo do tempo associadas as tecnologias tradicionais e as tecnologias competitivas que cada vez mais buscam dar resposta às atuais exigências dos canteiros de obras (Oliveira, 2017).

As argamassas devem atender diversas funções específicas, havendo dessa forma uma variação em suas composições e materiais, pois de acordo com TRISTÃO (1995), tanto as características dos materiais que são utilizados, quanto as suas proporções, exercem influências sobre as propriedades das argamassas seja no estado fresco ou endurecido.

As argamassas mistas utilizam a cal em suas formulações de forma a melhorar a retenção de água e a plasticidade, que influenciam na trabalhabilidade; ficando a responsabilidade do cimento em melhorar as resistências mecânicas e a aderência. Estas argamassas também apresentam inferiores módulos de deformação por serem menos rígidas (Araújo JR, 2004).

Os parâmetros exigenciais, são propriedades ou características que a argamassa deve atender para que o sistema de revestimento tenha o desempenho especificado (BAUER, 2013). No caso do estado fresco os parâmetros exigenciais são a consistência, a trabalhabilidade e a plasticidade, bem como a retenção de água.

De acordo com CINCOTTO; SILVA & CASCUDO (1995), as argamassas se diferem de acordo com sua tipologia e seus critérios de avaliação, como mostra na Tabela 1.

Tabela 1- Argamassas inorgânicas de revestimento – Tipo

Tipo	Critério de avaliação
Argamassa aérea e hidráulica	Natureza do aglomerante
Argamassa de cal cimento e cimento e cal	Tipo do aglomerante
Argamassa simples e mista	Número de aglomerantes
Argamassa aditivada, colante, de aderência melhorada, hidrofurga, de proteção radiológica, redutora de permeabilidade e termoisolante	Propriedades específicas
Chapisco, emboço e reboco	Função no revestimento
Argamassa dosada em central, preparada em obra, industrializada e mistura semi-pronta	Forma de preparo ou fornecimento

Fonte: CINCOTTO; SILVA & CASCUDO (1995).

2.1.2 Argamassa de revestimento

Os revestimentos de argamassa são definidos pela NBR 13529 (ABNT, 2013), como cobertura de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final.

Quanto as suas finalidades os revestimentos devem satisfazer a ABNT NBR 13749:2013, que estabelece as seguintes condições:

- Ser compatível com o acabamento decorativo;
- Ter resistência mecânica decrescente ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com a base, sem comprometer sua durabilidade ou acabamento final;
- Ser constituído por uma ou mais camadas sobrepostas de argamassas contínuas e uniformes;
- Ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento externo de argamassa aparente, sem pintura ou base porosa. No caso de não se empregar argamassa hidrofugante, deve ser executada a pintura específica para este fim;
- Ter propriedade impermeabilizante, em caso de revestimento externo de superfícies em contato com o solo;
- Resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio, quando externos;
- Quanto ao aspecto deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições, cavidades, fissuras, manchas e eflorescência;
- As espessuras admissíveis dos revestimentos internos e externos, para parede interna compreendidos entre 5 e 20 mm; parede externa; entre 20 e 30 mm e para tetos até 20 mm.

Sendo dessa forma, de acordo com Oliveira (2017), em resumo, são atribuídas aos revestimentos as funções principais de regularização, decoração e proteção da base, devendo apresentar uma estabilidade mecânica e dimensional, deve também constitui-se uma barreira contra a penetração da água, além de contribuir para o conforto acústico. A partir dessa análise sintetiza-se na Tabela 2 as propriedades ou características em função dos requisitos básicos da argamassa de revestimento.

Tabela 2 - Propriedades do conjunto argamassa mais base

Requisitos básicos	Propriedades ou características do conjunto argamassa e base
Segurança	Resistência mecânica (resistência a tração e compressão, resistência ao desgaste superficial – abrasão; resistência ao impacto; resistência ao fogo)
Habitabilidade	Estanqueidade à água; isolamento térmico e isolamento acústico
Compatibilidade com a base	Consistência; plasticidade; trabalhabilidade; aderência; permeabilidade; índice de sucção
Compatibilidade entre materiais	durabilidade

Fonte: CINCOTTO; SILVA & CASCUDO (1995).

2.1.3 Estrutura dos revestimentos

A NBR 13529 (ABNT, 2013) descreve que o sistema de revestimento é um conjunto formado por revestimento de argamassa compatível com a natureza da base, desempenho, acabamento decorativo e condições de exposição previstas em projeto. Podendo ser divididas em camadas:

Substrato ou base – parede ou teto constituído por material inorgânico, não metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado.

Chapisco é a camada de preparo da base, aplicada de forma descontínua ou contínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Emboço é a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, proporcionando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou revestimento decorativo ou acabamento.

Reboco é uma camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, proporcionando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou acabamento.

Massa única ou emboço paulista é a camada de argamassa única que é aplicada sobre o chapisco tendo a função simultaneamente do emboço e do reboco.

2.2 ARGAMASSA

2.2.1 Componentes da argamassa

A argamassa é um material constituído por duas frações, uma ativa, composta pelos aglomerantes, e outra, dita inerte, formada pelos agregados. Para grande parte das argamassas mistas de revestimento a fração ativa é composta por cimento e cal hidratada, na qual se admite que o cimento seja responsável por uma grande parte da resistência mecânica e, a cal, pela sua capacidade de deformação. Já a fração inerte é composta por areia, que não participa das reações químicas de endurecimento (PEREIRA, 2007).

CINCOTTO; SILVA & CASCUDO (1995), estabelece como se baseia os critérios de classificação da argamassa de acordo com seus componentes presentes, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Materiais constituintes das argamassas de revestimento

Tipo	Critério de Classificação
Cal hidratada, virgem, cimento Portland cinza e branco	Aglomerantes
Agregado miúdo e leve	Agregados
Filito cerâmico, material pozolânico, pó calcário, saibro e solo fino	Adições
Solo fino beneficiado	Adições
Redutores de permeabilidade, retentores e incorporadores de água e hidrofugantes	Aditivos
Água de amassamento	Água

Fonte: Oliveira (2017).

2.2.2 Cimento Portland

O cimento mais utilizado hoje pelo mercado é o do tipo Portland, que consiste essencialmente de silicatos reativos de cálcio, alumina e óxido de ferro. Eles são os

responsáveis pela característica adesiva e estabilidade do cimento em meio aquoso, quando hidratado. O calcário e argila são as principais matérias-primas do cimento, sendo as fontes de cálcio e sílica necessárias para a formação de seus compostos (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

O cimento Portland comum é composto basicamente de clínquer e utilizado quando não são requeridas as propriedades especiais especificadas para qualquer um dos outros tipos. O cimento Portland composto foi desenvolvido visando um custo mais baixo e economia de energia. Além disso, em certos aspectos, os cimentos compostos comportam-se melhor que o cimento comum (MEHTA & MONTEIRO, 1994).

Quanto maior o teor de cimento, maior será a aderência à tração, todavia não se pode dizer o mesmo quanto à durabilidade, pela maior condição de se desenvolver fissuração na argamassa, CINCOTTO; SILVA & CASCUDO (1995).

Mehta & Monteiro (2006), descreve alguns tipos de cimentos Portland, com as siglas pelas quais são conhecidos internacionalmente e no Brasil, além das normas técnicas brasileiras que os definem, como mostra a tabela 4.

Tabela 4: Tipos de cimentos Portland, siglas pelas quais são conhecidos internacionalmente e no Brasil, além das normas técnicas brasileiras que os definem.

Denominação	Sigla (ASTM C150 e C595)	Sigra correspondente no Brasil	Norma brasileira
Portland comum	I	CP I	ABNT EB-1
Portland comum com adição		CP I-S	ABNT EB-1
Portland composto com escória	I(SM)	CP II-E	ABNT EB-2138
Portland composto com pozolana	I(MP)	CP II-Z	ABNT EB-2138
Portland composto com filler		CP II-F	ABNT EB-2138
Portland de alto forno	IS	CP III	NBR 5735
Portland pozolânico	IP	CP IV	NBR 5736
Portland de alta resistência inicial	III	CP V-ARI	NBR 5733

Fonte: MEHTA & MONTEIRO, (2006).

2.2.3 Cal hidratada

Determina-se a cal hidratada como sendo um pó alcançado pela hidratação da cal virgem formado essencialmente de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio, ou os dois misturados ao óxido de magnésio, (NBR 7175, 2003).

Este material proporciona maior coesão entre as partículas sólidas quando se eleva a viscosidade da pasta com a alteração gradativa do cimento pela cal, mantendo-se a mesma relação água/cimento. Por sua vez, as cales cálcicas em contato com a água apontam viscosidade maior do que as cales dolomíticas, (RAGO & CINCOTTO, 1997).

Basicamente são encontrados dois tipos de cal: a cálcica e a dolomítica. A cálcica é mais viscosa, possui maior consistência com relação a dolomítica. Os parâmetros de maior distinção dos aglomerantes são as formas das partículas, tendo em vista a sua interferência na compactidade ou rolamento dos grãos. Portanto, observa-se nas cales cálcicas aglomerados de placas mais angulosos e nas cales dolomíticas ou magnesianas partículas em forma de flocos, (RAGO & CINCOTTO, 1997).

As cales são classificadas na NBR 7175 de acordo com as exigências químicas e físicas, isto é: cal hidratada CH-I; CH-II e CH-III. Verifica-se que a cal CH-I e CH-II têm um desempenho mais relevante na construção civil. A CH-I chega a ter um desempenho superior em cerca de 30% com relação à CH-III, (YAZIGI, 2004).

A cal fornece à argamassa mista uma melhor trabalhabilidade; retenção de água, propiciando o tempo adequado à hidratação necessária do cimento; aumento da resistência mecânica, por ter menos vazios devido a sua pozolanicidade. Além disso, diminui o módulo de elasticidade, melhorando a capacidade de deformação e aumenta a capacidade de aderência da pasta no substrato, (OLIVEIRA, 2017). Portanto, atribui-se à cal a capacidade de acomodar as movimentações entre o revestimento e as alvenarias, sabendo-se que o módulo de deformação deve ser decrescente das camadas internas para as externas, evitando-se assim movimentações diferenciadas entre o substrato e o revestimento, (THOMAZ, 2001).

Dessa forma, a cal nas argamassas mistas de cimento, cal e areia, propicia: economia, por ser um aglomerante mais barato que o cimento; plasticidade; retenção de água; reações como aglomerante, onde inevitavelmente apresenta incremento razoável da resistência à compressão e tração; resistência à fissuração; diminuição de eflorescência; pequena capacidade de reconstituição autógena das fissuras, obtendo ganho de resistências mecânicas por conta da carbonatação ocorrente ao longo do tempo; maior resistência à penetração de água; meio alcalino, além disso, é compatível com diversos sistemas de pintura e maior durabilidade em função das propriedades químicas inseridas, YAZIGI (2004).

2.2.4 Agregado miúdo

Agregados é a denominação genérica dada aos materiais que são acrescentados ao cimento e à água para se obterem as argamassas e os concretos, sendo atribuídas a areia as funções de redução dos custos no caso de argamassas mistas de cal e cimento, diminuindo seus consumos e também de conferi às argamassas a propriedade de facilita a passagem de anidrito carbônico do ar necessário na recarbonatação do hidróxido de sódio (Tritão 1995).

As características das areias exercem forte influência sobre algumas propriedades da argamassa de revestimento no estado fresco, tais como: densidade de massa e consistência (CARASEK, H.; ARAÚJO, R. C.; CASCUDO, O.; ANGELIM, R., 2016).

A porosidade (vazios entre partículas e grãos de areia) e a massa unitária da areia são os parâmetros que melhor se correlacionam com a consistência e a densidade de massa das argamassas, o que é explicado pela alteração imposta no volume de pasta das argamassas devido ao volume de vazios deixado pelos grãos das areias. (CARASEK, H.; ARAÚJO, R. C.; CASCUDO, O.; ANGELIM, R., 2016).

Conforme Oliveira (2004), a distribuição granulométrica influencia o volume de vazios das areias, no entanto, o efeito da forma dos grãos é um parâmetro ainda mais significativo no resultado do volume de vazios, as misturas mais empacotadas, resultaram em sistemas mais fluidos (menor consistência) e de maior densidade de massa. Por outro lado, arranjos mais porosos (menos empacotados) de agregados e, em particular, contendo partículas mais angulosas e menos esféricas, apresentaram menor espalhamento na superfície e menor densidade de massa.

Areias com alto teor de finos, ou seja, partículas inferiores a 0,075 mm, prejudicam a aderência da argamassa, pois neste caso esse material pulverulento poderá penetrar nos poros do substrato, tomando parte do espaço físico, dificultando assim a migração da água coloidal da argamassa que ancorará nesses poros, ou ainda reduzindo o diâmetro dos poros médios da argamassa. Assim a sucção do substrato será prejudicada, com base no princípio dos poros ativos do substrato, CARASEK; CASCUDO & SCARTEZINI (2001). Enquanto as areias muito grossas não contribuem para uma elevada extensão de aderência, na medida em que prejudica a plasticidade e a aplicação, CINCOTTO; SILVA & CASCUDO (1995).

2.3 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS

2.3.1 Consistência, Trababilidade e Plasticidade

A consistência trata da condição de aplicação adequada da argamassa ao substrato. A plasticidade exerce influência, principalmente para a trabalhabilidade, bem como no desenvolvimento das operações iniciais de manuseio, transporte, aplicação (SOUSA, 2005).

A trabalhabilidade depende da consistência e da plasticidade adequadas ao processo de execução. Estas três propriedades influenciam uma na outra, bem como na retenção de água e no teor de ar-incorporados (CARASEK, 2010). Segundo Neville e Brooks (2013), a trabalhabilidade pode ser definida como a quantidade de trabalho interno útil necessário à obtenção do adensamento total, sendo esse o trabalho ou energia exigido para vencer o atrito

interno entre as partículas individuais do concreto. Dessa forma a trabalhabilidade pode ser compreendida como a condição da argamassa que provoca maior ou menor facilidade de manuseio por parte do operário que a prepara e aplica.

A plasticidade por sua vez, e a propriedade pela qual, a argamassa tende a reter deformação, após a redução do esforço de deformação (Tritão, 1995). É influenciada pelo teor de ar, consumo de aglomerante e pela energia e intensidade da homogeneização da mistura (MOTA, 2006).

Assim, para se apresentar um desempenho satisfatório, é importante conhecer os vários fatores que influenciam a trabalhabilidade, a consistência e a plasticidade, entre eles o consumo de água, o consumo e a finura do cimento, o tipo, a granulometria e a quantidade de agregados, e a presença de adições e aditivos (GUIMARÃES, 2005; NEVILLE e BROOKS, 2013).

2.3.3 Retenção de Água

É a habilidade da argamassa de reter a água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação, mantendo a trabalhabilidade durante a fase de aplicação da argamassa e seu manuseio (RODRIGUES FILHO, 2013). Portanto, a retenção de água interfere nas condições de contato da argamassa com o substrato e a retenção de umidade, ou seja, a capacidade de retenção de água da argamassa varia em função do potencial de absorção da base, SABBATINI (2008)

A retenção de água influencia na trabalhabilidade, uma vez que elevadas e aplicadas em bases pouco absorventes podem prejudicar o sarrafeamento e desempenho, contudo promovem elevadas aderências à tração devido à redução que ocorre na saída de água para o substrato e para o ambiente, diminuindo a retração plástica e por secagem (LEAL, 2003). Além disso de acordo com TRISTÃO (1995), esta propriedade também influi em algumas propriedades do estado endurecido pois afeta as condições de hidratação do cimento e a carbonatação da cal que são os responsáveis pela evolução do endurecimento da argamassa.

2.3.4 Adesão Inicial

A adesão inicial é a propriedade que define a aderência da argamassa fresca na base a ser revestida (CESTARI, 2001). A aderência inicial torna-se preponderante para o desempenho e durabilidade do conjunto revestimento-substrato, observando que a adesão inicial é função da trabalhabilidade da argamassa bem como porosidade, rugosidade e tratamento prévio do substrato (MOTA; 2006).

Dessa forma de acordo com MOTA (2006), a aderência deve ser composta de dois fatores: resistência e extensão de aderência. Essa última referente à razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida.

Com relação aos poros da base SABBATINI (2008), explica que os poros capilares muito finos facilitam a penetração da pasta e a ancoragem mecânica durante seu endurecimento, porém a presença de poucos poros capilares ou de ar incorporado pode interferir negativamente na aderência, além disso a aderência inicial também pode ser prejudicada devido à presença de poeira ou oleosidade no substrato que dificultem a penetração da pasta nos poros.

2.3.5 Aderência no estado endurecido.

A aderência é a capacidade do revestimento em se manter colado ao substrato mesmo quando solicitado pelos diferentes esforços estruturais, gradientes de temperatura e condições severas de exposição, (OLIVEIRA 2004).

Os fatores que influenciam a aderência de argamassas sobre bases porosas são dependentes das propriedades das argamassas no estado fresco, da sucção de água, rugosidade e porosidade dos substratos, das condições climáticas, além do processo de aplicação dos revestimentos (CARASEK, 2010).

Com isso ARAÚJO JR. (2004), descreve que as propriedades físico-mecânicas das argamassas de natureza adesiva referem-se à capacidade de a argamassa aderir-se ao substrato, ou seja, promover a resistência de aderência. Já a propriedade aglomerante refere-se a aptidão da argamassa em promover uma consolidação interna, entre o aglomerante e o agregado, onde se desenvolvem as demais propriedades físico-mecânicas como: a resistência à compressão, a resistência à tração, permeabilidade e capacidade de absorver deformações.

A própria aderência influencia bastante a susceptibilidade à fissuração, à medida que condiciona a distribuição de tensões geradas por movimentos diferenciais em relação ao suporte na argamassa (VEIGA, 1998).

A avaliação da capacidade de aderência dos revestimentos é usualmente feita através de ensaios de arrancamento por tração de corpos-de-prova cortados transversalmente no revestimento, ou ainda pode ser feito através do arrancamento por cisalhamento, embora não seja o mais recomendável por ter uma maior dispersão dos resultados quando comparados com o processo anterior. (CESTARI, 2001).

2.3.6 Módulo de Elasticidade

O módulo de elasticidade é a capacidade da argamassa de deformar-se elasticamente resistindo sem fissurar às deformações do substrato, sejam estas de retração ou ainda às de pequena amplitude geradas pela base onde está aderida (MONTE, SILVA E FIGUEREDO, 2007).

Assim sendo, a capacidade do revestimento de absorver deformações pode ser avaliada através do módulo de elasticidade, que pode ser obtido através do método estático ou dinâmico. Quanto menor o valor do módulo, maior será a capacidade do revestimento de absorver deformações (SILVA, 2006).

Portanto, as argamassas com baixo módulo de elasticidade apresentam vantagem sobre as mais ricas e mais espessas, pois sua deformação lenta tenderá a neutralizar os efeitos da retração, e conseqüentemente as tensões reduzem consideravelmente, não mais afetando a qualidade do revestimento. As fissuras advindas de retração nos revestimentos de argamassa é função do módulo de deformação do revestimento, onde é desejável que esse módulo supere substancialmente, se possível, o módulo de deformação da parede, FIORITO (1994).

2.3.7 Resistência mecânica

Segundo Mehta e Monteiro (2008), a resistência é a capacidade de um material resistir a uma tensão sem se romper, sendo esta a propriedade mais valorizada por projetistas e engenheiros para o controle de qualidade da matriz cimentícia. Esta propriedade é inversamente proporcional a porosidade da mistura, que sofre uma grande influência da relação água/cimento adotada.

O consumo de água e o teor de cimento são variáveis determinantes nas resistências à compressão, à tração na flexão e de aderência à tração, que influenciam diretamente no módulo de elasticidade (SILVA e CAMPITELI, 2008).

TRISTÃO (1995), completa dizendo que a resistência mecânica da argamassa pode variar de acordo com as diferentes solicitações na qual é submetida. A argamassa deve apresentar resistência para suportar a movimentação da base que poderá ocorrer por recalques ou por variação dimensional por umedecimento e secagem ou ainda pela dilatação e contração do revestimento devido as variações de temperatura.

2.3.8 Retração

Fenômeno que ocorre devido à evaporação da água de amassamento da argamassa e, também pelas reações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes, podendo gerar fissuras

no revestimento. Essas fissuras podem se tornar prejudiciais ao revestimento pois permitem a percolação de água, já no estado endurecido, comprometendo toda a estanqueidade à água (BAÍA e SABBATINI, 2008).

Contextualizando os aspectos das argamassas, pode-se verificar que a retração seja a propriedade de uma relevância direta quanto à estanqueidade e durabilidade nas argamassas. Sabe-se que a retração resulta de um complexo mecanismo relacionado ao processo de variação de umidade da pasta aglomerante, onde a sucção da base, temperatura, incidência solar, umidade e velocidade do ar são aspectos determinantes no processo dessa retração (MOTA; 2006).

Sendo assim são fatores que influenciam a retração: a cura, através da velocidade de evaporação; a umidade, que influi nas reações de hidratação e carbonatação, e, elevadas temperaturas, que, nas primeiras horas determina ação sobre o endurecimento, possibilitando uma inadequada acomodação das tensões, propiciando aparecimento de fissuras precoces, CINCOTTO; SILVA & CASCUDO (1995).

2.4 DOSAGEM DAS ARGAMASSAS

Um dos fatores de grande influência nas propriedades de concretos e argamassas, é a proporção das misturas de materiais cimentícios (ou dosagem), que se resume no processo de determinar a combinação certa de cimento, agregados, água e adições para a fabricação do concreto, argamassa ou pasta de acordo com as especificações (MEHTA e MONTEIRO, 2006).

De acordo com Oliveira (2017), as argamassas sofrem grande influências dos seus materiais constituintes, dos procedimentos e equipamentos de mistura e assim, verifica-se a importância dos parâmetros de dosagem, uma vez que vão afetar diretamente as propriedades das argamassas: consistência, trabalhabilidade, teor de ar incorporado e, conseqüentemente as resistências mecânicas e a aderência (OLIVEIRA, 2017).

O traço das argamassas influencia na resistência mecânica, de tal forma que a resistência à tração e à compressão evolui com limitadas adições de cal. Porém quando esse volume cresce significativamente, a resistência à compressão e o módulo de elasticidade decresce. Quanto maior o teor de cimento, maior será a resistência à compressão, tração e rigidez, QUARCIONI & CINCOTTO (2005) e, quanto maior for a relação água/cimento, menor será a resistência à compressão e à tração das argamassas convencionais mistas de cimento, cal e areia, SILVA; LIBÓRIO & SILVA R. (1999).

A ABNT NBR 13749:2013 define que os materiais e as respectivas proporções de dosagem devem ser compatíveis com o acabamento e as condições de exposição previstas e ter resistência mecânica compatível com o acabamento decorativo selecionado.

2.5 CASCA DO CARANGUEJO

2.5.1 Caranguejo uçá

Ucides cordatus, conhecida popularmente no Brasil como caranguejo-uçá, está entre as espécies de crustáceos mais procuradas no litoral do país e, tem no controle da pesca predatória, da degradação dos manguezais e no respeito às leis ambientais, os fatores decisivos para a sustentação da atividade extrativista do caranguejo (BIOTERRA, 2005).

Encontrado exclusivamente em manguezais, *U. cordatus* habita regiões influenciadas pelas marés e de supra litoral, em substratos macios, onde constrói tocas com uma profundidade máxima de 2 metros (CASTILHO e OSTRENSKY, 2006).

A carne de *U. cordatus* é apreciada na culinária, a quitina do exoesqueleto tem vários usos médicos, cosméticos e alimentares e, as vísceras podem ser processadas para aproveitamento em ração para animais (CDT/UNB, 2006).

No município de Bragança, estado do Pará, encontra-se a microempresa Filé do Mangue, primeira unidade agroindustrial privada de produção de carne de caranguejo do Estado e, do Brasil, a receber a autorização para comercialização, por meio da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (Adepará). Nela ocorre a produção é de 100 kg de carne e de 20 a 25 quilos de pata de caranguejo por dia. Para isso, são usados diariamente cerca de cinco mil caranguejos, (G1. PA., 2015).

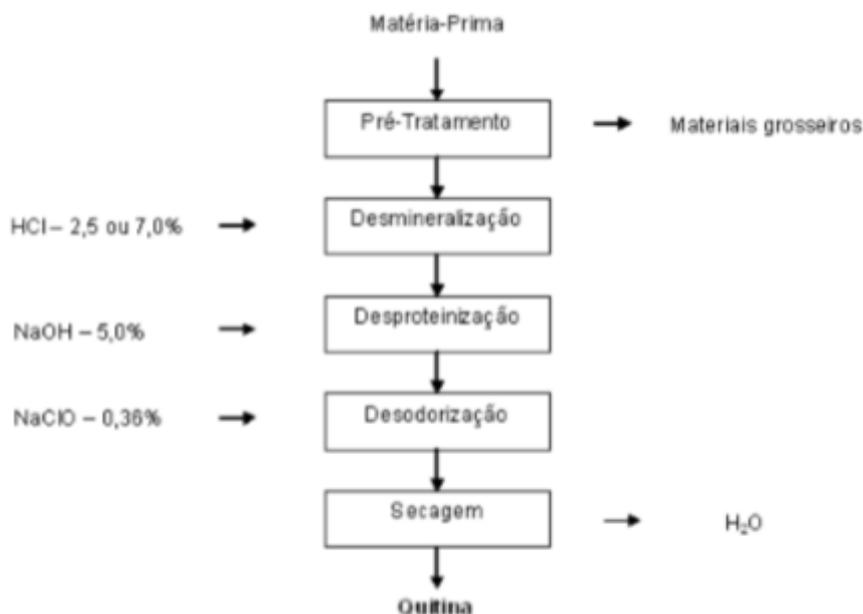
2.5.2 Quitina e Quitosana

A quitina, matéria-prima da quitosana, atualmente é obtida principalmente do exoesqueleto de crustáceos, como o caranguejo e o camarão, que até a pouco tempo atrás eram tratados como resíduo descartável da indústria pesqueira (TORRES, 2001).

DUMITRIUM (1996), descreve a quitina como um polissacarídeo linear, sendo o segundo biopolímero mais abundantes na natureza, depois da celulose. Comercialmente é obtida de carapaças de caranguejos, camarões e lagostas, representando de 20 a 50% em massa (seca) dos subprodutos do processamento destes animais.

No exoesqueleto de crustáceos além da quitina existem quantidades de carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, pigmentos e proteínas, sendo assim necessário um pré-tratamento, constituído pelas etapas de desmineralização, desproteínização, desodorização e secagem (DALLABRIDA, 2000), como apresentado da figura 1.

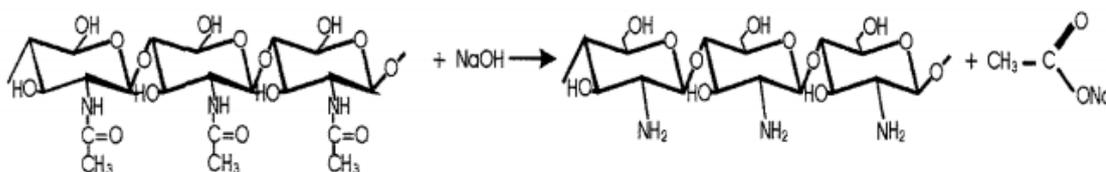
FIGURA 1 – Processo de obtenção de quitina



Fonte: MOURA, C.; MUSZINSKI, P.; SCHMIDT, C.; ALMEIDA, J.; PINTO, L., (2006).

A quitosana é obtida através da desacetilação alcalina da quitina, em diferentes graus, sua natureza química é composta da estrutura 2-amino 2-desoxi-~-D-glicose (poli (D-glicosamina)), (YAMAURA, 2008), como representado da Figura 2.

Figura 2: Reação de desacetilação da quitina formando a quitosana



Fonte: Adaptado de Rabea et al., 2003.

O processo de produção de quitosana é realizado a partir da desacetilação da quitina, em que a quitina reage com solução de NaOH 45°Bé (42,3%). Essa reação ocorre em um reator com agitação e aquecimento. A temperatura do reator será mantida constante a 130°C, durante duas horas (SOARES, MOURA, RIZZI, VASCONCELOS, PINTO, 2002).

A quitosana possui os grupos funcionais amino, hidroxila primária e secundária nas posições C-1, C-3 e C-6. Modificações químicas envolvendo esses grupos funcionais têm sido feitas com a expectativa da obtenção de novos e importantes materiais em diferentes áreas (Khor e Lim, 2003).

As propriedades mais importantes da quitosana são: hidrofiliçidade, biodegradabilidade, biocompatibilidade, não toxicidade e antibacteriana, tais propriedades possibilitam diversas aplicações deste polímero como biomaterial, (Zargar, Asghari e Andamir, 2015).

2.5.3 Aplicabilidades

Por apresentar propriedades antimicrobianas, sua aplicação vem sendo estudada em diversas áreas, como engenharia ambiental e biomédica (TORRES 2001).

A quitosana é um biopolímero natural com potencial para aplicações médicas e farmacêuticas, com características não tóxicas, biocompatíveis, biodegradáveis e com atividades biológicas importantes (Muzzarelli, 1977).

Até a poucos anos atrás a quitosana era utilizada como agente floculante no tratamento de resíduos industriais no Japão. Hoje em dia já é fabricada em escala comercial em alguns países desenvolvidos (Khor e Lim 2003).

TORRES (2001), destaca algumas das aplicações da quitosana a seguir:

- Em aplicações médicas como agente hemostático, agente de liberação controlada de drogas (por exemplo, anticâncer), agente hipocolestêmico, etc.;
- Em diversos produtos na área de cosméticos, como hidratantes;
- Na agricultura no revestimento de sementes;
- Na área de alimentos através de aditivos, produtos dietéticos e antifúngicas;
- Na clarificação da água e no tratamento de resíduos orgânicos.

2.6 POLÍMEROS

2.6.1 Aplicação dos polímeros

Polímeros são substâncias químicas de alto peso molecular, obtidos pela reação denominada polimerização, através da qual compostos químicos de baixo peso molecular (monômeros) reagem entre si para formar as macromoléculas. Como consequência desse tipo de reação, a estrutura da macromolécula é constituída pela repetição de unidades estruturais ligadas entre si por ligações covalentes (MANO & MENDES, 1999). Dessa forma de acordo com CESTARI (2001), as argamassas e os concretos modificados com polímeros têm uma matriz monolítica na qual a matriz de polímero (orgânica) e a matriz de gel do cimento (inorgânica) são homogeneizadas.

De acordo com CESTARI (2001), existem três classes principais de concretos e argamassas utilizando polímeros:

- Impregnado por polímero: após o endurecimento, o concreto de cimento Portland recebe impregnação de resina polimérica;

- Modificado por polímero: o polímero é empregado na forma de uma dispersão em água (látex), juntamente com a água de amassamento no processo de mistura do concreto;
- Polímero: o aglomerante é uma resina polimérica, podendo o cimento Portland ser empregado como filler ou não.

2.7 TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA

2.7.1 Avaliação dos efeitos da substituição da cal hidratada por cinzas de algaroba em argamassas de revestimento

O emprego de argamassas de revestimento mistas com cal é usual na construção civil, de forma que suas propriedades reológicas no estado fresco e comportamento diferenciado no estado endurecido norteiam as condições necessárias para trabalhabilidades adequadas e durabilidade, envolvendo facilidade de homogeneização e aplicação do produto cimentício e maior resistência às intempéries. Estudos preliminares indicam que a cinza de Algaroba é rica em carbonato de cálcio. O fato de existirem cales hidratadas cuja formulação química possui também altos teores de carbonato de cálcio e são comumente usadas na construção civil motivou a proposta da presente dissertação em substituir parte da cal hidratada em argamassas mistas pelo resíduo.

Neste Trabalho, que foi apresentado pelo acadêmico Jônatas Elim Maciel Frutuoso do Nascimento, concluinte de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, tem como objetivo principal, avaliar a influência da substituição gradual da cal pela cinza de madeira.

Na metodologia, na produção, realizou-se substituição gradual da cal hidratada CH I pela cinza de Algaroba (0%, 25%, 50%, 75%, 100%), buscando avaliar a influência da referida adição sobre as propriedades no estado fresco (reologia das argamassas, retenção de água, calorimetria de condução isotérmica, densidade de massa e teor de ar incorporado e endurecido (permeabilidade, porosidade, absorção capilar, resistências à tração diametral, à flexão e à compressão).

Isso permitiu verificar que é possível substituir até 100% de cal por cinza de Algaroba beneficiada em malha 200 sem prejuízos aos sistemas cimentícios, proporcionando alterações mínimas em relação as propriedades reológicas e mecânicas das argamassas mistas. Além disso a presença da cinza de Algaroba em substituição parcial da cal reduz a necessidade de água do sistema, podendo, ainda, se ter ajustes de otimização na dosagem.

2.7.2 Utilização da cinza de folha de bananeira como adição em argamassas de cimento Portland

A utilização de adições poliméricas em atrizes de cimento abre um novo campo de aplicação na construção civil. A possibilidade de se desenvolver um novo material, agregando melhorias nos aspectos técnicos, propicia um novo foco para a produção de argamassas e concretos compostos com matéria prima reaproveitada. Neste contexto é que se expõe a necessidade de utilização da cinza de folha de bananeira como adição na produção de argamassas, haja vista que é um dos materiais mais consumidos no mundo exceto o concreto.

Neste Trabalho, que foi apresentado pelo doutor Rodrigo César Kanning, concluinte do doutorado na área de Engenharia e Ciência dos Materiais, tem como objetivo principal, estudar a influência da adição de cinza de folha de bananeira em argamassas de cimento Portland.

Na metodologia após a produção das cinzas, ela foi adicionada na argamassa com proporções de 5%, 7,5% e 10% (em massa de cimento), buscando avaliar o comportamento das argamassas no estado fresco por meio da consistência, ar incorporado, retenção de água e massa específica, e no estado endurecido por técnicas de resistência à tração na flexão, resistência mecânica à compressão, absorção de água por capilaridade, massa específica no estado endurecido, microscopia eletrônica de varredura e arrancamento de argamassa em paredes

Isso permitiu verificar que com a adição as argamassas apresentaram redução da permeabilidade e conseqüentemente melhora da durabilidade em relação à argamassa de referência, aumento da retenção, houve uma redução da consistência com o aumento da porcentagem de adição, aderência superficial apresentaram resistências superiores às do substrato, aumento de resistência mecânica à compressão e à tração, quando comparada com a argamassa de referência.

2.7.3 Estudo de argamassas modificadas com polímero acrílico

Devido à busca pelo diferencial e qualidade dos empreendimentos, as empresas de engenharia buscam por qualificarem suas obras, buscando sempre melhoras contínuas com custos baixos. O trabalho em questão, foca nos revestimentos de argamassa levando em questão o intuito de avaliar o comportamento e as características sofridas pela argamassa, quando acrescida de um aditivo chamado IMPERFIX, de marca MONTEREY.

Neste trabalho, que foi apresentado pelo acadêmico Bruno Cunha Blanco, concluinte do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília, tem como

objetivo principal, estudar a influência da adição de um polímero acrílico muito utilizado em sua região o Imperfix em argamassas de cimento Portland.

Na metodologia na produção da argamassa, foi adicionada o polímero acrílico relacionadas com o mínimo e o máximo indicado pelo fabricante, nos quais correspondem de 0,3 a 0,5 litros do polímero pela área da superfície, buscando avaliar o comportamento das argamassas no estado fresco por meio da consistência, ar incorporado, retenção de água e massa específica, e no estado endurecido por técnicas de resistência à tração por compressão diametral, resistência mecânica à compressão, absorção de água por imersão e influência do aditivo na argamassa considerando 2 (dois) tipos de substratos.

Os ensaios foram realizados com base nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) vigentes no Brasil, isso permitiu verificar que com a adição as argamassas apresentaram melhora grande na trabalhabilidade nas argamassas com polímero, onde quanto maior quantidade, maior a trabalhabilidade, com a adição do aditivo, a argamassa necessitou de menos água para chegar ao ponto ideal de aplicação, a resina acrílica utilizada aumentou a aderência a tração no teor 0,6 litros para cada 40 kg de argamassa e diminuiu a resistência quando acrescido o teor de 1,0 litros, devido à incorporação de ar nas argamassas aditivadas, a resistência à compressão e a resistência à tração por compressão diametral caíram significativamente, e ainda devido aumento do teor de ar incorporado ocasionou aumento a absorção de água por imersão

3 METODOLOGIA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O programa experimental tem como objetivo a definição das variáveis independentes, das condições fixas e das variáveis dependes que auxiliaram no estudo desta temática, descrevendo as etapas de estudo, os métodos de ensaios e a caracterização dos materiais utilizados (Oliveira, 2017).

Visando analisar o comportamento da adição da casca do caranguejo em argamassas de revestimento, esse capítulo descreve a metodologia utilizado nos ensaios para a determinação das modificações das propriedades principais na argamassa tanto no estado fresco quanto endurecido. Para isso, foram realizados ensaios de índice de consistência da argamassa, e a perda de água no estado fresco, enquanto que no estado endurecido realizou-se os ensaios de resistência a compressão e tração na flexão e absorção de água.

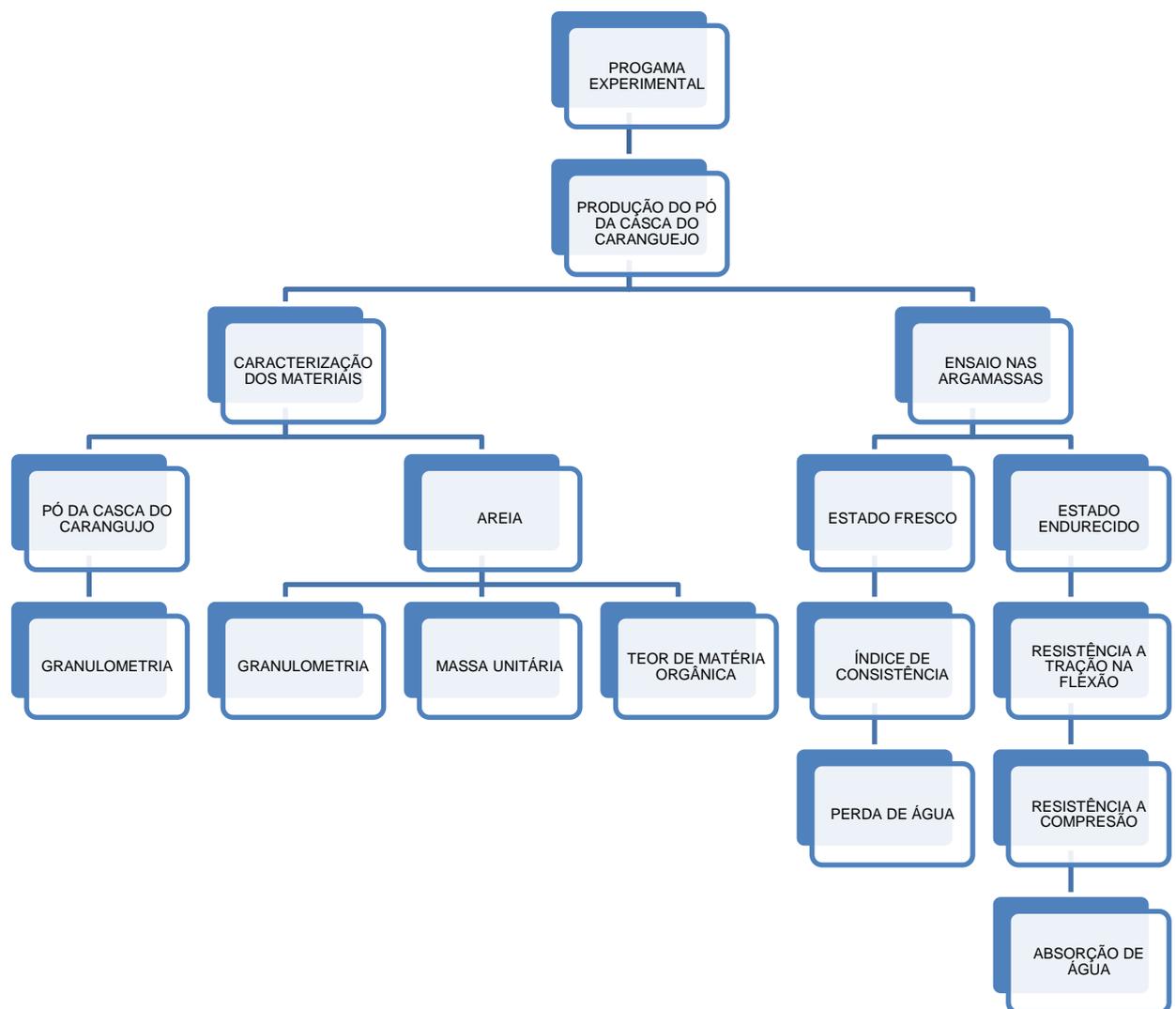
Neste trabalho, a fim de investigar o comportamento das modificações foi utilizado um traço referência (AR) 1:1:6 (1 de cimento para 1 de cal e 6 de agregado miúdo, em massa), com a utilização do Cimento tipo CP-II F40, para posteriormente comparar as variações encontradas pela adição do pó proveniente da carapaça do caranguejo-uçá em sua composição substituindo a cal e variado o fator água cimento para ajustar o índice de consistência para que o espalhamento fique fixado em $295 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$.

A substituição em massa da cal na argamassa de revestimento se dar através dos percentuais de 0%, 50% e 100%, do pó da casca do caranguejo.

3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O programa experimental proposto foi dividido em duas etapas, que possibilitassem o estudo comportamental da formulação, dos requisitos e das propriedades das argamassas com a adição da casca do caranguejo. A estrutura deste trabalho pode ser visualizada no fluxograma a seguir.

Figura 3: Programa experimental (fluxograma).



Fonte: autor (20018).

Dessa forma buscou-se analisar os resultados obtido por meio de planilhas e gráficos com o auxílio do Excel, facilitando a comparação entre as amostras que possuem o material de estudo e as amostras de referência, as quais apresentarão o emprego da cal, comparando as alterações presentes ao longo de suas idades, estabelecendo-se um período de 1, 7 e 28 dias.

3.2.1 Produção do pó da casca do caranguejo uçá

O material escolhido para estudo deste trabalho é um pó proveniente da moagem da casca do caranguejo uçá (*Ucides cordatus*), por meio de um moinho de bolas, a qual foi gentilmente doada pela empresa Filé do Mangue, do município de Bragança no estado do Pará, sendo a primeira empresa licenciada para a produção da carne do caranguejo.

Figura 4 – Casca proveniente do caranguejo uçá



Fonte: figura do autor, 2018.

Para produção da quitosana envolve três etapas, a desproteinização, desmineralização e a despigmentação das carapaças de caranguejos ou de outro crustáceo.

Nesse trabalho foi realizado apenas a etapa de desproteinização, onde, o material foi primeiramente lavado em água corrente para retirada de resíduos, no qual juntamente foi socado com uma marreta para a diminuição das suas dimensões. Após a lavagem, o material foi colocado em uma solução de Hidróxido de Sódio, na proporção de 50g para 1litro de água,

por um período de 144h (6 dias), sendo agitado constantemente. Passado esse tempo, foi lavado com água e colocado na estufa durante 24 h, posteriormente o material seco foi mecanicamente moído no moinho de bolas, como mostra na figura 5, e peneirado até sua passagem na peneira de nº200, utilizando algumas vezes o almofariz, para maior moagem da casca.

Figura 5 - Moinho de Bolas



Fonte: Autor (2018).

3.2.2 Caracterização dos Materiais

3.2.2.1 Agregado miúdo

No agregado miúdo, será feito os seguintes ensaios:

- Granulometria – Regida pela NBR NM 248 (ABNT, 2003);

A composição granulométrica do agregado miúdo foi determinada conforme as prescrições da NBR NM 248 (2003), a série de peneiras de malha quadrada, acoplada a um agitador mecânico é composta das seguintes medidas: (4,8; 2,4; 1,2; 0,6; 0,3 e 0,15) mm, conforme figura 6:

Figura 6 - Ensaio de granulométrica



Fonte: Autor (2018).

Ensaio:

Após coletar a amostra e sua lavagem, precedeu-se com a secagem em estufa na temperatura de 105°C por um período de 24h. Em seguida realizou-se a separação de duas amostras de 1000g para a realização do ensaio. As peneiras, foram acopladas de forma a formarem um conjunto com abertura de malha em ordem crescente da base para o topo. A amostra foi colocada no sistema de peneira e vibrada por 1 min, sendo as partes resultantes nas diversas peneiras e no fundo pesada, e por fim repetindo o processo mais uma vez com a outra amostra.

- Massa unitária – Regida pela ABNT NBR NM 45:2006;

Nesse ensaio buscou obter massa unitária do agregado em um recipiente de material metálica sendo a amostra ali colocada sem qualquer adensamento; procurando assim reproduzir a situação da obra, conforme a figura 7:

Figura 7 - Ensaio de massa unitária



Fonte: Autor (2018).

Ensaio:

Primeiramente registrou-se a massa do recipiente vazio. A seguir, encheu o recipiente até que o mesmo transborde, utilizando uma pá ou uma concha, despejando o agregado de uma altura que não supere 50 mm acima da borda superior do recipiente. Evitar ao máximo a segregação dos agregados que compõem a amostra, em seguida fez-se a regularização da superfície do material com uma régua e posteriormente a pesagem do material anotando os dados e realizando novamente todo o processo.

- Teor de matéria orgânica – NM 49 (ABNT, 2001);

O ensaio de verificação das impurezas orgânicas seguiu as prescrições da norma acima. Inicialmente foram preparadas soluções de hidróxido de sódio a 3% (30 g de hidróxido de sódio e 970 g de água destilada) e de ácido tânico a 2% (2 g de ácido tânico, 10 ml de álcool a 95% e 90 ml de água destilada).

Uma amostra de 200 g, previamente seca ao ar, foi colocada em um béquer, adicionando-se em seguida 100 ml de solução de hidróxido de sódio, para ser agitado vigorosamente. Uma solução padrão com 3 ml da solução de ácido tânico e 97 ml da solução

de hidróxido de sódio, também, foi preparada. A mistura e a solução padrão ficaram em descanso por 24 h, em ambiente escuro. Após essa fase, a mistura foi filtrada, ficando as duas soluções em tubos diferentes.

A comparação entre as intensidades de cores das duas soluções, conforme prescreve a norma brasileira, identifica o nível de impureza orgânica.

3.2.2.2 Pó da casca do caranguejo

No pó da casca do caranguejo, referente a sua granulometria, todo o material utilizado passou na peneira de nº200.

3.2.3 Ensaio nas Argamassas

Para todas as argamassas, será realizado os seguintes ensaios:

3.2.3.1 Argamassa no estado fresco

- Determinação da consistência – O método de ensaio está especificado na NBR 13276 (ABNT, 2016);

Ensaio:

Após o preparo da argamassa conforme especificado, procedeu-se com o ensaio do “Flow Table”, colocando o molde troncônico no centro da mesa e o preenchendo com três camadas sucessivas da mistura final, com alturas aproximadamente iguais, sendo aplicados, em cada uma delas, respectivamente, 15, 10 e 5 golpes com o soquete, de maneira a distribuí-las uniformemente. Após, foi realizado o rasamento da argamassa, passando a régua metálica rente à borda do molde troncônico, e eliminando qualquer partícula em volta do molde com pano seco e limpo.

Após a retirada do molde, foi acionada a manivela da mesa para índice de consistência, aplicando-se 30 golpes em 30s de maneira uniforme, realizando imediatamente a seguir a medida com auxílio de uma régua o espalhamento. Foram registradas três medidas, sendo a média destes três valores o índice de consistência da argamassa, conforme figura 8:

Figura 8 - Ensaio de consistência



Fonte: Autor (2018).

- Determinação da perda de água das argamassas por evaporação;

Nesse ensaio a condição escolhida para realização foi secagem em ambiente de laboratório, com temperatura de (23 ± 2) °C e umidade relativa do ar de (60 ± 5) %.

No ensaio foram avaliadas as argamassas de referência, 50% e 100% de adição do pó da casca do caranguejo, dando um total de 3 amostras, colocadas em placas de Petri com dimensões internas de (90 x 15) mm, preenchido em duas camadas de mesma espessura, adensadas com 15 golpes em cada camada como mostra na figura 9:

Figura 9 - Perda de massa da argamassa por evaporação



Fonte: Autor (2018).

Nessas condições de exposição o recipiente com argamassa permaneceu sobre uma balança com resolução de 0,0001 Kg, para determinação dos valores da perda de massa com leituras efetuadas em intervalos de tempo, em minutos. Para traçar a curva de evaporação ao longo do tempo e gerar os resultados do ensaio foi utilizada a Equação:

$$PA_{evaporação} = \left[1 - \left(\frac{M_{conjunto} - M_{fôrma}}{M_{argamassa}} \right) \right] \cdot 100$$

3.2.1.2 Argamassa no estado endurecido

- Determinação da absorção de água – NBR 9778 (ABNT, 2009);

Ensaio:

Após a confecção dos corpos de prova, a quantidade a qual foi ensaiada foi de 2 amostras, estas amostras foram mantidas em cura úmida por um período de 28 dias, após este período foi retirado o excesso de água com um pano úmido e pesadas em seguida, anotando-se o valor. Por último as amostras foram colocadas na estufa por 72 h na temperatura de 105°C, pesando em seguida novamente.

- Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão – NBR 13279 (ABNT, 2005):

Ensaio

Foram moldados três corpos de provas prismáticos para cada traço. Inicialmente foi untada toda a superfície interna e o fundo da forma com uma leve camada de óleo, em seguida foram preenchidos os moldes com argamassa em quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, recebendo cada camada 30 golpes uniformes com o soquete normal, homogeneamente distribuído, prosseguindo com a rasadura do topo dos corpos de prova. Logo após 24h procedeu com a desmoldagem dos mesmos, os quais foram colocados em câmara úmida até o tempo previsto para o ensaio.

Após o tempo determinado para o rompimento os corpos de prova foram rompidos em uma célula de carga acoplada a uma prensa manual conforme figura 8:

Figura 10 - Ensaio de resistência à tração na flexão



Fonte: Autor (2018).

Para compressão, foi utilizado as metades dos três corpos de provas do ensaio de flexão, submetidos a aplicação da carga até sua ruptura, de acordo com a figura 9, analisando em seguida os dados.

Figura 11 - Ensaio de resistência à compressão



Fonte: Autor (2018).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO

Os resultados de caracterização dos agregados são mostrados a seguir:

4.1.1 Análise granulométrica

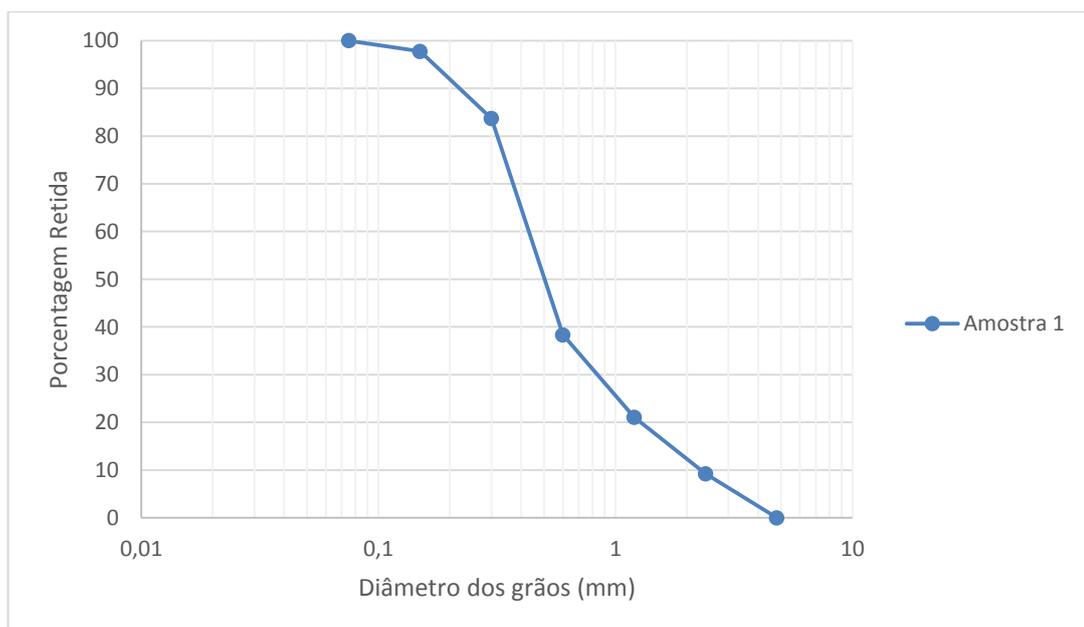
A Tabela 5 apresenta a composição granulométrica do agregado, enquanto a Figura 12 mostra as curvas granulométricas. O Módulo de Finura (MF) dos agregados utilizados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Composição Granulométrica.

Peneira (mm)	1ª Determinação			2ª Determinação		
	Massa	% Retida		Massa	% Retida	
	Retida (g)	Simples	Acumul.	Retida (g)	Simples	Acumul.
4,8	0	0	0	0,2	0,02	0,02
2,4	92,3	9,23	9,23	92,2	9,22	9,24
1,2	118,6	11,86	21,09	130,9	13,09	22,33
0,6	172,5	17,25	38,34	195,7	19,57	41,9
0,3	453,3	45,33	83,67	429,5	42,95	84,85
0,15	140,9	14,09	97,76	129,8	12,98	97,83
Fundo	22,4	2,24	100	21,7	2,17	100
Total	1000	100		1000	100	
Módulo de Finura						2,53

Fonte: Autor, (2018).

Figura 12 – Curva granulométrica



Fonte: Autor (2018).

O agregado ensaiado apresentou o módulo de finura de 2,50 na 1ª determinação e 2,56 na 2ª, obtendo a média de 2,53 de módulo de finura.

Em relação aos resultados nos dois ensaios, de acordo com a NBR 7211/2009 o agregado é classificado como areia média com módulo de finura maior que 2,4 e menor que 3,3 sendo que o agregado com alto teor de finos necessita de maior quantidade de água para um mesmo abatimento e conseqüentemente há uma perda na resistência.

4.1.2 Teor de matéria orgânica

Para verificar a presença de matéria orgânica nos agregados, foi feita uma mistura de duas soluções, hidróxido de sódio (NaOH) a 3% e ácido tânico. Nessa nova solução (Figura 12) foram diluídos em recipientes separados 200 g de cada agregado em estudo.

Figura 13 – Teor matéria orgânica



Fonte: Autor (2018).

Após 24 horas, foi feita uma filtração das duas misturas e observou-se a coloração. Percebeu-se que o agregado testado se encontrava em boas condições para a utilização, uma vez que a amostra do ensaio não excedeu os 300 PPM de impureza orgânica. Então a areia está sancionada para o uso do concreto e argamassa. Se o agregado contestar excesso de matéria orgânica, e o mesmo for destinado para a preparação de argamassa, afeta as reações do cimento, a pega e no endurecimento inicial, enfraquecendo a resistência do concreto.

4.1.3 Massa unitária

A massa unitária do agregado solto ou compactado é a média dos resultados individuais obtidos em pelo menos três determinações, dividindo-se a massa do agregado pelo volume do recipiente utilizado, expressa em quilogramas por decímetro cúbico, com seus valores podendo serem observados na tabela 7:

Tabela 6 – Massa unitária

Amostra	Massa (kg)	Volume do recipiente (dm³)	Massa unitária (kg/dm³)
1	24,42	15,36	1.5898
2	24,36		1,5859
3	24,40		1,5885
Média			1,5881

Fonte: Autor (2018).

Massa unitária busca a relação entre a massa do agregado lançado no recipiente de acordo com o estabelecido na norma e o volume do recipiente. Dessa forma pode ser utilizada para calcular a quantidade de material necessária para o preparo da argamassa e até mesmo para o cálculo e determinação do tamanho da padiola que será usada para o transporte do material até a betoneira.

4.2 ENSAIO DA ARGAMASSA NO ESTADO FRESCO

4.2.1 Determinações Do Índice De Consistência

Primeiramente necessitou o desenvolvimento de traços experimentais para ser ajustado o fator água/cimento para encontrar o traço referência de acordo com o abatimento desejado.

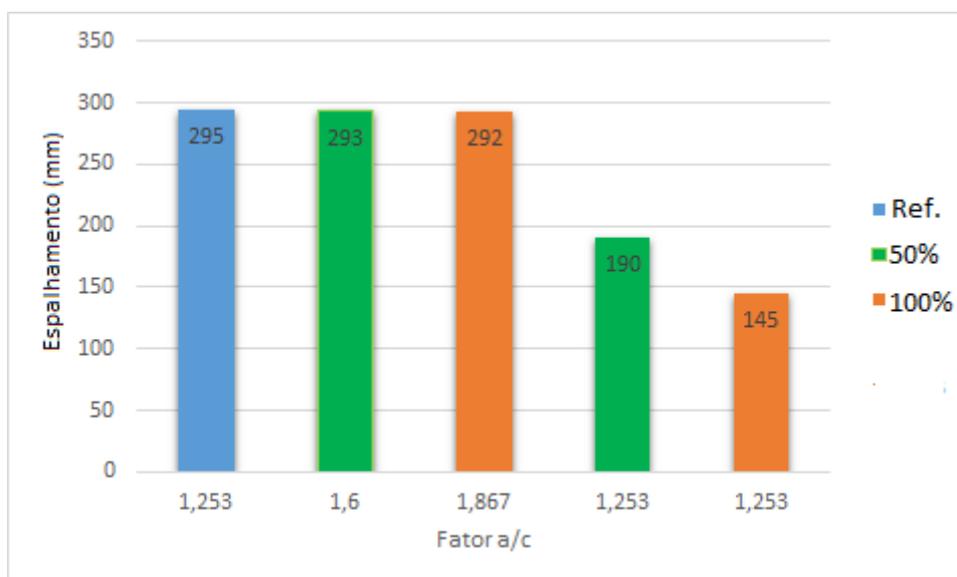
A produção dos traços sucedeu através da substituição da cal por casca de caranguejo nas proporções de 50% e 100% onde se pode verificar o espalhamento na tabela 7 e na figura 14 abaixo:

Tabela 7 – Consistência argamassa

Perc. De Sub.	Fator a/c	Espalhamento (mm)	Resultado
Referência	1,253	295	Ok
50%	1,6	293	Ok
100%	1,867	292	Ok
50%	1,253	190	Descartado
100%	1,253	145	Descartado

Fonte: Autor (2018).

Figura 14 – Consistência argamassa



Fonte: Autor (2018).

Os resultados confirmam a influência do teor de cal na plasticidade da argamassa. Os efeitos desta plasticidade podem ser observados da tabela 7. O percentual de 100% apresenta

menor espalhamento, desta forma verificasse que, à medida que é feito a substituição da cal pela adição no traço, o espalhamento diminui.

Isso ocorre possivelmente devido o biomaterial presente na mistura, ser um material mais leve, necessitando de uma maior quantidade para atender o traço em volume, dessa forma necessitando de uma maior quantidade de água para hidratação de si mesmo, fazendo com que diminua o espalhamento, uma vez que quando diminui sua quantidade, notasse um melhor espalhamento com menor quantidade de água.

4.2.2 Determinação Da Perda De Água Das Argamassas Por Evaporação.

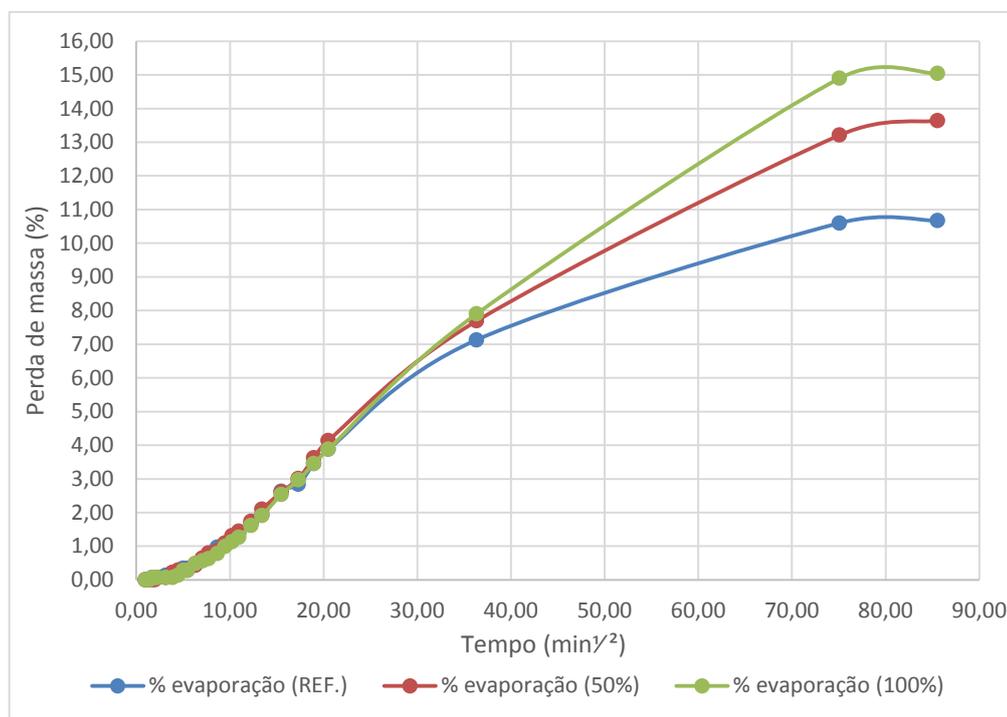
Os resultados do ensaio para determinação da perda de água da argamassa de referência (com cal), 50% (cal e pó do caranguejo) e 100% (pó do caranguejo) na condição de exposição laboratorial, são apresentadas na tabela 8, e na figura 15, em forma de gráfico:

Tabela 8 – Perda de massa das argamassas por evaporação

Tempo (min)	% Evaporação (REF.)	% Evaporação (50%)	% Evaporação (100%)
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00
3	0,07	0,00	0,07
4	0,07	0,00	0,07
5	0,07	0,07	0,07
10	0,14	0,07	0,07
15	0,21	0,22	0,07
20	0,27	0,29	0,14
25	0,35	0,29	0,28
30	0,35	0,29	0,28
40	0,48	0,43	0,49
50	0,62	0,65	0,56
60	0,76	0,80	0,63
75	0,97	0,87	0,78
90	1,04	1,09	0,99
105	1,25	1,31	1,13
120	1,39	1,45	1,27
150	1,66	1,74	1,62
180	1,94	2,10	1,91
240	2,63	2,61	2,54
300	2,84	3,01	2,97
360	3,46	3,63	3,46
420	3,88	4,14	3,88
1320	7,13	7,69	7,90
5640	10,60	13,21	14,90
7320	10,67	13,64	15,04

Fonte: Autor (2018).

Figura 15 - Perda de massa das argamassas por evaporação



Fonte: Autor (2018).

A água utilizada na mistura corresponde a aproximadamente 16% para a de referência, 20% para com 50% de substituição da cal e 23% para 100% de substituição da cal, da massa total das argamassas utilizadas nessa determinação. Considera-se, também, que a perda de massa observada no ensaio é referente apenas à evaporação da água das argamassas.

As curvas obtidas mostram diferenças típicas entre os três traços de argamassa. A velocidade da perda de massa nos momentos iniciais do ensaio são bem semelhantes, apresentando pouca diferença até o minuto 420. Quando se compara a diferença dos valores obtidos no intervalo que vai dos 1320 minutos até aos 7320 minutos de ensaio, nota-se que essa diferença se torna ainda maior. Podendo observar que nos dois últimos valores em cada amostra, torna-se pequena a variação da evaporação em relação ao tempo transcorrido, podendo-se concluir uma pequena estabilidade na evaporação.

De acordo com RECENA (2007), uma argamassa que perde água lentamente, ela tem uma melhor cura e aumento gradativo da resistência, evitando problemas de retração e fissuração da estrutura, e caso a retenção da água não for feita de forma adequada, afetará na argamassa endurecida, prejudicando a durabilidade, resistência mecânica e aderência

4.3 ENSAIO DA ARGAMASSA NO ESTADO ENDURECIDO

4.3.1 Determinação da absorção de água

Segundo a norma ABNT NBR 9778:2005, a tabela 9 apresenta os resultados de absorção de água realizados em corpos de prova 50 mm x 100 mm aos 28 dias de idade com base na média dos valores encontrados.

Tabela 9: Absorção de Água

Perc. De Sub.	Massa (g)		Absorção de Água
Referência	Seca	371,1	13,12%
	Saturada	419,8	
50%	Seca	331,2	17,12%
	Saturada	387,9	
100%	Seca	312,55	21,13%
	Saturada	378,6	

Fonte: Autor (2018).

Segundo os resultados dos ensaios de absorção de água, à medida que se aumentou a quantidade de substituição da cal pelo biomaterial, a argamassa apresentou uma maior absorção de água, que atingiu o valor de 21,13 % em relação a seca em 100% de substituição.

Tiggemann (2016) descreve que a absorção de água tem relação com a porosidade dos corpos de prova, onde há maior quantidade de poros haverá uma maior absorção de água e conseqüentemente uma menor resistência.

Esse fator pode ser explicado observando o resultado de evaporação, no qual quanto maior a evaporação, maior é a tendência de formação desses poros, fato que ocorreu à medida que realizava a substituição da cal pelo biomaterial.

4.3.3 Resistência à compressão axial e a tração na flexão

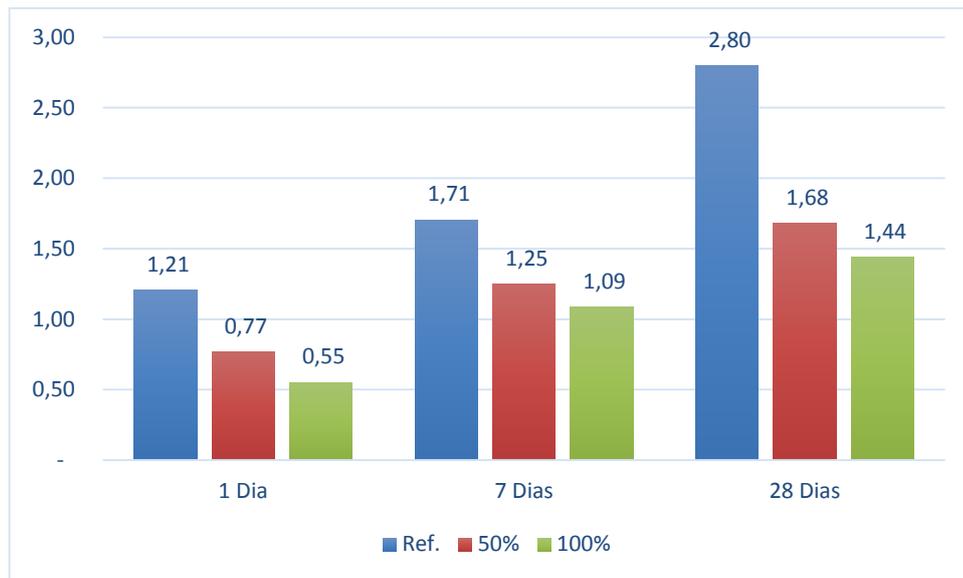
O ensaio de resistência a tração foi realizado utilizando o traço 1:1:6 onde abaixo está apresentado o resultado final dos rompimentos:

Tabela 10: Resistência a tração na flexão

CP (Ref.)	Descrição	Carga Ff (N)	Rf 1 dia (Mpa)	Rf 7 dia (Mpa)	Rf 28 dia (Mpa)
1	Ref.	476,27	1,17	–	–
2	Ref.	494,5	1,22	–	–
3	Ref.	504,85	1,24	–	–
4	Ref.	722,03	–	1,78	–
5	Ref.	686,31	–	1,69	–
6	Ref.	671,51	–	1,65	–
7	Ref.	1203,39	–	–	2,96
8	Ref.	1127,18	–	–	2,77
9	Ref.	1085,91	–	–	2,67
10	50%	301,64	0,74	–	–
11	50%	307,99	0,76	–	–
12	50%	330,22	0,81	–	–
13	50%	402,98	–	0,99	–
14	50%	417,22	–	1,03	–
15	50%	502,81	–	1,24	–
16	50%	876,35	–	–	2,16
17	50%	695,36	–	–	1,71
18	50%	669,96	–	–	1,65
19	100%	219,09	0,54	–	–
20	100%	234,96	0,58	–	–
21	100%	219,09	0,54	–	–
22	100%	402,98	–	0,99	–
23	100%	417,22	–	1,03	–
24	100%	502,81	–	1,24	–
25	100%	546,13	–	–	1,34
26	100%	615,98	–	–	1,52
27	100%	596,93	–	–	1,47

Fonte: Autor (2018).

Figura 16 - Resistência à tração na Flexão



Fonte: Autor (2018).

Apesar da redução da cal nas amostras, a resistência continuou caindo à medida que foi substituída pela casca de caranguejo.

Através de ensaios feitos inicialmente na argamassa, pode se notar que com a adição da casca de caranguejo necessita de maior quantidade de água, conforme observado no ensaio de consistência, uma das razões pela qual a resistência caiu seria devido ao fato da água, que com seu aumento, reduziu a resistência.

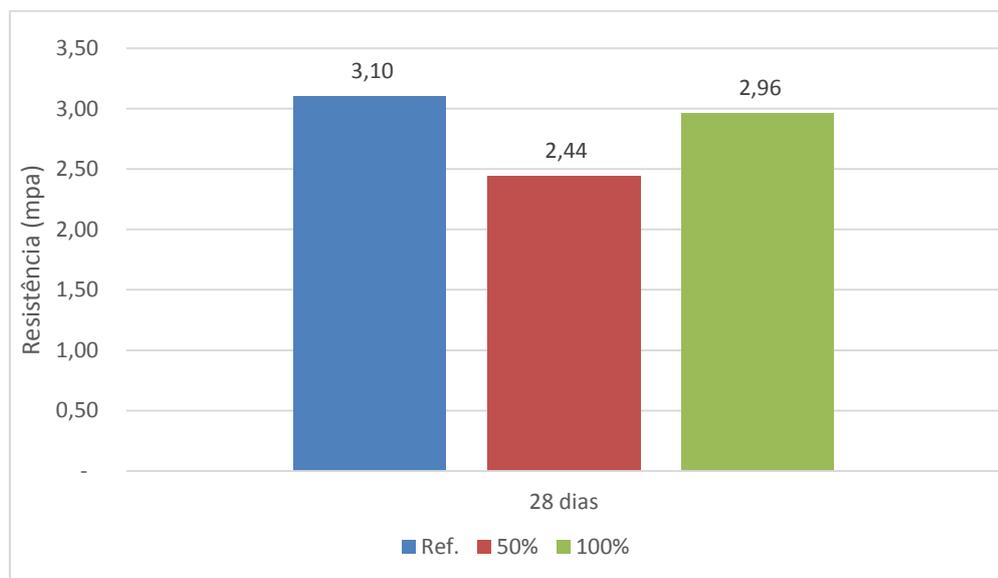
Dessa forma, realizou um novo ensaio, mantendo a quantidade de água adicionada na amostra de referência, apresentando na tabela 11 abaixo o resultado final dos rompimentos:

Tabela 11: Resistência a tração na flexão

CP (Ref.)	Descrição	Carga Ff (N)	Rf 28 dias (Mpa)
1	Ref.	1328.57	3,11
2	Ref.	1315.38	3,08
3	Ref.	1330.39	3,12
4	50%	1003.35	2,47
5	50%	977.95	2,41
6	50%	987.48	2,43
7	100%	1219.26	3
8	100%	1163.68	2,86
9	100%	1231.96	3,03

Fonte: Autor (2018).

Figura 17 - Resistência à tração na Flexão



Fonte: Autor (2018).

Dessa forma, apesar de ainda apresentar uma queda na resistência das amostras com a adição do biomaterial em relação a amostra de referência, notamos uma significativa melhora em suas resistências aos 28 dias de cura, principalmente na com 100% de adição do pó, podendo ser devido a uma possível diminuição da evaporação da água, que com menos em sua composição a maioria dessa água fique retida no interior da amostra para sua hidratação, perdendo menos água para o meio externo, o qual é um grande fator para a perda de resistência.

O ensaio de resistência a compressão foi realizado utilizando os mesmos CP's do ensaio na flexão, os quais, as duas metades originada da ruptura de cada CP foram levadas a prensa, apresentando na tabela 12 abaixo o resultado final dos rompimentos:

Tabela 12: Resistência a compressão.

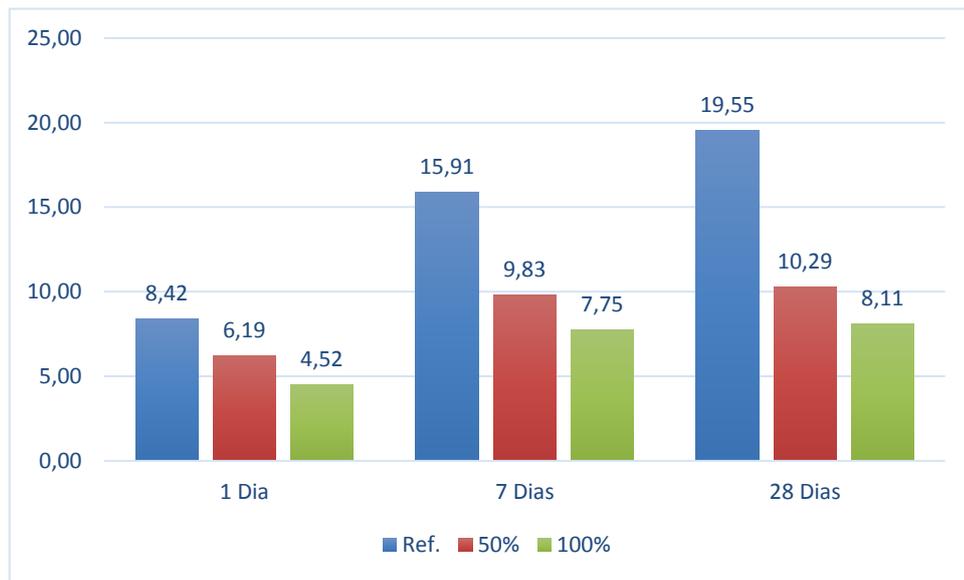
CP (Ref.)	Descrição	Carga Ff (N)	1 dia (Mpa)	7 dia (Mpa)	28 dia (Mpa)
1	Ref.	13120	8,20	–	–
2	Ref.	14020	8,76	–	–
3	Ref.	13490	8,43	–	–
4	Ref.	13230	8,27	–	–
5*	Ref.	18100	11,31	–	–
6*	Ref.	111700	7,00	–	–
7	Ref.	26020	–	16,26	–
8	Ref.	25690	–	16,05	–
9	Ref.	25260	–	15,80	–
10	Ref.	24830	–	15,52	–
11*	Ref.	26340	–	16,40	–

12*	Ref.	22330	–	13,96	–
13	Ref.	31010	–	–	19,38
14*	Ref.	20600	–	–	12,87
15	Ref.	31580	–	–	19,74
16	Ref.	31510	–	–	19,69
17	Ref.	31010	–	–	19,38
18*	Ref.	24610	–	–	15,38
19	50%	9430	5,89	–	–
20	50%	9970	6,23	–	–
21*	50%	1160	7,25	–	–
22	50%	9110	5,72	–	–
23	50%	10410	6,50	–	–
24	50%	9810	6,13	–	–
25*	50%	11930	–	7,46	–
26	50%	15830	–	9,89	–
27	50%	15830	–	9,89	–
28*	50%	13010	–	8,13	–
29	50%	14850	–	9,28	–
30	50%	15610	–	9,76	–
31	50%	16480	–	–	10,30
32	50%	16260	–	–	10,16
33	50%	16780	–	–	10,48
34*	50%	18540	–	–	11,58
35*	50%	12360	–	–	7,73
36	50%	14740	–	–	9,71
37	100%	7480	4,67	–	–
38	100%	6610	4,13	–	–
39	100%	6500	4,06	–	–
40	100%	6610	4,13	–	–
41	100%	6720	4,20	–	–
42	100%	7910	4,94	–	–
43*	100%	13330	–	8,33	–
44	100%	12790	–	8,00	–
45	100%	11600	–	7,25	–
46*	100%	13980	–	8,73	–
47	100%	11270	–	7,04	–
48	100%	12350	–	7,72	–
49*	100%	11380	–	–	7,11
50	100%	13010	–	–	8,13
51	100%	12900	–	–	8,06
52*	100%	13330	–	–	8,33
53	100%	12250	–	–	7,66
54	100%	12140	–	–	7,59

Legenda: * Valor descartado.

Fonte: Autor (2018).

Figura 18 - Resistência à compressão



Fonte: Autor (2018).

Novamente, verificasse a influência dos percentuais da casca de caranguejo tratada nos corpos de provas onde, sua presença indica uma resistência à compressão menor do que o corpo de prova referência.

Buscando avaliar a influência da água na resistência realizou novo ensaio mantendo a quantidade de água empregada na amostra de referência, obtendo-se os resultados apresentados na tabela 13 abaixo:

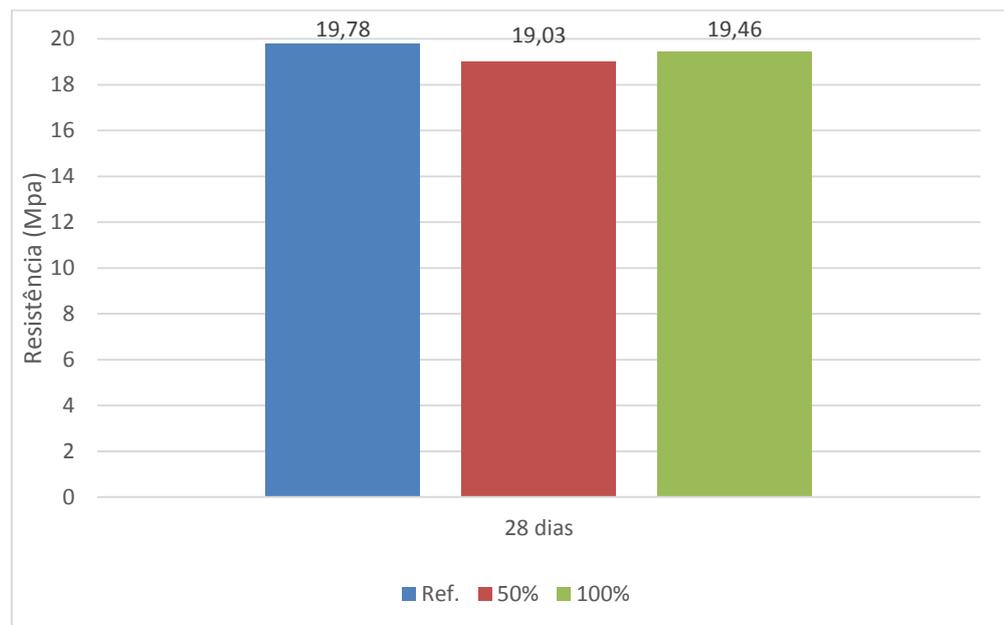
Tabela 13: Resistência a compressão.

CP (Ref.)	Descrição	Carga Ff (N)	28 dias (Mpa)
1	Ref.	31870	19,92
2	Ref.	31660	19,79
3*	Ref.	37510	23,44
4*	Ref.	25910	16,19
5	Ref.	32510	20,32
6	Ref.	30570	19,10
7*	50%	28730	17,95
8	50%	30740	19,21
9	50%	29920	18,70
10	50%	30680	19,18
11*	50%	29130	18,21
12	50%	30460	19,04
13	100%	31010	19,38
14	100%	30600	19,12
15	100%	31580	19,73
16	100%	31510	19,69
17	100%	31010	19,38
18*	100%	24610	15,38

Legenda: * Valor descartado.

Fonte: Autor (2018).

Figura 19 - Resistência à compressão



Fonte: Autor (2018).

Os resultados de resistência à compressão acompanham uma tendência onde, apesar dos resultados iniciais com substituição da cal serem menor, mantendo a quantidade de água utilizada na amostra de referência as resistências se aproximam do traço de referência.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como intuito avaliar as possíveis alterações em uma argamassa de revestimento com relação à substituição de um percentual de 50 e 100% da cal hidratada utilizada na mistura, levando em consideração o emprego de um material pouco estudado, e em muitos casos com destinação final imprópria ou pouco lucrativa, um biomaterial presente na casca do caranguejo uçá.

Com a análise e discussão dos resultados, observou-se que a substituição da cal pelo pó da casca de caranguejo, referente a trabalhabilidade, necessitou de um aumento no fator a/c no traço, para dessa forma garantir um mesmo espalhamento, tal fator pode ser explicado pelo aumento de material fino com o emprego do pó com um significativo aumento de volume, tendo a necessidade de uma quantidade maior do biomaterial para se obter o mesmo peso em relação a cal. Outro resultado importante em seu estado fluido foi a perda de água por evaporação da argamassa, nesse ensaio constatou um aumento na evaporação a medida em que se substituíu a cal pelo pó da casca do caranguejo fator que está diretamente ligado a capacidade de retenção de água na argamassa, pois quanto maior a quantidade de água evaporada, maior a tendência de se apresentar uma argamassa mais porosa, prejudicando no final a sua resistência.

Quanto as propriedades da argamassa no estado endurecido, o ensaio de absorção de água, observamos um aumento na absorção à medida que ocorre a substituição da cal pelo pó, conseqüentemente podendo ter sido causada pelo aumento do número de poros, devido à elevação da evaporação nas substituições. Fatores estes anteriores que podem ter prejudicado a resistência mecânica nos ensaios de compressão e tração na flexão, os quais sofreram perda de sua resistência à medida em que se aumentava a porcentagem do pó da casca do caranguejo na argamassa. No entanto, esse mesmo comportamento não se mostra nos ensaios de compressão e tração à flexão nos percentuais de substituição os quais, se manteve o mesmo fator a/c empregado na amostra de referência, reforçando a hipótese que o aumento de água para manter a consistência, causou um impacto direto na resistência mecânica.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma avaliação mais aprofundada sobre o pó da casca de caranguejo em conjunto com outros aditivos em argamassas de revestimentos;

Uma avaliação do efeito do pó da casca do caranguejo no desempenho dos revestimentos de argamassa aplicados sobre diferentes substratos.

Empregar percentuais diferentes e analisar os resultados dessas variações;

Utilizar traços de argamassa de revestimento diferentes deste trabalho;

Avaliar a influência da areia na argamassa de revestimento;

Analisar as propriedades do Revestimento usando outro parâmetro para índice de consistência.

REFERÊNCIAS

ALVES, N. J. D. Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

ARAÚJO JR., J.M. (2004). Contribuição ao Estudo das propriedades Físico-Mecânicas das Argamassas de Revestimento. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Agregado fino – Determinação de impurezas orgânicas – NBR NM 49/2001. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente – NBR NM 52/2009. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Agregados – Determinação da composição granulométrica – NBR NM 248/2003. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica – NBR 9778:2005.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência – NBR 13276/2016. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado – NBR 13278/2005. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Cal hidratada para argamassas – requisitos – NBR 7175/2003. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Cimento Portland – Determinação do índice de finura por meio de peneira n 200 – NBR 11579/2012. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Cimento Portland – Determinação do tempo de pega – NBR 16607/2017. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânica – Terminologia – NBR 13529/2013. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação – NBR 13749:2013. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração – NBR 13528/2010. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânica – Especificação – NBR 13279/2013. Rio de Janeiro, 2013.

B. S. de Oliveira & M. L. Nunes., Avaliação de quitosana de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) como biofilme protetor em caju, *Scientia Plena* 7, 041501(2011).

BARBIERI, E.; MENDONÇA, J.T. Na lama, a dura batalha dos catadores de caranguejos. 2007. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/caranguejos/index.htm. Acesso em: 7/3/2018.

BAUER, E. Relatório técnico: n. ° 12120173.a. Brasília, Laboratório de Ensaio de Materiais, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CARASEK, H. “Argamassas”. In: Isaias, G.C. (ed.). *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*, São Paulo, IBRACON, pp. 892-944, 2010.

CARASEK, H.; ARAÚJO, R.C., CASCUDO, O.; ANGELIM, R. Parâmetros da areia que influenciam a consistência e a densidade de massa das argamassas de revestimento. *Revista Matéria* Vol. 21. N.03. ISSN 1517-7076 artigo 11739, pp.714-732, 2016.

CARRANCO, M. E.; CALVO, C.; ARELLANO, L.; PérezGil, F.; Ávila, E.; Fuente, B. Inclusión de la harina de cabezas de camarón penaeus sp. en raciones para gallinas ponedoras. efecto sobre la concentración de pigmento rojo de yema y calidad de huevo. *Interciencia : Una Revista De Ciencia Y Tecnologia Para El Desarrollo*, Caracas, v. 28, no. 6, p. 328-333, 2003.

Castilho, GG., Ostrensky, Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (L.) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na baía de Antonina, Paraná, Brasil, 2006.

CESTARI, D. J. O efeito da adição do copolímero vinil veova em argamassas de revestimento: 154p. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Civil – Unicamp, Campinas-SP, 2001.

CINCOTTO, M. A. SILVA, M. A. C. & CASCUDO, H. C. Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio. (Boletim 68). São Paulo, 1995.

DALLABRIDA, V. F. Otimização do processo de obtenção de quitosana a partir da casca de camarão. Relatório Final da BIC/FURG. Rio Grande, 2000.

Dumitriu, S. *Polysaccharides in medical applications*. Marcel Dekker, Inc., New.

FIORITO, A. J. S. I. *Manual de Argamassas e Revestimentos*. São Paulo: Editora Pini, 1994.

GUIMARÃES, A. T. C. Propriedades do concreto fresco. In: ISAIA, G. C. (Ed.). *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005. p. 473–494.

KHOR, E.; LIM, L. Y. Implantable applications of chitin and chitosan. *Biomaterials*, v. 24,

LEAL, FRANZ E. C. B. Estudo do Desempenho do Chapisco como Procedimento de Preparação de Base em Sistemas de Revestimento. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2003

MANO, E. B.; MENDES, L. C. Introdução a Polímeros: São Paulo-SP: Ed. Edgard Blücher Ltda, 191p., 1999.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concrete: microstructure, properties and materials. 3rd ed. ed. New York: McGraw-Hill, 2006.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto Microestrutura, Propriedade e Materiais – 3ª edição. Ed.: IBRACON. ISBN.: 978-85-98576121. Português, p. 674, 2008.

MEHTA, P.K. & MONTEIRO, P.J.M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. Pini. São Paulo, 1994.

MOTA, F.M.J. influência da argamassa de revestimento na resistência à compressão axial em prismas de alvenaria resistente de blocos cerâmicos. Programa de pós-graduação em engenharia civil, Centro de tecnologia e geociência, Pernambuco 2006.

MUZZARELLI, R.A.A.; Peter, M.G. Chitin Handbook. Italy: Pergamon Press, 1977
n. 13, p. 2339–2349, 2003.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. Tecnologia do concreto. (traduzido), 2a . edição. Bookman, Porto Alegre, 2013.

OLIVEIRA, C. V. Dissertação de mestrado em estruturas e construção civil, abril – 2017.

OLIVEIRA, R. A. Notas de Aulas da Disciplina: Alvenaria Estrutural – Mestrado de Estruturas, UFPE – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

PEREIRA, C.H.A.F. (2007). Contribuição ao Estudo da Fissuração, da Retração e do Mecanismo de Descolamento do Revestimento à Base de Argamassa. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação: E.TD – 006 A/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 195p.

QUARCIONI, V. A. & CINCOTTO, M. A. Influência da cal em propriedades mecânicas de argamassa. In: VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas. Florianópolis, 2005.

QUARCIONI, V. A. & CINCOTTO, M. A. Influência da cal em propriedades mecânicas de argamassa. In: VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas. Florianópolis, 2005.

RAGO, F. & CINCOTTO, M. A. Influência do tipo de cal hidratada nas propriedades de pasta cimento – cal. In: II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Salvador, 1997.

RECENA, Fernando A. P. Conhecendo Argamassa. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

RODRIGUES FILHO, H.E. Avaliação dos Requisitos Normativos das Argamassas Industrializadas Associados a Critérios de Emprego e Utilização. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SABBATINI, F. H.; BAÍA L. L. M. Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008. 80p

SILVA, N. G; CAMPITELLI, V.C Módulo de Elasticidade Dinâmico de Argamassa de Revestimento. II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. 2008.

SILVA, V. S.; LIBORIO, J. B. L. & SILVA, C. R. Argamassas de revestimento com o emprego de pozolanas de argila calcinada. In: III Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Vitória - ES, 1999.

SOARES, N. M.; MOURA, C. M.; RIZZI, J.; VASCONCELOS, S. R.; PINTO, L. A. A. Obtenção e purificação de quitosana a partir de resíduos de camarão em escala piloto. Trabalho apresentado no VI INIC – Encontro de Iniciação Científica – Latino-Americano, São José dos Campos, SP, 2002.

SOUSA, J. G. G. Contribuição ao Estudo das Propriedades das Argamassas de Revestimento no Estado Fresco. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

THOMAZ, E. Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção. São Paulo: Editora Pini. 2001.

TIGGEMANN, Tiago G. Argamassas industrializadas para revestimento utilizadas na cidade de Lajeado/rs: comportamento em diferentes substratos. Monografia (Graduação em Engenharia civil). Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

TORRES, A.M.; Propriedades viscosas e viscoelásticas de soluções e géis de quitosana. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Química, – Unicamp, Campinas-SP, 2001.

TRISTÃO, F.A; ROMAN, H.R. Influência da Composição Granulométrica da Areia nas Propriedades Mecânicas das Argamassas. I Simpósio Brasileiro de Tecnologias das Argamassas, Goiânia, 1995.

VEIGA, M. R. Comportamento de argamassas de revestimentos de paredes: Contribuição para o estudo da sua resistência à fendilhação. Tese de doutorado, Universidade do Porto, Portugal, 1998.

VSILVA, F. G. S. Proposta de Metodologias Experimentais Auxiliares à Especificação e Controle das Propriedades Físico-Mecânicas dos Revestimentos em Argamassa. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

YAZIGI, W. A Técnica de edificar, 6ª Ed., São Paulo: Editora Pini, 2004.

ZARGAR, V.; ASGHARI, M.; ANDAMIR, D. A review on chitin and chitosan polymers: structure, chemistry, solubility, derivatives, and applications. ChemBioEng Reviews. v. 2, p. 204-226, 2015.