



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ANNY SHIRLEY DE MACEDO

**ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA ARGAMASSA
COM TENSOATIVO DODECANOATO DE SÓDIO**

ANGICOS/RN

2022

ANNY SHIRLEY DE MACEDO

**ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA ARGAMASSA
COM TENSOATIVO DODECANOATO DE SÓDIO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Damilson Ferreira dos Santos

ANGICOS/RN

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

M141e Macedo, Anny Shirley de Macedo.
Estudo das Propriedades Físicas da Argamassa
com Tensoativo Dodecanoato de Sódio / Anny
Shirley de Macedo Macedo. - 2022.
43 f. : il.

Orientador: Damilson Ferreira dos Santos
Santos.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Argamassa. 2. Tensoativo. 3. Dodecanoato de
Sódio. I. Santos, Damilson Ferreira dos Santos,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANNY SHIRLEY DE MACEDO

**ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA ARGAMASSA COM
TENSOATIVO DODECANOATO DE SÓDIO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 24 / 11 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Damilson Ferreira dos Santos (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Wendell Rossine Medeiros de Souza (UFERSA)
Membro Examinador

*Dedico este trabalho aos meus filhos,
que nos momentos de minha ausência
dedicados aos estudos, me apoiaram
e apesar de crianças entenderam que
o futuro é feito de constante dedicação.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por cuidar dos meus caminhos, por iluminar meus pensamentos, e por permitir que conseguisse realizar a primeira parte desse sonho.

Agradeço aos meus dois filhos, Annyelle Louyse de Macedo Vale e Douglas Alberto da Silva Vale Filho por ser meu porto seguro e por serem, sobre tudo a razão e o motivo maior que me proporcionou força e coragem para continuar o curso durante todos os momentos difíceis; a minha tia Lucia Cabral de Macedo, que sempre esteve ao meu lado me ajudando de todas as formas para que esse momento se realizasse e acreditando no meu futuro profissional, a minha mãe por olhar meus filhos quando precisava ir à faculdade e não tinha com quem deixar; a todas as pessoas que torceram contra, suas palavras foram essenciais para conseguir finalizar essa etapa.

Agradeço ao professor Damilson por acreditar em mim, pela confiança depositada, por ser um profissional ilustre, exemplo de motivação, dedicação e por conduzir essa orientação como profissional e amigo. Agradeço a professora Sileide por sua empatia e por cada palavra nos momentos ao qual a tristeza queria me tomar conta; a professora Gislene (Gigi), pelas palavras de motivação no período remoto.

A professora Marcilene pelo constante conhecimento repassado, pelas aulas diárias, pela paciência e calma transmitidas; ao professor Luiz Henrique por toda paciência quando precisei inúmeras vezes levar meu filho pra assistir a aula quando não tinha com quem deixar. Agradeço ao professor Kleber Cavalcante pela motivação e pelo suporte incessante desta pesquisa desde o primeiro contato; ao Professor Wendel por me apoiar e instruir neste trabalho. A vocês professores, todo o meu respeito, admiração e os mais sinceros agradecimentos.

Agradeço a Adna, Técnica do Laboratório de Engenharia Civil da UFERSA/Campus-Angicos por ser uma amiga, tirar minhas dúvidas sempre que preciso e principalmente por me incentivar e acreditar que vai dar certo; a Vitória pela parceria no laboratório; a minha amiga Ana Júlia que se tornou uma irmã que a UFERSA me deu, a mesma sempre me ajudou principalmente me aconselhando e incentivando; ao amigo Rafael Jordan pela parceria em todos os momentos e pela amizade construída dentro da universidade; ao amigo Matheus Noel pelo apoio, conselhos e pelas palavras que contribuíram no meu caminho ate aqui. Agradeço ao meu amigo Eng. Rogerio Gondim por sua amizade e por me incentivar a seguir no que eu acredito. A vocês amigos, os meus mais sinceros agradecimentos.

Agradeço a todos que de certa forma me transmitiram o incentivo e a confiança indispensável para realização de deste trabalho.

“Precisei usar da fúria pra me manter em pé.
Porque se eu acreditasse em tudo o que
falavam sobre mim, eu não me manteria”.

Linn da Quebrada

RESUMO

A argamassa é primordial para qualquer tipo de construção, pois pode ser utilizadas para o assentamento de tijolos e blocos, impermeabilização e regularização de superfícies, ou para dar acabamento às superfícies seja ele texturizado, áspero ou liso, se tornando tão necessária quanto o concreto na construção civil. Diante disso a procura por materiais com satisfatória durabilidade e desempenho mecânico, tem sido de maneira extensa, investigado por pesquisadores da área de tecnologia dos materiais e por empresas construtoras. Embora se observe um largo emprego para este material, é necessário avaliar parâmetros para que as construções não tenha sua vida útil comprometida. Composta basicamente por uma mistura de cimento, areia e aditivos químicos que tem como objetivo modificar propriedades, como é o caso da utilização de aditivos incorporadores de ar (AIA), que vem sendo utilizados para reduzir a quantidade de água de mistura. Desta forma o presente estudo tem como objetivo exploratório observar a influência do dodecanoato de sódio C12, nas propriedades físicas das argamassas com adição de 0g, 2g, 4g, 6g e 8g de C12. Realizou-se ensaios de densidade de massa, módulo de elasticidade e índices de vazios. Os primeiros resultados indicam que ao incorporar o C12 os corpos de prova com adição de 4g e 6g de tensoativo, produziu uma argamassa de menor densidade de massa, resultando em uma argamassa mais leve. Ao comparar os resultados de índices de vazios e módulos de elasticidade dinâmico percebe-se uma leve diferença comparado ao corpo de prova sem adição de C12, gerando assim uma porosidade maior e provocado um aumento no índice de vazios do material.

Palavras-chave: Argamassa; Tensoativo; Dodecanoato de sódio

ABSTRACT

Mortar is paramount for any type of construction, as it can be used for laying bricks and blocks, waterproofing and regularizing surfaces, or for finishing surfaces whether textured, rough or smooth, becoming as necessary as concrete in civil construction. In view of this, the demand for materials with satisfactory durability and mechanical performance has been extensively investigated by researchers in the area of materials technology and construction companies. Although there is a wide use for this material, it is necessary to evaluate parameters so that the constructions do not have their useful life compromised. Basically composed of a mixture of cement, sand and chemical additives that aims to modify properties, as is the case of the use of air incorporating additives (AIA), which has been used to reduce the amount of mixing water. Thus, the present study aims to exploratorily observe the influence of sodium dodecanoate C12 on the physical properties of mortars with the addition of 0g, 2g, 4g, 6g and 8g of C12. Mass density, modulus of elasticity and void indices were performed. The first results indicate that by incorporating the C12 the specimens with the addition of 4g and 6g of tensoactive, produced a mortar of lower mass density, resulting in a lighter mortar. When comparing the results of void indexes and dynamic elasticity modules, a slight difference is observed compared to the test body without the addition of C12, thus generating a higher porosity and causing an increase in the void index of the material.

Keywords: Mortar; Surfactant; Sodium dodecanoate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação molecular do Dodecanoato de sódio.....	23
Figura 2	Pesagem da água utilizada na confecção dos corpos de prova	25
Figura 3	Pesagem do tensoativo.....	25
Figura 4	Processo de Sintetização do Tensoativo	27
Figura 5	Tensoativo sintetizado.....	27
Figura 6	Amostra da massa 1 saturada peneirada.....	28
Figura 7	Amostra da massa2 saturada peneirada	28
Figura 8	Mistura na argamassadeira.....	28
Figura 9	Esquema de confecção de corpos de Prova	29
Figura10	Balança Hidrostática	30
Figura11	Registro da massa saturada	30
Figura12	Ensaio do Modulo de elasticidade	32
Figura13	Curva Granulométrica.....	41
Figura14	Densidade da massa Aparente.....	42
Figura15	Índices de Vazios x Módulo de elasticidade.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Materiais utilizados na confecção das argamassas	26
Tabela 2	–	Dosagem do tensoativo na produção das argamassas	26
Tabela 3	–	Resultado do ensaio de granulometria	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NBR	Norma Brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Aditivo Incorporador de Ar
C12	Dodecanoato de Sódio

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ	Somatório
μ	Micro
%	Porcentagem
ρ	Rô

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	16
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Argamassa	19
2.2. Propriedades da argamassa no estado fresco.....	19
2.2.1 Trabalhabilidade.....	20
2.2.2 Consistência.....	20
2.2.3 Retenção de água.....	20
2.2.3.1 Propriedades da argamassa no estado endurecido.....	21
2.2.3.2 Aderência	21
2.2.3.3 Resistência mecânica	21
2.2.4 Coeficiente de capilaridade.....	21
2.2.4.1 Aditivo	22
2.2.4.2 Dodecanoato de sódio C12	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 Planejamento Experimental.....	24
3.2 Materiais utilizados	24
3.2.1 Cimento Portland	24
3.2.2 Agregado miúdo (areia).....	24
3.2.3.1 Água de assentamento.....	25
3.2.3.2 Tensoativo.....	25
3.2.4 Preparação das argamassas	25
3.2.5 Caracterização do Tensoativo Dodecanoato C12	27
3.2.5.2 Ensaio de granulometria	27
3.2.5.3 Projetando misturas.....	28
3.2.5.4 Moldagem e cura dos corpos de prova.....	29
3.2.5.5 Ensaio de índices de Vazios	29
3.2.7 Módulo de elasticidade dinâmico	30
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	40
4.1 Granulometria.....	40

<u>4.2 Densidade de massa</u>	41
<u>4.2.1 Índice de vazios x módulo de elasticidade</u>	42
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6. REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

As argamassas são combinações homogêneas, constituídas de agregados miúdos aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não o uso de aditivos, conforme a NBR13281 (ABNT, 2010). A argamassa é considerada um elemento fundamental, por ser amplamente utilizada na construção civil, principalmente para sistemas de revestimento, como chapisco, emboço, reboco e revestimento de camada única de paredes e tetos, além de contrapiso, rejuntamento de revestimentos cerâmicos e pedra (CARASEK, 2010). Por atuar como material de acabamento sua finalidade é proteger a alvenaria, regularização das superfícies até a estanqueidade à água, proporcionando uma melhor aparência.

Devido ao seu amplo uso, a busca por novas tecnologias tem assumido relevância cada vez maior na construção, sendo desenvolvidas novas técnicas construtivas como argamassas modernas que possuem em sua composição o cimento Portland e a adição de tensoativos químicos como aditivo, que tem função melhorar algumas de suas propriedades (DALTIM, 2011).

Esses tensoativo são substâncias em comum na composição dos AIA (Aditivos Incorporadores de Ar), e dos detergentes. Essas substâncias tem comportamento anfifílico, que favorece a formação de bolhas promovendo a diminuição do atrito entre as partículas sólidas da argamassa. Em razão da alta utilização dos aditivos na construção civil, tem-se considerado essas substâncias como o quarto elemento da composição do traço da argamassa, devido à indispensabilidade em se obter características específicas. (DEMORI ; SILVA, 2015).

O mecanismo por trás desse efeito é a formação de um grande número de microbolhas de ar independentes, presente no composto cimentício (ALVES, 2002). Essas microbolhas de ar atuam como esfera e rolamento ou seja com movimentos giratórios, criando mais fluidez na mistura. O diâmetro dessas bolhas varia entre 100 a 300 (μm), tendo em conta, a proporção de ar incorporado, variando em função da quantidade de agregado (areia) acrescentado (OTTONI; LUBECK; MOHAMAD, 2017).

Os aditivos incorporadores de ar são substancias predominantemente tensoativas, que possuem um tipo de molécula que apresenta uma parte com características polar, uma cabeça hidrofílica (com afinidade com a água) e outra apolar , uma cauda hidrofóbica (com pouca ou nenhuma afinidade com água). Desta forma é polar e apolar ao mesmo tempo, como afirma (DALTIM, 2011). Esses aditivos estabilizadores de umidade mantem a plasticidade das argamassas por mais tempo, atuando diretamente no tempo de pega do cimento (PAOLINI, KHURANA, 1998).Tais aditivos interagem com as partículas de cimento e modificam o comportamento reológico da mistura do mesmo modo que suas propriedades no estado endurecido.

Atualmente, existe no mercado uma grande variedade de aditivo destinados a promover uma melhoria significativa na trabalhabilidade de argamassas e concretos, com o objetivo de reduzir a quantidade de água de mistura destes materiais no estado fresco.

Assim, o tipo e a quantidade de aditivos utilizados e a interação do cimento selecionado merece relevância nas pesquisas pois, é necessário garantir que a adição desses produtos químicos em argamassas, produzam benefícios sem afetarem as características do material em uso (ROMANO; 2014).

Desta forma, busca-se através de estudo exploratório, avaliar e compreender as propriedades e influências que o tensoativo dodecanoato de sódio C12, como aditivo na composição da argamassa, observando proporções que venham garantir um bom desempenho e durabilidade em seu estado endurecido.

Portanto, serão testadas diferentes concentrações do tensoativo C12 na composição da argamassa buscando permitir sua utilização sem alterar suas características físicas e mecânicas dessa argamassa.

1.2 OBJETIVOS

Neste item apresentam-se os objetivos gerais e específicos do estudo que será desenvolvido.

1.2.1 Objetivo geral

Estudar as propriedades da argamassa quanto ao seu mecanismo de ação e sua influência no estado endurecido com a utilização do tensoativo aniônico (dodecanoato de sódio C12) como incorporador de ar, dando ênfase a resistência física dessa argamassa.

1.2.2 Objetivos específicos

- Projetar misturas;
- Analisar a influência do C12 com a adição de 2g, 4g, 6g, 8g de tensoativo;
- Analisar a influência do dodecanoato de sódio C12 nas propriedades das argamassas em seu estado endurecido;
- Ensaio de granulometria;
- Ensaio de índices de vazios;
- Ensaio do módulo de elasticidade dinâmico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir é apresentado os principais conceitos, suas principais propriedades e seus materiais constituintes.

2.1 ARGAMASSA

O termo argamassa é definido como uma mistura homogênea de agregado (s) miúdo (s), aglomerante (s) inorgânico (s) e água contendo ou não o uso aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obras ou industrializada segundo a NBR 13281 (ABNT, 2010).

Segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005c), funcionalmente, as argamassas podem ser utilizadas na construção de alvenarias, revestimentos de paredes e telhados, revestimentos cerâmicos, restauração estrutural e pavimentação, onde se encontra o subgrupo de argamassa de contrapiso.

O Contrapiso, também conhecido como enchimento ou piso morto com espessura de 15-25 mm, atuam como camada niveladora para base, que normalmente é aplicada na laje de concreto que é o substrato para instalação cerâmica. Além de regularizar e dar caimento ao piso NBR 13753 (ABNT, 1996).

Na atualidade do Brasil são aplicados diversos tipos de argamassas, indicada para contrapiso, além da tradicional produzida em obras. Um exemplo existente no mercado é a argamassa autonivelante que é um tipo de material dividido em argamassa industrializada e argamassa produzida centralmente (RUBIN, 2015).

2.2 Propriedades da argamassa no estado fresco

O ambiente ao qual a argamassa é introduzida, a matéria prima que entra em sua composição, o traço (relação de proporções entre os materiais), a mistura, ou seja o tipo de misturador utilizado, influenciam diretamente no comportamento das argamassas no estado fresco, bem como o tempo de mistura, o equipamento utilizado no transporte, a espessura da camada e ate a forma de aplicação do revestimento (HERMAN; ROCHA,2013).

Segundo (BAIA E SABATTINI, 2008),as principais características no estado fresco são trabalhabilidade, consistência, retenção de água e incorporador de ar.

2.2.1 Trabalhabilidade

A trabalhabilidade é uma das propriedades presente nas argamassas que mais se destaca no estado fresco. Essa propriedade é determinada para relação água / cimento de acordo com a (ABNT, 2018), para produção da pasta. Além disso, a influência do agregado determinado de acordo com a granulometria com o cimento tem ação de influencia na trabalhabilidade da argamassa produzida.

2.2.2 Consistência

A consistência é uma propriedade da argamassa relacionada à trabalhabilidade que pode ser qualificada por um índice. A norma NBR 13276 (ABNT,2005), determina o método para o índice de consistência da argamassa a ser utilizada na realização dos ensaios de caracterização do material.

2.2.3 Retenção de água

Espera-se que no estado fresco a argamassa, mantenha a trabalhabilidade quando submetida a cargas que causam perda de água de mistura, provocada por evaporação e pela absorção de água no substrato. O ensaio de retenção de água deve ser realizado conforme a NBR 13277 (ABNT, 2005 a).

2.2.3.1 Incorporador de ar

O teor de ar incorporado é a quantidade de ar incorporado e existente em um certo volume de argamassa (BAIA; SABATTINI,2008). Para (CARASEK,2007), quanto mais leve a argamassa for mais trabalhabilidade a longo prazo será, o que reduzira o esforço do operário na aplicação da argamassa, resultando no aumento de produtividade desse operário. À medida que o teor de ar aumenta, a densidade relativa da argamassa diminui, com isso o efeito da resistência mecânica diminua.

2.2.3.2 Propriedades da argamassa no estado endurecido

As propriedades das argamassas no estado endurecido demonstram características ao longo de sua vida útil. A fim de garantir um bom desempenho, é importante verificar as principais propriedades que são a aderência, resistência mecânica, e o coeficiente de capilaridade.

2.2.3.3 Aderência

Segundo a NBR 13528-1 (ABNT, 2019 d), a aderência adequada garante à resistência as tensões provenientes da interação da argamassa com a superfície e o substrato.

De acordo com (CARASEK, 2007), no momento em que a argamassa está em seu estado plástico, entra em contato com a superfície do substrato, a água do amassamento entre os poros, ocorre uma ancoragem da argamassa a base, devido à precipitação dos produtos de hidratação do cimento. Com isso foi constatado que quanto maior o contato entre a argamassa e o substrato maior será a aderência.

2.2.4 Resistência mecânica

A resistência mecânica é uma propriedade do revestimento, responsável por resistir a diferentes efeitos de natureza mecânica, como o desgaste superficial ao impacto e a contração termo – hidrocópica de acordo com (BARROS, 1998). Esta propriedade apresenta aumento com a diminuição da proporção de agregados na argamassa e muda com a relação água/cimento e ao tipo de cimento/ aditivo em argamassa com dois aglomerantes.

Para verificar a resistência mecânica da argamassa, pode-se realizar o ensaio de resistência à tração, a flexão e a compressão por meio de rompimento dos corpos de provas prismáticos após a cura de 28 dias, seguindo os procedimentos estabelecidos pela norma.

2.2.4.1 Coeficiente de capilaridade

O coeficiente de capilaridade é uma propriedade que representa a porosidade na argamassa ao qual afeta diretamente a capacidade de absorção de água, devido às junções dos poros da argamassa.

A Capilaridade de uma argamassa necessita basicamente da quantidade e do tipo de aglomerante utilizado, da granulometria do agregado e das características do substrato. O cimento Portland, quando empregado em proporções adequadas, pode reduzir à permeabilidade de um revestimento argamassado, porém se utilizados em teores muito altos pode provocar a fissuração por retração hidráulica comprometendo assim a permeabilidade da argamassa (SANTOS, 2008)

2.2.4.2 ADITIVO

Segundo (DEMORI; SILVA, 2015), Os tensoativo são substâncias em comum aos AIA (Aditivos Incorporadores de Ar). Esses aditivos são utilizados em argamassas e geralmente são de caráter aniônico e apresenta de acordo com (SALAGER,2004), cerca de 60% da produção de agentes ativos de superfície, como sabão, detergentes líquidos e em pó. Tais substâncias tem um comportamento anfifílico que proporcionam a formação de bolhas que promovem a redução do atrito entre as partículas sólidas da argamassa. Com o resultado, a argamassa torna-se mais fluida garantindo trabalhabilidade com menor consumo de água.

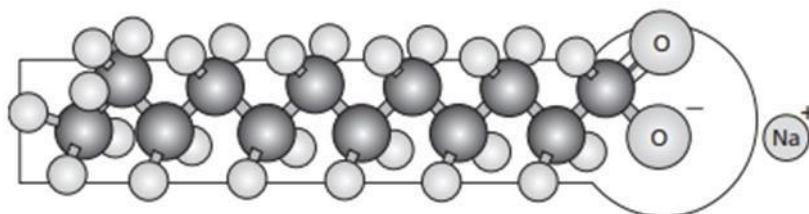
De acordo com a NBR 11768-1 (ABNT, 2019b), os aditivos são produtos que, quando adicionados ao cimento Portland, melhoram suas propriedades. Desse modo ao adicionar pequenas quantidades de aditivos, antes ou durante o processo, com exceção dos componentes básicos água, cimento e os agregados, melhoram de alguma forma as propriedades da argamassa no estado fresco e no estado / endurecido (RESENDE,2010).

Os aditivos incorporadores de ar segundo (RIXON E MAILVAGANAM, 1999) são tensoativo em sua maioria de caráter aniônicos, que ao adicionar em pastas cimentícia dão um caráter hidrófobo para as partículas dos mesmos, tendendo a absorver as partículas sólidas da pasta por meio de sua cabeça, ou seja, a parte polar ficando com a cauda que é a parte apolar, voltada para fase aquosa. Os tensoativos que não foram absorvidos e estão livres da faseaquosa tendem a formarem as bolhas de ar assim como na agitação da mistura, bolhas de ar se formaram devido à aglutinação das partes apolares dos tensoativo.

2.2.4.3 Dodecanoato de sódio C12

O dodecanoato de sódio é uma molécula de sabão obtido a partir da neutralização do ácido dodecanoato com hidróxido de sódio. A molécula do dodecanoato de sódio, foi colocada sobre a representação esquemática genérica de um tensoativo, indicando que a cadeia carbônica forma a parte apolar da molécula e a carboxila forma a parte polar. Como mostra a Figura1. Quando dissolvido em água, o contraíon de sódio se dissolve na água e o restante da molécula adquire uma carga negativa verdadeira, pois é um ânion que foi gerado da dissociação de um sal em água. Como a região polar apresenta carga negativa, este tipo de tensoativo é chamado de tensoativo aniônico.(DALTIM,2011)

Figura 1 Representação da molécula do dodecanoato de sódio



Fonte: Decio Daltin (2011)

3. MATERIAIS E METODOS

3.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O programa experimental desta pesquisa tem como objetivo retratar características físico-química da utilização de tensoativo aniônicos de cadeia curta em argamassa, com finalidade de analisar a influência do tensoativo (Dodecanoato de Sódio C12) quanto ao seu mecanismo na argamassa. O estudo será conduzido de forma exploratória, buscando seguir uma tendência de comportamento das variáveis estudadas.

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

A seguir serão descritos os materiais utilizados:

3.2.1 Cimento Portland

O cimento utilizado foi o cimento CII-F- 32 pela facilidade de ser encontrado no comercio local da cidade de Angicos/ RN

3.2.2 Agregado Miúdo (areia média)

O agregado miúdo (areia média) utilizado na pesquisa foi obtido no comercio local da cidade do Natal/ RN, foram secos na estufa por 48 h 100 °C anteriormente aos ensaios, peneirada e passante na peneira.

3.2.3.1 Água de amassamento

A água utilizada para a confecção dos corpos de prova foi proveniente da rede de distribuição da Companhia de Abastecimento do Rio Grande do Norte (CAERN) da UFERSA / Campus Angicos.

Figura 2 Água utilizada na confecção dos corpos de prova



Fonte: Autoria própria

3.2.3.2 Tensoativo

O Tensoativo Dodecanoato de Sódio C12, com composição química $C_{12}H_{26}O_2Na$, foi empregado no estudo como aditivo incorporador de ar em pó, ao qual foi utilizado o ácido dodecanoico puro.

Figura 3 Tensoativo Dodecanoato de Sódio C12



Fonte: Autoria própria

3.2.4 PREPARAÇÃO DAS ARGAMASSAS

Foram produzidas argamassas, utilizando o traço 1:3 (cimento: areia), por ser o traço de referência usado constantemente em obras. A Quantidade dos materiais está exposta na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais utilizados na produção das argamassas

MATERIAIS	MASSA (g)
CPII-F 32	400
Areia Média	1200
Água	266,7

Fonte: Autoria própria

Os teores do tensoativo foram expressos em relação á massa do cimento, logo para as misturas desta pesquisa optou-se por trabalhar com cinco teores distintos do tensoativo, sendo (CP01 o de referência com 0,0%) de tensoativo, o (CP02, 0,5%), (CP03 1%), (CP04, 1,5%) e o (CP05, 2%) com objetivo de buscar melhor entender os efeitos proporcionados às misturas conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Dosagem do tensoativo para produção das argamassas

Nomenclatura	Proporção (g)	Tensoativo (%)
CP 01	0	0,0
CP 02	2	0,5
CP 03	4	1
CP 04	6	1,5
CP 05	8	2

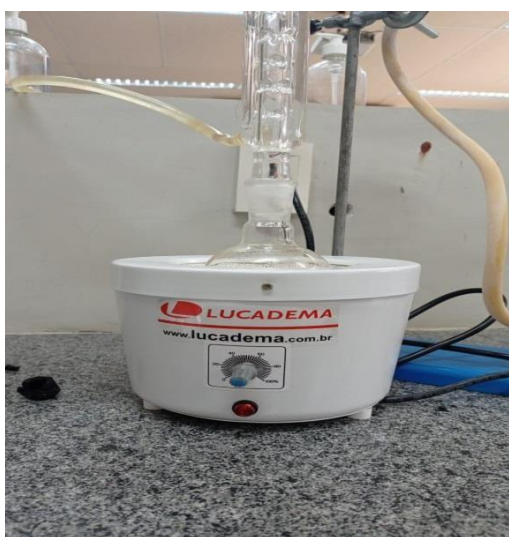
Fonte: Autoria própria

Procedeu-se dessa maneira para que posteriormente, seja possível determinar, através de análise resultados, a quantidade mais adequada de forma a não alteração no seu desempenho .

3.2.5 CARACTERIZAÇÃO DO TENSOATIVO DODECANOATO DE SÓDIO (C12)

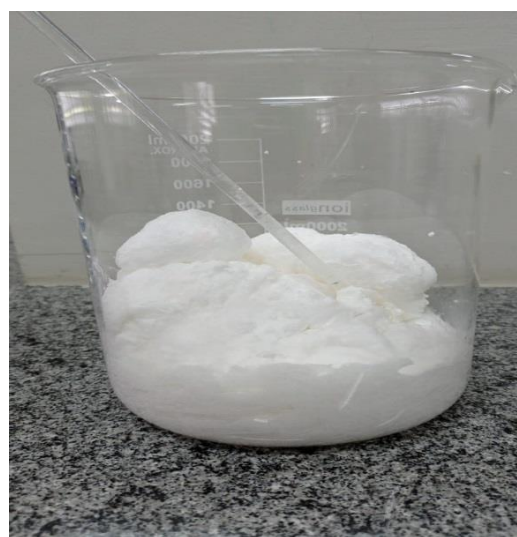
O tensoativo C12 foi submetido ao processo de sintetização no sistema de refluxo, em manta de aquecimento, balão de fundo redondo e condensador, para que seja assim evitada a evaporação do álcool. O processo foi realizado no Laboratório de Química Geral da UFERSA, Campus/Angicos como mostrado na Figura 4 e Figura 5.

Figura 4 Processo de sintetização



Fonte: Autoria própria

Figura 5 Tensoativo Sintetizado



Fonte: Autoria própria

3.2.5.2 ENSAIO DE GRANULOMETRIA

A análise de granulometria do agregado miúdo é definida pelo ensaio de peneiramento segundo a NBR NM 248 (ABNT,2003). O procedimento experimental determina o diâmetro máximo do agregado, o módulo de finura e a curva granulométrica

Para realização do ensaio, foi utilizado um conjunto de peneiras com abertura de malhas de 9,5 mm, 6,33 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 600 μ m, 300 μ m, 150 μ m. Foram analisadas duas amostras do agregado miúdo (areia) como mostra na figura 6 e figura 7, seca em estufa a 100°. Para cada amostra foi pesado 500 gramas de areia em balança de precisão. O

peneiramento foi realizado com o auxílio do agitador mecânico de peneira de acordo com a NBR NM 27 (ABNT,2001).

Figura 6 Amostra da massa 1 peneirada



Fonte: Autoria própria

Figura 7 Amostra da massa 2 peneirada



Fonte: Autoria própria

3.2.5.3 PROJETANDO MISTURA

A mistura das argamassas foi realizada em uma argamassadeira de eixo vertical com capacidade de 5 litros e com movimento planetário. O procedimento de mistura foi realizado com base no descrito na NBR 16738 (ABNT, 2019).

A mistura das argamassas deu-se na sequência: inicialmente colocou-se na argamassadeira a amostra de (areia, cimento e o tensoativo), ao qual foi homogeneizada por (30 segundos), em seguida foi adicionada toda a água na mistura em velocidade baixa durante (60 segundos) para a homogeneização, sendo o misturador desligado por (15 segundos) para retirada da argamassa aderida as paredes da cuba e a pá. O misturador era novamente ligado em velocidade alta por mais (60 segundos), totalizando um tempo total de mistura de 150 segundos

Figura 8 - Mistura na argamassadeira planetária



Fonte: Autoria própria

3.2.5.4 MOLDAGEM E CURA DOS CORPOS DE PROVA

Para os ensaios que determinam as propriedades das argamassas no estado endurecido, foram produzidos corpos de prova prismáticos com dimensões de (4x4x16 cm). Utilizando a técnica descrita na NBR 13279 (2005). Após o preparo da argamassa, cada compartimento do molde prismático, recebeu uma porção de argamassa, em seguida cada uma delas adensadas com 30 golpes igualmente distribuídos. Os corpos de prova permaneceram por 48 h nos moldes e foram mantidos nas condições indicadas pela norma.

Figura 9 Esquema de confecção dos corpos de prova.



Fonte: Autoria própria

Após as primeiras 48 h, os corpos de prova foram desmoldados e colocados em um balde de água onde permaneceram no período de cura de 28 dias.

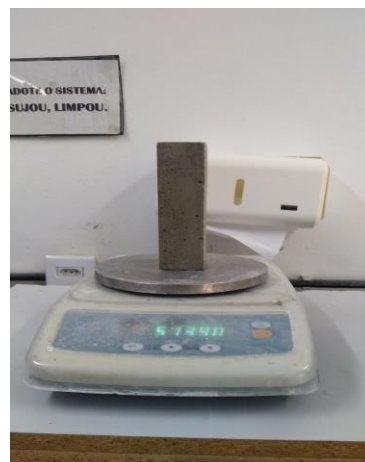
3.2.5.5 ENSAIO DE ÍNDICES DE VAZIOS.

Este ensaio foi realizado conforme com a NBR 9778 (ABNT,2005), (Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índices de vazios e massa específica).

O índice de vazios corresponde entre o volume de poros permeáveis e o volume total da amostra. A massa específica é a relação entre a massa seca do material e o volume total, incluindo todos os poros permeáveis e impermeáveis, e a massa específica real é a mesma relação excluindo os poros permeáveis.

De acordo com a norma técnica, para realização desse ensaio é necessário no mínimo duas amostras para cada tipo de argamassa. Inicialmente os corpos de prova foram colocados em estufa á 105 ± 5 °C, por 72 horas, para que fosse possível determinar sua massa seca (m_s) de cada corpo de prova, em seguida foram imersos em água por 72 horas a temperatura ambiente, para que fosse possível determinar sua condição de massa saturada (m_{sat})

Após esta etapa, de saturação os corpos de prova foram colocados em um recipiente com água em ebulição durante 5 horas e depois resfriados para determinação de massa imersa (m_i), com o auxilio de uma balança hidrostática como mostra na Figura 10 e Figura 11.

Figura10 Balança hidrostática**Fonte:** Autoria própria**Figura 11** Registro da massa saturada**Fonte:** Autoria própria

3.2.6 MÓDULO DE ELASTICIDADE DINÂMICO

Para determinação do módulo de elasticidade dinâmico, utilizou – se a norma NBR 15630 (ABNT,2008), aos 28 dias de cura, utilizando o equipamento TICO – Ultrasonic Testing Instrument, da Proceq, conforme mostrado na figura 13. Fez – se uso de dois aparelhos que são compostos por um transdutor e um receptor, onde se ambos estiverem em contato com o corpo de prova, uma onda será emitida onde é possível registrar o tempo que leva para passar pelo corpo de prova da argamassa. Segundo CARNEIRO (1999), para argamassas o coeficiente varia de 0,10 a 0,20, sendo tanto menor quanto menor for à capacidade de deformação da argamassa. O calculo adotado para determinar o modulo de elasticidade relaciona o coeficiente de Poisson da argamassa onde utiliza – se comumente o valor (0,2) pela Equação1.

(1)

$$E_d = V^2 \times \rho \times \frac{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}{(1 - \mu)}$$

Em que :

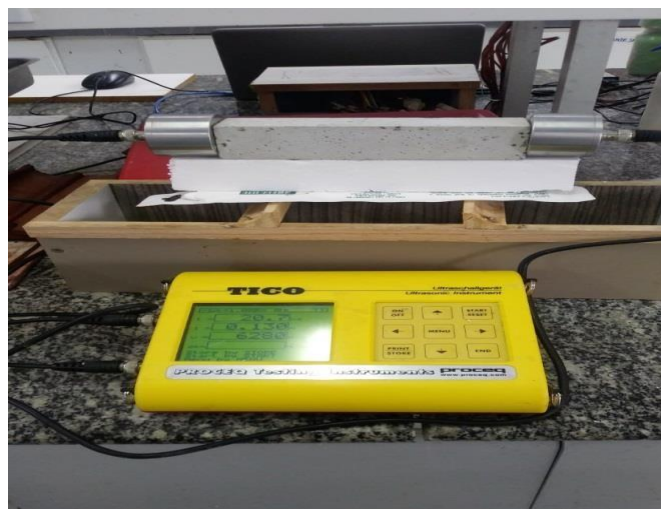
E_d – Módulo de elasticidade dinâmico, expresso em (MPa);

V – É a velocidade da propagação da onda, ultrassônica expressa em milímetros por micro segundo (mm/ μ s);

ρ – É a densidade da massa aparente do corpo de prova, expressa em quilogramas por metro cúbico (kg/ m³); .

μ – É o coeficiente de Poisson. Adota-se nesta equação o valor 0,2

Figura 12 Ensaio de módulo de elasticidade dinâmico



Fonte: Autoria própria

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo será apresentado os resultados referente á caracterização do agregado miúdo, em seguida será analisado os resultados dos ensaios das argamassas no estado endurecido.

Na Tabela 03 são apresentados resultados referentes à caracterização granulométrica do agregado miúdo utilizado na pesquisa

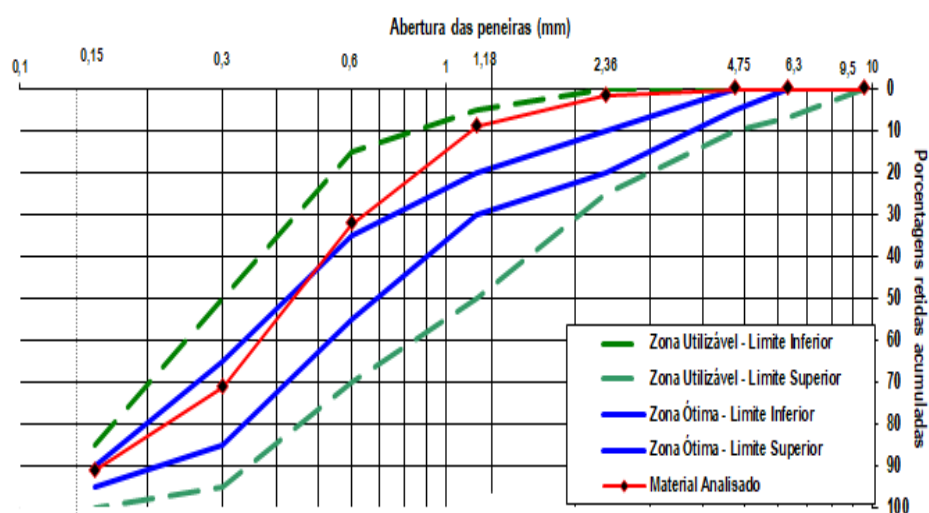
Tabela 03 – Resultado do Ensaio de Granulometria do agregado miúdo

Abertura da malha das peneiras (mm)	M1) massa inicial seca =		500,0 g	(M _{1m})	(M _{1ra})	
	M2) massa inicial seca =		500,0 g	Massa retida	Massa retida	
	Massa retida (g)		Massa retida (%)		média	acumulada
	Ensaio M1	Ensaio M2	Ensaio M1	Ensaio M2	(%)	(%)
9,5	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
6,3	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4,75	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,36	18,1	16,6	0,0%	3,3%	1,7%	1,7%
1,18	38,0	34,3	7,6%	6,9%	7,2%	8,9%
0,6	119,9	115,6	24,0%	23,1%	23,6%	32,4%
0,3	185,5	204,0	37,1%	40,8%	39,0%	71,4%
0,15	101,5	99,0	20,3%	19,8%	20,1%	91,4%
Fundo	37,0	30,5	7,4%	6,1%	6,8%	98,2%
Σ Total	500,0	500,0	Módulo de Finura = 2,06			
			Dimensão Máxima (mm) = 2,4			

Fonte: Autoria Própria

Com base, nos resultados obtidos no ensaio de granulometria percebe-se que o módulo de finura foi menor que 2,4 mm, o que demonstra que o agregado miúdo analisado e utilizado, pode ser caracterizado como uma areia que esteja entre areia fina e areia grossa. De acordo com os dados adquiridos no ensaio, desenhou-se a curva granulométrica do agregado miúdo (areia), com auxílio da planilha Excel conforme mostra a Figura 13. Certificando que a areia que foi empregada no estudo esta dentro do limite da zona utilizável. Resultando assim pelo fato da areia esta entre areia fina e areia grossa.

Figura 13- Curva granulométrica do agregado miúdo

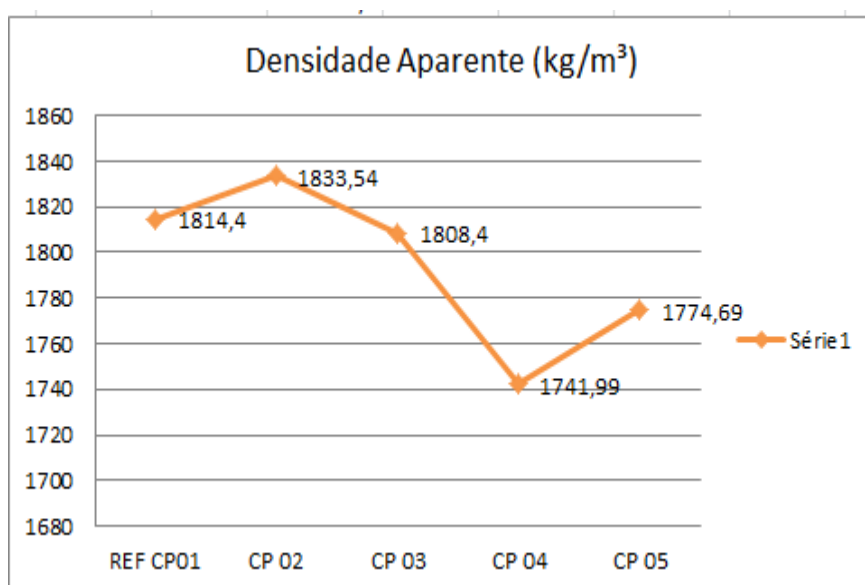


Fonte: Autoria própria.

Os resultados médios Obtidos através dos ensaios de densidade de massa aparente no estado endurecido apresentados na Figura 14, em razão entre a massa e volume do prisma 4x cm 4x cm 16 cm, medida aos 28 dias de idade. Percebe-se que ao incorporar o Dodecanoato de Sódio no CP02 tem um acréscimo respectivamente comparado ao traço de referencia CP01, em seguida tende a cair no CP03 e CP04 por ter um aumento de ar incorporado, o possivelmente o tornou mais leve. A redução da densidade de massa aparente no estado endurecido das argamassas com maiores concentrações de tensoativo pode ter ocorrido pelo aumento do volume de vazios após a fervura.

Em seguida nota-se que no CP05 ouve novamente um acréscimo, que possivelmente pode ter acontecido pelo fato de após moldagem. Pois, observou-se que os corpos de prova CP03 e o CP04 apresentou exsudação, levantando uma nata de cimento. Já o CP05 teve comportamento mais homogêneo quando comparado com as demais argamassas. Levando a entender que a quantidade de tensoativo foi superdimensionada uma vez que, não havia conhecimento e correlação de tensoativo para cada amostra para o preparo da argamassa. Suponho que se diminuir a quantidade tenha uma diminuição desse efeito, acreditando que seria uma quantidade acima do que seria necessário de tensoativo.

Figura 14 Densidade da massa aparente no estado endurecido

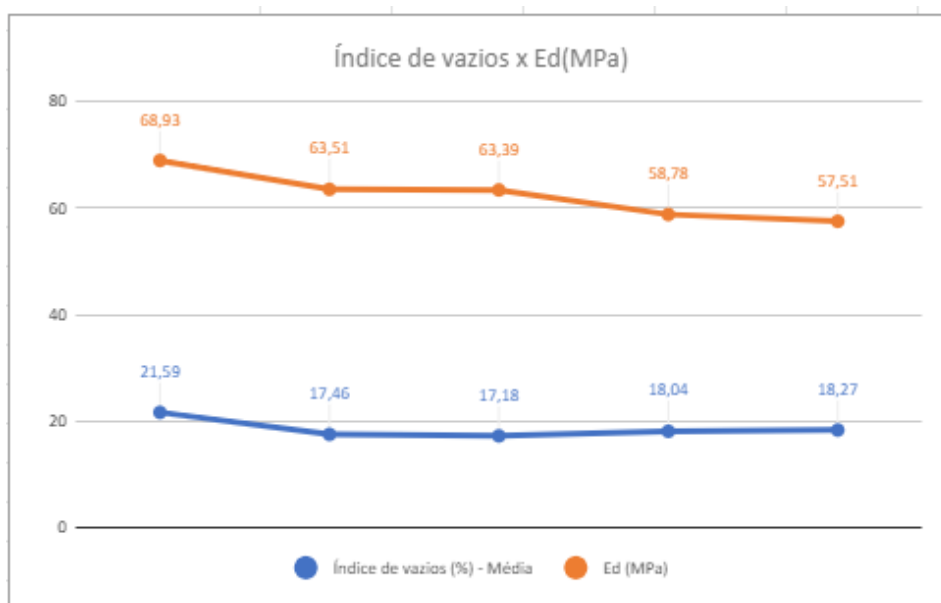


Fonte: Autoria própria

Comparando os resultados médios do índice de Vazios e o módulo de elasticidade dinâmico, apresentado na figura 15, nota-se uma leve diferença em relação ao corpo de prova

de referência CP 01, o que possivelmente pode ter ocorrido uma interferência do tensoativo nas propriedades do material, gerando assim uma porosidade maior, e essa porosidade maior, provocou também maior índice de vazios facilitando a propagação da onda no momento do ensaio.

Figura 15 índice de Vazios x Módulo de Elasticidade



Fonte: Autoria Própria

Segundo (SILVA e CAMPITELI, 2008). existe uma correlação entre o módulo de elasticidade e as resistências mecânicas das argamassas. A redução dessa resistência é provocada pela redução do módulo de elasticidade. Essa redução do módulo de elasticidade é um fator benéfico para as argamassas, tanto de assentamento como de revestimento de paredes, pois quanto menor o módulo de elasticidade, maior é a capacidade de deformação da argamassa, reduzindo assim a possibilidade de ocorrer fissuração no estado endurecido.

Para (MARTINELLI, 1989), com o acréscimo da relação água/cimento, o módulo de elasticidade decresce sendo assim, o módulo de elasticidade aumenta obtendo ganho da resistência mecânica. Além disso, traz que o módulo diminui com o acréscimo do teor de agregado na argamassa, sendo que, existe um limite para esse teor, pois a partir deste limite o módulo volta a crescer resultando numa argamassa com maior rigidez.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente capítulo serão expostas as considerações finais referentes à execução do projeto experimental, além de sugestões para futuros trabalhos como também o aperfeiçoamento deste.

Dé forma geral foi observado na confecção da argamassa que a manutenção da trabalhabilidade pode ser alcançada com a utilização desses tensoativo. Tornando as argamassas mais leves, facilitando assim o manuseio e a moldagem dos corpos de provas.

No entanto é preciso estudar mais profundamente de que forma o desempenho das argamassas será afetado em outras propriedades, pois devido o tensoativo utilizado ocorrer de diminuir a tensão superficial de um liquido ou em relação a um substrato ou aditivo, pode se supor que ele tenha provocado à diminuição tensão superficial da água, pois com a tensão mais baixa, a água aflorou na amostra deixando com menos água na estrutura, possivelmente interferindo na composição da argamassa.

Contudo, considero que a pesquisa foi satisfatória, pois, como esse agente tensoativo ainda não tinha sido trabalhado, apresentou um bom comportamento, uma boa resistência e elasticidade em relação ao ensaio ultrassônico mostrando que os parâmetros ficaram aproximados ao corpo de prova de referência.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos -Requisitos. Rio de Janeiro, 2010. 12p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277**:Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005 a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248** - Aggregates - Sieve analysis of fine and coarse aggregates Descriptor: Aggregate. Rio de Janeiro, julho de 2003

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 11768 - 1**:Aditivos químicos para concreto de cimento portland – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2019b

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15630**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 2008

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 16738**: Cimento Portland – Determinação da resistência á compressão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro,2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecido - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279** – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16606**: Cimento Portland – Determinação da pasta de consistência normal. Rio de Janeiro, 2018.

ALVES, N. J. D. **Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento**. Brasília, 2002. 175 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Disponível em:
<http://www.pecc.unb.br/wpcontent/uploads/dissertacoes/M02-12A-Nielsen-Alves.pdf>. Acesso em: 21/10/2022.

BAÍÁ, Luciana. L. M.; SABBATINI, Fernando H. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa**. 4 ed. São Paulo: Nome da Rosa, 2008.

BARROS, M. M. S. B.; MACIEL, L. L.; SABBATINI, F. H.; **Recomendações para a Execução de Revestimentos de Argamassa para Paredes de Vedação Internas e Exteriores e Tetos**. São Paulo: EPUSP-PCC, 1998.

CARASEK, Helena. Argamassas. In: ISAIA, Geraldo (org.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2. ed. São Paulo: IBC, 2010.

CARASEK, H. **Argamassas**. **Materiais de construção civil e Princípios de Ciência dos Materiais**, p. 863–904, 2007.

CARNEIRO, A. M. P. **Contribuição ao estudo da influência do agregado nas propriedades de argamassas compostas a partir de curvas granulométricas**. São Paulo, 1999. 203 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

DALTIN, Decio. **Tensoativos**: Química, propriedades e aplicações / Decio Daltin. – São Paulo: Blucher, 2011.

DEMORI, Amanda Gomes; SILVA, Judson Ricardo Ribeiro Da. **Detergente como aditivo tensoativo na construção civil**. In Encontro internacional de produção científica unicensumar, 9., 2015, Maringá. Anais eletrônicos. Maringá: Unicensumar, 2015. V. 9, p. 4 – 8.

HERMANN, Aline; ROCHA, João P. de A. **Pesquisa de viabilidade da utilização da argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade de aplicação do chapisco**. 2013. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UFPR. Pato Branco, 2013

MARTINELLI, F. A. **contribuição ao estudo de dosagem das argamassas mistas destinadas ao assentamento e revestimento de alvenarias**, EPUSP. São Paulo, 1989, Dissertação de Mestrado.

OTTONI, Tobias Pigatto; LUBECK, André; MOHAMAD, Gihad. **Influência do aditivo incorporador em argamassas de revestimento**. In: CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA, 28, 2017, Ijuí. Anais. Ijuí: Cricte, 2017. p. 1 – 4

PAOLINI, M; KHURANA,R. **Admixtures for recycling of waste concrete.Cement and concrete composites** 20,p221-229, 1988.

RESENDE, Paulo Sérgio de Oliveira. **Efeito do ar incorporado em argamassas de revestimentos**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geotécnica) - Mecânica das Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/1330/1/PAULO%20SERGIO%20DE%20OLIVEIRA%20RESENDE.pdf>. Acesso em: 05/11/2022

RIXON, R; MAILVAGANAM, N. **chemical admixtures for concrete**, London; E & FN SPON, 1999.

ROMANO,R.C.O, et al, **Caracterização reológica de suspensões cimentícias mistas com cales ou filitos**. Ambiente construído. INSS 1678-8621, Porto Alegre,v.14. n. 1,p. 75-84,2014.

RUBIN, Ariane Prevedello. **Argamassas autonivelantes industrializadas para contrapiso: análise do desempenho físico-mecânico frente às argamassas dosadas em obra**. 2015. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/127871>. Acesso em: 05/11/2022

SALAGER.J.L. **Sufactantes aniônicos** . Cuaderno FIRP, Universidade de los Andes, Merida - Venezuela,2004.

SANTOS, Heraldo B. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. 2008. 50 f. Monografia Curso de Especialização em Construção Civil – Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2008.