

**IFS - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SERGIPE**

CAMPUS ARACAJU

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO

COEC - COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JULIANY SOUZA PALMEIRA

**ANÁLISE DAS ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO PARA ALVENARIA
UTILIZANDO DIVERSOS TIPOS DE MATERIAIS**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2023

JULIANY SOUZA PALMEIRA

**ANÁLISE DAS ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO PARA ALVENARIA
UTILIZANDO DIVERSOS TIPOS DE MATERIAIS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª Carla Cristina Nascimento Santos Pereira

ARACAJU

2023

Palmeira, Juliany Souza.

P172a Análise das argamassas de assentamento para alvenaria utilizando diversos tipos de materiais. / Juliany Souza Palmeira. – Aracaju, 2023.

73 f.: il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Carla Cristina Nascimento Santos Pereira.
Monografia (Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Sergipe, 2023.

1. Argamassa. 2. Assentamento. 3. Componente. I. Pereira, Carla Cristina Nascimento Santos. II. Título.

CDU 691.53

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 254

**ANÁLISE DAS ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO PARA ALVENARIA
UTILIZANDO DIVERSOS TIPOS DE MATERIAIS**

JULIANY SOUZA PALMEIRA

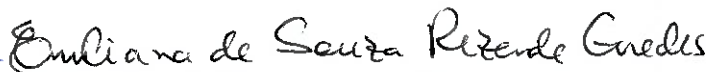
Esta monografia foi apresentada às 11 h 00 do dia 13 de JANEIRO de 20 23 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHARELA EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.



Prof. M.Sc. Marcílio Fabiano Goivinho da
Silva

(IFS – Campus Aracaju)



Profª. M.Sc. Emilianiana de Souza Rezende
Guedes

(IFS – Campus Aracaju)



Profª. Drª Carla Cristina Nascimento Santos
Pereira

(IFS – Campus Aracaju)
Orientador



(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

DEDICATÓRIA

Aqueles que me presentaram com amor e sabedoria,
Rita de Cássia e
Ernande Palmeira.

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus por me permitir escrever e apresentar o último trabalho apresentado no curso de Engenharia Civil, pois em meio a tantos empecilhos, foi concluído com êxito.

Aos meus pais Rita e Ernande, muito obrigada, pelo amor incondicional, ensinamentos e conselhos sobre a necessidade de ter sabedoria e lutar para conquistar meus sonhos. Essa vitória é para vocês.

Aos meu irmãos Juliana, Ernande Júnior e Elton, e meus sobrinhos Thalita e Ernande Neto, pela presença, compreensão, conselhos e momentos felizes proporcionados.

Ao meu amigo Cayo, presente em minha vida desde quando tomei a decisão de ingressar neste curso, que me incentivou a obter o melhor aproveitamento durante o curso e me auxiliou de todas as formas possíveis e sem medir esforços para que eu concluísse a graduação.

Ao meu namorado, amigo e companheiro, Arthur, pelo amor, carinho e paciência para lidar comigo durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos do curso que de forma direta e indireta apoiaram e ajudaram na realização desse sonho, em especial Elyakim, meu companheiro desde o primeiro período do curso.

Às minhas primas Lhuany, Vitória e Quézia, que me auxiliaram na pesquisa, escrita, e nos momentos de lazer para amenizar a pressão de desenvolver este trabalho.

Aos familiares que sempre me incentivaram e me trataram com carinho.

Aos professores do curso de Engenharia Civil, por todo aprendizado repassado, não só referente ao curso, mas referente às experiências de vida que muito contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

À minha orientadora e amiga Carla, por esclarecer as minhas dúvidas, pela assistência, ensinamentos e compreensão em todos os momentos.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para que eu pudesse concluir a graduação e realizar o sonho de me tornar engenheira civil, o meu muito obrigada.

“É preciso ter um caos dentro de si para dar à luz uma estrela cintilante.”

- Friedrich Nietzsche

RESUMO

PALMEIRA, J. S. Análise das argamassas de assentamento para alvenaria utilizando diversos tipos de materiais. 73p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2023.

A utilização da argamassa é baseada em conceitos possivelmente herdados da experiência de antigos mestres de obra estrangeiros que para cá imigraram, consolidados por séculos de tradição construtiva. As propriedades das argamassas são diretamente afetadas de acordo com o seu traço, o tipo de aglomerante, a natureza dos materiais empregados, e variam de acordo com a finalidade a qual será aplicada. As argamassas de assentamento, cuja função principal é unir a alvenaria, tem a trabalhabilidade como principal propriedade no estado fresco, uma vez que a mistura é dosada com objetivo de atingi-la para facilitar o manuseio ao ser aplicada na alvenaria. Dessa forma, este trabalho avaliou a influência de diversos tipos e traços de argamassas de assentamento nas propriedades do estado fresco e endurecido destes compósitos. O estudo baseou-se no preparo de argamassas com diversos tipos de materiais e submissão destas aos ensaios para determinação de densidade de massa, índice de consistência e verificação quanto à compressão dos primas. Assim, verificou-se que as misturas produzidas com cimento Poty apresentou maior índice de consistência, maior densidade de massa e maiores resistência à compressão. Apesar de manifestações patológicas, as argamassas com arenoso se mostraram eficientes tanto em relação à consistência, coesão e plasticidade, quanto nas resistência dos prismas. Ainda, comprovou-se a viabilidade do uso dos aditivos, que além de proporcionar maior plasticidade, demonstraram valores de resistência adequados.

Palavras-chave: Argamassas. Assentamento. Componentes. Propriedades.

ABSTRACT

PALMEIRA, J. S. Analysis of mortars for masonry using different types of materials. 73p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2023.

The use of mortar is based on concepts possibly inherited from the experience of old foreign construction masters who immigrated here, consolidated by centuries of building tradition. The mortar's properties are directly affected according to its trace, the type of binder, the nature of the materials used, and vary according to the purpose to which it will be applied. The laying mortars, whose main function is to bond masonry, have workability as their main property in the fresh state, since the mixture is dosed with the objective of achieving it to facilitate handling when applied to masonry. Thus, this study evaluated the influence of different types and mixtures of mortars on the fresh and hardened properties of these composites.

The study was based on the preparation of mortars with various types of materials and submission of these to tests to determine their bulk density, consistency index, and to check the compression of the prisms. Thus, it was verified that the mixtures produced with Poty cement presented higher consistency index, higher mass density and higher compressive strength. Despite pathological manifestations, the mortars with sandy proved to be efficient in terms of consistency, cohesion and plasticity, as well as in the resistance of the prisms. Still, the viability of the use of additives was proven, which in addition to providing greater plasticity, demonstrated adequate strength values.

Keywords: Mortars. Settlement. Components. Properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variáveis de influência dos resultados.....	30
---	----

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Areia utilizada na produção de argamassas	32
Imagem 2 - Arenoso utilizado na produção de argamassas.....	33
Imagem 3 - Aditivo plastificante	35
Imagem 4 - Aditivo Incorporador de ar.....	36
Imagem 5 - Blocos cerâmicos 9x9x24cm.....	37
Imagem 6 - Recipiente utilizado para o ensaio de Densidade de massa	39
Imagem 7 - Recipiente preenchido com argamassa e rasado	40
Imagem 8 - Mesa de consistência e Molde Troncônico	41
Imagem 9 - Argamassa moldada no molde troncônico	41
Imagem 10 - Obtenção de índice de consistência conforme NBR 13276 (2016)	41
Imagem 11 - Verificação da plasticidade da argamassa.....	42
Imagem 12 - Verificação da coesão da argamassa	43
Imagem 13 - Aplicação de argamassa para união dos blocos cerâmicos	44
Imagem 14 - Verificação da espessura da junta de assentamento	44
Imagem 15 - Conferência do nivelamento e prumo do prisma com blocos cerâmicos.....	45
Imagem 16 - Capeamento dos prismas de bloco cerâmico	45
Imagem 17 - Prisma de bloco cerâmico preparado para início do ensaio de compressão	46
Imagem 18 - Corpo de Prova rompido	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Densidade de Massa (Kg/L)	48
Gráfico 2 - Índice de Consistência (mm)	49
Gráfico 3- Resistência à Compressão efetiva média dos prismas (MPa)	50
Gráfico 4 - Resistência à Compressão efetiva potencial dos prismas (MPa)	52
Gráfico 5 - Relação água/materiais secos (H%).....	54
Gráfico 6 - Comparação entre argamassas com aditivo plastificante e argamassa com água sob demanda.....	56
Gráfico 7 - Comparação entre argamassas com aditivo incorporador de ar e argamassa com água sob demanda.....	57
Gráfico 8 - Consumo de Cimento Real (Kg/m ³)	58
Gráfico 9 - Consumo de Cimento Potencial (Kg/m ³).....	59
Gráfico 10 - Relação água/materiais secos (h%) versus Consistência	60
Gráfico 11 - Relação água/cimento versus Resistência à Compressão Efetiva Média	60
Gráfico 12 - Relação água/cimento versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial.....	61
Gráfico 13 - Relação água/aglomerante versus Resistência à Compressão Efetiva Média.....	61
Gráfico 14 - Relação água/aglomerante versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial.	61
Gráfico 15 – Consumo de Cimento Real versus Resistência à Compressão Efetiva Média	62
Gráfico 16 - Consumo de Cimento Real versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial	62
Gráfico 17 – Densidade de Massa Versus Resistência à Compressão Efetiva Média	62
Gráfico 18 - Densidade de Massa Versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial	63
Gráfico 19 - Comparação das propriedades da Argamassa com Aditivo Plastificante	65
Gráfico 20 - Comparação das propriedades da Argamassa com Aditivo Incorporador de Ar.	66

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1 - Densidade de massa.....	40
-------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características do Cimento Poty CII-32-Z.....	31
Tabela 2 - Características do Cimento Zebu CII-32-F	31
Tabela 3- Características da areia.....	32
Tabela 4 -Distribuição Granulométrica da Areia utilizada nas argamassas	32
Tabela 5 - Índices físicos do arenoso.....	33
Tabela 6 - Composição Granulométrica do Arenoso utilizado nas argamassas.....	34
Tabela 7 - Teores de Cloretos e Sulfatos solúveis presentes no arenoso	34
Tabela 8 - Traços fornecidos pelo fabricante para utilização do aditivo plastificante	35
Tabela 9 - Propriedades e características do ativo plastificante	35
Tabela 10 - Traços fornecidos pelo fabricante para utilização do aditivo incorporador de ar .	36
Tabela 11 - Propriedades e características do aditivo incorporador de ar	36
Tabela 12 - Nomenclatura das argamassas.....	38
Tabela 13 – Apresentação geral dos resultados.....	47
Tabela 14 - Apresentação geral dos resultados	54
Tabela 15 - Argamassas com aditivos e água sob demanda.....	55
Tabela 16 - Resultados do Ensaio de Resistência à compressão dos prismas	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
cm	Centímetros
mm	Milímetros
g	Gramas
Kg/l	Quilogramas por litro
Kg/m ³	Quilogramas por metro cúbico
MPa	Mega Pascal
IC	Índice de Consistência
σ_c	Resistência à compressão
h%	Relação água / materiais secos
CP-II-32Z	Cimento Portland composto com Pozolana com resistência de 32 MPa
CP-II-32F	Cimento Portland composto com Fíler com resistência de 32 MPa
ZCCA8	Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z, cal e areia fina, traço 1:2:8

ZCCA9	Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z, cal e areia fina, traço 1:2:9
ZAC4	Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z e arenoso, traço 1:4
ZAC5	Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z e arenoso, traço 1:5
ZAC6	Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z e arenoso, traço 1:6
ZACP4	Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z, Areia Fina e Aditivo Plastificante, traço 1:4
ZACI5	Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z, Areia Fina e Aditivo incorporador de ar, traço 1:5
FCCA8	Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F, cal e areia fina, traço 1:2:8
FCCA9	Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F, cal e areia fina, traço 1:2:9
FAC4	Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F e arenoso, traço 1:4
FAC5	Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F e arenoso, traço 1:5
FAC6	Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F e arenoso, traço 1:6

FACP4	Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F, Areia Fina e Aditivo Plastificante, traço 1:4
FACI5	Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F, Areia Fina e Aditivo incorporador de ar, traço 1:5
P4	Argamassa com Cimento Portland POTY e Areia - Piloto Traço 1:4
P5	Argamassa com Cimento Portland POTY e Areia - Piloto Traço 1:5

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	REVISÃO DA LITERATURA	22
3.1	ARGAMASSAS	22
3.2	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO	22
3.3	TIPOS DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO	23
3.3.1	ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO E CAL	23
3.3.2	ARGAMASSA DE CIMENTO COM ARENOSO.....	24
3.3.3	ARGAMASSA ADITIVADAS.....	24
3.4	PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS PLÁSTICAS NO ESTADO FRESCO.....	25
3.4.1	PLASTICIDADE.....	25
3.4.2	RETENÇÃO DE ÁGUA	26
3.4.3	TRABALHABILIDADE.....	26
3.4.4	CONSISTÊNCIA	27
3.4.5	COESÃO	27
3.4.6	REOLOGIA DAS ARGAMASSAS.....	27
3.4.7	PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS NO ESTADO ENDURECIDO.....	28
3.4.8	RESISTÊNCIAS MECÂNICAS	28
3.4.2	RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO.....	28
3.5	TRABALHOS SIMILARES	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
4.1	MATERIAIS	30
4.1.1	CIMENTO	31
4.1.2	ÁGUA.....	31
4.1.3	AREIA	31
4.1.4	ARENOSO	33
4.1.5	ADITIVOS	34
4.1.5.1	ADITIVO PLASTIFICANTE	34
4.1.5.2	ADITIVO INCORPORADOR DE AR	35
4.1.6	BLOCO CERÂMICO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	37
4.2	MÉTODOS	37
4.2.1	PREPARO DAS ARGAMASSAS	37
4.2.2	ENSAIO DE DENSIDADE DE MASSA	39
4.2.3	ENSAIO DE CONSISTÊNCIA	40
4.2.4	VERIFICAÇÃO DA PLASTICIDADE E COESÃO.....	42
4.2.5	ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS PRISMAS	43
4.2.5.1	MONTAGEM DOS PRISMAS	43

4.2.5.2 RUPTURA DOS PRISMAS	46
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	47
6 CONCLUSÃO.....	67
7 REFERÊNCIAS	69
APÊNDICES	73

1 INTRODUÇÃO

Em geral e conforme afirma Filomeno (1993), a utilização da argamassa é baseada em conceitos possivelmente herdados da experiência de antigos mestres de obra estrangeiros que para cá imigraram, consolidados por séculos de tradição construtiva.

Azevedo (2017) afirma que a ausência de estudos acaba por deixar a lacuna sobre o traço ideal para cada tipo de argamassa, de maneira que as produzidas em obra podem estar com excesso de algum de seu componente, gerando assim um gasto excessivo de recursos para o empreendedor.

Desta forma a temática está sendo explorada a fim de que a mistura obtenha melhor relação custo-benefício, de forma a maximizar as propriedades das argamassas e reduzir o uso de alguns materiais, a exemplo do cimento que em excesso, resulta em um incremento desnecessário de custos na construção. Então, a partir do correto manuseio da mistura, será alcançado a qualidade desta e racionalidade na obra.

As propriedades das argamassas são diretamente afetadas de acordo com o seu traço, o tipo de aglomerante, a natureza dos materiais empregados, e variam de acordo com a finalidade a qual será aplicada.

As argamassas de assentamento, cuja função principal é unir a alvenaria, tem a trabalhabilidade como principal propriedade no estado fresco, uma vez que a mistura é dosada com objetivo de atingi-la para facilitar o manuseio ao ser aplicada na alvenaria.

Desta forma, este trabalho tem o intuito de avaliar os tipos de argamassas com alguns traços diferentes, com a finalidade de verificar a viabilidade do uso destes materiais observando o cumprimento das propriedades no estado fresco e endurecido.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência de diversos tipos e traços de argamassas de assentamento nas propriedades do estado fresco e endurecido destes compósitos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a densidade de massa, índice de consistência e verificação quanto à compressão dos prismas;
- Realizar análise qualitativa quanto à plasticidade e consistência das argamassas;
- Realizar um comparativo entre as propriedades dos tipos de argamassas de assentamento;
- Verificar possíveis interferências do tipo de cimento nas propriedades da argamassa;

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentadas as contribuições de trabalhos anteriores a fim de contextualização dos assuntos referente a esta pesquisa para fornecer um embasamento teórico necessário para compreensão do trabalho.

3.1 ARGAMASSAS

A argamassa é uma mistura de agregados e aglomerantes com a água (AMBROZEWICZ, 2012). Logo, é classificada como mistura que contém agregados miúdos (areia), aglomerantes (cal, cimento, mista – cal e cimento- ou gesso) e água, podendo conter aditivos para garantir maior desempenho.

Além de unir os tijolos e blocos, a argamassa sela as juntas e ajuda a distribuir as cargas que as construções suportam. As argamassas podem ser usadas tanto para assentamento, como para revestimento (AMBROZEWICZ, 2012)

Silva (2013) explicita que as argamassas podem ser utilizadas de diversas formas, sendo aplicadas nas construções de pedras para composição da base, assentamento das alvenarias e revestimento de paredes e tetos, chapiscos, e até mesmo em situações que haja necessidade de impedir a passagem de líquidos.

Para que as funções básicas da argamassa sejam atingidas ela deve ter uma trabalhabilidade com facilidade de aplicação, um mecanismo de retenção de água em relação ao meio exposto, uma resistência mecânica de acordo com projeto ou segundo valor mínimo da norma, além de uma boa aderência à superfície a ser assentada (SANTOS, 2010).

Quanto aos aditivos utilizados na argamassa, Gasparin (2017) apresenta os plastificantes (aumentam a resistência com menos água no preparo), fluidificantes (possuem o mesmo efeito do plastificante, porém mais efetivo), incorporadores de ar (incorporam bolhas de ar, aumentando a impermeabilidade), hidrofugantes (repelem a água), retardadores (retardam a pega) e aceleradores (aceleram a pega).

3.2 ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

Azevedo (2017) *apud* Sabatini (1986) afirma que as argamassas de assentamento possuem uma função específica: destina-se ao assentamento das unidades de alvenaria. Ele

ainda cita que para que tais argamassas cumpra tal função, é necessário que apresente algumas características, tais como:

- Apresentar trabalhabilidade suficiente para que o pedreiro produza com rendimento otimizado um trabalho satisfatório, rápido e econômico;
- Ter capacidade de retenção de água, que se trata, na realidade, de uma componente da trabalhabilidade, suficiente para que uma elevada sucção do bloco não prejudique as suas funções primárias;
- Adquirir rapidamente alguma resistência após assentada, para suportar a esforços que possam atuar durante a construção;
- Desenvolver a resistência adequada para não comprometer a alvenaria de que faz parte. Não deve, no entanto, ser mais resistente que os blocos que ela une;
- Ter adequada aderência aos blocos a fim de que a interface possa resistir a esforços cisalhantes e de tração e prover a alvenaria juntas estanques a água de chuva;
- Ser durável e não afetar a durabilidade de outros materiais ou da construção como um todo;
- Ter suficiente resistência de maneira a acomodar as deformações intrínsecas (retração na secagem e de origem térmica) e as decorrentes de movimentos estruturais (de pequena amplitude) da parede da alvenaria, sem fissurar.

3.3 TIPOS DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO

A argamassa de assentamento varia de acordo com os materiais constituintes, sendo as utilizadas nesta pesquisa as argamassas mista, de cimento e com aditivos, as quais serão descritas nos próximos tópicos.

3.3.1 ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO E CAL

As argamassas mistas são aquelas que contêm em sua composição dois aglomerantes. No caso deste trabalho foram utilizados a cal e o cimento Portland.

Cincotto et al. (1995), apud, Filomeno (1993), afirma que a adição de cal a uma argamassa de areia e cimento gera melhoria de todas as propriedades físicas e mecânicas, inclusive um aumento na capacidade de absorver deformações.

3.3.2 ARGAMASSA DE CIMENTO COM ARENOSO

Azevedo (2017) afirma que as argamassas de cimento conseguem adquirir resistência rapidamente, sendo as ideais no quesito de suportar as cargas da alvenaria durante a sua construção. Entretanto é importante salientar que a variação da proporção de cimento/areia, pode influenciar de maneira negativa em algumas de suas propriedades, visto que uma argamassa pobre em cimento possui muito pouca trabalhabilidade, já as ricas são antieconômicas.

Dessa forma, foi realizada a substituição da areia pelo arenoso, o qual é composto por 70% de argila, a fim de inserir uma melhor trabalhabilidade à argamassa quando comparada à argamassa de cimento convencional, reduzindo custos, mas podendo ocasionar algumas microfissuras após a sua cura que influem nas características da argamassa, tais como retrações e expansões de seu volume, que podem vir a se tornar deletérias, com o tempo.

3.3.3 ARGAMASSA ADITIVADAS

Conforme ABNT NBR 13529 (2013), as argamassas aditivadas são aquelas cujas propriedades no estado fresco e endurecido são melhoradas por aditivos químicos. A proporção de aditivo geralmente varia entre 0,05% e 5% em relação a massa do cimento (HARTMANN, JEKNAVORIAN, et al., 2011 apud SOUZA, 2019).

Os ativos plastificantes são comumente usados para diminuir o gasto de cimento Portland, e melhorar a performance de modo a fornecer características como: melhora na trabalhabilidade, considerando principalmente as propriedades de consistência, plasticidade e retenção de água, melhora no comportamento mecânico devido a menor relação água/cimento, e produto mais barato devido à otimização da utilização do cimento. (PUERTAS et al., 2005 apud SOUZA, 2019).

Os incorporadores de ar agem criando pequenas bolhas de ar na argamassa ou mesmo estabilizando-as (NEVILLE e BROOKS, 2013). A incorporação de ar nas argamassas favorece o ganho de trabalhabilidade, notadamente plasticidade, fluidez e retenção de água da mistura, queda da densidade (ROMANO, TORRES e PILEGGI, 2015 apud SOUZA, 2019) e (SEABRA, LABRINCHA e FERREIRA, 2007 apud SOUZA, 2019) e retarda as reações de hidratação do cimento.

3.4 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS PLÁSTICAS NO ESTADO FRESCO

A NBR 13281 (ABNT, 2005), a qual estabelece os requisitos para as argamassas de assentamento e revestimento, e explicita que elas devem dispor de um conjunto de parâmetros específicos, tanto para o estado fresco, quanto para o estado endurecido.

O ambiente no qual a argamassa está inserida, a matéria prima utilizada em sua composição, o traço (relação de proporção entre os materiais), à mistura, isto é, ao tipo de misturador empregado, influenciam diretamente no desempenho das argamassas no estado fresco, bem como, o tempo de mistura, os equipamentos empregados no transporte, espessura da camada e até à forma de aplicação do revestimento (HERMAN; ROCHA, 2013)

Conforme cita Silva et al. (2005), o comportamento da argamassa no estado fresco e, por consequência, no estado endurecido é facilmente alterado com a variação das proporções entre os materiais constituintes.

Carasek (2007) separa as propriedades no estado fresco em: trabalhabilidade, consistência, plasticidade, retenção de água e consistência, coesão, exsudação, densidade de massa, adesão inicial.

As propriedades como a consistência, a plasticidade e a trabalhabilidade, são difíceis de ser analisadas separadamente, pois estão interligadas, uma vez que os fatores de influência são comuns entre elas.

3.4.1 PLASTICIDADE

A plasticidade de uma argamassa pode ser definida como a propriedade de manter a deformação causada pela ação de forças externas, mesmo depois de cessadas essas cargas, permitindo que a argamassa se deforme sem ruptura. A consistência e a plasticidade, são consideradas como as principais propriedades capazes de expressar a trabalhabilidade das argamassas, sendo muitas vezes utilizadas como sinônimos (RAGO; CINCOTTO, 1997).

De acordo com Isaia (2007), a plasticidade é o atributo pelo qual a argamassa tende a conservar-se deformada após a retirada de tensões de deformação.

Conforme Cascudo (2005) apud Bezerra (2010), a plasticidade adequada para cada mistura, de acordo com a finalidade e forma de aplicação da argamassa, demanda uma quantidade ótima de água a qual significa uma consistência ótima, sendo esta função do proporcionamento e natureza dos materiais.

3.4.2 RETENÇÃO DE ÁGUA

Para Bezerra (2010), a retenção de água é a propriedade que está associada à capacidade da argamassa fresca manter a sua trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provocam perda de água de amassamento, seja por evaporação ou pela absorção de água da base.

A retenção de água está relacionada com a tensão superficial do aglomerante: uma argamassa tende a conservar a água necessária para molhar os grãos de aglomerantes e agregados, as bolhas de ar incorporado e as macromoléculas presentes em suspensão coloidal (ROSELLO, 1976 apud ARAÚJO, 1995).

Forti (2017) afirma que a cal auxilia na capacidade de absorver deformações, trabalhabilidade e hidratação do cimento, já que ela retém água na mistura. Assim, a cal previne que a argamassa absorva água e auxilia na aderência bloco/argamassa.

3.4.3 TRABALHABILIDADE

É a combinação das características das argamassas relacionadas com a coesão, consistência, plasticidade, viscosidade, adesividade e massa específica (SANTOS, 2008).

Em termos práticos, a trabalhabilidade significa facilidade de manuseio. Pode-se dizer que uma argamassa é trabalhável, de um modo geral, quando ela se distribui facilmente ao ser assentada, não gruda na ferramenta quando está sendo aplicada, não segrega ao ser transportada, não endurece em contato com superfícies absorptivas e permanece plástica por tempo suficiente para que a operação seja completada (SABBATINI, 1984).

Segundo Metha e Monteiro (2014) e Cascudo et al (2005), realizar uma avaliação quantitativa e prescrever valores de trabalhabilidade das argamassas por meio de ensaios é uma tarefa difícil, tendo-se em vista que a mesma depende não só das características intrínsecas da argamassa, mas também da habilidade do profissional que está executando o serviço e manuseando o material, de várias propriedades do substrato, além da técnica de aplicação, sendo considerada uma propriedade qualitativa muito complexa.

O termo “trabalhabilidade” é dependente da consistência e da plasticidade (SELMO, 1989). Para mensurar a consistência de uma determinada argamassa a NBR 13276 (ABNT, 2016) define metodologias para estabelecer o índice de consistência.

3.4.4 CONSISTÊNCIA

Conforme Herman e Rocha (2013) e Cincotto et al. (1995), a consistência da argamassa, que pode ser definida como a tendência de o material resistir à deformação, é uma propriedade que pode ser relacionada à trabalhabilidade, podendo ser quantificada através de um índice.

Para Carasek (2017), alguns aspectos interferem nessa propriedade da argamassa, como as características dos materiais que a constituem, os aditivos utilizados em sua composição e o traço determinado. O uso de cal e incorporadores de ar, por exemplo, influenciam no índice de consistência, melhorando essa propriedade até um determinado limite.

3.4.5 COESÃO

Carasek (2007) define coesão como às forças físicas de atração existentes entre as partículas sólidas da argamassa e as ligações químicas da pasta aglomerante.

Em canteiro de obras, a forma comumente utilizada para se conseguir a coesão em argamassas de assentamento e revestimento é o uso da cal hidratada.

3.4.6 REOLOGIA DAS ARGAMASSAS

Atualmente, é cada vez mais discutida no meio científico a necessidade de uma avaliação das propriedades das argamassas no estado fresco, que possibilite a real caracterização do comportamento. Esta caracterização deve, de certa forma, também envolver e relacionar os parâmetros tradicionalmente conhecidos como, por exemplo: condições de trabalhabilidade, consistência, plasticidade, dentre outros. Neste sentido, uma das possibilidades de novas discussões está baseada na aplicação de conceitos pertencentes ao estudo do comportamento reológico do material (SOUSA e LARA, 2005).

Fatores diversos influenciam na reologia das argamassas, dentre esses fatores destacam-se, as características das composições da mistura (teor de água, tipo de agregado, cimento e adição de aditivos) e as condições experimentais que foram realizadas as misturas. O tamanho e a geometria das partículas que constituem o produto têm a capacidade de influenciar na redução da aglomeração, atuando na diminuição da viscosidade aparente, facilitando o seu escoamento, já a quantidade de água tem por finalidade promover as reações de hidratação e

facilitar as ligações das partículas de cimento e dos agregados (SENFF, 2010 e GASTALDINI, 1999).

3.4.7 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS NO ESTADO ENDURECIDO

As propriedades da argamassa no estado endurecido estão ligadas intimamente aos componentes da base e a forma como ocorre a ligação entre a argamassa e o substrato (CINCOTTO et al., 1995).

Conforme Roque (2018) As propriedades das argamassas no estado endurecido representam às características do material durante o maior tempo de sua vida útil, quando utilizado como revestimento, implicando diretamente em seu desempenho.

3.4.8 RESISTÊNCIAS MECÂNICAS

A resistência mecânica é a propriedade dos revestimentos de suportarem as ações de diferentes origens, devidas à abrasão superficial, ao impacto e à contração térmica, sendo que a resistência mecânica aumenta com a redução da proporção de agregado na argamassa e varia inversamente com a relação água/cimento da mistura, ou seja, quanto menor essa relação, maior será a resistência da argamassa (BAÍÁ; SABBATINI, 2008).

Silva (2011) afirma que a resistência mecânica é influenciada pelas características e pelo proporcionamento dos materiais constituintes da argamassa, e essa característica normalmente melhora empregando um maior consumo de cimento na mistura.

Carneiro (1999) explana que a granulometria da areia afeta diretamente esta propriedade, e Oliveira (1989) e Joisel (1981) concluem que as areias de granulometria contínua propiciam uma estrutura mais compacta, requerendo menor volume de pasta. Quanto mais fino o cimento utilizado na argamassa, maior será a resistência mecânica obtida, tanto a resistência final como principalmente a inicial (BAUER et al., 2005).

3.4.2. RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Carasek (2017) e Recena (2011) caracterizam a aderência como a propriedade que confere ao revestimento de argamassas a propriedade de absorção de tensões normais ou tangenciais na superfície de interface com o substrato, garantindo-lhe a capacidade manter-se

fixo ao substrato. Ambos os autores salientam que não se pode considerar a aderência de uma argamassa sem especificar em que material a mesma será aplicada, pois a aderência é uma propriedade condicionada pela interação dos dois materiais, argamassa e substrato.

3.5. TRABALHOS SIMILARES

Lemes (2013) conclui que para o índice de consistência das argamassas, a quantidade de água utilizada para confecção das argamassas aumentou proporcionalmente com o aumento da quantidade de finos de cada mistura.

Mota (2006) examinou as argamassas mistas com adição da cal hidratada e percebeu que a sua inserção na mistura resulta em um aumento da resistência mecânica, melhora a plasticidade e a elasticidade.

Gomes et. al (2012) certificou que as argamassas com arenoso em sua composição apresentam trabalhabilidade fortemente influenciada pela relação água/material seco; sendo que para cada uma das argamassas existe uma relação ótima água/material seco e, a partir desse valor, a trabalhabilidade diminui, quer se aumente ou diminua a relação água/material seco; a aplicação de uma argamassa de reparação é fortemente influenciada pela composição da mistura (relação água/material seco), sendo este o parâmetro que mais peso apresenta aquando da sua aplicação.

Souza (2019) averiguou que o aditivo incorporador de ar teve forte influência na mistura deixando a mais leve, quanto maior a proporção de aditivo utilizado, já o plastificante atuou densificando a estrutura e apresentando a maior densidade para os compostos com sua maior proporção, contudo este não foi maior que o resultado apresentado pela argamassa mista.

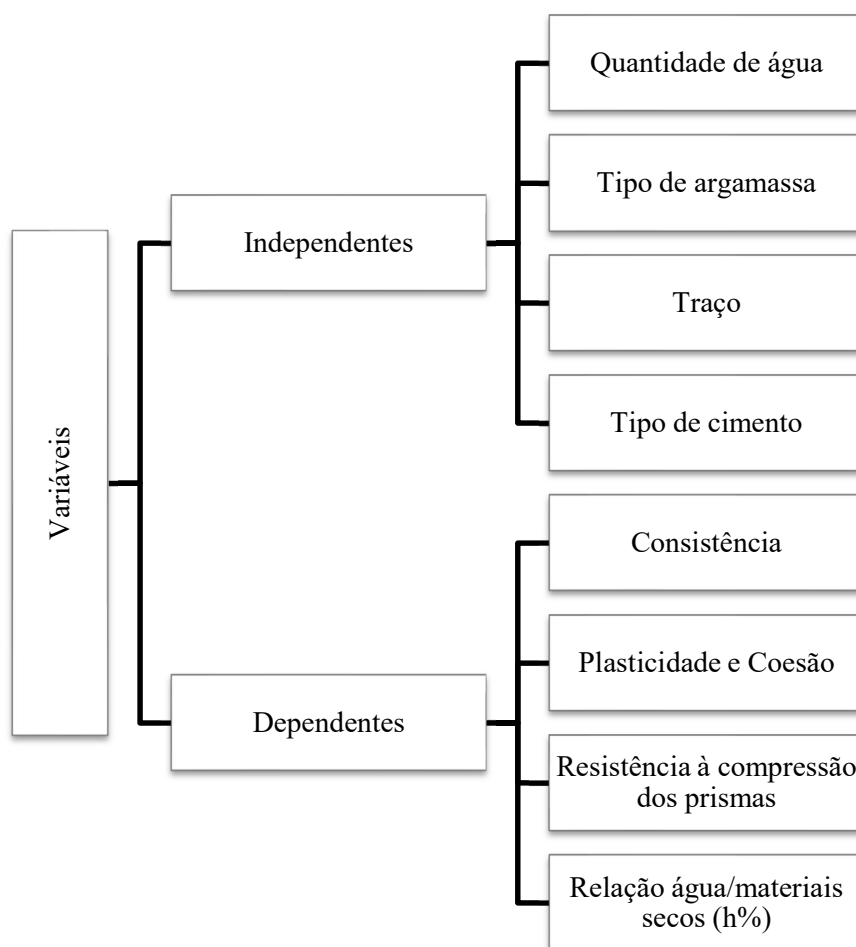
Garcia (2000) comprovou que a argamassa de assentamento deve ter como resistência mínima 70% da resistência do bloco e como máxima, a própria resistência do bloco.

Santos (2015) constatou que a geometria do bloco influenciou significativamente na resistência do conjunto e ainda que o aumento da resistência provocou a ruptura por esmagamento da junta de argamassa, pois a tensão de compressão de confinamento da argamassa foi alcançada.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico serão apresentados os materiais utilizados para realização dos ensaios e os métodos, sendo compostos de variáveis dependentes e independentes, apresentadas no fluxograma abaixo.

Figura 1. Variáveis de influência dos resultados.



Fonte: Autoria própria (2022).

4.1 MATERIAIS

Serão apresentados os materiais de ensaio utilizados para composição das argamassas.

4.1.1 CIMENTO

Foram utilizados os cimentos Poty classe CP-II-32-Z e Zebu classe CP-II-32-F. As características dos cimentos estão listadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Características do Cimento Poty CP-II-32-Z

Ensaio	Resultado	Limites Estabelecidos	Método de Ensaio
Massa Específica absoluta	3,14 g/cm ³	≤ 12%	NBR 11579:2012

Fonte: Adaptado de Souza (2020).

Tabela 2 - Características do Cimento Zebu CP-II-32-F

Massa Específica absoluta	$2,8 \leq \gamma_r \leq 3,2 \text{ g/cm}^3 \text{ a } 20^\circ\text{C}$
----------------------------------	---

Fonte: InterCement (2019).

4.1.2 ÁGUA

A água utilizada nos ensaios foi proveniente das instalações do Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju, fornecida pela concessionária DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe).

4.1.3 AREIA

A areia natural empregada na fabricação das argamassas foi proveniente de mananciais, no estado de Sergipe, conforme imagem 1. A caracterização da areia, de acordo com Souza (2020) forneceu os seguintes resultados presentes na tabela 3.

Imagem 1- Areia utilizada na produção de argamassas



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Tabela 3- Características da areia

Massa unitária seca solta (kg/dm³)	Massa específica (g/cm³)
1,614	2,564

Fonte: Adaptado de Souza (2020).

Souza (2020) cita que o módulo de finura foi igual a 1,46 e o diâmetro máximo foi de 1,2 mm, correspondendo a uma areia fina, de acordo com sua distribuição granulométrica, contida na tabela 4.

Tabela 4 -Distribuição Granulométrica da Areia utilizada nas argamassas

Peneiras (mm)	Massa retida (%)	Massa retida acumulada (%)
4,8	0,3	0
2,4	0,3	1
1,2	1,8	2
0,6	13,5	16
0,3	34,2	50
0,15	26,6	77
0,075	15,1	92
Fundo	8,2	100
Total	100,0	

Fonte: Adaptado de Souza (2020).

4.1.4 ARENOSO

O material arenoso utilizado trata-se da mistura de areia, em maior quantidade, somada a argila e silte, sua jazida fica localizada no povoado de Rio das Pedras, no município de Itabaiana/SE, conforme imagem 2. Esse material foi utilizado na confecção de um tipo de argamassa, com três traços diferentes: 1:4, 1:5 e 1:6.

Os índices físicos, composição granulométrica e teores de cloretos e sulfatos solúveis presentes são apresentados nas tabelas 5,6 e 7, segundo Carvalho (1997).

Imagem 2 - Arenoso utilizado na produção de argamassas



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Tabela 5 - Índices físicos do arenoso

Descrição	Dimensão Máxima (mm)	Módulo de Finura	Material Pulverulento (%)	Massa Específica (Kg/cm ³)	Massa Unitária (Kg/cm ³)
Valor	2,4	1,64	19,84	2,6	1,41
Norma	NBR 7217	NBR 7217	NBR 7219	NBR 6508	NBR 7251

Fonte: Adaptado de Carvalho (1997).

Tabela 6 - Composição Granulométrica do Arenoso utilizado nas argamassas

Peneiras (mm)	% retida	% retida acumulada
4,800	0,3	0
2,400	3,6	4
1,200	8,2	12
0,600	14,4	26
0,300	18,1	45
0,150	31,6	76
0,075	4,0	80
0,050	3	83
0,005	11	94

Fonte: Adaptado de Carvalho (1997).

Tabela 7 - Teores de Cloretos e Sulfatos solúveis presentes no arenoso

Cloretos Solúveis em água (μ/g)	<100
Sulfatos Solúveis em água (μ /g)	<50

Fonte: Adaptado de Carvalho (1997).

4.1.5 ADITIVOS

Os aditivos utilizados foram o plastificante e incorporador de ar comprados em ponto comercial de Aracaju/SE e via Mercado Livre, respectivamente.

O consumo de ambos os aditivos é de 100 ml para cada 50kg de cimento.

4.1.5.1 ADITIVO PLASTIFICANTE

O aditivo plastificante foi o Vedalit da marca Vedacit, conforme imagem 3, que misturado à argamassa de assentamento proporciona maior aderência, coesão e ausência de fissuras. Na tabela 8 estão os traços das argamassas recomendados pelo fabricante e na tabela as propriedades e características na tabela 9.

Imagem 3 - Aditivo plastificante



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Tabela 8 - Traços fornecidos pelo fabricante para utilização do aditivo plastificante

Local de Utilização	Traço (cimento:areia)
Assentamento	Até 1:6 (em volume)
Revestimento interno e externo	Até 1:6 (em volume)

Fonte: Adaptado de Vedacit (2022).

Tabela 9 - Propriedades e características do ativo plastificante

Densidade	1,03 g/cm ³
Aparência	Escuro
Composição básica	Resinato de sódio
Validade	24 meses

Fonte: Adaptado de Vedacit (2022).

4.1.5.2 ADITIVO INCORPORADOR DE AR

O aditivo incorporador de ar é da marca Quartzolit, conforme imagem 4, com ação plastificante, com objetivo de melhorar a trabalhabilidade e aumentar a durabilidade de argamassas de assentamento. Nas tabelas 10 e 11 estão apresentadas as recomendações do fabricante quanto aos traços e as características do produto, respectivamente.

Imagem 4 - Aditivo Incorporador de ar

Fonte: Acervo do aluno (2022).

Tabela 10 - Traços fornecidos pelo fabricante para utilização do aditivo incorporador de ar

Local de Utilização	Traço (cimento:areia)
Assentamento	Até 1:8 ou 9(em volume)
Revestimento interno e externo	Até 1:6 (em volume)

Fonte: Adaptado de Quartzolit (2019).

Tabela 11 - Propriedades e características do aditivo incorporador de ar

Base de formulação	Surfactantes
massa Específica	1,002 a 1,004 kg/dm ³
pH	4,5 a 7,5
Teor de Sólidos	3,0 a 4,0%
Compatível com cimento tipo	CPI, CPII, CPIII, CPiV e CPV
Teor de adição sobre a massa de cimento	0,2 a 0,5%

Fonte: Adaptado de Quartzolit (2019).

4.1.6 BLOCO CERÂMICO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Para realização dos prismas, foram utilizados blocos cerâmicos de dimensões nominais de 9x9x24 cm, comprado em comércio local, sendo de origem da cerâmica Batula, localizada em Itabaiana/SE.

Imagem 5 - Blocos cerâmicos 9x9x24cm



Fonte: Acervo do aluno (2022).

4.2 MÉTODOS

Serão apresentados os métodos de ensaio utilizados para a análise dos tipos de argamassas abordadas neste trabalho.

4.2.1 PREPARO DAS ARGAMASSAS

Previamente, foram selecionados os traços a serem ensaiados para cada tipo de argamassa, e seguindo o estabelecido pela ABNT NBR 16541:2016, foram realizados o peneiramento da areia e arenoso, a fim de eliminar torrões e materiais orgânicos, seguido da pesagem de materiais constituintes de cada argamassa de acordo com cada traço, e mistura da argamassa de forma manual, exceto para as argamassas aditivadas, as quais foram misturadas em misturador mecânico para garantir a ação dos aditivos durante a mistura, verificando a quantidade de água necessária para fornecimento da sua trabalhabilidade.

Logo, está sintetizado na tabela 1 os tipos de argamassas com seus traços em volume e suas respectivas nomenclaturas.

Tabela 12 - Nomenclatura das argamassas

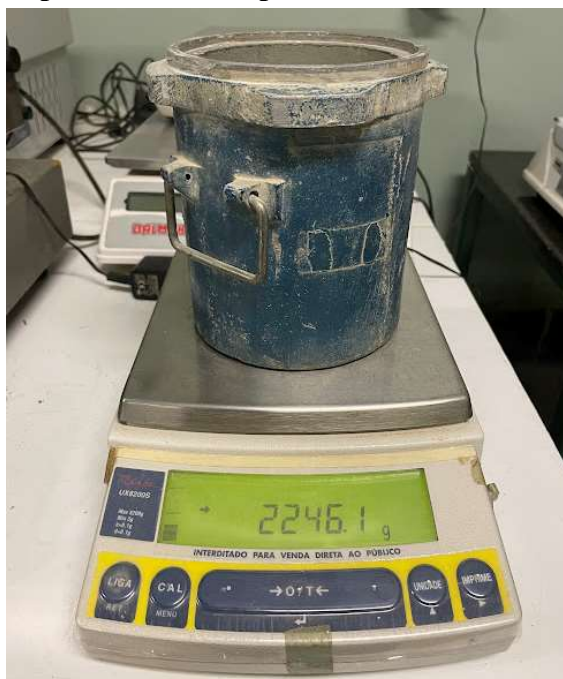
Tipo de Argamassa	Nomenclatura das Argamassas
Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z ,Cal e Areia Fina Traço 1:2:8	ZCCA8
Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z, Cal e Areia Fina Traço 1:2:9	ZCCA9
Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z e Arenoso Traço 1:4	ZAC4
Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z e Arenoso Traço 1:5	ZAC5
Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z e Arenoso Traço 1:6	ZAC6
Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z, Areia Fina e Aditivo Plastificante Traço 1:4	ZACP4
Argamassa com Cimento Portland POTY CP-II-32Z e Aditivo Incorporador de ar Traço 1:5	ZACI5
Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32Z ,Cal e Areia Fina Traço 1:2:8	FCCA8
Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F, Cal e Areia Fina Traço 1:2:9	FCCA9
Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F e Arenoso Traço 1:4	FAC4
Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F e Arenoso Traço 1:5	FAC5
Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F e Arenoso Traço 1:6	FAC6
Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32F, Areia Fina e Aditivo Plastificante Traço 1:4	FACP4
Argamassa com Cimento Portland ZEBU CP-II-32FZ e Aditivo Incorporador de ar Traço 1:5	FACI5
Argamassa com Cimento Portland POTY e Areia - Piloto Traço 1:4	P4
Argamassa com Cimento Portland POTY e Areia - Piloto Traço 1:5	P5

Fonte: Autoria própria (2022).

4.2.2 ENSAIO DE DENSIDADE DE MASSA

O ensaio para determinação da Densidade de massa foi realizado de acordo com a ABNT NBR13278:2005, sendo realizada a adaptação do recipiente e substituído pelo recipiente do ensaio de teor de ar incorporado, com volume total de 1150 ml, normatizado através da ABNT NBR 9833:2009 conforme consta na imagem 6.

Imagem 6 - Recipiente utilizado para o ensaio de Densidade de massa



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Para realização do ensaio, o recipiente foi preenchido com argamassa em três camadas, conforme imagem 7, e cada camada foi executada com três quedas de três centímetros, sendo realizados 20 golpes a cada preenchimento da camada.

Imagem 7 - Recipiente preenchido com argamassa e rasado



Fonte: Acervo do aluno (2022).

O cálculo da densidade de massa foi realizado através da fórmula 1:

$$d \left(\frac{Kg}{L} \right) = \frac{m_c - m_v}{v_t}$$

Fórmula 1 - Densidade de massa

Onde:

m_c : massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaio, em quilos;

m_v : massa do recipiente cilíndrico vazio, em quilos;

v_t : volume do recipiente cilíndrico, em centímetros cúbicos.

4.2.3 ENSAIO DE CONSISTÊNCIA

A realização do ensaio de consistência tem como objetivo validar os traços das argamassas e é normatizado pela NBR 13276 (2016).

O ensaio consiste na determinação do índice de consistência a partir do ensaio da mesa de espalhamento, conhecido como flow-table, em que são coletadas 3 medidas de diâmetro resultantes dos golpes, tendo como resultado a média destes. O resultado deve estar na faixa de 260 a 280 mm, de acordo com as recomendações da norma.

Nas imagens 6,7 e 8 constam algumas etapas da realização do ensaio.

Imagem 8 - Mesa de consistência e Molde Troncônico



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Imagem 9 - Argamassa moldada no molde troncônico



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Imagem 10 - Obtenção de índice de consistência conforme NBR 13276 (2016)



Fonte: Acervo do aluno (2022).

4.2.4 VERIFICAÇÃO DA PLASTICIDADE E COESÃO

As propriedades plasticidade e coesão são verificadas a partir de avaliação qualitativa e de maneira subjetiva, já que não possui nenhuma norma que regulamenta tal análise no meio técnico- científico.

A avaliação da plasticidade foi feita de forma que ao passar a colher de pedreiro na argamassa, gere uma deformação, conforme a imagem 11, e se mantenha deformada.

A avaliação da coesão foi feita a partir da visualização da homogeneidade dos componentes da argamassa.

Imagem 11 - Verificação da plasticidade da argamassa



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Imagem 12 - Verificação da coesão da argamassa



Fonte: Acervo do aluno (2022).

4.2.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS PRISMAS

O ensaio foi realizado de maneira adaptada à NBR 15961-2:2011, uma vez que ela foi substituída pela na ABNT NBR 16868-3:2020, mas foi utilizada para fins de verificação das resistências das argamassas.

A diferença básica entre as normas é o incremento de ensaios para os prismas de acordo com o tamanho da parede, e neste ensaio, na NBR 16868-3:2020, os prismas devem ser compostos por 04 tijolos e com 03 juntas de assentamento, já na anterior a esta, os prismas são compostos por 02 tijolos e 01 junta de assentamento.

4.2.5.1 MONTAGEM DOS PRISMAS

Com a argamassa pronta, de acordo com cada traço apresentado anteriormente na tabela 12, foram moldados dois corpos de prova para cada traço, sendo os compostos pela união de dois blocos cerâmicos através da argamassa, a qual deve compor a junta de assentamento com espessura de $10\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$, conforme imagens 13, 14 e 15.

Imagem 13 - Aplicação de argamassa para união dos blocos cerâmicos



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Imagem 14 - Verificação da espessura da junta de assentamento



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Imagem 15 - Conferência do nivelamento e prumo do prisma com blocos cerâmicos

Fonte: Acervo do aluno (2022).

Após os 28 dias de cura do prisma, foi feito seu capeamento com argamassa 1:2 (1 parte de cimento para 2 partes de areia fina), uma vez que se trata do procedimento necessário para que, ao realizar o ensaio de compressão, as tensões sejam distribuídas uniformemente.

Logo, a argamassa foi disposta sobre as placas de PVC, as quais foram lubrificadas com graxa para facilitar o desmolde, e em seguida foram dispostos os prismas para o capeamento, em ambos os lados, conforme imagem 16, em que a cada superfície do prisma foram necessárias 24 horas para secagem da argamassa.

Imagem 16 - Capeamento dos prismas de bloco cerâmico

Fonte: Acervo do aluno (2022).

4.2.5.2 RUPTURA DOS PRISMAS

Após a secagem das argamassas de capeamento, foram realizados os rompimentos dos prismas na prensa Emic MUE 100, conforme imagens 17 e 18, e coletados os dados para analisar os resultados sobre a resistência das argamassas.

Imagem 17 - Prisma de bloco cerâmico preparado para início do ensaio de compressão



Fonte: Acervo do aluno (2022).

Imagem 18 - Corpo de Prova rompido



Fonte: Acervo do aluno (2022).

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Para avaliar as argamassas de acordo com o tipo de material utilizado foi necessário a elaboração das tabelas 2 e 3 abordando as principais propriedades analisadas das argamassas de assentamento.

Tabela 13 – Apresentação geral dos resultados

Argamassa	Traço		Densidade de Massa (Kg/l)	Índice de Consistência (mm)	Resistência à compressão dos Primas (MPa)		Plasticidade	Coesão	Exsudação
	Volume	Massa			Média	Potencial			
ZCCA8	1:2:8	1:1,1:9,9	1,838	277,07	0,97	0,99	Boa	Bom	Ocorreu - Pouca
ZCCA9	1:2:9	1:1,1:11,8	1,803	258,76	1,5	1,55	Rugosa	Bom	Ocorreu - Muita
ZAC4	1:4	1:5,8	1,853	250,46	2,38	2,55	Boa	Bom	Não ocorreu
ZAC5	1:5	1:7,3	1,850	265,77	1,95	2,46	Boa	Bom	Ocorreu- Pouca
ZAC6	1:6	1:9	1,813	258,41	2,61	2,95	Boa	Bom	Não ocorreu
ZACP4	1:4	1:6	1,792	255,90	2,59	2,68	Boa	Bom	Ocorreu - Muita
ZACI5	1:5	1:8	1,650	267,39	2,34	2,7	Boa	Bom	Ocorreu - Muita
FCCA8	1:2:8	1:1,1:9,9	1,836	266,82	2,05	2,43	Boa	Bom	Não ocorreu
FCCA9	1:2:9	1:1,1:11,8	1,819	278,88	1,71	1,91	Rugosa	Bom	Ocorreu - Muita
FAC4	1:4	1:5,8	1,848	253,18	2,05	2,53	Boa	Bom	Não ocorreu
FAC5	1:5	1:7,3	1,815	261,53	2,31	2,56	Boa	Bom	Não ocorreu
FAC6	1:6	1:9	1,813	255,24	2,47	3,15	Boa	Bom	Não ocorreu
FACP4	1:4	1:6	1,650	267,39	1,78	1,92	Boa	Bom	Ocorreu - Muita
FACI5	1:5	1:8	1,643	252,13	2,01	2,19	Boa	Bom	Ocorreu - Muita
P4	1:4	1:6	1,814	267,12	2,51	3,43	Boa	Ruim	Ocorreu - Muita
P5	1:5	1:8	1,768	269,92	2,26	2,7	Rugosa	Ruim	Ocorreu - Muita

Fonte: Autoria própria (2022).

Percebe-se que os traços resultaram em argamassas com propriedades no estado fresco e no estado endurecido bem diferentes entre si, possivelmente em razão da proporção dos materiais e do tipo de cimento.

As argamassas P4 e P5 tratam-se de traços referências para comparação com as argamassas aditivadas.

É possível notar que todas as argamassas ensaiadas ficaram na faixa aplicável de 250 a 290 mm para a determinação do índice de consistência, conforme bibliografia consultada.

A argamassa ZAC4, composta por cimento Poty e arenoso com traço 1:4, apresentou maior densidade de massa e a argamassa FACI5, composta por cimento Zebu, areia fina e

aditivo incorporador de ar apresentou menor densidade de massa, com uma diferença percentual de 11,2%.

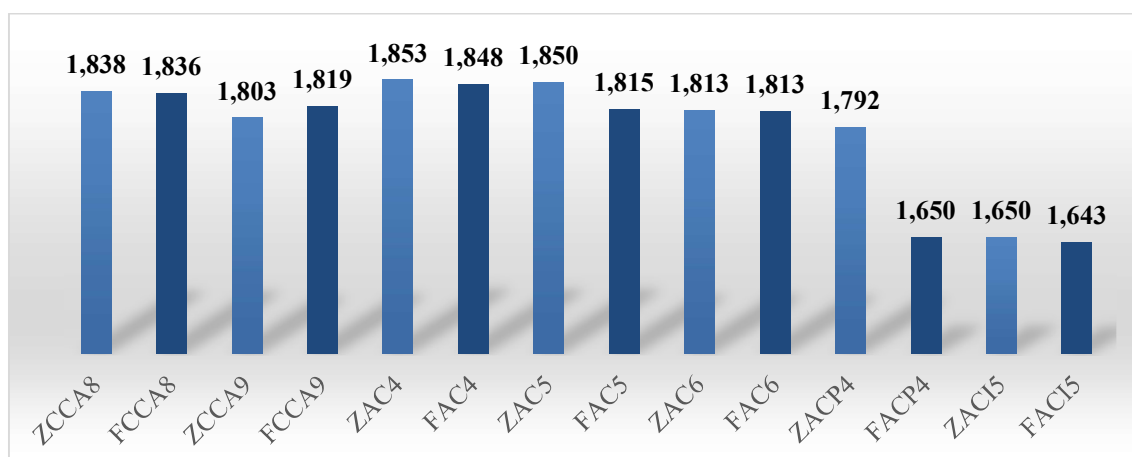
Verifica-se ainda, que a argamassa FCCA9, composta por cimento Zebu, cal e areia fina com traço 1:2:9, apresentou maior fluidez e necessitou para uma mesma faixa de consistência, menor teor de água (H%), porém ainda resultou em um grau alto de exsudação, provavelmente devido às propriedades do cimento Zebu. Já a argamassa ZAC4 apresentou o menor índice de consistência, resultando numa diferença percentual de 10,2% quando comparada à FCCA9.

Quanto à resistência à compressão dos prismas, a argamassa ZCCA8, composta por cimento Poty, cal e areia fina com traço 1:2:8, resultou em um corpo-de prova que rompeu no bloco e outro rompeu na argamassa, no entanto ambos romperam numa resistência abaixo do mínimo exigido, 1,5 MPa.

Já a argamassa ZAC6, composta por cimento Poty e arenoso com traço 1:6, apresentou maior resistência à compressão que as demais ensaiadas, com diferença percentual para a resistência mínima de 62,8%.

Ao se analisar a plasticidade, 3 misturas, correspondentes a 18,75% das argamassas apresentaram plasticidade deficiente, uma vez que se mostraram rugosas. No caso da argamassa mista, com traço 1:2:9, a quantidade de cal não foi suficiente para amenizar a rugosidade do agregado miúdo, já a argamassa do traço de referência com apenas aglomerante e agregado, sem nenhum fino plastificante ou aditivo, resultou rugosa justamente devido à ausência destes finos. Pelo mesmo motivo, as argamassas com coesão comprometida são aquelas com carência de finos, ou seja, as argamassas de referências.

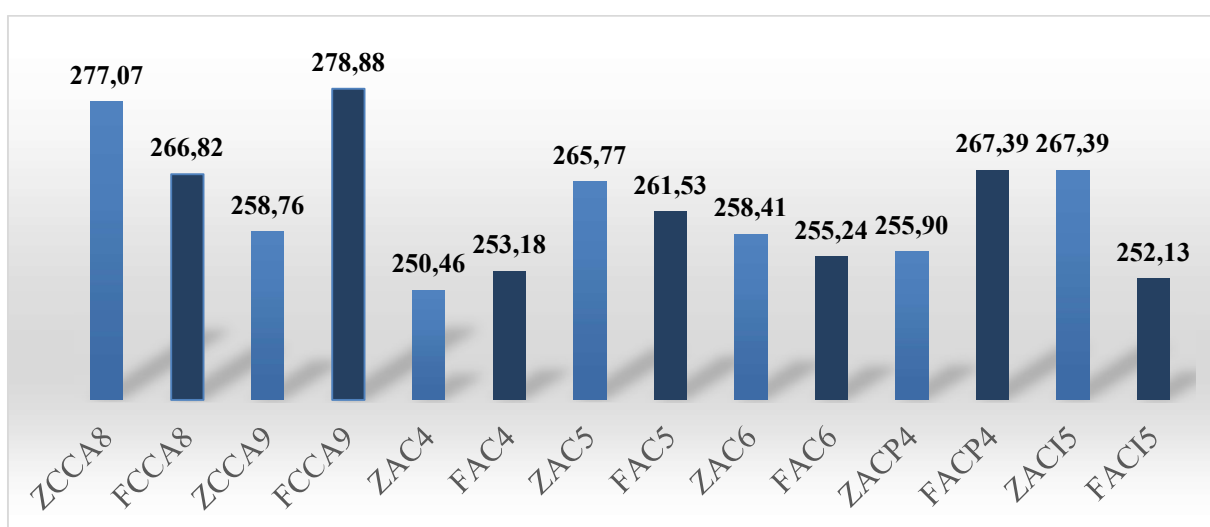
Gráfico 1- Densidade de Massa (Kg/L)



Fonte: Autoria própria (2022).

Pelo gráfico de Densidade de Massa percebe-se que essa propriedade foi praticamente constante, mesmo utilizando-se traços de argamassas com materiais diferentes, excetuando-se às argamassas com aditivos FACP4, com aditivo plastificante, ZACI5 e FACI5, com aditivo incorporador de ar. Isso provavelmente ocorreu devido ao maior teor de ar incorporado ao se utilizar aditivos, seja plastificante ou incorporador, o que reduz a massa específica no estado fresco.

Gráfico 2 - Índice de Consistência (mm)



Fonte: Autoria própria (2022).

Como comentado acima, as consistências estão dentro da faixa de referência estabelecida pela bibliografia técnico-científica.

Através do Gráfico 2, verifica-se para o mesmo traço 1:2:8, em volume, que a marca do cimento foi determinante no resultado de consistência, sendo a mistura mais fluida aquela utilizada com cimento Poty.

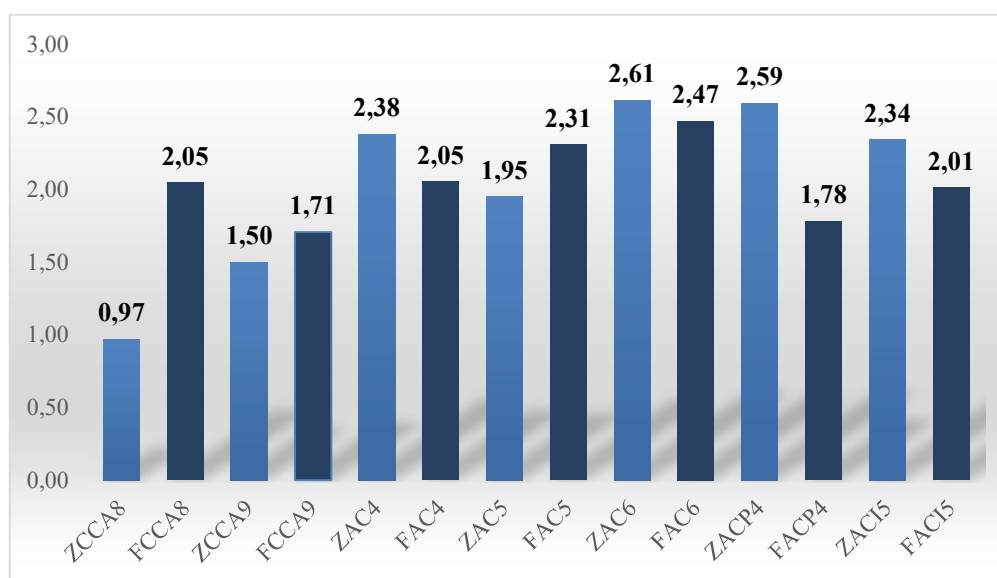
Já as argamassas com proporções 1:2:9, aquelas realizadas com cimento Zebu resultaram numa maior fluidez, de forma que a argamassa FCCA9 possui menor relação água/materiais secos (H%), como está explícito no Gráfico 2, a seguir.

Considerando o mesmo tipo de cimento, dentre as misturas com cimento Poty e arenoso, a com traço 1:5 apresentou maior fluidez, mas também possui maior teor H%. O mesmo ocorreu para as misturas com cimento Zebu e arenoso.

Já para as misturas com o cimento Poty e aditivo incorporador de ar forneceu maior índice de consistência.

Com o cimento Zebu, a adição do aditivo plastificante resultou em maior fluidez em comparação com o aditivo incorporador de ar.

Gráfico 3- Resistência à Compressão efetiva média dos prismas (MPa)



Fonte: Autoria própria (2022).

A resistência à compressão efetiva média foi obtida através da média das resistências à compressão dos corpos-de-prova de cada tipo de argamassa.

Dentre todas as argamassas, a ZAC6, com traço 1:6 composta por cimento Poty e arenoso, foi a que apresentou maior resistência à compressão efetiva média, com uma diferença potencial de 62,84% comparado com a de menor resistência à compressão efetiva média, a ZCCA8.

Entre as argamassas compostas com cimento Poty, cal e areia fina, a com traço 1:2:9 apresentou maior resistência à compressão efetiva média, com uma diferença percentual de 35,33 % para o traço 1:2:8.

Já entre as argamassas compostas por cimento Zebu, cal e areia fina, a com traço 1:2:8 apresentou maior resistência à compressão que a do traço 1:2:9. Com uma diferença percentual entre elas de 16,6%.

Relacionando o mesmo traço e os cimentos diferentes, no traço 1:2:8 a argamassa com cimento Zebu se sobressaiu com uma diferença de 52,68%. Com o traço 1:2:9, a argamassa com cimento Zebu teve maior resistência à compressão que a com cimento Poty, com uma diferença percentual de 12,28%. Neste caso, supõe-se uma melhor reatividade das propriedades do cimento Zebu à cal.

Nas misturas de cimento Poty e arenoso, a argamassa de traço 1:6 apresentou maior resistência à compressão efetiva média, com uma diferença percentual de 25,29% em relação a da argamassa com traço 1:5, de menor resistência.

Já nas misturas com cimento Zebu e arenoso, a argamassa de traço 1:6 também apresentou resistência média efetiva superior, sendo a de menor resistência à compressão média efetiva a de traço 1:4, com diferença percentual entre as duas de 17%.

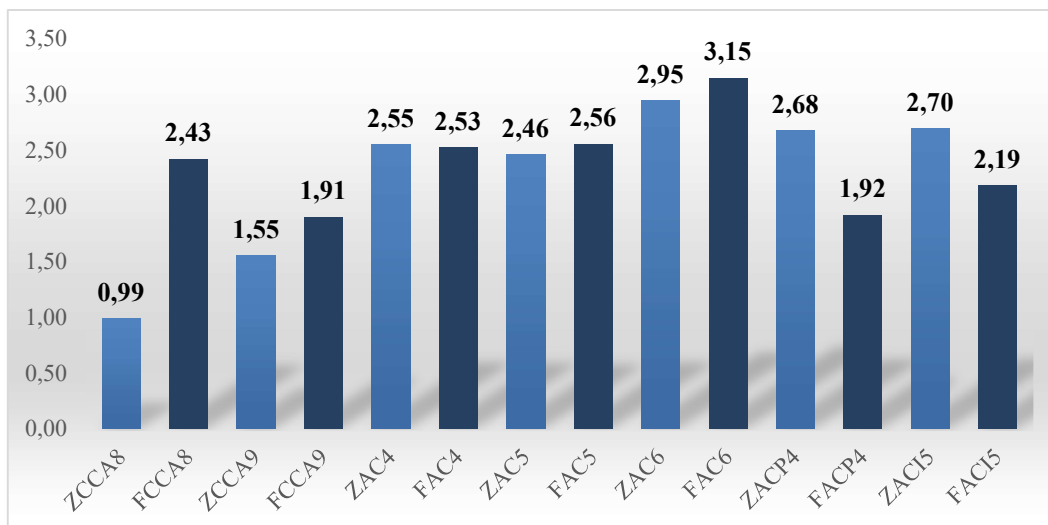
Contrastando as resistências efetivas médias superiores dos dois tipos de cimento, sendo resistência à compressão de ZAC6 (cimento Poty) maior que a resistência à compressão de FAC6 (Cimento Zebu), tem-se uma diferença percentual de 5,36%. Já entre as inferiores, a resistência à compressão efetiva média de FAC4 (cimento Zebu) foi superior a resistência à compressão efetiva média de ZAC5 (cimento Poty), com uma diferença de 4,88%.

Nas argamassas aditivadas, as resistências à compressão médias efetivas com cimento Poty se sobressaíram em relação às do cimento Zebu, sendo as com aditivo plastificante com diferença percentual de 31,27% ($\sigma_{\text{efetivamédia ZACP4}} > \sigma_{\text{efetivamédia FACP4}}$) e as com aditivo incorporador de ar com diferença percentual de 14,10%, ($\sigma_{\text{efetivamédia ZACI5}} > \sigma_{\text{efetivamédia FACI5}}$).

Correlacionando as argamassas aditivadas com cimento Poty, a com aditivo plastificante teve maior resistência à compressão efetiva média que a argamassa com aditivo incorporador de ar, com uma diferença de 9,65%.

Nas argamassas aditivadas em cimento Zebu, a com aditivo incorporador de ar teve maior resistência à compressão efetiva média que a argamassa com aditivo plastificante, com uma diferença percentual de 11,44%.

Gráfico 4 - Resistência à Compressão efetiva potencial dos prismas (MPa)



Fonte: Autoria própria (2022).

A resistência à compressão efetiva potencial foi obtida através da seleção da maior das resistências à compressão dos corpos-de-prova de cada tipo de argamassa.

De acordo com essa seleção, a argamassa com maior resistência à compressão foi a FAC6, composta por cimento Zebu e arenoso, com uma diferença de 68,57% quando comparada com a ZCCA8, com menor resistência à compressão.

Entre as argamassas compostas com cimento Poty, cal e areia fina, a com traço 1:2:9 apresentou maior resistência à compressão efetiva potencial, com uma diferença percentual de 36,13 % para o traço 1:2:8.

Já entre as argamassas compostas por cimento Zebu, cal e areia fina, a com traço 1:2:8 apresentou maior resistência à compressão que a do traço 1:2:9. Com uma diferença percentual entre elas de 21,4%.

Relacionando o mesmo traço e os cimentos diferentes, no traço 1:2:8 a argamassa com cimento Zebu se sobressaiu com uma diferença de 59,26%. Com o traço 1:2:9, a argamassa com cimento Zebu teve maior resistência à compressão que a com cimento Poty, com uma diferença percentual de 18,85%.

Nas misturas de cimento Poty e arenoso, a argamassa de traço 1:6 apresentou maior resistência à compressão efetiva potencial, com uma diferença percentual de 16,61% em relação a da argamassa com traço 1:5, de menor resistência.

Já nas misturas com cimento Zebu e arenoso, a argamassa de traço 1:6 também apresentou resistência média efetiva superior, sendo a de menor resistência à compressão efetiva potencial a de traço 1:4, com diferença percentual entre as duas de 19,68%.

Contrastando as resistências efetivas potencial superiores dos dois tipos de cimento, sendo resistência à compressão de FAC6 (cimento Poty) maior que a resistência à compressão de ZAC6 (Cimento Zebu), tem-se uma diferença percentual de 6,35%. Já entre as inferiores, a resistência à compressão efetiva potencial de FAC4 (cimento Zebu) foi superior a resistência à compressão efetiva potencial de ZAC5 (cimento Poty), com uma diferença de 2,77%.

Nas argamassas aditivadas, as resistências à compressão efetiva potencial com cimento Poty superaram às do cimento Zebu, sendo as com aditivo plastificante com diferença percentual de 28,36% ($\sigma_{\text{efetivapotencial ZACP4}} > \sigma_{\text{efetivapotencial FACP4}}$) e as com aditivo incorporador de ar com diferença percentual de 12,33%, ($\sigma_{\text{efetivapotencial ZACI5}} > \sigma_{\text{efetivapotencial FACI5}}$).

Em relação às argamassas aditivadas com cimento Poty, a com aditivo incorporador de ar teve maior resistência à compressão efetiva potencial que a argamassa com aditivo plastificante, com uma diferença de 0,74%.

Nas argamassas aditivadas com cimento Zebu, a com aditivo incorporador de ar teve maior resistência à compressão efetiva potencial que a argamassa com aditivo plastificante, com uma diferença percentual de 12,33%.

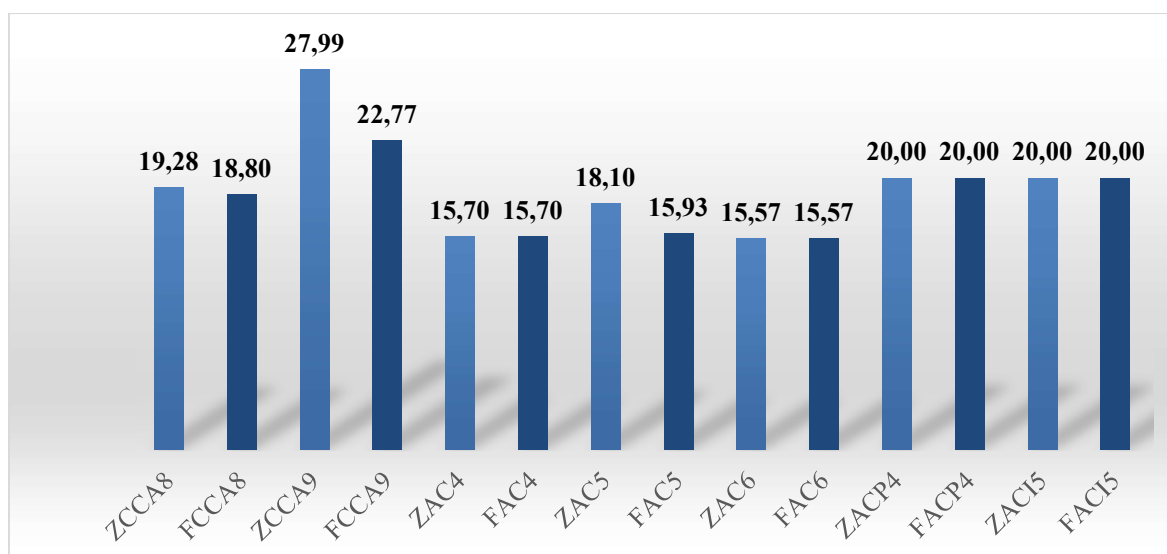
Tabela 14 - Apresentação geral dos resultados

Tipo de Argamassa	Consumo de Cimento (kg/m³)		Relação água/aglomerante (a/agl)	Relação água/cimento (a/c)	Relação água/materiais secos (h%)
	Real	Potencial			
ZCCA8	143,46	263,681	1,12	2,31	19,28
ZCCA9	114,09	201,322	1,62	3,35	27,99
ZAC4	277,47	514,155	1,06	1,06	15,70
ZAC5	223,78	413,999	1,33	1,33	18,10
ZAC6	187,30	339,569	1,56	1,56	15,57
ZACP4	246,27	441,313	1,40	1,40	20,00
ZACI5	190,82	314,847	1,80	1,80	20,00
FCCA8	144,66	265,601	1,09	2,25	18,80
FCCA9	135,36	246,215	1,32	2,73	22,77
FAC4	154,10	284,776	3,95	3,95	15,70
FAC5	142,44	258,533	3,88	3,88	15,93
FAC6	130,61	236,797	3,87	3,87	15,57
FACP4	246,27	406,343	1,40	1,40	20,00
FACI5	190,82	313,511	1,80	1,80	20,00
P4	246,27	446,731	1,40	1,40	20,00
P5	190,82	337,364	1,80	1,80	20,00

Fonte: Autoria própria (2022).

A tabela 14 apresenta os resultados gerais obtidos da avaliação das argamassas. As análises destes resultados serão detalhadas nos gráficos a seguir.

Gráfico 5 - Relação água/materiais secos (H%)



Fonte: Autoria própria (2022).

O gráfico 3 demonstra que a argamassa com cimento Poty, cal e areia fina, de traço 1:2:9, demandou maior quantidade de água do que as demais. Comparando este traço com o traço 1:2:8, e mesmo cimento, verifica-se uma diferença percentual de 31,12%.

O mesmo ocorre para o cimento Zebu, o traço 1:2:9 apresentou maior H% do que o traço 1:2:8, com uma diferença percentual de 17,18%.

Logo, percebe-se que a influência da presença de cal demanda uma maior quantidade de água, e principalmente, ao se comparar os dois traços de argamassa mista, a areia necessitou de um maior conteúdo de água de amassamento e molhagem.

Comparando as argamassas com cimento e arenoso, aquelas com maior relação água/materiais secos (H%) são as com traço 1:5, e é importante ressaltar que para os traços 1:4 e 1:6, foi necessária uma mesma quantidade de água para ambos os cimentos.

As argamassas com aditivo apresentaram o mesmo H (%), para cada tipo de aditivo e com traços diferentes (1:4 com aditivo plastificante e 1:5 com aditivo incorporador de ar), o que demonstra a ação dos aditivos na consistência, e principalmente a influência das marcas de cimento nessa propriedade. Além disso, o fato de o teor de água ser praticamente constante nas argamassas aditivadas, cabe salientar que no traço com menor proporção de areia fina, o desempenho quanto à consistência do cimento zebu foi melhor, enquanto com maior teor de areia, as argamassas mais fluidas foram encontradas com o cimento Poty.

Tabela 15 - Argamassas com aditivos e água sob demanda

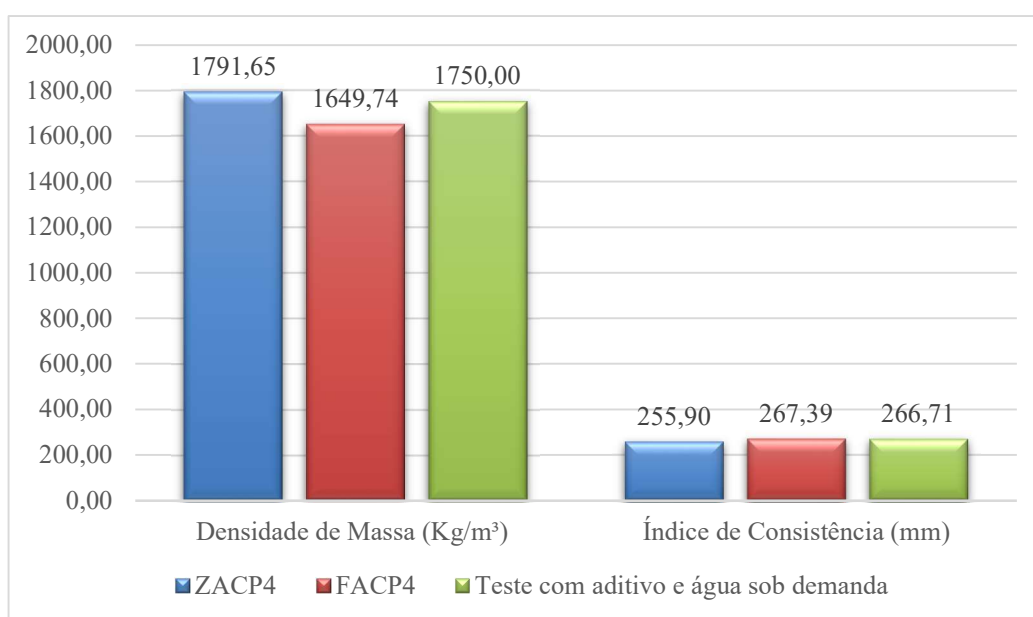
Argamassa teste	Quantidade água adicionada (g)	Densidade de Massa (Kg/l)	Índice de Consistência (mm)
Com plastificante	616,70	1,75	266,71
Com Incorporador de Ar	800,00	1,66	270,11

Fonte: Autoria própria (2022).

Além dos comparativos com as argamassas de referência, realizou-se a verificação da quantidade de água sob demanda, conforme consta na tabela 15, e que terão as comparações detalhadas nos gráficos 4 e 5.

Na realização dos ensaios das argamassas ZACP4, FACP4, ZACI5 e FACI5, foram estipuladas quantidades de água para serem adicionadas à mistura, fixadas em 700 g para misturas com aditivo plastificante e 800 g para misturas com aditivo incorporador de ar. Então, verifica-se que com uma redução de 11,91% para argamassa com aditivo plastificante e 12,5% para argamassa com aditivo incorporador de ar, as misturas apresentaram consistências satisfatórias e manifestaram menor exsudação que as misturas com maior teor de água.

Gráfico 6 - Comparação entre argamassas com aditivo plastificante e argamassa com água sob demanda



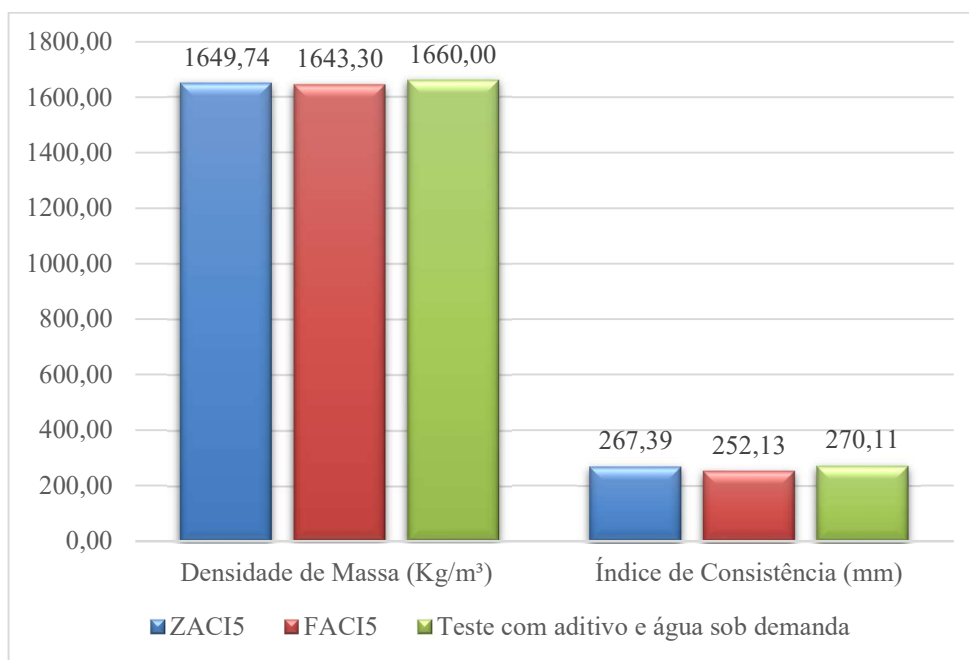
Fonte: Autoria própria (2022).

No gráfico 4 estão apresentadas as comparações dos resultados de Densidade de Massa e Índice de Consistência das argamassas com aditivo plastificante e as argamassas teste com água sob demanda.

Quanto ao índice de consistência, a argamassa teste com água sob demanda apresentou uma diferença percentual de 0,25 % quando comparada à argamassa FACP 4, sendo esta com fluidez superior, e comparada à argamassa ZACP4 apresentou uma diferença percentual de 4,30%, sendo esta com fluidez inferior à argamassa teste.

A densidade de massa da argamassa teste com água sob demanda teve valor inferior à argamassa ZACP4, com uma diferença percentual de 2,32%, e comparada à argamassa FACP4, teve valor superior com uma diferença percentual de 5,73%.

Gráfico 7 - Comparação entre argamassas com aditivo incorporador de ar e argamassa com água sob demanda

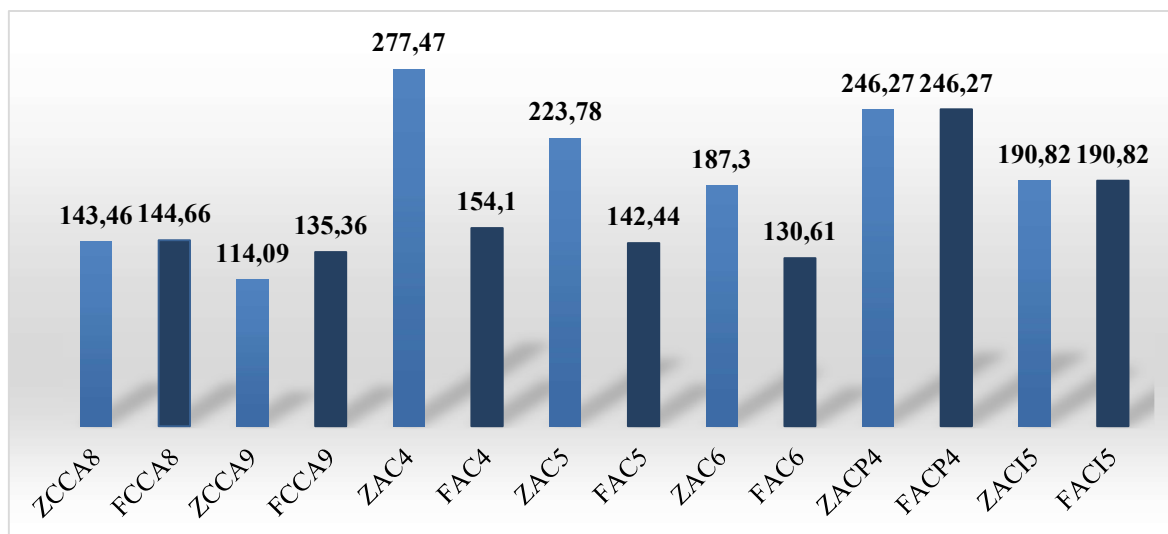


Fonte: Autoria própria (2022).

No gráfico 5 estão apresentadas as comparações dos resultados de Densidade de Massa e Índice de Consistência das argamassas com aditivo plastificante e as argamassas teste com água sob demanda.

Quanto ao índice de consistência, a argamassa teste com água sob demanda apresentou uma diferença percentual de 0,25 % quando comparada à argamassa FACP 4, sendo esta com fluidez superior, e comparada à argamassa ZACP4 apresentou uma diferença percentual de 4,30%, sendo esta com fluidez inferior à argamassa teste.

A densidade de massa da argamassa teste com água sob demanda teve valor inferior à argamassa ZACP4, com uma diferença percentual de 2,32%, e comparada à argamassa FACP4, teve valor superior com uma diferença percentual de 5,73%.

Gráfico 8 - Consumo de Cimento Real (Kg/m³)

Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme é apresentado no Gráfico 8 o consumo de cimento real foi mais acentuado na argamassa ZAC4 (Cimento Poty e arenoso com traço 1:4) e comparado com o menor consumo de cimento, argamassa ZCCA9 (Cimento Poty, cal e areia com traço 1:2:9), teve uma diferença percentual de 58,88%.

Entre as argamassas de cimento Poty, cal e areia, a com traço 1:2:8 apresentou maior consumo de cimento que a do traço 1:2:9, com uma diferença de 20,47%.

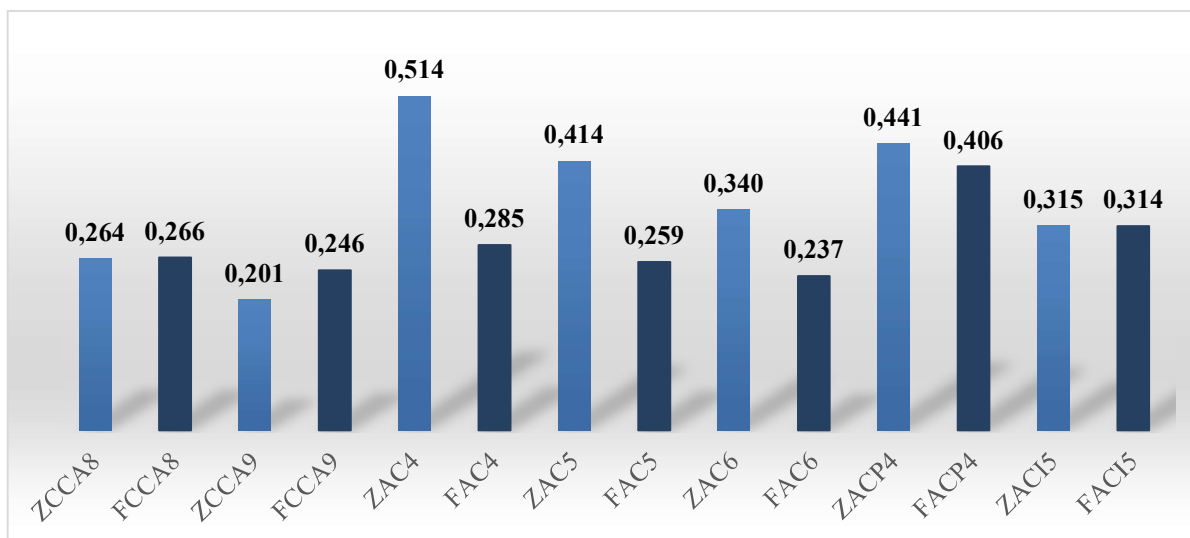
Nas argamassas com cimento Zebu aconteceu o mesmo caso, a mistura de traço 1:2:8 apresentou consumo de cimento superior à de traço 1:2:9, com 6,43% de diferença entre elas.

Em relação às argamassas com cimento Poty e arenoso, a ZAC4 (traço 1:4) apresentou consumo de cimento superior, sendo a ZAC6 (traço 1:6) com consumo inferior, obtendo assim uma diferença percentual de 32,5%.

Do mesmo modo aconteceu nas misturas com cimento Zebu e arenoso, a argamassa com traço 1:4, a FAC4, apresentou consumo de cimento superior e a FAC6 (traço 1:6) teve o consumo de cimento inferior, com uma diferença percentual de 15,24%.

Evidenciando assim, que quanto maior a quantidade de materiais de finos plastificantes, menor será o consumo de cimento.

Dentre as argamassas aditivadas, as argamassas com aditivo plastificante e traço 1:4 obtiveram o maior consumo de cimento real que as misturas com aditivo incorporador de ar de traço 1:5, com uma diferença de 22,52%.

Gráfico 9 - Consumo de Cimento Potencial (Kg/m³)

Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme é apresentado no Gráfico 9, o consumo de cimento potencial foi mais acentuado na argamassa ZAC4 (Cimento Poty e arenoso com traço 1:4) e comparado com o menor consumo de cimento real, argamassa ZCCA9, teve uma diferença percentual de 60,99%.

Entre as argamassas de cimento Poty, cal e areia, a com traço 1:2:8 apresentou maior consumo de cimento real que a do traço 1:2:9, com uma diferença de 23,86%.

Nas argamassas com cimento Zebu aconteceu o mesmo caso, a mistura de traço 1:2:8 apresentou consumo de cimento real superior à de traço 1:2:9, com 7,52% de diferença entre elas.

Em relação às argamassas com cimento Poty e arenoso, a ZAC4 (traço 1:4) apresentou consumo de cimento superior, sendo a ZAC6 (traço 1:6) com consumo inferior, obtendo assim uma diferença percentual de 33,85%.

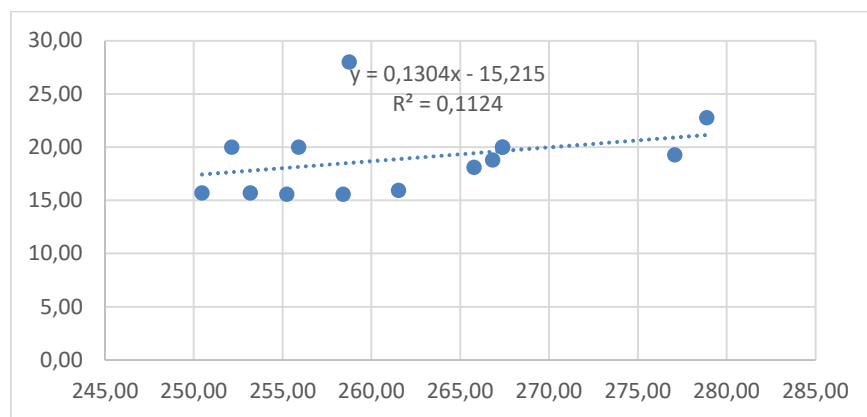
Já nas misturas com cimento Zebu e arenoso, a FAC4 (traço 1:4) apresentou consumo de cimento real superior e a FAC6 (traço 1:6) teve o consumo de cimento real inferior, com uma diferença percentual de 16,84%.

Dentre as argamassas aditivadas, a ZACP4 (com aditivo plastificante e traço 1:4) obteve o maior consumo de cimento real, e a FACI5 (com aditivo incorporador de ar de traço 1:5) teve o consumo de cimento inferior, com uma diferença de 28,8%.

Em relação às argamassas aditivadas com cimento Poty, a com aditivo plastificante (ZACP4) apresentou maior consumo de cimento que a mistura com aditivo incorporador de ar (ZACI5), com uma diferença de 28,57%.

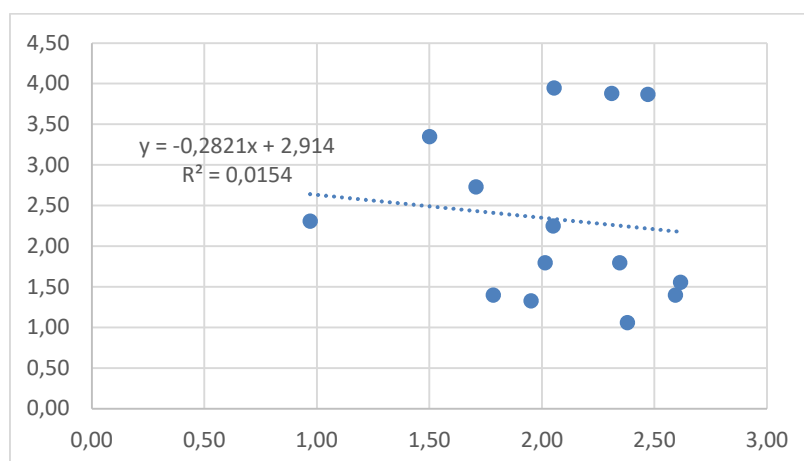
Em relação às argamassas aditivadas com cimento Zebu, a com aditivo plastificante (FACP4) apresentou maior consumo de cimento que a mistura com aditivo incorporador de ar (FACI5), com uma diferença de 22,66%.

Gráfico 10 - Relação água/materiais secos (h%) versus Consistência



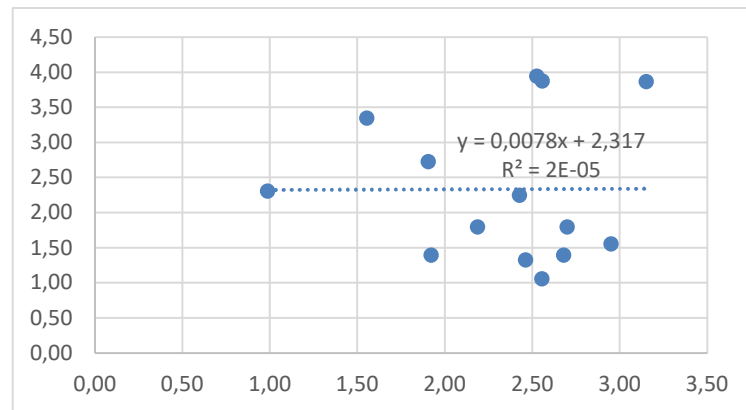
Fonte: Autoria própria (2022).

Gráfico 11 - Relação água/cimento versus Resistência à Compressão Efetiva Média



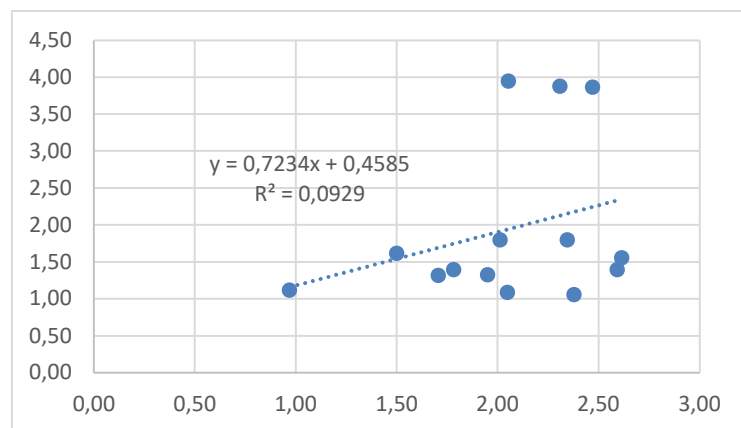
Fonte: Autoria própria (2022).

Gráfico 12 - Relação água/cimento versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial



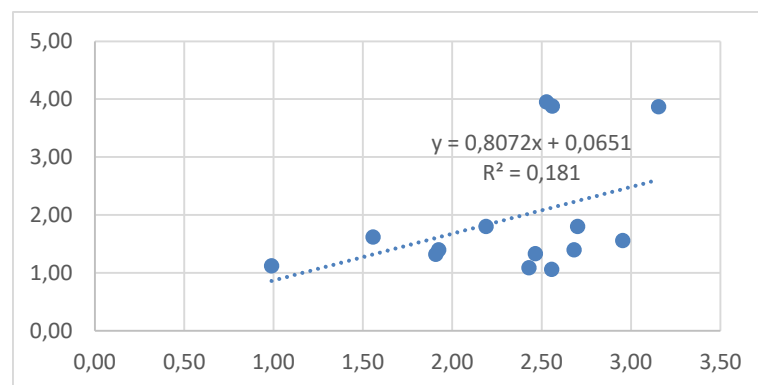
Fonte: Autoria própria (2022).

Gráfico 13 - Relação água/aglomerante versus Resistência à Compressão Efetiva Média

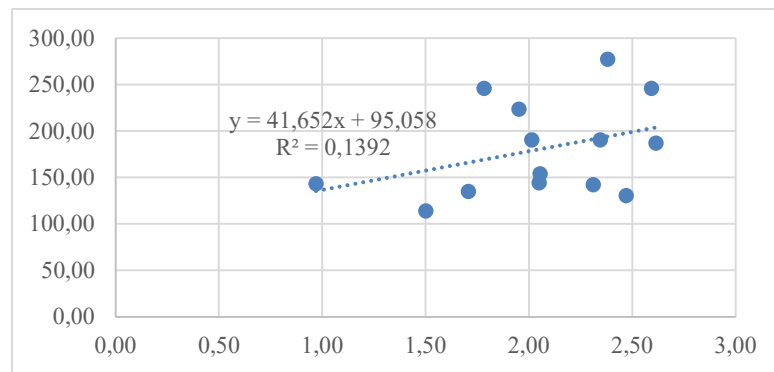


Fonte: Autoria própria (2022).

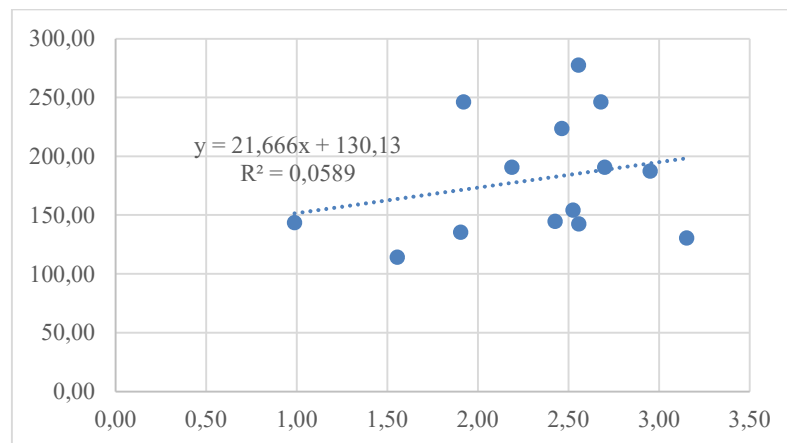
Gráfico 14 - Relação água/aglomerante versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial



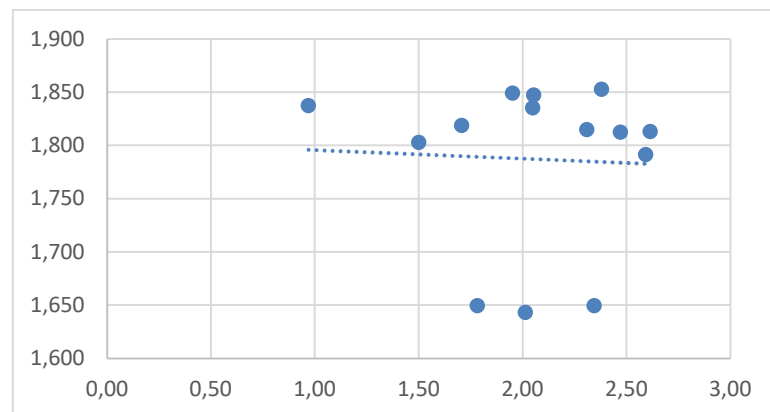
Fonte: Autoria própria (2022).

Gráfico 15 – Consumo de Cimento Real versus Resistência à Compressão Efetiva Média

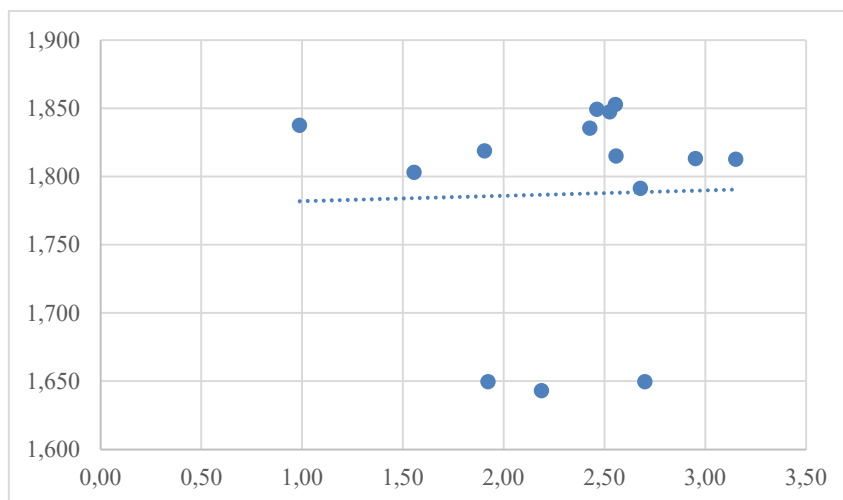
Fonte: Autoria própria (2022).

Gráfico 16 - Consumo de Cimento Real versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial

Fonte: Autoria própria (2022).

Gráfico 17 – Densidade de Massa Versus Resistência à Compressão Efetiva Média

Fonte: Autoria própria (2022).

Gráfico 18 - Densidade de Massa Versus Resistência à Compressão Efetiva Potencial

Fonte: Autoria própria (2022).

Do gráfico 10 ao gráfico 18 são apresentados os gráficos de correlações das variáveis para obtenção de relação entre elas, porém não houve relações, uma vez que o traço e o tipo de cimento influenciaram diretamente nas argamassas, logo há uma dispersão maior das características, não sendo possível correlacioná-las neste caso.

Tabela 16 - Resultados do Ensaio de Resistência à compressão dos prismas

Tipo de Argamassa	Carga	Resistência à compressão Nominal (MPa)		Resistência à compressão Efetiva (MPa)			Tipo de rompimento
	(N)	Tensão para bloco de 9x9x24 cm	Média	Tensão Real	Média	Potencial	
ZCCA8	20571,00	0,95	0,97	0,95	0,97	0,99	Não rompeu na argamassa
	21294,00	0,99		0,99			Rompeu na argamassa
ZCCA9	33972,00	1,57	1,51	1,55	1,50	1,55	Não rompeu na argamassa
	31397,00	1,45		1,45			Não rompeu na argamassa
ZAC4	48036,00	2,22	2,39	2,20	2,38	2,55	Não rompeu na argamassa
	55068,55	2,55		2,55			Não rompeu na argamassa
ZAC5	31446,00	1,46	1,97	1,44	1,95	2,46	Não rompeu na argamassa
	53285,00	2,47		2,46			Rompeu na argamassa
ZAC6	48878,00	2,26	2,61	2,28	2,61	2,95	Não rompeu na argamassa
	63883,00	2,96		2,95			Rompeu na argamassa
ZACP4	58485,57	2,71	2,62	2,68	2,59	2,68	Não rompeu na argamassa
	54672,38	2,53		2,50			Rompeu na argamassa

Tipo de Argamassa	Carga	Resistência à compressão Nominal (MPa)		Resistência à compressão Efetiva (MPa)			Tipo de rompimento
	(N)	Tensão para bloco de 9x9x24 cm	Média	Tensão Real	Média	Potencial	
ZACI5	43331,00	2,01	2,36	1,99	2,34	2,70	Não rompeu na argamassa
	58337,00	2,70		2,70			Não rompeu na argamassa
FCCA8	52443,00	2,43	2,05	2,43	2,05	2,43	Não rompeu na argamassa
	36052,00	1,67		1,67			Rompeu na argamassa
FCCA9	41400,00	1,92	1,73	1,91	1,71	1,91	Não rompeu na argamassa
	32981,00	1,53		1,51			Não rompeu na argamassa
FAC4	34269,00	1,59	2,07	1,58	2,05	2,53	Não rompeu na argamassa
	54761,00	2,54		2,53			Rompeu na argamassa
FAC5	44421,00	2,06	2,30	2,06	2,31	2,56	Rompeu na argamassa
	54919,00	2,54		2,56			Não rompeu na argamassa
FAC6	68092,00	3,15	2,48	3,15	2,47	3,15	Rompeu na argamassa
	38924,00	1,80		1,79			Rompeu na argamassa
FACP4	36002,00	1,67	1,80	1,64	1,78	1,92	Rompeu na argamassa
	41400,00	1,92		1,92			Rompeu na argamassa
FACI5	47095,00	2,18	2,02	2,19	2,01	2,19	Rompeu na argamassa
	40211,00	1,86		1,84			Rompeu na argamassa
P4	70024,00	3,24	2,43	3,43	2,51	3,43	Não rompeu na argamassa
	34913,00	1,62		1,60			Não rompeu na argamassa
P5	57643,00	2,67	2,27	2,70	2,26	2,70	Rompeu na argamassa
	40162,00	1,86		1,83			Rompeu na argamassa

Fonte: Autoria própria (2022).

Na tabela 16 estão relacionados os dados do ensaio de compressão dos prismas.

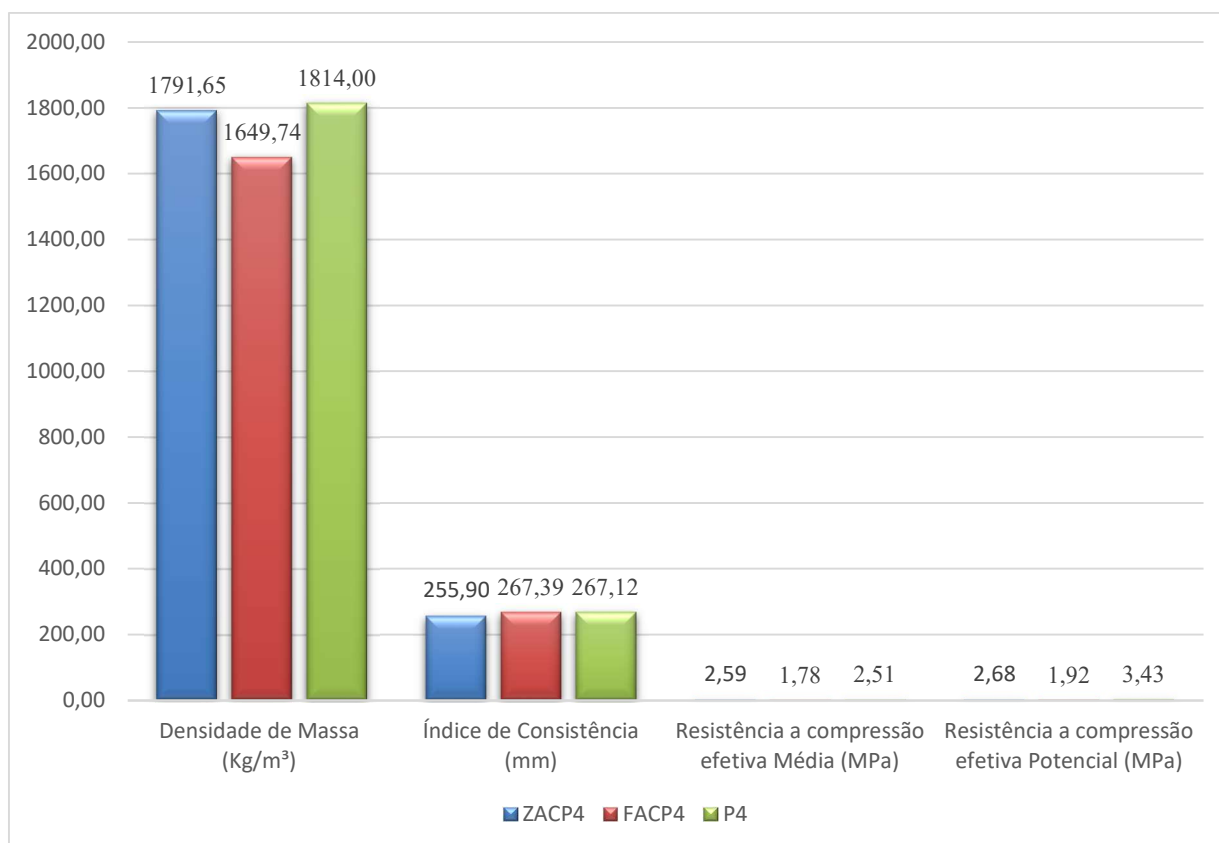
A resistência à compressão nominal é àquela que foi resultante da aplicação da carga na área nominal do bloco, de acordo com suas dimensões nominais 9x9x24cm.

Já a resistência à compressão efetiva é àquela em que foi realizado o cálculo individual para cada corpo-de-prova, devido a variação das dimensões que compõe a área de aplicação da força. Esta foi dividida em tensão média e potencial, já que foram ensaiados dois corpos-de-prova para cada tipo de argamassa.

Desta forma, a cada rompimento verificou-se a natureza do rompimento, argamassa ou no bloco, uma vez que se há rompimento no bloco e não na argamassa, a resistência da argamassa é superior à do bloco, e se há rompimento do bloco e da argamassa juntos, a resistência está equivalente ou a da argamassa está ligeiramente superior à do bloco.

Neste caso, observou-se que 46,9% dos prismas romperam na argamassa, porém apenas dois dos prismas obteve uma resistência inferior à exigida, os quais foram da argamassa ZCCA8, composta por cimento Poty, cal e areia.

Gráfico 19 - Comparação das propriedades da Argamassa com Aditivo Plastificante



Fonte: Autoria própria (2022).

O gráfico 19 apresenta a relação entre as propriedades das argamassas com aditivo plastificante e a argamassa piloto, com mesmo traço 1:4, composta por cimento e areia.

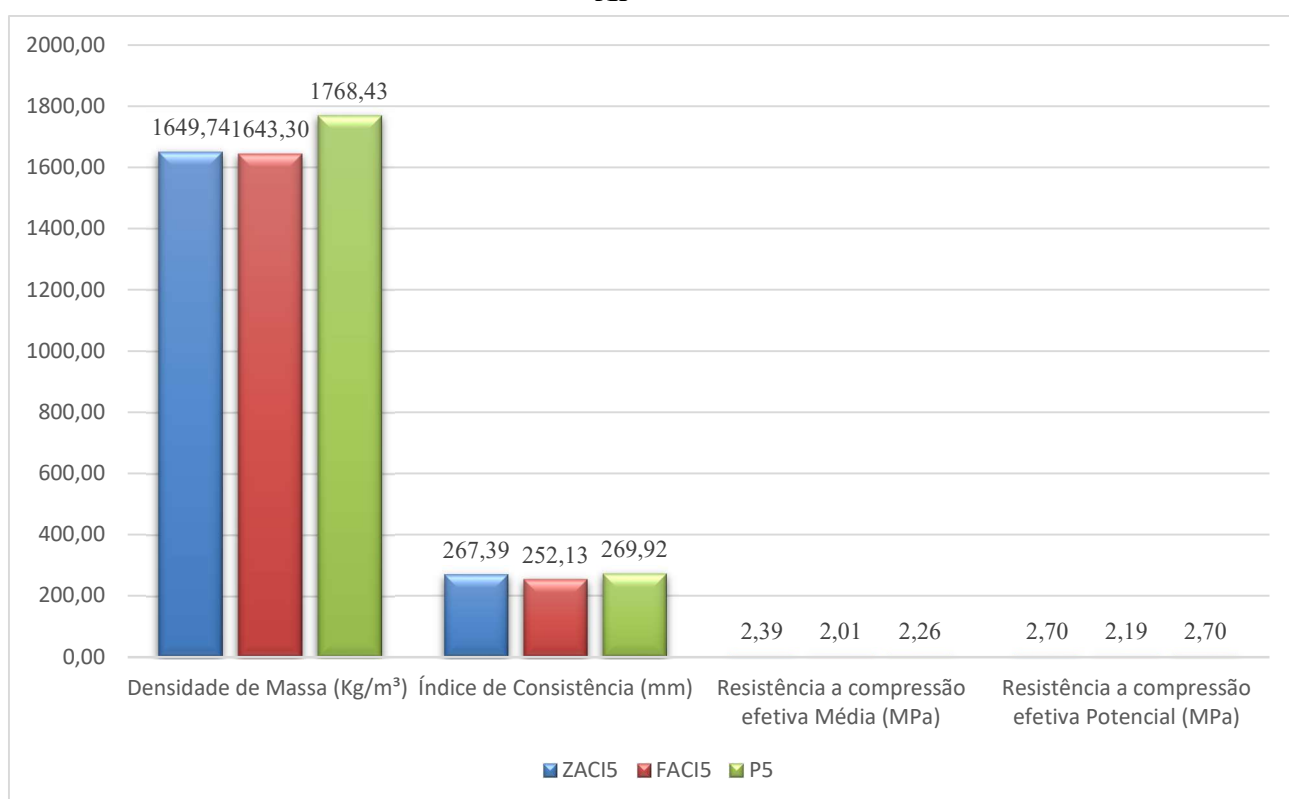
A densidade de massa foi maior na argamassa P4, já a mistura que apresentou menor densidade de massa foi a FACP4 (composta por cimento Zebu), com uma diferença percentual de 9,06%. Em relação à densidade de massa entre P4 e ZACP4 (composta por cimento Poty), houve uma diferença percentual de 1,23%.

Quanto ao Índice de Consistência, a argamassa FACP4 (composta por cimento Zebu) apresentou maior fluidez, já argamassa ZACP4 apresentou menor fluidez, com uma diferença percentual de 4,20% entre elas. Comparando P4 e FACP4, sendo IC FACP4 > IC P4, há uma diferença percentual de 0,29%.

Já quanto à resistência à compressão efetiva média, a argamassa ZACP4 apresentou maior resistência e a FACP4 menor resistência, em que a relação de ZACP4 e P4, $\sigma_{c \text{ efetiva média FACP4}} > \sigma_{c \text{ efetiva média P4}}$, obteve uma diferença de 3,09%, e entre FACP4 e P4, sendo $\sigma_{c \text{ efetiva média P4}} > \sigma_{c \text{ efetiva média FACP4}}$, obteve uma diferença de 29,08%.

Em relação entre a resistência à compressão efetiva potencial, a argamassa P4 obteve maior valor, obtendo diferença percentual entre a ZACP4 de 21,87% e em comparação com a FACP4, uma diferença percentual de 44,02%.

Gráfico 20 - Comparação das propriedades da Argamassa com Aditivo Incorporador de Ar



Fonte: Autoria própria (2022).

O gráfico 20 apresenta a relação entre as propriedades das argamassas com aditivo incorporador de ar e a argamassa piloto, com mesmo traço 1:5, composta por cimento e areia.

A densidade de massa foi maior na argamassa P5, já a mistura que apresentou menor densidade de massa foi a FACI5 (composta por cimento Zebu), com uma diferença percentual de 7,08%. Em relação à densidade de massa entre P5 e ZACI5 (composta por cimento Poty), houve uma diferença percentual de 7,71%.

Quanto ao Índice de Consistência, a argamassa P5 apresentou maior fluidez, já argamassa FACI5 apresentou menor fluidez, com uma diferença percentual de 6,59% entre elas.

Comparando o índice de consistência de P5 e ZACI5, sendo $IC\ P5 > IC\ ZACI5$, tem-se uma diferença percentual de 0,94%.

Quanto à resistência à compressão efetiva média, a argamassa ZACI5 apresentou maior resistência e a FACI5 menor resistência. Relacionando as argamassas ZACI5 e P5, sendo $\sigma_{c\ efetiva\ média\ FACI5} > \sigma_{c\ efetiva\ média\ P5}$, obteve-se uma diferença percentual de 5,44%, e entre FACI5 e P5, sendo $\sigma_{c\ efetiva\ média\ P5} > \sigma_{c\ efetiva\ média\ FACI5}$, obtiveram uma diferença de 11,06%.

Em relação entre à resistência à compressão efetiva potencial, as argamassas ZACI5 e P5 obtiveram resultados iguais, logo a diferença percentual entre P5 e FACI5, equivalente a diferença entre ZACI5 e FACI5, foi de 18,9%.

6 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, infere-se que:

- i. Analisando os tipos de argamassa individualmente, verifica-se que densidade de massa é inversamente proporcional à relação água/materiais secos;
- ii. O índice de consistência no estado fresco variou de acordo com o tipo de cimento, sendo apenas as argamassas com arenoso que apresentaram proporcionalidade com a relação água/materiais secos, em que quanto maior o teor h%, maior a fluidez;
- iii. A quantidade de areia adicionada interferiu na plasticidade das argamassas, uma vez que quanto maior a proporção de areia adicionada para uma quantidade de cimento, a argamassa apresentou-se rugosa, fato que compromete a trabalhabilidade;
- iv. O tipo de cimento influenciou diretamente nas propriedades da argamassa, uma vez que a composição destes reagiu de forma diferente aos outros compósitos da mistura;
- v. A exsudação ocorreu devido à quantidade insuficiente de finos nas argamassas, uma vez que a fluidez estava dentro da faixa pré-estabelecida, e nas argamassas com aditivos, além da deficiência dos finos, o teor de água adicionado foi além do necessário para atingir plasticidade satisfatória, fato comprovado quando realizada verificação com as argamassas teste;
- vi. As argamassas aditivadas comparadas às argamassas de referência comprovaram que os aditivos forneceram maior plasticidade, coesão e resistências satisfatórias, e no geral, o aditivo incorporador de ar forneceu maior plasticidade, coesão, menor densidade de massa, e de acordo com o tipo de cimento forneceu maior fluidez e resistência potencial às

argamassas estudadas. Já o aditivo plastificante se destacou quanto à resistência à compressão média, uma vez que os prismas ensaiados com a mistura apresentaram valores frequentemente altos;

- vii. Resistência dos blocos cerâmicos, em sua maioria, foi inferior à resistência das argamassas;
- viii. A resistência à compressão dos prismas teve como destaque a argamassa composta por arenoso com traço 1:6 com cimento Poty;

Assim, verificou-se que as misturas produzidas com cimento Poty apresentaram maior índice de consistência, maior densidade de massa e maiores resistências à compressão.

Apesar de manifestações patológicas, as argamassas com arenoso se mostraram eficientes tanto em relação à consistência, coesão e plasticidade, quanto nas resistências dos prismas.

Ainda, comprovou-se a viabilidade do uso dos aditivos, que além de proporcionar maior plasticidade, demonstraram valores de resistência adequados.

7 REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2013.

AMBROZEWICZ, P. H. (2012). **Materiais de Construção: Normas, Especificações, Aplicação e Ensaio de Laboratório**. Paraná: Pini.

AZEVEDO, Juan Pereira de. **Estudo do traço de argamassas de assentamento com teor reduzido de aglomerantes utilizando o parâmetro “E”**. 2017, 63 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. Aracaju, 2017.

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

BAÜER, E.; SOUSA, J. G. G. In: BAUER, E. **Revestimentos de Argamassas: Características e Peculiaridades**, 2005. Acesso em 19 de dezembro de 2022.

BEZERRA, I. M. T. **Cinza da casca do arroz utilizada em argamassas de assentamento e revestimento**. Dissertação (Mestrado) – Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

CASCUDO, Oswaldo; CARASEK, Helena; CARVALHO, Adriano. **Controle de argamassas industrializadas em obra por meio do método de penetração do cone**. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2005, Florianópolis. **Anais Eletrônicos**. Florianópolis: ANTAC, 2005. Disponível em: <<http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/238>>. Acesso em: 11 de novembro 2022.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, Geraldo C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 1ª ed. São Paulo: IBRACON, 2007.

CARASEK, H.; CARVALHO, D. P.; MOHAMED, G. STOLZ, C. M. **Análise da interface entre blocos cerâmicos e argamassas de chapisco**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa, Salvador. Anais Eletrônicos. São Paulo: 2017.

CARNEIRO, A. M. P. **Contribuição ao estudo da influência do agregado nas propriedades de argamassas compostas a partir de curvas granulométricas**. São Paulo, 1999. 170p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, n. 2378, São Paulo, 1995.

FILOMENO, O. L. **Caracterização das argamassas de assentamento empregadas na região de Florianópolis e estudo comparativos entre argamassas de assentamento de cimento e cal e cimento e saibro**. Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

FORTI, Eduardo Zambiasi. **Influência da cal hidratada nas características da argamassa de revestimento realizada em obra**. 2017. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, 2017.

GARCIA, Patrícia Domingues. **Contribuições ao estudo da resistência à compressão de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos**. Tese (Mestrado). São Carlos, 2000. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

GASPARIN, Leonardo. **Avaliação da influência do aditivo plastificante multifuncional redutor de água na resistência mecânica do concreto dosado pelo método ABCP**. 2017. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, 2017.

GASTALDINI, A. L. G. & ISAIA, G. C. **Chloride permeability of high performance concrete with mineral addition: binary and ternary mixtures**. INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH PERFORMANCE CONCRETE, 2. Gramado, Brasil, Proceedings, 1999.

GOMES, A. O.; NEVES, C. M. M. **Proposta de método de dosagem racional de argamassas contendo argilominerais**. Revista Ambiente Construído. Volume 2, Pag. 13-30, abr. 2002.

GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz; FARIA, Paulina. Avaliação da influência do teor de água na trabalhabilidade de argamassas de terra. **Apuntes, Bogotá**, vol.25, nº2, p. 258 a 277, dezembro, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632012000200009>. Acesso em: 20 de novembro de 2022.

HARTMANN, C.; JEKNAVORIAN, A.; SILVA, D.; BENINI, H. **Concreto: ciência e tecnologia**. In: G. C. Isaia (Ed.), Aditivos químicos para concretos e cimentos (pp. 347-380). São Paulo: IBRACON, 2011.

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.

ISAIA, G.C., **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais** – volumes 1 e 2 – 2ª edição; São Paulo: IBRACON, 2007.

JOISEL, A. **Fisuras y grietas en morteros y hormigones: sus causas y remedios**. 5. ed. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1981.

LEMES, Silênia Priscila da Silva. **Análise de Desempenho em Argamassa de Assentamento e de Revestimento com Incorporação de Cinza de Casca de Arroz em Alvenaria de Bloco Estrutural e de Vedação.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** 2ªed. São Paulo: Ibracon, 2014.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto.** 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OLIVEIRA, M. B. **Verificação de algumas propriedades de argamassas com saibro da região de Uberlândia para assentamento de tijolos cerâmicos.** São Paulo, 1989. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PUERTAS, F. et al. Polycarboxylate superplasticiser admixtures: effect on hydration, microstructure and rheological behaviour in cement pastes. **Advances in Cement Research**, p. 77-89, 2005.

RAGO, Fabíola; CONCOTTO, Maria Alba. **Influência do tipo de cal hidratada nas propriedades de pastas cimento-cal.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2, 1997, Anais. Salvador, UFBA.

RECENA, Fernando A. P. **Conhecendo Argamassa -** 2ª ed. 191 f. Porto Alegre: EDIPUCRS. Porto Alegre - RS, 2011.

ROMANO, R. C. D. O.; TORRES, D. D. R.; PILEGGI, R. G. Impact of aggregate grading and air-entrainment on the properties of fresh and hardened mortars. **Construction and Building Materials**, p. 219-226, 2015.

ROQUE, Douglas Cristian. **Análise das propriedades de argamassas estabilizadas para revestimentos em diferentes tempos ao longo do seu período de estabilização.** 2018. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Feevale. Novo Hamburgo, 2018.

SABBATINI, F. H. **O processo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária.** 1984. 298 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

SABBATINI, F. H. **Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria Resistente.** Boletim Técnico n.02/86. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

SANTOS, A. M.; SILVA, A. J. C; MOTA, J.M.F; **Influência da Adição de Cal Hidratada na Aderência do Preparo da Base Chapisco e Argamassa para Revestimento.** Revista Matéria. Rio de Janeiro, vol. 26, nº 3; p. 1-16. Disponível em :<<https://revistas.ufrj.br/index.php/rm/article/view/44745/24129>>. Acesso em 20 de novembro de 2022.

SANTOS, H. B. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimentos.** Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e

Construção. Monografia do curso de Especialização em Construção Civil, Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, Paula Roberta dos. **Influência de diferentes resistências de argamassa na resistência a compressão de prismas de blocos cerâmicos**. 2015. 51f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2015.

SANTOS, Robson de Almeida. **Controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

SEABRA, M. P.; LABRINCHA, J. A.; FERREIRA, V. M. Rheological behavior of hydraulic lime-based mortars. **Journal of the European Ceramic Society**, p. 1735-1741, 2007.

SEFF, L.; HOTZA, D; REPETTE, W.L. **Comportamento reológico de pastas de cimento com adição de sílica ativa, nanossílica e dispersante policarboxílico**. Revista Matéria, v. 15, n. 1, pp. 012 – 020, 2010.

SILVA, E. J.; RICCI, E. C.; TASHIMA, M. M.; AKASAKI, J. L.; BARBOSA, M. B.; ALCANTARA, M. A. M. **Influência da adição de Cinza de Casca de Arroz (CCA) no combate à reação álcali-agregado**. Anais IBRACON 2006.

SILVA, N. G. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

SILVA, N. G. **Avaliação da retração e da fissuração em revestimentos de argamassa na fase plástica**. 2011. Dissertação (Doutorado em Engenharia/Construção Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SILVA, Rosiany P.; BARROS, Mercia M. S. B.; PILEGGI, Rafael G.; JOHN, Vanderley M.; **Avaliação do comportamento da argamassa no estado fresco através dos métodos de Mesa de consistência, Dropping Ball e Squeeze Flow**. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2005, Florianópolis. Anais Eletrônicos. Florianópolis: ANTAC, 2005. Disponível em: Acesso em: 20 de novembro de 2022.

SILVA, Walney Gomes da. **Estudo da introdução de resíduo de britagem de rocha calcária e cinza de biomassa de cana-de-açúcar em formulações de argamassa colantes**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de tecnologia. Programa de pósgraduação em Engenharia Mecânica. Natal, 2013, 87p.

SOUSA, J. G. G.; LARA, P. L. O. In: BAUER, E. **Revestimentos de Argamassas: Características e Peculiaridades**, 2005. Acesso em 19 de dezembro de 2022.

SOUZA, A. T. **Análise comparativa de propriedades mecânicas e de durabilidade de argamassas de revestimento mistas e aditivadas**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. [S.l.]. 2019.

SOUZA, Ulysses Azevedo Santos. **Influência das argamassas de assentamento usuais em Aracaju/SE em prismas de alvenaria estrutural de bloco de concreto**. 2020, 70 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. Aracaju, 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Relação de dimensões dos prismas para cálculo da área efetiva.

Tipo de Argamassa	Comprimento 1 (mm)	Largura 1 (mm)	Comprimento 2 (mm)	Largura 2 (mm)	Média de Comprimento (mm)	Média de Largura (mm)	Área Efetiva (mm²)
ZCCA8	242,93	89,66	238,59	90,03	240,76	89,85	21631,08
	243,63	89,71	236,59	89,90	240,11	89,81	21563,08
ZCCA9	243,31	90,90	240,52	89,72	241,92	90,31	21847,34
	240,59	91,19	239,05	90,01	239,82	90,60	21727,69
ZAC4	242,05	90,81	241,29	89,63	241,67	90,22	21803,47
	242,45	89,88	236,85	90,02	239,65	89,95	21556,52
ZAC5	242,41	90,71	238,98	90,88	240,70	90,80	21853,90
	243,85	88,66	238,48	90,78	241,17	89,72	21637,32
ZAC6	244,05	88,26	240,52	88,95	242,29	88,61	21467,66
	240,15	90,04	241,78	88,33	240,97	89,84	21647,09
ZACP4	242,08	90,50	241,67	91,04	241,88	90,26	21831,64
	243,96	89,94	239,02	91,12	241,49	90,41	21833,11
ZACI5	241,50	90,89	238,18	90,84	239,84	90,84	21785,87
	242,52	91,37	236,80	90,31	239,66	90,16	21607,75
FCCA8	243,64	88,69	238,50	90,58	241,07	89,64	21608,31
	243,27	88,38	236,40	91,74	239,84	90,06	21599,54
FCCA9	242,09	90,14	238,58	90,68	240,34	90,41	21728,69
	243,58	89,22	242,37	90,99	242,98	90,11	21893,26
FAC4	241,94	89,23	239,78	90,95	240,86	90,09	21699,08
	240,83	90,86	239,74	89,59	240,29	90,23	21679,71
FAC5	240,32	90,60	237,47	89,84	238,90	90,22	21553,11
	239,08	89,94	240,09	89,33	239,59	89,64	21475,20
FAC6	242,39	90,83	239,46	88,50	240,93	89,67	21602,54
	242,49	90,76	239,64	89,88	241,07	90,32	21772,99
FACP4	243,05	90,45	241,27	90,58	242,16	90,52	21919,11
	242,11	89,44	240,39	89,16	241,25	89,30	21543,63
FACI5	240,84	90,53	237,54	89,46	239,19	90,00	21525,90
	245,04	91,62	241,65	88,26	243,35	89,94	21886,45
P4	214,65	89,85	239,31	89,98	226,98	89,92	20408,91
	243,46	91,57	239,66	89,58	241,56	90,58	21879,30
P5	242,06	90,05	238,65	87,80	240,36	88,93	21373,57
	242,48	91,08	241,61	90,04	242,05	90,56	21919,60

Fonte: Autoria Própria.