



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

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

Gabriel Guimarães Leal

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ARGAMASSA ESTABILIZADA EM
REVESTIMENTO: comparando o material com diferentes teores de aditivo e
argamassa convencional.

Gabriel Guimarães Leal

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ARGAMASSA ESTABILIZADA EM REVESTIMENTO: comparando o material com diferentes teores de aditivo e argamassa convencional.

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. Msc. Dênis Cardoso Parente.

Palmas – TO
2017

Gabriel Guimarães Leal

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ARGAMASSA ESTABILIZADA EM REVESTIMENTO: comparando o material com diferentes teores de aditivo e argamassa convencional.

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. Msc. Dênis Cardoso Parente

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Denis Cardoso Parente

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a Dra. Elizabeth Hernandez Zubeldia

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2017

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e a todas as pessoas que ele presenteou na minha vida, sendo elas, meus pais, meus irmãos, meus avós em especial ao meu recente falecido avô Euler Guimarães.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me concedeu coragem e força para vencer cada uma das etapas e permitiu tudo que tenho vivenciado e não apenas a conclusão do curso, mas todo crescimento como pessoa.

Ao Centro Universitário Luterano de Palmas, seu corpo docente, administração e direção, pela oportunidade de realizar o curso e todas as ferramentas disponibilizadas as quais foram fundamentais para chegar ao final deste ciclo.

Ao meu orientador, Denis Cardoso Parente, pelo seu empenho, dedicação, disponibilidade e conhecimento compartilhado nas diversas análises para a elaboração deste trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas, pelo incentivo, esforço e atenção.

Aos meus amigos, companheiros de trabalho e todos que direta ou indiretamente estiveram presentes na minha formação, possibilitando crescimento e amadurecimento.

Aos meus irmãos, Maria Eduarda e Fillipe, por toda expectativa depositada e pelas inúmeras palavras de apoio e estímulo.

Aos meus familiares, em especial meus pais, Patrícia e Neuler, por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, além do apoio e amor incondicional o qual tornou-se a principal razão das minhas lutas diárias.

Aos meus avós, e principalmente ao meu falecido avô Euler Guimarães, que sempre teve o sonho de ter todos os seus netos formados.

RESUMO

LEAL, Gabriel Guimarães. **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ARGAMASSA ESTABILIZADA EM REVESTIMENTO: comparando o material com diferentes teores de aditivo e argamassa convencional.** 2017. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2017.

A argamassa estabilizada é um material que pode ser utilizado por até 72h após a sua fabricação. Essa característica traz algumas vantagens para a construção civil, como redução de desperdício e uma maior mobilidade no canteiro de obras. Visando isso, este trabalho tem como objetivo avaliar as características físicas desse material, tanto no estado plástico quanto no endurecido, através de ensaios de consistência, aderência à tração, tração à flexão e compressão, para comparar esses resultados com os de uma argamassa convencional. Para a realização dessa análise, se fez necessário a elaboração de um traço referência e nele adicionar três distintos percentuais do aditivo estabilizador Eucon MT-640, os quais são 0,3, 0,9 e 1,5% em relação a massa de cimento. Concluído esse procedimento, foi realizado o ensaio de consistência nas argamassas, nos intervalos de 0, 24, 48 e 72h, com o intuito de verificar se o material realmente se mantém no estado plástico como especifica o fabricante. Para os ensaios de compressão e tração à flexão, foram moldados 9 corpos de prova para cada um dos traços estudados, e esses rompidos nas idades de 07, 14 e 28 dias, já com os resultados obtidos foi feita uma comparação entre eles. No ensaio de arrancamento, que analisa a resistência de aderência à tração, se fez necessária a construção de um muro de bloco cerâmico que foi dividido em 4 partes, onde se aplicou os diferentes revestimentos, para que na idade de 14 e 28 dias fossem realizadas as rupturas e assim a obtenção dos resultados. Com todos os procedimentos necessários para o estudo realizados, pode-se perceber que de forma geral o revestimento não possui um bom desempenho em relação a argamassa convencional, pois o único traço que obteve desempenho aceitável em todos os ensaios foi o de 0,3%, porém ele não se mantém utilizável por mais de 24h.

Palavras chave: Argamassa. Estabilização. Revestimento.

ABSTRACT

LEAL, Gabriel Guimarães. **EVALUATION OF PROPERTIES OF COATED STABILIZED MORTAR: comparing the material with different levels of additive and conventional mortar.** 2017. 48 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2017.

Stabilized mortar is a material that can be used for up to 72 hours after its manufacture. This feature has certain advantages for civil construction, such as reduction of waste and greater mobility at the construction site. Aiming at this, the objective of this work is to evaluate the physical characteristics of this material, both in the plastic and hardened state, through tests of consistency, traction adhesion, flexural tensile and compression, in order to compare these results with those of a conventional mortar. In order to perform this analysis, it was necessary to draw a reference trace and add three different percentages of the Eucon MT-640 stabilizer additive, which are 0.3, 0.9 and 1.5% of the cement mass. After this procedure, the mortar consistency test was carried out at intervals of 0, 24, 48 and 72h, in order to verify if the material actually remains in the plastic state as specified by the manufacturer. For the compression and flexural tensile tests, 9 specimens were molded for each of the traits studied, and those ruptured at the ages of 07, 14 and 28 days, with the obtained results a comparison was made between them. In the pullout test, which analyzes the tensile strength, it was necessary to construct a ceramic block wall that was divided into 4 parts, where the different coatings were applied, so that at the age of 14 and 28 days were made the ruptures and thus obtaining the results. With all the necessary procedures for the study carried out, it can be seen that in general the coating does not perform well in relation to conventional mortar, since the only trace that obtained acceptable performance in all the tests was 0.3% , but it does not remain usable for more than 24 hours.

Keywords: Mortar. Stabilization. Coating.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Camadas do revestimento argamassado.....	14
Figura 2 - Composição granulométrica	18
Figura 3 - Curva granulométrica do agregado miúdo utilizado	34
Figura 4 - Armazenagem da argamassa	35
Figura 5 - Ensaio de consistência na mesa de abatimento	35
Figura 6 – Gráfico de espalhamento de todos os traços com 0, 24, 48 e 72h	36
Figura 7 - Muro de bloco cerâmico de 1,5mx1,5m, com as patilhas acopladas para realização do ensaio de arrancamento	37
Figura 8 - Realização do ensaio de arrancamento à tração	38
Figura 9 – Gráfico de resistência à compressão e a flexão na tração (07 dias)	41
Figura 10 – Gráfico de resistência à compressão e a flexão na tração (14 dias)	42
Figura 11 – Gráfico de resistência à compressão e a flexão na tração (28 dias)	42

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos	16
Tabela 2 - Classificação das argamassas	23
Quadro 3 - Classificação das argamassas segundo a função na edificação	24
Quadro 4 - Composição Granulométrica do agregado miúdo	33
Quadro 5 - Resistência ao arrancamento com 14 dias.....	39
Quadro 6- Resistência ao arrancamento com 28 dias.....	39
Tabela 7 - valores exigidos para resistência potencial de aderência a tração que estão especificados na NBR - 13479:2013	40
Quadro 8 - - Classificação devido à resistência potencial de aderência à tração.....	40
Quadro 9 - resistência a compressão	41
Quadro 10 - resistência a tração na flexão	41
Quadro 11 - resistência à tração na flexão(Mpa), NBR 13279	43
Quadro 12 - resistência à compressão (Mpa), NBR 13279	44
Quadro 13 – Orçamento do projeto de pesquisa	46
Quadro 14 – Cronograma do projeto pesquisa.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVO	11
1.1.1 Objetivo geral.....	11
1.1.2 Objetivo específico.....	11
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 HIPOTÉSE.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 HISTÓRICO DA ARGAMASSA	13
2.2 REVESTIMENTO ARGAMASSADO.....	13
2.2.1 Camadas.....	13
2.2.1.1 Chapisco.....	14
2.2.1.2 Emboço	15
2.2.1.3 Reboco	15
2.2.2 Composição	16
2.2.2.1 Aglomerante	16
2.2.2.2 Agregado miúdo	17
2.2.2.3 Água	18
2.2.3 Características	18
2.2.4 Propriedades.....	19
2.2.4.1 Propriedades no estado plástico.....	19
2.2.4.2 Propriedades no estado endurecido.....	20
2.2.5 Classificação.....	23
2.3 ARGAMASSA ESTABILIZADA	24
2.3.1 Composição	24
2.3.2 Aplicações da argamassa estabilizada.....	24
2.3.3 Estudos com argamassa estabilizada	25
2.3.4 Aditivos que podem ser usados para obtenção da argamassa estabilizada 25	
2.3.4.1 Vantagens da argamassa estabilizada	26
2.3.4.2 Desvantagens da argamassa estabilizada	26
3 METODOLOGIA.....	28
3.3 MATERIAIS UTILIZADOS.....	29

3.3.4	Cimento	29
3.3.5	Areia.....	29
3.3.6	Aditivo estabilizador.....	29
3.3.7	Bloco cerâmico	29
3.4	ENSAIOS REALIZADOS	30
3.4.4	Ensaio de consistência	30
3.4.5	Ensaio de arrancamento	30
3.4.6	Ensaio de compressão.....	31
3.4.7	Ensaio de resistência a tração na flexão.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1	ELABORAÇÃO DO TRAÇO REFERÊNCIA	33
4.2	GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO.....	33
4.3	ENSAIO DE ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA	34
4.4	ENSAIO DE ARRANCAMENTO A TRAÇÃO.....	36
4.5	ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO E À COMPRESSÃO	40
5	CONCLUSÃO.....	45
6	ORÇAMENTO	46
7	CRONOGRAMA	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

Teixeira (2010), cita que a construção civil passa por um processo ininterrupto de desenvolvimento tecnológico em todos os seus ramos, buscando sempre melhorar a qualidade de seus materiais de construção, diminuir a mão de obra, reduzir o tempo de execução e assim buscar a diminuição do custo final da obra.

Levando em consideração esse cenário da construção civil, surgiu a proposta para essa pesquisa, com o objetivo de avaliar as propriedades de um material que pode atender esse desenvolvimento.

O estudo terá como foco analisar os revestimentos argamassados com o substrato de alvenaria de blocos cerâmicos, que é comumente composto por cimento, areia e água e no caso será feito em duas etapas: chapisco e camada única. O aditivo estabilizador será adicionado apenas na camada única de reboco.

Com a adição desse produto, se obtém a argamassa estabilizada, que tem como suas principais características alto retardo no tempo de pega, com isso Santos (2009), cita que o material pode chegar a permanecer no estado fresco por 3 dias.

Assim, o estudo visa analisar as características desse material, avaliando as propriedades no estado plástico como por exemplo a consistência, e no endurecido a resistência ao arrancamento do material, em revestimentos de paredes com blocos cerâmicos. Também será verificada a resistência a compressão e absorção de água da argamassa e com todas essas características já obtidas, verificar se o revestimento cumpre os requisitos já estabelecidos pela NBR 13280 - Argamassa para revestimento e assentamento de paredes e tetos, assim verificando se o material obtém as características físicas necessárias para revestimento.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

Analisar as características no estado fresco e endurecido da argamassa com aditivo estabilizador.

1.1.2 Objetivo específico

- 1) Elaborar um traço de referência para o revestimento argamassado;
- 2) Adicionar ao traço referência 0.3, 0.9 e 1.5% de aditivo estabilizador;
- 3) Analisar as características da argamassa estabilizada no estado plástico realizando o ensaio na mesa de abatimento nas 4 composições diferentes.

Nos traços que possuem distintos teores de aditivo, o ensaio será realizado com 0, 24, 48 e 72h;

- 4) Verificar as características da argamassa estabilizada no estado endurecido, após 7, 14 e 28 dias, realizando os ensaios de compressão e tração na flexão. E o ensaio de arranchamento aos 14 e 28 dias de cura.

1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema foi motivada, por se tratar de uma parte de extrema importância para a durabilidade da edificação e também pelo considerável desperdício da argamassa convencional nos canteiros de obras.

Assim a argamassa estabilizada veio para acompanhar o desenvolvimento tecnológico da construção civil, pois sua característica de manter o material em estado plástico por até três dias, dá mais mobilidade em sua utilização.

1.3 HIPOTÉSE

A utilização da argamassa estabilizada garante as características necessárias para os revestimentos argamassados?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO DA ARGAMASSA

A argamassa é um dos materiais mais utilizados na construção civil. Carasek (2007) cita que a cerca de 11000 anos foi registrado a primeira utilização do material no mundo, sendo ela constituída por cal e areia.

A partir daí, com as mudanças nas técnicas de construção, surgiu a busca de novos materiais que atendessem as necessidades da evolução na construção civil e com isso criaram outros tipos de argamassa.

O uso do material no Brasil não foi diferente, sua utilização aconteceu junto com a colonização do país, tendo como objetivo o assentamento de pedras que eram muito utilizados na época [WESTPHAL et al., 2013].

2.2 REVESTIMENTO ARGAMASSADO

Levando em consideração a norma ABNT NBR 13529:2013 sua definição se dá como: "Conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho previstos em projeto". Porém as suas definições variam conforme as normas que a regulariza e com diferentes autores.

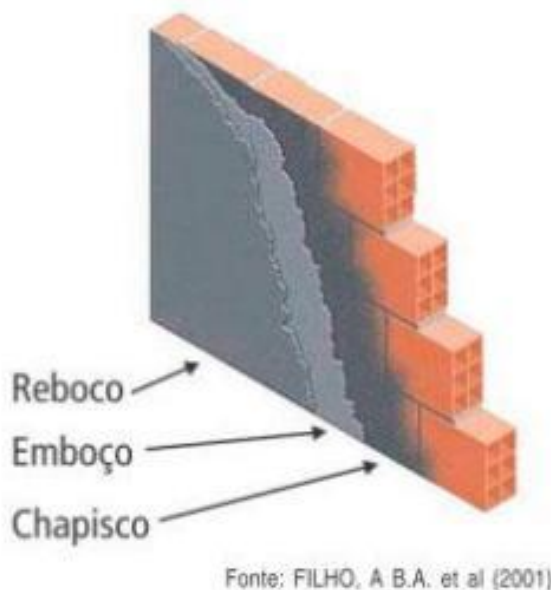
Já de acordo com a NBR 7200:1998 as argamassas que são utilizadas para revestimento têm como definição um conjunto de aglomerantes e agregados minerais com água, que tem capacidade de aderência e endurecimento. Sabbatini e Baia (2008) citam que para se obter um material com um bom desempenho, qualidade e durabilidade é preciso cumprir diversas exigências na sua produção.

As vantagens da argamassa para a edificação são de extrema importância tanto para questão estrutura quanto ao conforto térmico e acústico. Em relação a estrutura, o material se torna importante em relação á estanqueidade à água e também contribuindo na resistência ao fogo através da resistência à abalos superficiais e ao desgaste [Carasek 2007].

2.2.1 Camadas

O revestimento argamassado é geralmente composto por três camadas, essas estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Camadas do revestimento argamassado



Fonte: FILHO (2001)

2.2.1.1 Chapisco

Levando em consideração a NBR 13529, chapisco é a camada de preparatória da base, que tem sua aplicação de forma constante ou não, com o intuito de tornar a superfície uniforme quanto a absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Silva (2006), menciona que é necessária a aplicação do chapisco nas seguintes situações:

- Pouca eficácia de aderência da base: com superfícies lisas ou com uma inadequada porosidade.
- Revestimentos sujeitos intervenções de grandes intensidades: revestimento de teto e externos.

Carasek (2007), cita que a principal propriedade do chapisco é a aderência mecânica, assim sendo o responsável pela interação entre o revestimento e o substrato. É um procedimento que necessita ser executado em blocos cerâmicos, devido a permeabilidade do material.

Antes da aplicação do chapisco, o substrato deve ser molhado, para que o mesmo não absorva a água necessária para sua cura. Segundo Yazigi (2006), se a água de saturação for aplicada em excesso isso pode prejudicar o material, pois os poros estarão supersaturados e irão impossibilitar o microagulhamento do aglomerante.

O chapisco, é produzido por meio da mistura do cimento Portland, areia mais grossa e água. Geralmente o material é feito com o traço 1:3 em volume, sendo a menor parte de cimento. A aplicação é muito simples, sendo o material lançado diretamente no substrato.

Santos (2009) cita que o chapisco deve atingir uma espessura máxima de 5mm e que o material necessita de um tempo de cura de 24h.

2.2.1.2 Emboço

Segundo a NBR 13529, o emboço se trata da camada do revestimento que tem como finalidade cobrir e regularizar a superfície do chapisco ou base, proporcionando a mesma um bom acabamento, com isso ela está pronta para receber o reboco ou algum revestimento decorativo.

No emboço geralmente é empregado um agregado miúdo, porém com uma granulometria um pouco mais grossa do que a utilizada no reboco, e o sarrafeado é o seu acabamento, deixando o revestimento com uma textura rugosa para melhorar a aderência para que os outros materiais sejam aplicados [BAUER et. al., 2015].

Segundo Yazigi (2006), para a aplicação do emboço é necessária que o chapisco já esteja totalmente curado. E de acordo com a NBR 7200, deve-se respeitar um tempo de 72 horas para a aplicação do emboço. Já em regiões com temperaturas elevadas e com ventilação e umidade adequada, esse tempo se reduz para 2 dias.

2.2.1.3 Reboco

A NBR 13529, define o reboco como uma camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, originando uma superfície que seja ideal para receber o revestimento decorativo ou que se estabeleça como acabamento final.

O reboco é uma argamassa de aglomerantes, agregados, água e em alguns casos também se acrescenta algumas adições. Sua composição mais usual, é com o traço 1:4 (cimento:areia) para rebocos em ambientes internos, 1:3 ambientes externos e 1:2 para revestimentos no teto [SILVA, 2006].

Como o reboco é a última camada do revestimento, o mesmo deve ser executado da melhor maneira possível, para que assim sejam evitadas fissuras e para que isso ocorra a argamassa deve possuir uma alta capacidade de acomodar deformações [MOTA, 2002].

A NBR 7200, cita que para a aplicação da camada de reboco, deve-se analisar alguns pontos, como a finalidade do revestimento, as condições do clima e certificar-se de umedecer a camada que o antecede. Em lugares com temperaturas elevadas, baixa umidade, ventos fortes e uma forte insolação do sol deve-se ter um pouco mais de atenção em relação a sua cura, assim se faz necessário umedecer o local onde o revestimento foi aplicado por até 24h.

De acordo com a NBR 13749, existem espessuras máximas em relação ao revestimento em argamassa onde essas serão apresentadas na Tabela 1.

Quadro 1 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

Dimensões em milímetros	
Revestimento	Espessura
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

Fonte: NBR 13479, 1996

Porém se as mesmas tiverem necessidades de ter um revestimento argamassado com espessuras maiores ao que é indicado na Tabela 1, será necessária uma maior atenção para que o revestimento obtenha uma boa aderência no substrato.

2.2.2 Composição

As normas ABNT NBR13529:2013 e ABNT NBR 7200:1998 citam que a argamassa é um material composto por 3 elementos, os quais são: aglomerante, agregado miúdo e água.

2.2.2.1 Aglomerante

Dubaj (2000), define aglomerante como um material ligante que possui a função de solidificar os agregados na argamassa. Esses ainda podem ser usados na forma isolada ou com a adição de materiais inertes.

Os aglomerantes usados no Brasil, são a cal aérea, cimento Portland e o gesso. Porém os mais utilizados são o cimento e a cal. Segundo Dubaj (2000), o cimento é um material que endurece quando entra em contato com a água.

Moura (2007), cita as propriedades das quais o cimento é responsável, evidenciando a sua capacidade de aglutinar os materiais e de promover plasticidade na argamassa, além de não permitir a separação de seus componentes.

2.2.2.2 Agregado miúdo

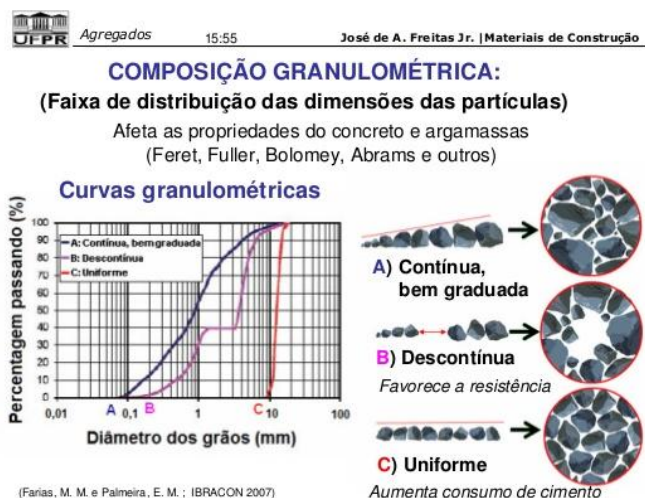
Almeida de La Serra (2002), cita que os agregados para a construção civil, são granulares, de forma e volume indefinidos. Suas propriedades e dimensões são determinadas a partir da função em que será usado, como por exemplo a areias naturais, ou extraídas de rios ou obtidas através da moagem de rochas.

Os agregados miúdos são muito abundantes no Brasil, principalmente os encontrados na natureza, assim o mais utilizado no país é a areia natural do fundo dos rios. Assim, Marques Rezende (2002) define como areia de origem natural o agregado que os grãos passam pela peneira ABNT de 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 0,075 mm.

Segundo Dubaj (2000), a importância dos agregados miúdos na argamassa, se dão através da considerável redução da utilização de aglomerantes, proveniente da diminuição do índice de vazios no material, além de contribuir na compressão e na diminuição da retenção da argamassa. Assim Tusset (2010), menciona que o agregado também desempenha uma função econômica, por se tratar de um material de baixo custo.

A areia não só diminui os custos da argamassa, mas também possui a função de desenvolver propriedades no estado fresco e no endurecido. Dubaj (2000), fala que para a argamassa chegar ao seu melhor desempenho, a granulometria do agregado precisa ser contínua como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Composição granulométrica



Fonte: Farias. M. M e Palmeira E. M (2007)

2.2.2.3 Água

De acordo com Tusset (2010), na argamassa a água possui várias funções, como hidratar o aglomerante e promover reações químicas que são fundamentais para dar coesão e endurecer o material, além de hidratar e dar plasticidade a mistura.

Porém, Silva (2006) cita que a quantidade de água que adicionamos a argamassa, precisa ser mais do que o necessário, porque uma boa parte dela é evaporada e absorvida pelo substrato, assim ela é capaz de dar a trabalhabilidade e reações químicas que a argamassa necessita.

2.2.3 Características

Longhi (2012), cita que com o decorrer dos dias o revestimento argamassado sofre alterações em suas características, causando variações no seu comportamento.

Segundo Rocha (2011; apudTHOMAS, 2012), a argamassa deve possuir suas características e propriedades por toda sua vida útil, isso tanto no estado fresco quanto no endurecido.

Boa trabalhabilidade, consistência desejada, boa retenção de água, resistência de aderência a base, resistência mecânica a compressão, resistência superficial, resistência a tração na flexão e a tração superficial, absorção de deformações, impermeabilidade, estabilidade dimensional, estética necessária para a edificação e desempenho adequado, todas essas são as funções que o revestimento argamassado deve cumprir [Rocha (2011; apudTHOMAS, 2012)].

2.2.4 Propriedades

Segundo Santos (2009), para se obter as características necessárias quando o revestimento argamassado estiver em contato direto com intempéries, é necessário que seja feito um estudo para que o mesmo desempenhe da melhor maneira possível.

Carasek (2007), cita que para se obter as características necessárias de um bom revestimento argamassado, é fundamental o mesmo deve possuir algumas propriedades, como: trabalhabilidade, resistênciamecânica, aderência, retenção de água, compacidade e durabilidade.

Para que o funcionamento da argamassa seja o melhor possível, deve-se analisar as características do material tanto no estado plástico quanto no endurecido.

2.2.4.1 Propriedades no estado plástico

Para que uma argamassa esteja exercendo sua função no estado plástico, ela deve possuir uma boa trabalhabilidade, ter boa capacidade de reter água, bom teor de ar incorporado, boa aderência e menor retração na secagem.

A. Trabalhabilidade

Para a obtenção de uma argamassa bem trabalhável, se faz necessário um traço que proporcione um estado plástico pelo tempo que for preciso para o ajuste de alinhamento, prumo e nível das unidades. Buscando sempre obter um material com melhor desempenho, a trabalhabilidade da argamassa foi padronizada com a norma NBR 13276/2005.

Baia e Sabbatini (2008), citam que para se ter uma argamassa trabalhável é preciso cumprir alguns requisitos, como:

- Deixarpenetrar facilmente a colher de pedreiro, sem ser fluída;
- Manter-se coesa ao ser transportada, mas não aderiràcolher ao serlançada;
- Distribuir-se facilmente e preencher todas as reentrâncias da base;
- Não endurecer rapidamente quando aplicada.

B. Retenção de água

Baia e Sabbatini (2008), citam que a retenção de água na argamassa são importantes para reter a água do amassamento evitando a absorção da mesma pelo substrato e contra a evaporação provocada pelo ambiente.

A retenção de água na argamassa serve não só para hidratação do cimento, mas também ajuda na lubrificação dos outros materiais que estão em sua composição.

C. Teor de ar incorporado

O ar que existe em uma certa quantidade de argamassa, é o teor de ar incorporado, o mesmo é de suma importância nos dois estados do material [Alves (2002; apud GASPERIN, 2001)].

Mesmo sendo capaz de oferecer uma melhor trabalhabilidade ao material, o teor de ar incorporado, pode ter uma atuação negativa quando levamos em consideração as resistências mecânicas.

D. Aderência inicial

A aderência inicial está sincronizada as características da base, pois a mesma precisa ter uma superfície porosa para a aplicação do revestimento, assim o material entrará diretamente nos poros, saliências e reentrâncias [Baia e Sabbatini (2008)].

Além disso, Baía e Sabbatini (2008), também mencionam que a base deve estar limpa na hora da aplicação da argamassa, e que para o material tenha boa aderência inicial se faz necessário o mesmo possuir boa trabalhabilidade e uma adequada retenção de água.

E. Retração plástica

A retração é crucial no funcionamento das argamassa, auxiliando principalmente em relação a durabilidade e a permeabilidade, porém é um mecanismo complexo [Carasek(2007)].

No estado plástico da argamassa, as percas ocorrem através da exsudação, esse é um processo rápido, quando o material está exposto as intempéries como: umidade, vento e temperaturas elevadas.

Assim, segundo Santos (2009) a retração se torna responsável por várias patologias que surgem no material com o decorrer do tempo, como fissuras e penetração da água.

2.2.4.2 Propriedades no estado endurecido

A passagem da argamassa do estado plástico para o endurecido, denomina-se fase de pega, a partir daí o material tem um elevado crescimento de sua resistência mecânica. Outras características que fazem parte do estado endurecido

são: boas resistências de aderência ou ao cisalhamento, boa capacidade absorver deformações, boa permeabilidade [Gomes (2008)].

a) Resistência mecânica

A resistência mecânica está interligada, com a proporção de aglomerante na composição do material, o cimento é o responsável por esta propriedade. Porém, quando a argamassa tem um teor muito alto de aglomerante, pode ocorrer de ocasionar fissuras devido a baixa eficiência de absorver deformações.

Segundo Baia e Sabbatini (2008), resistência mecânica é a capacidade do revestimento de obter ações de diferentes meios, devido a abrasão superficial, impacto e contração termoigroscópica. Tudo isso depende da natureza dos materiais empregados na composição da argamassa e da forma que o revestimento está sendo executado.

Com o objetivo de regulamentar a determinação da resistência a compressão da argamassa, foi estabelecida a norma NBR 13279:2005, onde se determina o assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos.

b) Aderência

Segundo Sabbatini e Baia (2008), aderência é a propriedade que a argamassa possui de se fixar no substrato onde é lançada, isso através da resistência e por surgir tensões na interface do substrato. Com isso o modo de execução e as características da base também influenciam nessa propriedade.

A aderência é uma das propriedades mais importantes da argamassa no estado endurecido, pois sem ela o material não atenderia nenhuma outra função. Carasek (2007), evidencia a importância dela citando que é uma das poucas propriedades que possui norma para critério de desempenho.

As normas estabelecem que a medição deve ser realizada por meio do ensaio de arrancamento por tração, onde deve-se seguir os procedimentos da ABNT NBR 15258:2005 quando realizado em laboratório, e da ABNT NBR 13528:2013 quando realizado em obra.

c) Absorção de deformações

Essa é a propriedade que tem como função absorver as tensões sem se romper, essas tensões são de pequena amplitude, geralmente provocadas por intempéries, umidade e temperatura ambiente.

Baia e Sabbatini (2008), cita que as tensões geradas pela base costumam causar fissuras no revestimento, essas são consideradas normais, prejudicando apenas quando permitem a percolação da água e assim comprometendo outras propriedades da argamassa.

Sabbatini e Baia (2008), citam alguns fatores que interferem na capacidade de absorver deformações do revestimento, são eles:

- Quão menor a proporção de cimento maior a capacidade de absorção de deformações;
- Espessuras das camadas. Espessuras superiores contribuem para a melhora dessa propriedade. Porém, é preciso cuidado, pois espessuras muito elevadas interferem na aderência;
- Juntas de revestimento. As juntas determinam painéis com menores medidas, compatíveis com as deformações, assim ajudando na obtenção de um revestimento sem fissuras;
- Técnica de execução. A compressão do material na alvenaria, através do sarrafeamento e desempenho, realizada no tempo correto, colabora para não se gerar fissuras.

d) Permeabilidade

Carasek (2007), cita que essa propriedade está ligada a função de estanqueidade, pois com a infiltração de água surgem alguns problemas que comprometem a estética da edificação como o mofo e também patologias no revestimento como os deslocamentos.

Sabbatini e Baia (2008), complementam o que Carasek (2007) citou, acrescentando que a água não percola só no estado líquido, mas também na forma de vapor. E que a permeabilidade, é uma propriedade que depende muito do conjunto base-revestimento.

Segundo Santos (2008), essa propriedade depende muito do tipo de aglomerante e granulometria de agregado que foram utilizados na composição da argamassa e das características do substrato. O cimento é a parte fundamental dessa propriedade, pois se o material for utilizado na proporção correta reduz a permeabilidade, porém se ocorrer exageros aparecerão fissuras ocasionado por retração hidráulica.

e) Durabilidade

Para a obtenção de uma boa durabilidade no revestimento argamassado, todos os procedimentos devem ser feitos corretamente, desde o projeto até o seu uso final. O que está ligado ao projeto é por exemplo, a especificação dos materiais que serão utilizados de acordo com sua finalidade. Já na execução, é preciso seguir as técnicas recomendadas e manter um controle de produção [Baia e Sabbatini (2008)].

Os fatores mais prejudiciais a durabilidade do revestimento são: a fissuração, espessura muito grossa do revestimento, a cultura e proliferação de microorganismos, a qualidade das argamassas e a falta de manutenção.

Além de tudo que já foi citado, é importante salientar que a qualidades dos constituintes desse revestimento é fundamental para sua durabilidade. Como por exemplo, o agregado miúdo não pode ter impurezas.

2.2.5 Classificação

De acordo com Santos (2008), a argamassa é classificada de acordo com alguns critérios, evidenciados na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação das argamassas

Parâmetro	Classificação	Situações
Tipo de aglomerante (argamassa de cal; argamassa de cimento; argamassa de cimento e cal; argamassa de gesso; argamassa de cal e gesso)	Aéreas	Quando em sua composição existe um ou mais tipos de aglomerantes aéreos
	Hidráulicas	Quando são utilizados um ou mais aglomerantes hidráulicos
	Mistas	Quando são utilizados um aglomerante aéreo e um hidráulico
Elementos ativos	Simple	Quando possuem somente um elemento ativo
	Composta	Quando possuem mais de um elemento ativo
Dosagem	Pobre ou magra	Quando o volume de aglomerante não é suficiente para preencher os vazios dos agregados
	Cheia	Quando os vazios são perfeitamente preenchidos pela pasta, formando a dosagem ideal
	Rica ou gorda	Quando há excesso de pasta
Consistência	Seca	Quando falta água na mistura
	Plástica	Quando a quantidade de água da mistura é suficiente para formar uma pasta moldável
	Fluida	Quando há excesso de água
Densidade de massa		Leve
		Normal
		Pesada
Forma de preparo ou fornecimento		Preparada em obra
		Mistura semipronta para argamassa
		Industrializada
		Dosada em central

Fonte: Cristiana Furlan Caporrino, 2016

Carasek (2007), complementa a classificação, citando as funções da argamassa nas edificações, como mostra a Tabela 3.

Quadro 3 - Classificação das argamassas segundo a função na edificação

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

Fonte: Carasek, p. 865 (2007)

2.3 ARGAMASSA ESTABILIZADA

2.3.1 Composição

Segundo Santos 2009; as argamassas estabilizadas são compostas por aglomerantes, agregado miúdo, água e aditivos.

2.3.2 Aplicações da argamassa estabilizada

Shmid (2001), cita que a argamassa estabilizada já vem sendo muito utilizada em algumas aplicações da construção civil, como revestimentos (emboço, reboco e

chapisco), assentamento de alvenarias e regularização de pisos. Porém sua utilização não é comum quando se trata do material obter alguma responsabilidade estrutural.

2.3.3 Estudos com argamassa estabilizada

Já foram realizados alguns estudos que avaliam as características da argamassa estabilizada, onde foram apontadas as vantagens e desvantagens do material.

Calçada e Pereira (2012), conseguiram provar que a argamassa estabilizada sofre variações em suas propriedades no estado fresco quando é armazenada, principalmente em relação a umidade, densidade e teor de ar incorporado e isso reflete diretamente nas características do material em seu estado endurecido.

Mann Neto, Andrade e Soto (2010), analisaram as propriedades das argamassas estabilizadas no estado fresco e endurecido quando é aplicada uma fina camada de água sobre o material que será armazenado de um dia para o outro, e observaram que ocorreu um significativo aumento de massa específica e teor de ar incorporando pelo material gerado pela perda de água e aumento de sólidos. Assim os autores concluíram que com a adição da camada de água o material alcança uma melhor trabalhabilidade por um maior período de tempo.

Em relação aos aditivos utilizados na obtenção da argamassa estabilizada, Campos (2012) realizou estudos com os estabilizadores de hidratação, quanto ao início do tempo de pega. A autora utilizou o método semi-adiabático em calorímetros e concluiu que seria uma eficaz maneira de avaliar o início da pega no material. Com os resultados obtidos, ela constatou que o teor de aditivo em relação a massa de cimento influencia diretamente no tempo de pega da argamassa.

2.3.4 Aditivos que podem ser usados para obtenção da argamassa estabilizada

Quando os aditivos são adicionados a argamassa, eles modificam as propriedades físicas do material, com o intuito de otimizar o emprego e o manuseio do mesmo, assim proporcionando vantagens que a argamassa não possui se for confeccionada com os traços normais, isso tanto no estado fresco quanto no endurecido. [Mibielli (1994; apud DUBAJ, 2000)].

Segundo Moura (2007), cada tipo de aditivo possui uma finalidade específica, mas todos com a função de modificar as propriedades da argamassa, se destacando:

Aditivo Impermeabilizante: proporciona a redução da permeabilidade à água (DAFICO et al. 2004, apud MOURA, 2007).

Aditivo Plastificante: proporciona aumento da plasticidade no estado fresco sem necessidade de adicionar água (QUARCIONI et al 1999, apud DACHERY, 2015).

Aditivo Hidrofugante: redução da absorção por sucção capilar (QUARCIONI et al 1999, apud DACHERY, 2015).

Aditivos Incorporadores de ar: melhora da plasticidade no estado fresco (CARASEK 1996, apud MOURA, 2007), e reduz a quantidade de água e a retração no estado endurecido (ALVES 2002, apud DACHERY, 2015).

Aditivo Retentor de água: redução da evaporação e exsudação da água, além de evitar absorção do excesso de água no substrato (QUARCIONI et al 1999, apud DACHERY, 2015).

Aditivo Estabilizador: age diretamente sobre o cimento, retardando sua reação com a água, e assim mantendo a estabilidade por um longo período de tempo. (ALVES, 2002 apud SALVADOR, 2011)

2.3.4.1 Vantagens da argamassa estabilizada

Santos (2009), cita que a argamassa estabilizada e a convencional se divergem pelas inúmeras vantagens atribuídas a primeira e menciona algumas delas, como:

- Melhor homogeneidade, assim atribuindo ao material uma melhor execução;
- Facilidade de locomoção do material;
- Reduz o número de equipamentos da obra como betoneiras e mangueiras, assim consequentemente diminuindo também os pontos de eletricidade e de água;
- Melhorando a precisão no orçamento da obra;
- Redução na mão de obra.

Portanto são essas características que explicam o seu destaque na construção civil.

2.3.4.2 Desvantagens da argamassa estabilizada

Uma das maiores desvantagens da argamassa estabilizada, é a falta de estudos sobre o assunto, principalmente no que diz respeito do material em seu estado fresco.

Em relação a viabilidade para a utilização do material, CASALI, NETO E ANDRADE(2012), citam um estudo no qual visualizaram algumas desvantagens em relação a fluidez do material ao decorrer do tempo, e um grande tempo de espera para executar o desempenho do revestimento e uma redução considerável do número de fiadas realizadas no dia.

3 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, inicialmente foi elaborado um traço de referência (1:4), com fator água/cimento de 0,8 e a argamassa composta por cimento, areia e água. Neste traço foram adicionados os teores de 0,3%, 0,9% e 1,5% do aditivo estabilizador Eucon MT 640 da VIAPOL, o qual ainda possui uma ação secundária de incorporação de ar, isso em relação a massa de cimento. Esses percentuais estão de acordo com as especificações do fabricante, que cita que sua utilização pode variar de 0,3 a 1,5%. A escolha das porcentagens mínima, máxima e praticamente a metade dessa variação, foi tomada para analisar o comportamento do revestimento em relação a quantidade de aditivo que foi adicionado.

Primeiro foi analisada as características do traço referência e dos demais com diferentes percentuais de aditivo das argamassas no estado plástico medindo a consistência através do ensaio na mesa de abatimento em intervalos de 0,24, 48 e 72 horas. Para que a argamassa se mantenha no estado plástico, é preciso que seu armazenamento seja feito de forma correta, onde é colocada uma fina película de água, que possui 10mm de espessura, por cima do material, para que o mesmo não tenha contato com o meio externo. Para a sua utilização no próximo dia, essa camada de água é retirada e o material misturado novamente.

As características físicas no estado endurecido, foram analisadas através dos ensaios de compressão, tração na flexão e arrancamento.

Com o traço referência e o mesmo com diferentes percentuais de aditivo, foram moldados os corpos de prova para que sejam analisadas as características do material. Para os ensaios de compressão e tração serão moldados 4 lotes, com 9 corpos de prova cada, assim possibilitando a comparação entre as características físicas de todos eles.

No ensaio de compressão e tração foram rompidos 3 corpos de prova com as idades de 7, 14 e 28 dias de cada um dos traços, para a obtenção da resistência de todos eles.

Para ser realizado o ensaio de arrancamento, se fez necessário o levantamento de uma parede de bloco cerâmico e nelas fazer o revestimento com as 4 diferentes composições do material. Nesse ensaio, os corpos de prova foram extraídos com a idade de 14 e 28 dias, através do auxílio de uma serra copo, que terá função de cortar o revestimento onde foi acoplado o equipamento de tração.

Com todos os ensaios realizados, foi efetuada uma comparação entre os corpos de prova feitos com o traço de referência e os com diferentes teores de aditivo, para saber se a argamassa estabilizada atende as características físicas necessárias para que o revestimento.

Todas as etapas desse estudo serão realizadas no Laboratório de Materiais do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), e os ensaios seguindo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

3.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Materiais necessários para a realização da pesquisa.

3.3.4 Cimento

Para a realização do estudo, será utilizado o cimento CP II 32, por ser um dos cimentos mais comuns no Brasil.

3.3.5 Areia

A escolha do agregado é fundamental na durabilidade do revestimento, por isso é importante ter critério na escolha da areia, usando areia natural e com a dimensão máxima característica (DMC) menor do que 3mm e de preferência sem obter material pulverulento. A granulometria do agregado miúdo tem um efeito decisivo na trabalhabilidade da argamassa estabilizada além de ter grande importância na resistência, impermeabilidade e retração do material.

3.3.6 Aditivo estabilizador

Será utilizado o aditivo estabilizador Eucon MT 640 da VIAPOL, próprio para argamassa. Ele é composto de plastificantes e resinas orgânicas, as quais possuem uma grande capacidade de dispersão e retardamento, assim mantendo o material trabalhável por um maior espaço de tempo.

O aditivo ainda possui uma ação secundária na qual ele age como um aditivo incorporador de ar.

3.3.7 Bloco cerâmico

Para a preparação do substrato onde o revestimento será aplicado, serão utilizados blocos cerâmicos com dimensões de 29 x 19 x 9 cm.

3.4 ENSAIOS REALIZADOS

3.4.4 Ensaio de consistência

Para a determinação do índice de consistência no estado plástico, foi realizado o ensaio conforme a norma ABNT NBR 13276/2005, onde a argamassa estabilizada será colocada no centro da mesa de abatimento e serão aplicados 30 golpes, posteriormente será medido o espalhamento em milímetros do material.

Os aparelhos necessários para a realização do ensaio são:

- Balança de alta precisão;
- Mesa de abatimento;
- Tronco cônico;
- Soquete metálico;
- Paquímetro;
- Misturador mecânico.

3.4.5 Ensaio de arrancamento

Este ensaio foi realizado de acordo com a norma ABNT NBR 13528/2010, então com o revestimento feito na parede de bloco cerâmico, foram avaliadas as características do revestimento com diferentes idades as quais são 14 e 28 dias.

O ensaio consiste em fazer o corte com o auxílio de uma serra copo acoplada na furadeira, é muito importante que o corte não comprometa a integridade do revestimento. Neste corte cola-se a pastilha do equipamento no revestimento, antes da colagem o revestimento deve ser limpo, posteriormente acopla-se o equipamento de tração na pastilha metálica já colada no revestimento e aplica-se os esforços perpendicularmente ao corpo-de-prova, com a taxa de carregamento escolhida, em função da resistência à tração provável até a ruptura do corpo-de-prova. Os furos devem estar em uma distância de 40mm da base e espaçados entre si 20mm.

A obtenção da resistência de aderência à tração, é obtida através da equação:

$R_a = P/A$, onde:

R_a = Resistência a aderência a tração, em Mpa;

P = Carga de ruptura, em Newtons;

A = Área da pastilha, em mm².

Os equipamentos utilizados para a realização do ensaio segundo a norma ABNT NBR 13528/2010, são:

- Equipamento de tração;
- Pastilhas metálicas;
- Furadeira com a serra copo acoplada;
- Cola;
- Lixa;
- Escova para limpeza do revestimento;
- Faca ou estilete;
- Espátula.

3.4.6 Ensaio de compressão

Os procedimentos necessários para a realização desse ensaio, foram obtidos na norma ABNT NBR 13279/2005, onde os corpos de prova foram moldados com a argamassa o preenchimento desses divididos em 4 camadas, cada uma delas receberam 30 golpes de soquete manual. Depois de moldados serão condicionados em local úmido até que estivessem prontos para serem rompidos.

Os aparelhos que foram utilizados nesse ensaio são:

- Moldes metálicos,
- Nivelador de camadas;
- Régua metálica;
- Prensa hidráulica;
- Utensílios para laboratório.

A resistência a compressão é calculada a partir da equação:

$R_c = F_c / 1600$, onde:

R_c = Resistência a compressão, em Mpa;

F_c = Carga máxima aplicada, em Newtons;

1600 = Área da seção considerada quadrada do dispositivo de carga 40mm x 40mm, em milímetros quadrados.

3.4.7 Ensaio de resistência a tração na flexão

Os procedimentos necessários para a realização desse ensaio, foram obtidos na norma ABNT NBR 13279/2005, onde os corpos de prova prismáticos com dimensões de 4x4x16 foram moldados com a argamassa, o preenchimento desses divididos em 2 camadas, cada uma delas recebendo 30 golpes de soquete manual. Depois de moldados foram condicionados em local úmido até que estejam prontos para serem rompidos.

A resistência a tração na flexão é calculada pela equação:

$$R_f = (1,5.F_f.L)/40^3, \text{ onde:}$$

R_f = resistência a tração na flexão, em Mpa;

F_f = carga aplicada no centro do prisma, em N;

L = distância entre os suportes, em mm.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ELABORAÇÃO DO TRAÇO REFERÊNCIA

Não há normas que regem o traço de argamassa, assim na pesquisa foi utilizado um traço de 1:4 (cimento:areia), para se obter melhores resultados em relação a resistência do revestimento argamassado. Em relação ao fator água/cimento, foi utilizado um valor de 0,8, que proporciona ao material uma boa trabalhabilidade.

4.2 GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO

A granulometria do agregado miúdo na fabricação da argamassa é de extrema importância, para que se obtenha um bom material. O indicado é que se use uma areia com DMC menor do que 3mm e que não possua material pulverulento. Uma areia com essas características, auxilia principalmente na trabalhabilidade do revestimento e também na resistência, impermeabilidade e retração do material.

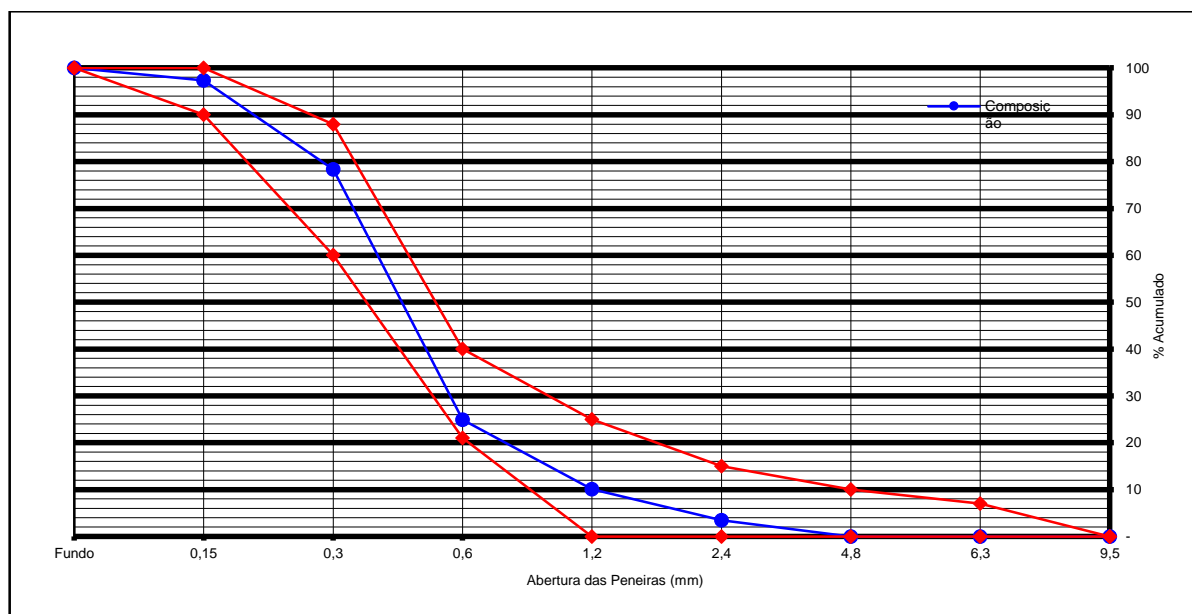
Com a realização do ensaio de composição granulométrica do agregado miúdo normatizado pela NBR - NM248:2003, apresentaram-se os seguintes valores mostrados na figura 11 e tabela 14.

Quadro 4 - Composição Granulométrica do agregado miúdo

Aluno: GABRIEL GUIMARÃES LEAL										Data: 20/09/2017			
Procedencia:										Nº 566			
Obra: Palmas - TO										Material: Areia Fina			
PENEIRAS		1ª DETERMINAÇÃO			2ª DETERMINAÇÃO			MÉDIA % RETIDA		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS-NBR 1211 AGR P/CONCRETO			
		MASSA		% RETIDA	MASSA		% RETIDA			ZONA-1	ZONA-2	ZONA-3	ZONA-4
Pol / Nº	(mm)	RETIDA (g)	Simples	Acumul.	RETIDA (g)	Simples	Acumul.	Simples	Acumul.	MUITO FINA	FINA	MÉDIA	GROSSA
3/8	3,5		-	-		-	-	-	-	0	0	0	0
1/4	6,3		-	-		-	-	-	-	0 - 3	0 - 7	0 - 7	0 - 7
4	4,8		-	-		-	-	-	-	0 - 5	0 - 10	0 - 11	0 - 12
8	2,4	19,10	3,82	3,82	15,30	3,06	3,06	3,44	3,44	0 - 5	0 - 15	0 - 25	5 - 40
16	1,2	32,40	6,48	10,30	33,70	6,74	9,80	6,61	10,05	0 - 10	0 - 25	10 - 45	30 - 70
30	0,6	75,60	15,12	25,42	73,30	14,66	24,46	14,89	24,94	0 - 20	21 - 40	41 - 65	66 - 85
50	0,3	262,50	52,50	77,92	271,20	54,24	78,70	53,37	78,31	50 - 85	60 - 88	75 - 95	80 - 95
100	0,15	95,20	19,04	96,96	95,30	19,06	97,76	19,05	97,36	85 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100
FUNDO		15,20	3,04	100,00	11,20	2,24	100,00	2,64	100,00	100	100	100	100
TOTAL		500,00	100,00		500,00	100,00		100,00		FAIXA GRANULOMÉTRICA			
TOTAL DA AMOSTRA		500,00	100,00		500,00	100,00		100,00		DETERMINE A ZONA: 2 Areia fina			
DIF. DA AMOSTRA		-	-		-	-		-					
MÓDULO DE FINURA		2,14			2,14			2,14					
DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA:		4,8			-								

Fonte: autor, 2017.

Figura 3 - Curva granulométrica do agregado miúdo utilizado



Fonte: autor, 2017.

Verificando os resultados obtidos, observamos que o agregado miúdo apresentou um DMC de 4,8mm e um módulo de fina de 2,14, assim caracterizando a areia fina utilizada na fabricação do material.

4.3 ENSAIO DE ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA

Nesse ensaio foram analisadas a consistência de todas as argamassas com 0h após a fabricação do material. Já nos materiais que foram adicionados os diferentes teores de aditivo estabilizador repetiu-se o ensaio nos intervalos de 24, 48 e 72h, para analisar o efeito do aditivo em relação a quantidade utilizada do mesmo e da idade de cada um deles.

Para a utilização desses materiais por até 72 horas, foi aplicada sobre eles uma camada de água de 10mm, como mostra a figura 3, mantendo assim o material protegido do meio externo.

Figura 4 - Armazenagem da argamassa

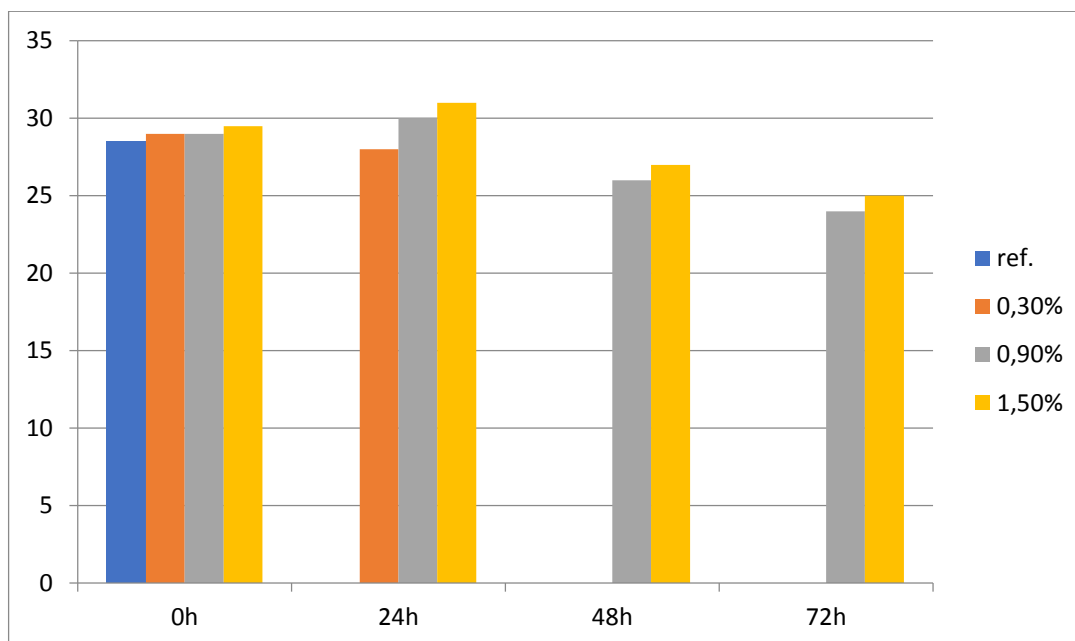
Fonte: autor, 2017.

Para a realização do ensaio foi preenchido o tronco cônico com a argamassa no centro da mesa de abatimento, feito isso retirou-se o tronco e foram efetuados 30 golpes para medir o espalhamento da argamassa, como mostra a figura 4. Esse procedimento foi realizado em todos os materiais e em suas distintas idades. Com isso obteve-se o índice de consistência de cada uma das argamassas, representados no gráfico 1.

Figura 5 - Ensaio de consistência na mesa de abatimento

Fonte: autor, 2017

Figura 6 – Gráfico de espalhamento de todos os traços com 0, 24, 48 e 72h



Fonte: autor, 2017

Com os resultados obtidos, verificou-se que devido a ação estabilizante do aditivo utilizado na argamassa, houve um maior espalhamento nos materiais com as porcentagens de 0,9 e 1,5% nas primeiras 24h. A partir daí o índice de consistência do material foi diminuindo, porém, o material ainda possuía uma consistência trabalhável. Concluiu-se também que o percentual mínimo indicado pelo fabricante, que é de 0,3% em relação a massa de cimento, não consegue manter a argamassa no estado plástico por mais de 24h.

No final do ensaio constatou-se que as argamassa com os teores de 0,9 e 1,5% de aditivo, possuem capacidade de ser utilizada por até 72h após a sua fabricação.

4.4 ENSAIO DE ARRANCAMENTO A TRAÇÃO

Esse ensaio tem como objetivo analisar a resistência a tração do revestimento argamassado, verificando a aderência entre o substrato e a interface quando o revestimento é submetido a uma tensão.

Para a realização do ensaio, foi necessário a construção de um muro de 1,5mx1,5m de blocos cerâmicos, o qual recebeu uma camada de chapisco de traço 1:2 e dividido em quatro partes, nele foram aplicados os quatro traços para que nas

idades de 14 e 28 dias, fosse realizado o ensaio de arrancamento como mostra as figuras 5 e 6.

Figura 7 - Muro de bloco cerâmico de 1,5mx1,5m, com as patilhas acopladas para realização do ensaio de arrancamento



Fonte: autor, 2017.

Figura 8 - Realização do ensaio de arrancamento à tração



Fonte: autor, 2017

Seguindo o que foi citado no item 3.4.7, a primeira parte do rompimento foi realizada na idade de 14 dias, analisando 6 corpos de prova de cada uma das argamassas. Ao começar a fazer os furos com auxílio da serra copo, para que as pastilhas sejam acopladas no equipamento de tração, notou-se uma dificuldade nos traços que possuem 0,9% e 1,5% de aditivo estabilizador para deixar os furos em perfeito estado para a realização do ensaio de arrancamento, pois o revestimento estava desagregando impossibilitando que a pastilha conseguisse ser colada no mesmo, assim não foi possível realizar o ensaio nesses revestimentos.

Posteriormente aos 28 dias foram ensaiados os outros 6 corpos de prova dos traços referência e os 6 do traço com 0,3% de aditivo estabilizador. Em relação aos traços de 0,9% e 1,5%, novamente não foi possível fazer os furos que possibilitassem a realização do arrancamento. Os resultados obtidos nas idades de 14 e 28 dias, estão indicados respectivamente na tabela 4 e 5.

Quadro 5 - Resistência ao arrancamento com 14 dias

	Resistência ao arrancamento do Traço Referência (Mpa)	Resistência ao arrancamento do Traço 0,3% (Mpa)
Furo 1	0,60	0,26
Furo 2	0,54	0,41
Furo 3	0,66	0,33
Furo 4	0,54	0,31
Furo 5	0,44	0,23
Furo 6	0,63	0,36

Fonte: autor, 2017.

Quadro 6- Resistência ao arrancamento com 28 dias

	Resistência ao arrancamento do Traço Referência (Mpa)	Resistência ao arrancamento do Traço 0,3% (Mpa)
Furo 7	0,63	0,34
Furo 8	0,53	0,35
Furo 9	0,44	0,29
Furo 10	0,68	0,33
Furo 11	0,52	0,28
Furo 12	0,61	0,37

Fonte: autor, 2017

Analisando os resultados mostrados na tabela 4, pode-se perceber que todos os corpos de prova relacionados ao traço de referência rompidos com 14 dias, obtiveram uma média de 0,57 Mpa aproximadamente, que é um resultado bem maior que o de 0,3 Mpa, que é o valor exigido com 28 dias de cura para resistência potencial de aderência a tração, que está especificado na NBR - 13479:2013 e mostrado na tabela 5. Os ensaios realizados com 28 dias mostraram que a média dos valores do traço referência foi igual ao realizado com 14 dias, já em relação ao traço com 0,3% de aditivo houve um pequeno aumento na resistência de 0,03 Mpa, pois a média obtida foi de 0,33 Mpa.

Tabela 7 - valores exigidos para resistência potencial de aderência a tração que estão especificados na NBR - 13479:2013

Local	Acabamento	Ra (em MPa)	
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
	Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,30$
		Cerâmica	$\geq 0,30$
Teto		$\geq 0,20$	

Fonte: NBR - 13479:2013

Em relação a classificação, normatizada pela NBR - 15258:2005 os revestimentos feitos com as argamassas do traço referência e do traço fabricado com 0,3% de aditivo, receberam uma classificação A3, como mostra a tabela 6.

Quadro 8 - Classificação devido à resistência potencial de aderência à tração

Classificação	Resistência potencial de aderência à tração
A1	$<0,2$
A2	$\geq 0,2$
A3	$\geq 0,3$

Fonte: NBR - 15258:2005

4.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO E À COMPRESSÃO

Os ensaios de resistência a tração na flexão e o de compressão tem como objetivo verificar a resistência do revestimento argamassado. Para que o ensaio fosse realizado, foram moldados 9 corpos de prova de cada traço para o ensaio de tração na flexão e a mesma quantidade para o ensaio de compressão. Os rompimentos dos corpos de prova foram efetuados nas idades de 07, 14 e 28 dias, rompendo 3 unidades em cada uma dessas idades.

Para a moldagem dos corpos de prova, foram seguidas as normas indicadas no item 3.4.6 e 3.4.7. A argamassa fabricada com o traço referência, ficou no molde por um período e de 48h até ser retirada, já os corpos de prova com as porcentagens de 0,3% e 0,9% precisaram de 72h para ser desmoldados, pois o aditivo estabilizante retardou o tempo de pega do material. Os corpos com 1,5% de aditivo, só foram desmoldados 1 semana após a fabricação, e mesmo com 7 dias de idade ainda não

estavam curados, ocasionando a quebra de 2 unidades. Assim, não foi possível a realização da ruptura para verificação da resistência a compressão dos corpos de prova com o traço de 1,5% de aditivo.

A média dos 3 resultados obtidos em cada idade, para os ensaios de compressão e tração na flexão, estão representados na tabela 7 e 8 respectivamente.

Quadro 9 - resistência a compressão

	07 dias	14 dias	28 dias
Traço ref.	12,76	12,18	12,33
Traço 0,3%	4,4	5,38	6,23
Traço 0,9%	2,65	3,77	4,45
Traço 1,5%	-	2,15	3,19

Fonte: autor, 2017

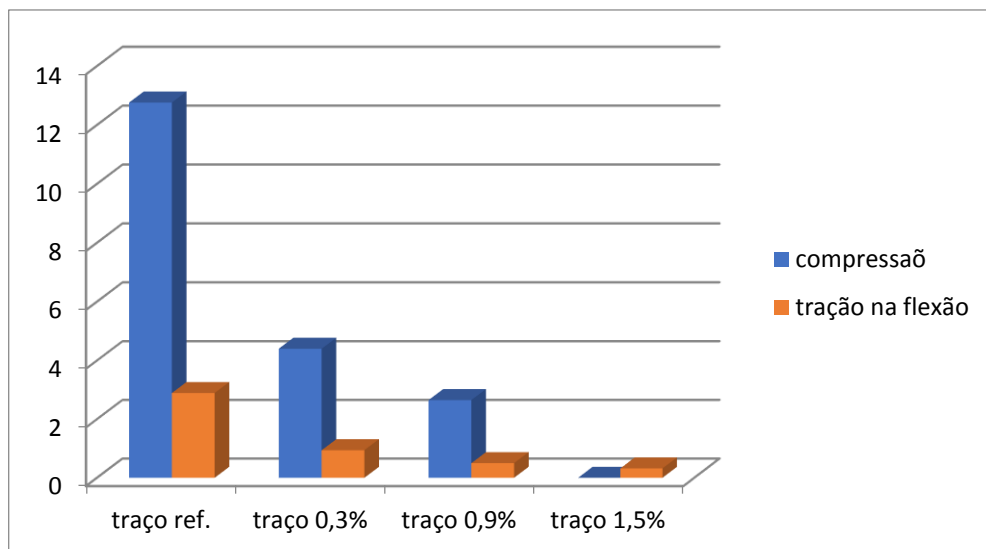
Quadro 10 - resistência a tração na flexão

	07 dias	14 dias	28 dias
Traço ref.	2,89	3,21	3,51
Traço 0,3%	0,94	1,21	1,96
Traço 0,9%	0,5	0,61	0,51
Traço 1,5%	0,32	0,33	0,43

Fonte: autor, 2017

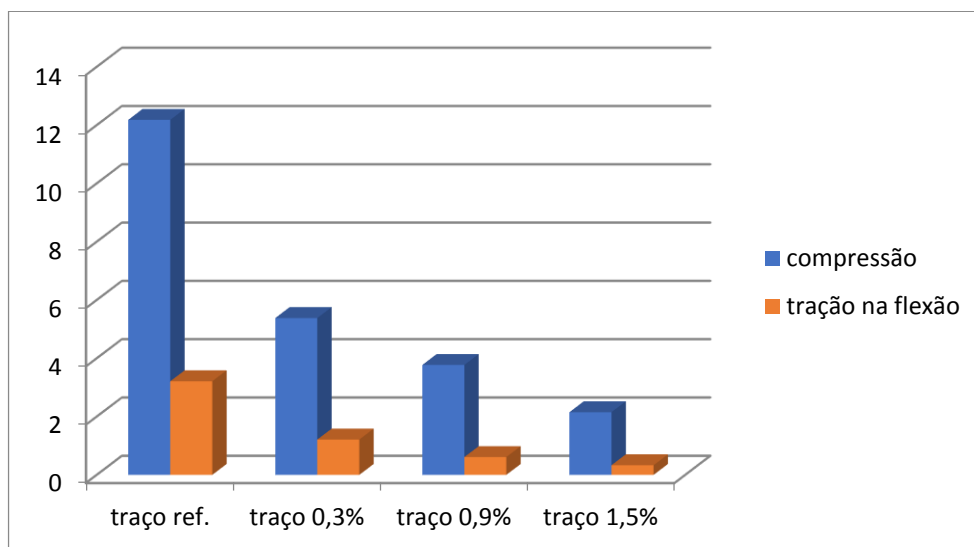
Com os resultados mostrados nas tabelas 7 e 8, pode-se verificar a grande perda de resistência tanto na tração como na flexão quando é colocado o aditivo estabilizador na composição da argamassa e isso não se deve ao traço, pois o traço referência obteve uma resistência alta por se tratar de uma argamassa. Essa grande queda nas resistências de todos os traços que foi adicionado o aditivo estabilizador pode ser verificada no gráfico 3, 4 e 5.

Figura 9 – Gráfico de resistência à compressão e a flexão na tração (07 dias)



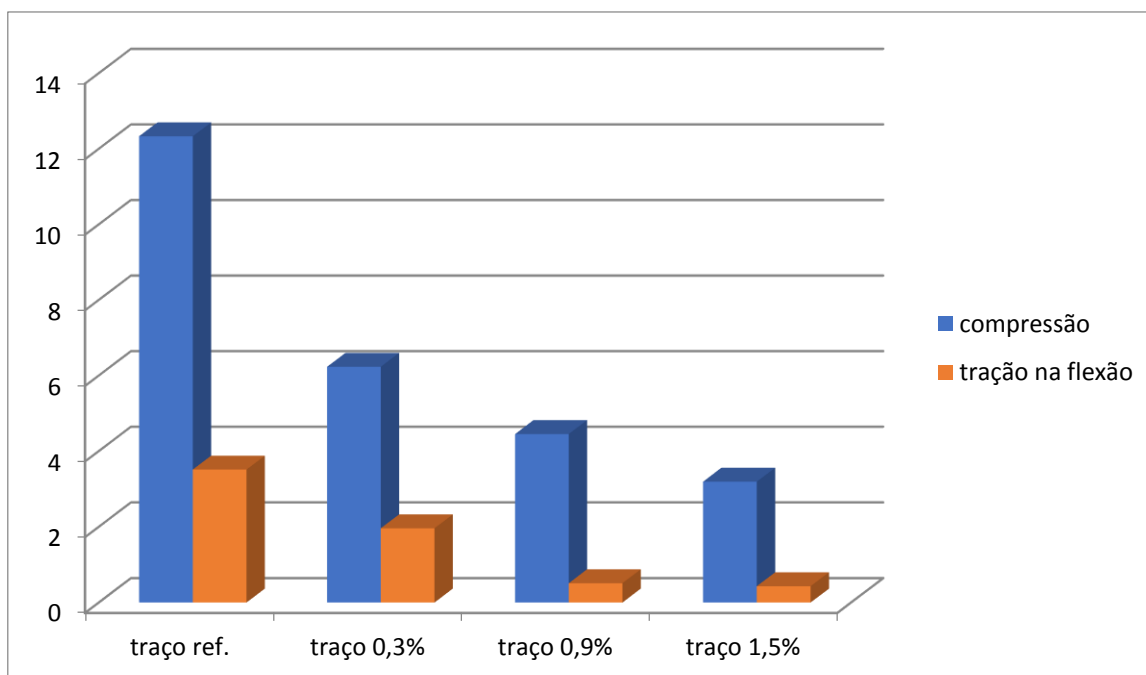
Fonte: autor, 2017

Figura 10 – Gráfico de resistência à compressão e a flexão na tração (14 dias)



Fonte: autor, 2017

Figura 11 – Gráfico de resistência à compressão e a flexão na tração (28 dias)



Fonte: autor, 2017

Observa-se que os resultados obtidos com os traços com diferentes percentuais de aditivo, são muito inferiores em relação ao traço de referência, onde foram usados em todos eles os mesmos materiais e o mesmo aditivo estabilizador. Com isso, as argamassas foram classificadas de maneiras distintas em relação aos parâmetros indicados na NBR 13281:2005 e mostrados nas tabelas 9 e 10.

Quadro 11 - resistência à tração na flexão(Mpa), NBR 13279

CLASSE	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO
R1	≤1,50
R2	1,00 a 2,00
R3	1,50 a 2,70
R4	2,00 a 3,50
R5	2,70 a 4,50
R6	>3,50

Fonte: autor, 2017

Quadro 12 - resistência à compressão (Mpa), NBR 13279

CLASSE	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO
P1	≤2,00
P2	1,50 a 3,00
P3	2,50 a 4,50
P4	4,00 a 6,50
P5	5,50 a 9,00
P6	>8,00

Fonte: autor, 2017

Classificando todos os traços com a idade de 28 dias, de acordo com as tabelas 8 e 9, teremos a referência R6/P6, o traço 0,3% R2/P4, traço 0,9% R1/P3 e o 1,5% R1/P2.

5 CONCLUSÃO

Diante de todos os ensaios apresentados no trabalho se torna possível fazer uma análise de forma geral dos resultados obtidos, avaliando a adição do aditivo estabilizador na argamassa de forma positiva em sua dosagem mínima e negativa quando se utiliza um percentual de aditivo próximo ao máximo indicado pelo fabricante.

No ensaio feito para se conhecer a consistência do material, constatou-se que o aditivo estabilizador é capaz de manter o material em seu estado plástico durante às 72h, dependendo da quantidade de aditivo utilizado, pois quando se usa a porcentagem mínima, que é de 0,3% em relação a massa de cimento, o material só se manteve em seu estado plástico por 24h.

Em relação aos ensaios de consistência à tração na flexão e o de compressão, constatou-se que quando é adicionado o aditivo estabilizador na argamassa as resistências a tração e a compressão tendem a diminuir drasticamente, pois quanto maior o percentual de aditivo utilizado menores foram as resistências suportadas pelo material.

Com a realização do ensaio de arrancamento descobrimos os resultados da resistência potencial de aderência a tração dos traços analisados no trabalho. Ao analisar os valores encontrados, pode-se perceber a mesma queda de resistência constatada nos ensaios de compressão e de tração na flexão, essa queda acentuada impossibilitou a realização do ensaio nos traços que possuem 0,9% e 1,5% de aditivo, pois ao fazer os furos com o auxílio da serra copo o material desagregava e se torna impossível colar a pastilha do equipamento de tração no revestimento.

Portanto, quando adicionado o aditivo estabilizador na argamassa analisada, de forma geral o revestimento não possui um bom desempenho em relação a argamassa convencional, pois o único traço que obteve desempenho aceitável em todos os ensaios foi o de 0,3%, porém ele não se mantém utilizável por mais de 24h. Com isso deixa-se como sugestão para futuros trabalhos, a utilização de porcentagens menores do aditivo estabilizador, até que se atinja um valor que obedece todas as características necessárias de uma argamassa estabilizada.

6 ORÇAMENTO

Tabela 13 – Orçamento do projeto de pesquisa

Equipamento/Operação	Qtde.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Impressão	6 un.	R\$ 16,00	R\$ 96,00
Encadernação	6 un.	R\$ 3,00	R\$ 18,00
Combustível	50 litros	R\$ 3,92	R\$ 196
Canetas	2 un.	R\$ 4,00	R\$ 8,00
Cimento	3 un.	R\$ 25,00	R\$ 75,00
TOTAL			R\$ 401,00

Fonte: Próprio autor

7 CRONOGRAMA

Tabela 14 – Cronograma do projeto pesquisa

Atividades	Meses/2017											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Definição do tema e assunto		■										
Pesquisa bibliográfica			■	■								
Redação do projeto			■	■								
Verificação, correção gramatical e metodologia científica				■								
Defesa do projeto					■							
Definição estrutura monografia			■									
Compilação e análise dos dados da pesquisa			■			■	■	■				
Redação da monografia						■	■	■	■	■	■	
Correção gramatical e metodológica									■	■	■	
Defesa da monografia											■	
Acertos finais propostos pela banca											■	
Encadernação da monografia											■	

Fonte: Próprio autor

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **NBR 13749**:Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas —Especificação. ABNT, 2013.

_____. **NBR 15258**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos -Determinação da resistência potencial de aderência à tração. ABNT, 2005.

_____. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos, Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação –Terminologia e requisitos. ABNT, 2005.

_____. **NBR 15270-3**: Componentes cerâmicos, Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação –Métodos de ensaio. ABNT, 2005.

_____. **NBR 5739**:Concreto -Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. ABNT, 2007.

_____. **NBR13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas Especificação. ABNT, 2013.

_____.**NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos -Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. ABNT, 2005.

_____.**NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos -Requisitos. ABNT, 2005.

_____.**NBR 13479**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação.

_____.**NBR 13528**: Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação de resistência de aderência a tração. ABNT, 2013.

_____.**NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas —Terminologia. ABNT, 2013.

_____.**NBR 9778**:Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. ABNT, 2005 –Versão corrigida 2:2009.63

<<http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Argamassas/index.html>>. Acesso em 07 de Abril de 2017.

03 de Abril de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7200: **execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

BAÍA, Luciana Leone Maciel; SABBATINI, Fernando Henrique. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4ª edição, O nome da rosa editora Ltda –São Paulo –SP, 2008.

BAUER, Elton; REGUFFE, Marcelo; NASCIMENTO, M.L.M; CALDAS, L.R. **Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento**. XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas. Porto Alegre -RS, 2015.

CALÇADA, L. M. L.; PEREIRA L. **Influência das características do molde e da superfície de contato nas propriedades de argamassas estabilizadas**. Congresso Brasileiro de Concreto. 2012.

CAMPOS, G. M. **Estudo do tempo de início de pega de argamassas com aditivo estabilizador de hidratação**. 2012. 116 f. Monografia (Especialização em Patologia das Construções) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

CARASEK, Helena. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 1ª ed. ISAIA, Geraldo Cechella –São Paulo: IBRACON, 2007, Cap. 26 –Argamassas, pág. 863 a 904. Volume2

CASALI, Juliana. M., NETO, Arthur. M., ANDRADE, Daniela. C. **Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para revestimento**. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2011, Belo Horizonte.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015. 317 p.

DACHERY, Mônica. **Avaliação das propriedades da argamassa estabilizada para revestimento externo: Aplicação em diferentes substratos, durante diferentes períodos de utilização**. Trabalho de conclusão de curso. Lajeado - RS, 2015.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassas utilizadas em Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) —Programa de Pós-FIORITO, Antônio J.S.I. Manual de argamassas e revestimentos –Estudos e Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bit>

HERMANN, Aline; ALMEIDA ROCHA, João Pedro. **Pesquisa de viabilidade da utilização da argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade da aplicação do chapisco**. Trabalho de conclusão de curso. Pato Branco - RS, 2013.

<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13517/000650228.pdf?sequence=1>
>. Acesso em: 08 de Abril de 2017.

<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28557/000769504.pdf?sequence=1>
>. Acesso em 31 de Março de 2017.

<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/63185/000862907.pdf?sequence=1>
>. Acesso em: 30 de Março de 2017.

https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/115462/TCC_Paulo_Matos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de Abril de 2017.

MATOS, Paulo Ricardo de. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Trabalho de Diplomação (em Engenharia Civil) apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <
MOTA, Alcio Lopes; GIORDANELLI, Alberto; MORAES, Cláudio Roberto Klein de; MOTTA, Decio Lopes; RESENDE, Fabricio Meneses; RASTELLI, Graciela; JONES, Paulo Jorge Torres; CÂNEVA, Ricardo A. **Traços recomendados para argamassas**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <<http://www.cimentoeareia.com.br/tracos.htm>>. Acesso em: 01 de Abril de 2017.

MOURA, Cristiane Borges. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: Influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) — Procedimentos de Execução. 2º ed, São Paulo: Pini, 2009.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS, 2007. Disponível em: <
REFERÊNCIAS 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**. ABNT, 2005.

SANTOS, Altair. **Características e benefícios da argamassa estabilizada**. Cimento Itambé, São Paulo, jun. 2009. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/caracteristicas-e-beneficios-da-argamassa-estabilizada/>. Acesso em: 02 de abril de 2017.

SHMID, A. G. **Argamassa estabilizada, uma importante ferramenta para melhorar a sustentabilidade na construção**. 53º Congresso Brasileiro de Concreto, Florianópolis

SILVA, Narciso G. **Argamassa de Revestimento de Cimento, Cal e Areia Britada de Rocha Calcária**. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – PPGCC/UFPR, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em: <
<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0070.pdf>>. Acesso em: 04 de Abril de 2017.
[stream/handle/10183/2442/000319569.pdf?sequence=1](http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2442/000319569.pdf?sequence=1) >. Acesso em:
TEIXEIRA, Luciene Pires. **Desempenho da construção brasileira**. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

THOMAS, Felipe Becker. **Sistema de produção para argamassa para revestimento externo: Comparação entre argamassa industrializada em saco e em silo.** Trabalho de Diplomação (em Engenharia Civil) apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <

Trabalho de Diplomação (em Engenharia Civil) apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <

TUSSET, Cyane. **Avaliação de desempenho de revestimento externo de argamassa quanto à permeabilidade e resistência à aderência –Estudo de caso.**

WESTPHAL, Eduardo; WESTPHAL, Humberto; MADALOSSO, Cláudia; CARVALHO, Fernanda; ADAMS, Kátia. **Argamassas. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Arquitetura e Urbanismo.** Disponível em:

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**, Walid Yazigi. 7ª Ed. São Paulo, PINI, 2006.