



**FACULDADE ARI DE SÁ**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANTONIO LISBOA DA SILVA JÚNIOR**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ARGAMASSA ESTABILIZADA E ARGAMASSA  
CONVENCIONAL PREPARADA EM OBRA PARA ASSENTAMENTO DE  
VEDAÇÃO.**

**FORTALEZA**

**2021**

ANTONIO LISBOA DA SILVA JÚNIOR

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ARGAMASSA ESTABILIZADA E  
ARGAMASSA CONVENCIONAL PREPARADA EM OBRA PARA ASSENTAMENTO  
DE VEDAÇÃO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Faculdade Ari  
de Sá.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Tavares de  
Souza

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Faculdade Ari de Sá  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586a Júnior, Antonio Lisboa da Silva.

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ARGAMASSA ESTABILIZADA E  
ARGAMASSA CONVENCIONAL PREPARADA EM OBRA PARA  
ASSENTAMENTO DE VEDAÇÃO. / Antonio Lisboa da Silva  
Júnior. – 2021.

46 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade Ari de Sá, Curso de Engenharia Civil,  
Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Leonardo Tavares de Souza.

1 . Construção Civil. 2. Argamassa. 3. Produtividade. 4. Custos. I. Título.

CDD 620

---

**ANTONIO LISBOA DA SILVA JÚNIOR**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ARGAMASSA ESTABILIZADA E  
ARGAMASSA CONVENCIONAL PREPARADA EM OBRA PARA  
ASSENTAMENTO DE VEDAÇÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Faculdade Ari  
de Sá.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Tavares de  
Souza

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Leonardo Tavares de Souza  
Faculdade Ari de Sá

---

Prof. Me. Francisca Lilian Cruz Brasileiro  
Faculdade Ari de Sá

---

Prof. Dra. Emmanuelle Oliveira Sancho  
Faculdade/ Ari de Sá

Dedico este trabalho com imenso amor aos  
meus filhos José Gabriel Lisboa, Artur Lisboa  
e à minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à Deus pelo dom da vida, a quem a minha fé é constante, e que se fez presente em todos os momentos durante o percurso.

Aos meus filhos e pais, por servirem de motivação diária para que realizasse com sucesso a minha caminhada até o objetivo final, superando todos os desafios.

As empresas onde tive o privilégio de estagiar, pelo conhecimento prático adquirido, pela oportunidade de aprendizado e por todas as lições vivenciadas que ajudaram a me tornar uma profissional mais capacitado e preparado para o mercado de trabalho, em especial ao engenheiro Jeymison, que sempre se colocou à disposição em todos os momentos.

A todos os profissionais do grupo Votorantim que contribuíram de maneira significativa para conclusão do meu trabalho, em especial o engenheiro Carlos Magno, sempre solícito e servindo de inspiração para obter o melhor resultado.

As ilustres professoras da banca, Francisca Lilian Cruz Brasileiro e Emmanuelle de Oliveira Sancho, por prestigiar este trabalho e engrandecê-lo.

Em especial, o meu orientador e coordenador, Prof. Dr. Leonardo de Tavares Souza, que além de excelente profissional, me ajudou bastante durante esse curso com muita paciência, maestria e inteligência. Gratidão é a palavra que finalizo!

“A persistência é o menor caminho do êxito”.  
(Charles Chaplin)

## RESUMO

O estudo busca fazer uma análise comparativa da argamassa de assentamento convencional produzida no canteiro de obras e a argamassa estabilizada, sabendo que o mercado da construção civil sempre busca cada vez mais produtos alternativos para a reduzir custos no processo produtivo. As argamassas são de suma importância para os processos de construção, podendo trazer vantagens e desvantagens. Portanto, esta pesquisa parte da comparação dos dois tipos de argamassa: a convencional, composta de cimento, cal, areia e algum outro aditivo; e a estabilizada, na qual já chega pronta para uso, com o objetivo de avaliar a produtividade e composição de custos das mesmas. Sendo assim, se fez um estudo de caso e bibliográfico.

**Palavras chave:** Argamassa. Construção civil. Produtividade. Custos.



## **ABSTRACT**

The study seeks to carry out a comparative analysis of the conventional settlement mortar produced at the construction site and the stabilized mortar, knowing that the civil construction market is always looking for alternative products to reduce costs in the production process. Mortars are extremely important for construction processes and can bring advantages and disadvantages. Therefore, this research starts from the comparison of two types of mortar: the conventional one, composed of cement, lime, sand and some other additive; and the stabilized one, in which it arrives ready-to-use, with the objective of evaluating their productivity and cost composition. Thus, a case and bibliographic study was carried out.

**Keywords:** Mortar. Construction. Productivity. Costs.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Argamassa estabilizada .....	19
Figura 2 - Alvenaria de bloco cerâmico. ....	25
Figura 3 - Usina produtora da argamassa estabilizada .....	36
Figura 4 - Betoneira argamassa convencional .....	37

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação da areia em relação as suas características:.....	24
Quadro 2 - Características das argamassas no estado fresco e endurecido. ....	29
Quadro 3 - Vantagens do uso de argamassa estabilizada .....	33
Quadro 4 - Cuidados na preparação da argamassa. ....	34
Quadro 5 - Composição de custo produto argamassa convencional .....	40
Quadro 6 - Composição de custo produto argamassa estabilizada.....	40

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Projeção de produtividade .....	38
Tabela 2 - Projeção de produtividade para argamassa convencional .....	39
Tabela 3 - Projeção de produtividade para argamassa estabilizada.....	39

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	15
2 OBJETIVOS .....	17
2.1 OBJETIVO GERAL .....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO PRELIMINAR.....	18
3.1 TIPOS DE ARGAMASSAS .....	18
3.1.1 Argamassa Convencional Preparada Na Obra .....	18
3.1.2 Argamassa Estabilizada .....	19
3.1.2.1 Constituintes.....	20
3.1.2.2 Aplicações .....	20
3.1.2.3 Dicas para garantir o desempenho do produto.....	21
3.1.2.4 Vantagens e desvantagens.....	21
3.1.3 Materiais Constituintes Da Argamassa .....	22
3.1.3.1 Aglomerantes .....	22
3.1.3.2 Agregado miúdo.....	24
3.1.3.3 Água .....	24
3.2 ALVENARIA .....	25
3.2.1 Bloco Cerâmico.....	25
3.2.2 Impactos Ambientais.....	26
3.2.3 Desperdícios.....	26
3.2.4 Resistência Mecânica.....	26
3.2.5 Fator De Eficiência .....	27
3.2.6 Mecanismos De Ruptura .....	27
3.2.7 Utilização Na Construção Civil .....	28
3.3 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS.....	28
3.3.1 Propriedades Da Argamassa No Estado Fresco .....	29

3.3.2 Propriedades Da Argamassa No Estado Endurecido .....	31
3.3.3 Comparativo Entre As Argamassas .....	33
3.3.4 Cuidados Na Preparação .....	33
3.4 APLICAÇÕES .....	34
3.5 PRODUTIVIDADE .....	35
4 METODOLOGIA .....	36
4.1 PRODUÇÃO.....	36
4.2 PROCEDIMENTOS EM CAMPO.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
5.1 PRODUTIVIDADE.....	38
5.2 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS.....	40
5.3 PESQUISA DE ACEITAÇÃO DA ARGAMASSA .....	41
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO .....	42
7 REFERÊNCIAS.....	43

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil apresentou um crescimento considerável nos últimos dez anos, porém, com o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias na região, o mercado tornou-se cada vez mais exigente. Tratando de materiais e novas tecnologias nesta área, podemos destacar a argamassa. Cadeia da indústria da construção civil gera cerca de 10 milhões de empregos. (CBIC, 2010).

O IPEA (2011) acredita que o setor da construção civil é uma importante fonte de oportunidades de emprego, principalmente para os trabalhadores com as mais baixas qualificações. É necessário que a obra planeje sua execução de forma a atingir as metas e objetivos traçados no projeto.

No entanto, entende-se que a falta desse planejamento pode causar alguns problemas, como aumento de custos e desperdício de engenharia.

Nesta base, para Goldman (2000), o plano é a garantia do sucesso de qualquer negócio. Isto permite adaptar e aplicar os conhecimentos dos diferentes departamentos da empresa na construção. A obra civil inclui várias etapas, colaboradores, insumos, etc. A argamassa é um dos componentes arquitetônicos que vem atraindo o interesse do meio acadêmico e da indústria, que consideram os métodos de preparação e as novas possibilidades do composto.

Na construção civil, como um dos produtos mais utilizados, a argamassa requer um espaço físico considerável para a produção e armazenamento. A argamassa estabilizada pode ser utilizada da fábrica até a obra pronta após ser estabilizada por até 72 horas, dependendo dos aditivos e dosagem utilizados (RENGEL, 2015). Conforme o Fórum da Construção (2013), a argamassa convencional preparada no local gera em média 5% de desperdício, levando alguns construtores a utilizar argamassa estável para redução de custos, que é a causa do prejuízo.

Algumas construtoras vêm testando a argamassa estabilizada nas obras com o objetivo de melhorar os resultados e a qualidade e reduzir os custos com mão de obra. (RENGEL, 2015).

Porém, para verificar a relação custo-benefício entre argamassa estabilizada e argamassa convencional preparada no local, iremos destacar as vantagens e desvantagens de cada solução e estudos de caso comparativos.

Diante do caso apresentado, este trabalho propõe um estudo comparativo para agregar informações relevantes a todos aqueles que buscam conhecimento sobre os pontos de análise,

nas argamassas, destacando as características e características obtidas a partir de cada ponto utilizado no resultado do trabalho.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre argamassa estabilizada e argamassa convencional preparada em obra para assentamento de vedação.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Análise técnica das argamassas estabilizada e convencional preparada em obra.
- Quantificar os custos das argamassas estabilizada e convencional preparada em obra.
- Realizar uma análise comparativa em busca de encontrar possíveis desvios entre as argamassas estabilizada e convencional preparada em obra.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO PRELIMINAR

Neste tópico será caracterizado o sistema de assentamento de argamassa, descrevendo as formas de preparo, materiais constituintes e propriedades desejadas no estado fresco e endurecido.

#### 3.1 TIPOS DE ARGAMASSAS

As argamassas podem ser identificadas de acordo com o tipo de aglomerante em argamassas simples ou mistas, as argamassas simples contêm apenas um aglomerante (cimento ou cal), e as argamassas mistas são compostas por mais de um aglomerante (cimento e cal). (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

Nesta seção abordará a discussão sobre as argamassas empregadas na construção civil. São eles: argamassa convencional produzida *in loco* e a argamassa estabilizada.

Os materiais devem ser guardados de maneira adequada. É necessário providenciar áreas de armazenamento para as matérias-primas, tais como agregados, cimento e cal. O cimento e a cal devem ser armazenados sempre em local sem intempéries e de fácil acesso. Os agregados devem ser estocados em baias cujos pisos devem se preferencialmente cimentados e separadas de acordo com o tipo de cada material. (ABCP, 2002. p.25)

##### 3.1.1 Argamassa Convencional Preparada Na Obra

Conforme a NBR 13529 (ABNT, 2013), a argamassa preparada em obra é um tipo de argamassa em que os materiais que a compõe são medidos na própria obra. Seus materiais utilizados são medidos em volume ou massa, e podem ser compostas por um ou mais aglomerantes.

As quantidades dos materiais constituintes são medidas e entregue até o equipamento de mistura. Os equipamentos necessários são a betoneira ou argamassadeira, carrinhos-de-mão ou padiolas, pás e peneiras. (NBR 13529, 2013)

A argamassa produzida *in loco* é a mais tradicional no Brasil, esse tipo de argamassa é produzida à partir de uma dosagem prescrita de acordo com os materiais empregados, as argamassas produzidas em obra normalmente são compostas de materiais aglomerantes, água, agregados, podendo ou não ter aditivos, o maior problema deste tipo de argamassa é a quantidade, que muitas vezes é feita de forma incorreta, o que prejudica o desempenho requerido da argamassa (RECENA, 2008).

Regattieri e Silva (2003) destacou que as argamassas produzidas em obra envolvem mais processos de fabricação, por isso precisam de mais espaço de armazenamento para os materiais, maior necessidade de transporte dentro do canteiro de obras, e portanto, mais mão de obra.

### 3.1.2 Argamassa Estabilizada

A argamassa estabilizada, provém da argamassa industrializada, é produzida em central dosadora e misturada com aditivos, para melhora a sua trabalhabilidade, sem comprometer o desempenho no estado endurecido e é submetida a um rigoroso controle de qualidade (PANARESE, 1991). Essa argamassa é transportada por caminhão betoneira, semelhante ao transporte de concreto. No local, são armazenados em recipientes plásticos, podendo ser caixas d'água, protegidos do sol e vento, sendo adicionada uma fina camada d'água para que a argamassa possa ser utilizada em até 72 horas dependendo do traço utilizado.

Figura 1 - Argamassa estabilizada



Fonte: autor (2021).

Além do rígido controle do processo de produtivo e dos materiais para evitar possíveis patológicas devido a possíveis erros de dosagem, o tempo de uso da argamassa é uma grande vantagem, pois as argamassas produzidas no local ou industrializadas devem ser usadas em prazo máximo de três horas, a argamassa estabilizada pode ser aplicada em até 72 horas. Dessa

forma, aumenta-se o rendimento: O trabalhador trabalha sem interrupções, porque não precisa esperar a produção da argamassa após o início da jornada de trabalho. Segundo Shmid (2011), essa produção pode ser 35% maior.

Outro aspecto positivo é que pelo fato da argamassa estabilizada ser mais leve, ela tem menos carga sobre a edificação, podendo economizar custos no projeto e execução das fundações.

### **3.1.2.1** Constituintes

A composição da argamassa estabilizada é semelhante à da argamassa industrializada ou preparada *in loco*, mas geralmente não contém cal. Portanto, aditivos incorporadores de ar são usados, para melhorar a trabalhabilidade e acabamento das misturas, essas melhorias em outras argamassas são feitas com cal.

A grande diferença entre este tipo de argamassa em relação as demais é a adição de aditivos estabilizadores de hidratação, que servem para retardar a pega da argamassa, podendo ser utilizados por longos períodos, até 72 horas.

O papel dos aditivos estabilizadores é principalmente controlar a hidratação do C3S, promover manutenção moderada de abatimento e retardo de pega. Porém, quando usado em níveis elevados, o retardo da pega torna-se imprevisível, podendo ocorrer a inibição muito extensa da hidratação ou pega instantânea devido à ativação excessiva do C3S (HARTMANN et al., 2011).

Segundo Prudêncio Jr. (2007), estes aditivos são indicados para situações em que o tempo de retardo dos aditivos convencionais não é suficiente ou em situações especiais, como por exemplo, para estabilizar e reaproveitar o concreto remanescente nos caminhões betoneira, para evitar seu descarte no meio ambiente.

### **3.1.2.2** Aplicações

Este tipo de argamassa tem sido amplamente utilizado em diversas aplicações na construção civil, tais como revestimento (chapisco, emboço e reboco interno e externo), nivelamento de pisos e assentamento de alvenaria de vedação. No entanto, seu uso em aplicações que requerem responsabilidade estrutural (alvenaria estrutural, por exemplo) ainda é pouca utilizada (MATOS, 2013).

### 3.1.2.3 Dicas para garantir o desempenho do produto

Conforme a Engemix ela cita algumas dicas:

- Armazene o produto somente nas caixas do fornecedor, nunca em outras caixas.
- Nunca misture argamassas de lotes diferentes.
- Nunca adicione água ou qualquer outro insumo à argamassa.
- Nunca use o produto após o tempo limite, mesmo que pareça úmido.
- Nunca use as caixas para transportar e estocar outros materiais.
- Proteja a argamassa ainda não utilizada do sol e da chuva.
- Sempre limpe a caixa antes de reabastecer com a argamassa.
- Adicione uma película de água de 2 cm sobre a argamassa não utilizada, enquanto a mesma estiver armazenada nas caixas.
- Remova a camada de água antes de aplicar o produto.
- Só use a argamassa estabilizada para as aplicações indicadas.

### 3.1.2.4 Vantagens e desvantagens

Algumas das vantagens do uso desta argamassa são:

- Aumentar a produção. Além do tempo de início da jornada de trabalho, também é possível encerrar as paradas aguardando a produção de argamassa. Segundo Schmid (2011), essa produção pode ser 35% maior.
- Reduzir desperdícios: A argamassa não precisa se esgotar em um dia, toda a vida útil pode ser aproveitada, evitando que as sobras sejam descartadas no final da jornada de trabalho (MATOS, 2013).
- Limpeza da obra: reduzir os resíduos gerados durante o processo de fabricação de argamassas no local (como embalagens de cimento, cal e aditivos) (MATOS, 2013).
- Misturas mais uniformes, devido ao fato da dosagem dos materiais ser feito em central, em massa de qualidade e com melhor controle (MATOS, 2013).
- Reduz a responsabilidade da dosagem no local (MATOS, 2013).
- Melhorar a logística do canteiro de obras: os recipientes contendo a argamassa podem ser descarregados próximos aos locais de uso, reduzindo o transporte dentro da obra, após isso, o único transporte é levar a argamassa até os pedreiros (MATOS, 2013).

- Reduz a necessidade de mão de obra porque elimina o processo de mistura e reduz o transporte no canteiro de obras (MATOS, 2013).

Porém, segundo Matos (2013) a utilização desta argamassa também traz algumas desvantagens em relação à argamassa mista de cal e cimento, tais como:

- É necessário um planejamento preciso da quantidade de uso diário, de modo a evitar a falta de argamassa, e prever o tempo de uso para que haja sobra de argamassa após o uso.
- Em dias muito úmidos, pode demorar mais do que o previsto para argamassa ganhar rigidez: o endurecimento da argamassa depende da perda da água de amassamento, seja pela absorção do substrato ou por evaporação. Em dias quentes, também se deve ter cuidado para que não evapore muito, pois assim a argamassa acaba endurecendo.

Diante do exposto, fica claro que o desempenho dessas argamassas necessita ser estudado para comprovar (ou não) a viabilidade técnica de seu uso.

### **3.1.3 Materiais Constituintes Da Argamassa**

Este tópico tem como objetivo apresentar os principais materiais que são utilizados na constituição da argamassa, caracterizá-los separadamente.

#### **3.1.3.1 Aglomerantes**

Aglomerantes são utilizados para estabelecer a ligação entre as partículas dos agregados nas argamassas, os dois tipos de aglomerantes mais utilizados são cimento e cal, e são importantes por sua composição química, finura e capacidade de solidificar, além de conferir características à argamassas como a aderência e resistência (DUBAJ, 2000).

O cimento é o aglomerante mais utilizado na construção civil, conhecido mundialmente como cimento *Portland*, é um pó fino cinza, composto de silicatos e aluminatos de cálcio, com diversas propriedades e características, entre elas pode ser moldado quando misturado com água e com o tempo, pode ser capaz de desenvolver elevada resistência mecânica. (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

Yazigi (2002) apontou que os componentes básicos do cimento Portland são: Cal (CaO), Sílica (SiO<sub>2</sub>). Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), uma certa proporção de magnésia (MgO) e uma pequena

quantidade de anidrido sulfúrico (SO<sub>3</sub>) adicionado após a calcinação afim de retardar o tempo de pega o produto. Os principais tipos de cimento *Portland*, normalizados pela ABNT, são os chamados (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011):

- Cimento *Portland* Comum - CP I
- Cimento *Portland* Composto - CP II (que podem conter adições de escória de alto-forno, pozolana e filer)
- Cimento *Portland* de Alto-Forno - CP III (com adição de escória de alto-forno, apresentando baixo calor de hidratação)
- Cimento *Portland* Pozolânico - CP IV (com adição de pozolana, apresentando baixo calor de hidratação)
- Cimento *Portland* de Alta Resistência Inicial - CP V (com maiores proporções de silicato tricálcico – C<sub>3</sub>S, que lhe confere alta resistência inicial e alto calor de hidratação).

“Normalmente são usados para fazer as argamassas Cimento Portland CP II Z (com adição de material pozolânico) e o CP II F (com adição de material carbonático – filer).” (SILVA, 2006, p. 11).

Ribeiro, Pinto e Starling (2011) A cal é definida como o nome comum que se dá ao aglomerante derivado de rocha calcária que, por sua vez, contém basicamente carbonatos de cálcio – CaCO<sub>3</sub>.

O Manual de Revestimentos da ABCP (2002) Ressalta-se que em uma argamassa onde existe apenas a presença de cal, sua principal função é como aglomerante da mistura, neste tipo de argamassa, destacam-se as propriedades de trabalhabilidade e a capacidade de absorver deformações, entretanto são reduzidas as suas propriedades de resistência mecânica e aderência.

A cal hidratada para argamassas deve obedecer à NBR 7175 (ABNT, 2003). Esta norma especifica os requisitos exigidos para adição da cal hidratada em argamassas para a construção civil.

A qualidade da cal está relacionada ao seu processo de fabricação desde o controle de qualidade do minério até a forma de hidratação. A cal pode ser obtida manualmente ou industrializada. A primeira, sem controle de tamanho, temperatura de calcinação, volume de água para hidratar entre outros cuidados, origina uma cal com cristais insolúveis, produzidos com temperaturas elevadas, ou cristais com o seu núcleo carbonatado por falta de calor, além de partículas com tamanhos irregulares, produzidas por uma má trituração. A cal industrializada deve atender a todos as normas, produzir materiais de qualidade e atender aos padrões exigidos pela construção civil. (PAIVA; GOMES; OLIVEIRA, 2003, p.3).

### 3.1.3.2 Agregado miúdo

Yazigi (2009) descrevendo a areia como um tipo de solo, sua principal característica de deve ao fato de ser parcialmente composta por minerais de diâmetro superior a 0,05 mm e inferior a 4,8 mm, caracterizada pela textura, compactação e formato dos grãos. Quanto à sua textura, Yazigi (2009) classifica a areia como:

- Grossa: os grãos possuem diâmetro máximo entre 2,00mm e 4,80mm;
- Média: os grãos possuem diâmetro máximo entre 0,42 mm e 2,00 mm;
- Fina: os grãos possuem diâmetro máximo entre 0,05 mm e 0,42mm.

Quadro 1 - Classificação da areia em relação as suas características:

Propriedade	Quanto mais fino	Quanto mais descontínua for a granulometria	Quanto maior o teor de grãos angulosos
Trabalhabilidade	Melhor	Pior	Pior
Retenção de água	Melhor	-	Melhor
Retração na água	Aumenta	Aumenta	-
Porosidade	-	Aumenta	-
Aderência	Pior	Pior	Melhor
Resistência mecânica	-	Pior	-
Impermeabilidade	Pior	Pior	-

Fonte: ABCP, (2002).

Dubaj (2000) Ressalta-se que as principais funções dos agregados nas argamassas são: preencher completamente os vazios, reduzindo assim o consumo de aglomerantes; aumentando a resistência à compressão da pasta e contribuindo para a diminuição da retração das argamassas.

### 3.1.3.3 Água

A água é o componente da argamassa que proporciona a reação entre os materiais, embora seja utilizado para ajustar a consistência da mistura para se obter uma melhor trabalhabilidade da argamassa, sua adição deve ser controlada e o teor pré-determinado deve ser respeitado no projeto, a água deve ser preferencialmente potável, não deve estar contaminada ou com excesso de sais solúveis. (ABCP, 2002).

Á água utilizada para amassamento deve seguir as normas estabelecidas na NBR NM 132.



### 3.2 ALVENARIA

No sistema convencional, as paredes são destinadas exclusivamente para fechamentos e separações de ambientes e o sistema que absorve esses esforços são: pilares, lajes e vigas (FERREIRA, 2015).

Figura 2 - Alvenaria de bloco cerâmico.



Fonte: autor (2021).

#### 3.2.1 Bloco Cerâmico

O bloco de barro são usados desde os tempos antigos. Nas grandes civilizações iniciaram construções de templos, muralhas e moradias. Essas construções eram realizadas de forma simples, com blocos feitos de argila, que eram expostos ao sol (GLANCEY, 2001).

Por possuir uma matéria prima de cor avermelhada utilizada em seu preparo, a cerâmica é denominada vermelha. O bloco está associado a um conjunto de produtos rustico, devido ao seu acabamento imperfeito (PAULETTI, 2001).

Devido aos processos práticos e econômicos a indústria cerâmica vem desde os tempos antigos, pois possui uma grande quantidade de matéria-prima e de fácil obtenção, a argila. Com

o passar dos anos o homem observou que o barro endurece por aquecimento, desenvolvendo pôr fim a cerâmica. (VERÇOZA, 1987).

O método de preparo é simples e prático, após a coleta da argila, é necessário apenas realizar a sua secagem ao sol e logo após o seu cozimento, esta é a última etapa para obter um material sólido (PINHEIRO; CRIVELARO, 2016).

### **3.2.2 Impactos Ambientais**

Segundo Oliveira e Maganha (2006), sua fabricação é um dos métodos ecologicamente menos indicados, pois necessita de queima durante seu processo de elaboração, necessita de gás natural e o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), e o seu uso causa grandes impactos ambientais na atmosfera. Além de atingir em grande escala construções próximas.

### **3.2.3 Desperdícios**

A maior parte do custo de uma obra que é significativo em termos de perda de material e de dinheiro, são os desperdícios proporcionados pelos tijolos convencionais, desde seu uso, retrabalho para corrigir serviços, ocasionado pela escolha de materiais mais baratos e menos resistentes (DUARTE, 2005). Parte do material remanescente da fração construtiva é aplicado na reparação da construção, Freitas (1995) ressalta que a mão-de-obra representa a baixa produtividade na execução do trabalho, pois com o avançar das tecnologias e diferentes tipos do emprego do bloco, a mão-de-obra convencional não está acompanhando essa evolução, logo por falta de investimento em treinamento de funcionários, seus trabalhadores tornaram-se desqualificados.

### **3.2.4 Resistência Mecânica**

Silva (2007) aponta os principais fatores que determinam a resistência mecânica da alvenaria estão relacionados aos blocos (geometria, absorção, resistência à compressão e resistência à tração), argamassa (resistência, retenção de água, resiliência, espessura e disposição da junta) e ao conjunto (proporção da rigidez entre argamassa e bloco).

Prudêncio Jr., Oliveira e Bedin (2003) evidenciou alguns fenômenos conhecidos na prática, referentes à resistência mecânica das alvenarias:

- Quanto mais espessa a junta, menor é a resistência da alvenaria: quanto mais espessa a argamassa torna-se mais deformável, aumentando o esforço de tração transversal na unidade.

- Quanto menor a altura da unidade, menor a resistência da alvenaria: quanto maior a altura do bloco, maior será sua seção transversal para resistir aos esforços de tração; além disso, os elementos superiores se deformam mais transversalmente, reduzindo as tensões transversais que ocorrem na interface argamassa/unidade.
- Quanto maior o módulo de deformação do elemento menor é a resistência da alvenaria: o módulo de deformação da junta (argamassa), é geralmente baixo. Blocos muito rígidos aumentam a diferença de deformabilidade entre a junta e o elemento, aumentando as tensões na interface entre eles.
- A resistência da alvenaria pode ser superior à resistência da argamassa da junta: quando a argamassa está aplicada na junta, ela fica restrita lateralmente, sendo necessário um carregamento maior para levá-la à ruptura do que quando é ensaiada à compressão simples (estado uniaxial de tensão).
- A resistência da alvenaria dificilmente excede a resistência da unidade. Isso porque, quando ensaiada a unidade à compressão, suas extremidades estão restringidas pela prensa; já quando as unidades estão aplicadas na alvenaria, suas extremidades serão submetidas à tensões de tração transversal.

### **3.2.5 Fator De Eficiência**

O fator de eficiência é a relação entre a resistência à compressão do prisma e da unidade. É possível verificar a diferença entre fatores de eficiência obtidos para unidades de mesma classe de resistência e diferentes fabricantes. Isso se deve, principalmente, a suas diferenças geométricas (formato, conicidade do orifício e espessura das paredes).

Portanto, o fator de eficiência não é um parâmetro que possa ser generalizado para uma classe de bloco, deve ser conhecido antecipadamente ou determinado através de experimentos para ser utilizado nos projetos (PRUDÊNCIO Jr., OLIVEIRA e BEDIN, 2003).

### **3.2.6 Mecanismos De Ruptura**

Sobre o mecanismo de ruptura pode ser entendido como a forma pela qual se dá o colapso da alvenaria e, segundo Steil (2003) e Silva (2007), em função das propriedades da argamassa (resistência, módulo de elasticidade e retenção de água), das unidades (resistência, módulo de elasticidade, porcentagem de vazios e absorção), e do conjunto (resistência de aderência da alvenaria).

Segundo Prudêncio Jr., Oliveira e Bedin (2003), quando a alvenaria é comprimida, a junta tende a se deformar transversalmente, mais que as unidades (devido ao efeito de Poisson). Como os materiais estão aderidos, eles são forçados a se deformar uniformemente nas interfaces, aparecendo um esforço de compressão transversal no topo e na base das juntas e um esforço de tração transversal nas faces das unidades.

Segundo Passos et al. (2009), existem três maneiras existentes de ruptura da alvenaria:

- Ruptura dos blocos: se manifesta pelo aparecimento de uma fissura vertical que passa pelos blocos e juntas de argamassa;
- Ruptura da argamassa: ocorre o esmagamento das juntas, e muitas vezes a constatação do esfacelamento da argamassa presente na junta;
- Ruptura do conjunto: é a mais desejável, uma vez que a ruptura se dá pelo surgimento de fissura vertical no conjunto, mas antes era sinal de ruptura conjunta da argamassa.

### **3.2.7 Utilização Na Construção Civil**

Na construção civil tem uma vasta amplitude na sua utilização, destaca-se características relacionadas como seu isolamento térmico, muito adequado para residências, pelo fato de os ambientes internos manterem-se menos quentes. Ele também pode destacar, seu isolamento acústico, havendo a separação sonora entre os cômodos mais eficaz (DUARTE, 2005). Embora a sua utilização permita um projeto arquitetônico mais amplo, sua utilização necessita um investimento maior por causa de sua imperfeição necessitando de um revestimento superior, quanto à regularização do revestimento, a obra necessita de aumentar o custo em 7%. (CAVALHEIRO, 2013).

## **3.3 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS**

Segundo à ABCP (2002), as características das argamassas devem ser compatíveis com a forma de aplicação, a natureza do substrato, as condições climáticas do local, portanto, também compatível com o sistema de acabamento recomendado.

O QUADRO 2 apresenta as principais características das argamassas, tanto no estado fresco como no estado endurecido.

Quadro 2 - Características das argamassas no estado fresco e endurecido.

Estado Fresco	Estado Endurecido
Massa específica e teor de ar Trabalhabilidade Retenção de água Aderência inicial Retração na secagem	Aderência Capacidade de absorver deformações Resistência mecânica Resistência ao desgaste Durabilidade

Fonte: BAIA e SABBATINI, (2008 p.15)

Segundo com Baia e Sabbatini (2008), para que as argamassas funcionem adequadamente, elas apresentem propriedades específicas tanto no estado fresco quanto no endurecido, a análise dessas propriedades e de como são influenciadas, pode ajudar a avaliar o desempenho das argamassas em diferentes circunstâncias.

### 3.3.1 Propriedades Da Argamassa No Estado Fresco

Araújo (2011) referiu que o estado fresco da argamassa é o período entre a sua produção e sua aplicação, as propriedades no estado fresco influencia diretamente no resultado final do revestimento, caso algum problema seja encontrado nas propriedades do estado fresco, pode-se alterar a quantidade da argamassa, evitando assim problemas futuro.

Este tópico tem como objetivo apresentar as características das argamassas no estado fresco. A seguir estão suas respectivas características.

- Massa específica e teor de ar

A massa específica do material pode ser absoluta ou relativa, o valor da massa específica é obtido a partir da relação entre a massa pelo volume do material. Ao calcular a massa absoluta não são considerados os vazios do material, já na massa específica relativa que também é denominada unitária os vazios são considerados no cálculo. (BAIA; SABBATINI, 2008).

Ainda segundo os mesmos autores, a massa específica e o teor de ar incorporado é o quanto de ar existe em determinado volume de amostra do material, ao aumentar o teor de ar de uma argamassa consequentemente a massa específica da mesma diminui, podendo ser bom até certo ponto, esse aumento fará com que a resistência mecânica e aderência da argamassa diminuam.

Segundo Carasek (2007), a massa específica e o teor de ar incorporado são responsáveis pela melhoria a trabalhabilidade das argamassas, portanto, quanto maior o teor de ar incorporado menor a massa específica da argamassa, com a massa específica menor é mais fácil

de se trabalhar com a argamassa pois reduz o esforço do operário, e com o passar do tempo gera mais produtividade.

#### -Trabalhabilidade

A trabalhabilidade é a característica das argamassas no estado fresco que determina a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, consolidadas e acabadas, em um estado uniforme (CARASEK,2007).

Ainda segundo Ribeiro, Pinto e Starling (2000), a trabalhabilidade é a função da quantidade de água utilizada na composição, da relação entre a pasta (cimento e água) e areia e da granulometria da areia, para se obter a trabalhabilidade necessária, pode ser alterada de acordo com a quantidade de pasta em relação à quantidade de areia ou ajustar a granulometria do agregado miúdo.

Uma argamassa é considerada “trabalhável” quando essa permite que o pedreiro ou aplicador, possa executar o serviço com boa produtividade, garantido que o revestimento fique propriamente aderido à base e tenha um acabamento superficial específico (ARAÚJO, 2011).

#### - Retenção de água

A retenção de água é uma propriedade relacionada com a capacidade da argamassa fresca de manter a trabalhabilidade quando submetida a solicitações que provocam perda de água de assentamento, seja por evaporação ou pela absorção de água da base, essa propriedade torna-se mais importante quando a argamassa é aplicada sobre substratos com alta sucção de água ou as condições climáticas estão mais desfavoráveis (CARASEK, 2007).

#### - Aderência inicial

A aderência inicial da argamassa é a sua capacidade de aderir ao substrato de aplicação, esta união é feita quando a pasta de cimento ou aglomerante da argamassa penetra nos poros, reentrâncias e saliências do substrato e então ocorre o endurecimento da mesma (BAIA; SABBATINI, 2008).

#### - Retração na secagem

Segundo com Casarek (2007), a retração é resultado de um mecanismo, que está relacionado a variação de volume da pasta de aglomerante, a retração na secagem tem um papel fundamental quanto a estanqueidade e à durabilidade.

Baia e Sabbatini (2008) complementam a visão de Casarek (2007) afirmando que a retração ocorre também “devido à hidratação e carbonatação dos aglomerantes”, a retração na secagem pode causar fissuras que por sua vez podem ser ou não prejudiciais, essas fissuras só são prejudiciais se permitirem que a água penetre no revestimento já endurecido.

Casaresk (2007) destacou que a secagem da argamassa depois de ser aplicada, quando ocorre de forma muito rápida pode gerar fissuras, pois a argamassa não tem tempo suficiente para atingir a resistência mínima à tração, evitando fissuras oriundas das tensões internas, a secagem rápida pode se dar pelo clima onde a argamassa está sendo aplicada, ou também pela alta absorção do substrato.

### 3.3.2 Propriedades Da Argamassa No Estado Endurecido

De acordo com Trevisol (2015), as argamassas no estado endurecido possuem características que podem ser avaliadas diretamente em corpos de provas, enquanto outras devem ser avaliadas a um substrato.

A seguir são apresentadas as características da argamassa no estado endurecido com maiores especificações.

#### - Aderência

É as características das argamassas que representam a extensão do contato entre a argamassa e a base, portanto, não se pode falar em aderência de uma argamassa sem levar em conta o material que ela está aplicada (CARASEK, 2007).

#### - Capacidade de absorver deformações

A capacidade de absorver deformações é a propriedade que as argamassas devem para dissipar pequenos esforços, oriundos da camada de base sem apresentar fissuras, que comprometam a estanqueidade e a durabilidade das argamassas, essas deformações podem ser grandes ou pequenas, cabe ao revestimento dissipar somente as deformações menores, que são originadas pela umidade ou mudança da temperatura, as grandes deformações, como exemplo, as oriundas de recalques da estrutura não são absorvidas pelo revestimento (BAIA; SABBATINI, 2008).

Segundo Baia e Sabbatini (2008), a absorção da deformação depende:

- Do modulo de deformação da argamassa: capacidade de absorver a deformação, quando modulo diminui (diminuição do consumo de cimento);
- Da espessura das camadas: capacidade de absorver esforços aumenta conforme aumenta a espessura das camadas, este aumento deve ser controlado de modo a não afetar outras propriedades como a aderência;
- Das juntas de trabalho do revestimento: nas juntas de trabalho o revestimento é dividido em placas menores, que por sua vez dissipam mais facilmente as tensões;

- Da técnica de execução: na parte de execução, o desempenho da maneira correta e na hora certa faz com que reduza a ocorrência de fissuras.

#### - Resistência mecânica

Capacidade que as argamassas têm de resistir a esforços físicos externos tais como a abrasão superficial, impacto e a contração termo higroscópica, esta propriedade está relacionada aos agregados e aglomerantes das argamassas, quanto maior for a quantidade de aglomerante, maior será a resistência da argamassa. Além disso, a execução também interfere (BAIA; SABBATINI, 2008).

Segundo Ribeiro, Pinto e Starling (2000), as argamassas são geralmente utilizadas para resistir a esforços de compressão baixos, porém podem resistir a esforços consideráveis.

#### - Permeabilidade

As características das argamassas que estão relacionadas com a passagem da água, por se tratar de um material muito poroso a argamassa permite a passagem de água tanto no estado líquido quanto no estado gasoso, o revestimento deve ser impermeável para evitar penetração de água, mas ao mesmo tempo deve permitir a “circulação do vapor”, os principais fatores que influenciam para uma parede impermeável são: as características da base, a composição e quantidade da argamassa, a execução do revestimento, e a espessura da camada de revestimento (BAIA; SABBATINI, 2008).

Complementando as reflexões dos autores acima, Casarek (2007) apontou que a permeabilidade é uma das principais propriedades das argamassas de revestimento de fachada, se o revestimento não for bem executado, pode causar danos, tanto na estética quanto na estrutura do imóvel, além das questões sanitárias, a saúde das pessoas que frequentam o mesmo.

#### - Durabilidade

De acordo com Recena (2015):

A durabilidade da argamassa é um conceito que pode ser entendida de uma forma mais simples como sendo a capacidade de uma argamassa em manter sua estabilidade química e física ao longo do tempo em condições normais de exposição a um determinado ambiente, desde que submetida a esforços que foram determinados em seu projeto sem deixar de cumprir as funções concebidas para as quais foi projetada.

Como complemento a essa ideia, os autores Baia e Sabbatini (2008), mencionaram alguns fatores que afetam a durabilidade do revestimento: fissuração, espessura da camada de revestimento, a ação de microrganismos de boa qualidade da argamassa e os reparos.



### 3.3.3 Comparativo Entre As Argamassas

A Comunidade da Construção (Sistemas à base de cimento, 2015), descreve-se que a argamassa preparada em obra é um sistema muito tradicional e a sua tecnologia é bastante simples, em contrapartida à facilidade de produção, a armazenagem dos materiais pode trazer grandes preocupações para obra, tantos em termos de logística como de espaço em canteiro.

O grupo Votorantim cimentos (2016) considera a argamassa estabilizada um produto de segurança por atender as características técnicas de resistência e de aderência determinadas pelas regulamentações de mercado, outras vantagens são economia e a rapidez.

O QUADRO 3, apresenta as vantagens do uso de argamassa estabilizada em relação ao uso de argamassa convencional preparada no local.

Quadro 3 - Vantagens do uso de argamassa estabilizada

<b>Argamassa convencional</b>	<b>Argamassa estabilizada</b>
Produção feita no canteiro e aumento na mão-de-obra	Argamassa pronta para uso
Menor produtividade	Maior produtividade
Menor precisão no controle tecnológico	Controle de qualidade e dosagem dos insumos
Espaço para armazenamento de ensacados, equipamentos e produção	Maior organização do canteiro, obra limpa e sem locação de equipamentos

Fonte: VOTORANTIM CIMENTOS (2020).

### 3.3.4 Cuidados Na Preparação

O preparo das argamassas requer atenção de alguns cuidados referentes a quantidade de aglomerante, areia, água e local de preparação, a fim de obter as características necessárias ao seu uso (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

O QUADRO 4 indica os devidos cuidados que se deve obter na preparação da argamassa.

Quadro 4 - Cuidados na preparação da argamassa.

<b>Preparação</b>	<b>Cuidados na preparação</b>
Traço aglomerante/areia	O traço deve ser obedecido rigorosamente, visando ao uso desejado.
Quantidade de água	A quantidade de água deve ser mínima necessária para permitir as reações de hidratação dos aglomerantes e a trabalhabilidade adequada. Água em demasia enfraquece a resistência das argamassas.
Local adequado	Local limpo e isento de impurezas.
Umedecer tijolos e blocos	Umedecer tijolos e blocos a fim de não "roubarem" a água necessária à trabalhabilidade.

Fonte: RIBEIRO, PINTO e STARLING (2011).

Azeredo (2011) diz-se que a preparação da argamassa precisa ser controlada no canteiro de obras. Deve-se ter uma padronização de produção de cal semelhante com a do cimento, pois a qualidade e rendimento da cal varia devido à qualidade das jazidas, da hidratação, da queima, obtendo os produtos de diferentes qualidades.

### 3.4 APLICAÇÕES

As aplicações das argamassas estão diretamente relacionadas com a quantidade de aglomerante empregado, à granulometria da areia e à quantidade de água adicionada, na construção civil, as argamassas são utilizadas para assentamento das alvenarias, revestimento de alvenarias (chapisco, emboço e reboco), revestimento de pisos, assentamento de revestimentos diversos (cerâmicas, rochas etc.), além de vários outros usos (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

Devido às diferentes funções e propriedades das argamassas, iremos apresenta-la resumidamente a seguir para um melhor entendimento. São utilizados para assentamento, revestimento, acabamento e colantes.

- Argamassas de assentamento

A argamassa de assentamento de alvenaria é utilizada para levantar de paredes e muros de tijolos ou blocos, também chamados de unidades de alvenaria (CARASEK, 2007).

De acordo com Casaresk (2007), as principais funções das argamassas de assentamento:

- Conectar solidamente os componentes da alvenaria;
- Distribuir uniformemente as cargas;
- Absorver as deformações naturais;
- Selar as juntas evitando a penetração de água de chuva.

### 3.5 PRODUTIVIDADE

Para cálculo de produtividade, utiliza-se um indicador denominado RUP (razão unitária de produtividade), que é medido na unidade de homem-hora necessária, que leva em consideração o esforço dos trabalhadores através da quantidade produzida.

$$RUP = Hh/QS$$

Sendo:

Hh = Homens-hora utilizados para realizar o serviço

QS = Quantidade de serviço realizado durante este período

Segundo Araújo (1999), dois tipos de RUP estão relacionadas de acordo com o período de tempo ao qual se referem às medidas de entrada e saída. As RUP's diária e cumulativa mostram, respectivamente, o efeito dos fatores existentes no dia de trabalho sobre a produtividade e a tendência de desempenho do serviço, úteis para previsões em obra ou para orçamentos de trabalho futuros.

A RUP diária é calculada usando os valores de homens-hora e quantidade de serviço relacionados ao dia de trabalho que está sendo analisado. A RUP cumulativa é calculada com base nos valores de homens-hora e quantidade de serviço, em relação ao período de tempo desde o primeiro dia de pesquisa de produtividade até o dia em questão.

Além desses RUP's, o RUP potencial também é calculado, o que corresponde à mediana dos valores da RUP diária menores ou iguais à RUP Cumulativa final. Segundo Souza (2001), a RUP Potencial equivale ao valor de RUP Diária associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP Diária detectados. A mão-de obra deve ser classificada de acordo com sua abrangência ou tipo de mão-de-obra de sua análise.

RUP Oficial: Considera apenas a mão-de-obra de funcionários diretamente envolvidos na produção;

RUP Direta: Considera a produção correspondente aos profissionais e assistentes;

RUP Global: Considera a produtividade de todos os envolvidos na execução do serviço: oficiais, ajudantes, ajudantes de fornecimento de materiais, encarregado, operador de elevador ou guincho, etc.

A produtividade na construção civil pode ser definida como a quantidade de trabalho realizada num determinado tempo, geralmente em horas, levado em consideração a relação entre os recursos utilizados e os recursos obtidos (CUNHA, 2011, p. 5).

## 4 METODOLOGIA

Para a realização deste estudo de caso, foram analisados dois tipos de argamassa para assentamento de vedação. A argamassa estabilizada dosada em central de uma usina, e de argamassa convencional no próprio canteiro de obra de um residencial multifamiliar vertical, ambas na cidade de Fortaleza-CE. Onde são analisadas as variações quantitativas e qualitativas, bem como o levantamento do custos dos materiais utilizados através de preço de mercado também praticado nessa cidade e planilha do SINAP, a produção, vantagens e desvantagens da argamassa.

No canteiro de obras, foram monitoradas a chegada, armazenamento e aplicação dos produtos. Os profissionais da área da construção civil também avaliaram as opiniões destas duas argamassas, tendo em consideração a sua compreensão sobre o comportamento durante o processo de aplicação e os resultados finais da obra.

### 4.1 PRODUÇÃO

A produção de argamassa é a seguinte:

Argamassa estabilizada: A massa foi medida em central dosadora na região de Fortaleza-CE e misturada em um caminhão betoneira.

Na figura 3 apresenta o local de produção e carregamento na usina dosadora bem como o caminhão betoneira onde foi coletada e misturada a argamassa estabilizada.

Figura 3 - Usina produtora da argamassa estabilizada



Fonte: autor (2021).

Argamassa convencional: Foi utilizada uma mistura de cimento, areia fina e cal sendo misturada em betoneira a partir do traço: 1:2:8.

Na figura 4 apresenta o local de produção e carregamento no canteiro de obra bem como a betoneira onde foi coletada e misturada a argamassa convencional.

Figura 4 - Betoneira argamassa convencional



Fonte: autor (2021)

## 4.2 PROCEDIMENTOS EM CAMPO

Três procedimentos foram realizados:

### 1. Composição de custos

De acordo com os dados obtidos nos procedimentos realizados no local, o custo por metro quadrado foi alocado para os dois tipos de argamassa. Alguns valores, como alguns coeficientes e alguns custos unitários de insumos, são obtidos a partir da combinação do SINAPI.

### 2. Produtividade

Utilizar o modelo de avaliação proposto por Souza (2006) para analisar a produtividade do serviço de assentamento de dois tipos de argamassas.

Segundo Souza (2006), para fazer uma avaliação precisa da produtividade, ela deve ser padronizada, e precisa ser padronizada em quatro aspectos:

- Definir quem está incluído na avaliação: RUP direto;
- Quantificação da jornada de trabalho a considerar: 9 horas por dia;

- Quantificação de serviços: número de execuções da equipe;
- Definição do período de tempo referido pelas medições de entrada e saída: uma semana de trabalho.

Em junho de 2021, foi realizada coleta diária de uma semana em planilhas específicas para cada serviço.

Para o estudo de caso, o trabalho foi dividido por laje tipo: um para aplicação de argamassa estabilizada e outro para argamassa convencional, a equipe composta por quatro pedreiros e três ajudantes. Os dados coletados da obra estão informados na planilha abaixo de acordo com a tabela 1 adaptada de Souza (2006):

Tabela 1 - Projeção de produtividade

PREVISTO/IDEAL			ÁREAS TOTAIS				MÉDIA REAL
M <sup>2</sup> /DIA/HOMEM		M <sup>2</sup> /H	ÁREA TOTAL DE ALVENARIA				
M <sup>2</sup> /DIA/EQUIPE		M <sup>2</sup> /H/DIA - EQUIPE	ÁREA RESTANTE				
TIJOLO/DIA		TIJOLO/HOMEM	RUP MÉDIO REAL				

Fonte: Autor (2021)

### 3. Validação da argamassa estabilizada entre os profissionais

Foi realizado uma pesquisa que foi respondido por dois pedreiros, contabilizando um total de seis envolvidos no estudo, a fim de identificar os profissionais que trabalharam com estas duas argamassa e para saber qual o tipo de argamassa mais indicada para trabalhar. Possíveis razões, se houver.

- Já usaram os dois tipos de argamassa?
- Qual é a melhor argamassa?
- Se a reposta for argamassa estabilizada, quais as principais vantagens da utilização?

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico, são apresentados os resultados da pesquisa de produção, composição de custos e pesquisa de aceitação para cada argamassa.

### 5.1 PRODUTIVIDADE

Como nota-se o setor projetado com argamassa estabilizada além de apresentar uma RUP diária com menor oscilação, variando entre os valores de 0,46 Hh/m<sup>2</sup> e 0,72 Hh/m<sup>2</sup> enquanto o setor com a argamassa convencional entre 0,69 Hh/m<sup>2</sup> e 1,01 Hh/m<sup>2</sup>. Dessa forma,

conclui-se que o uso da argamassa estabilizada propicia a realização do serviço de assentamento com maior produtividade e eficiência.

Tabela 2 - Projeção de produtividade para argamassa convencional

 <b>PRODUTIVIDADE DE ALVENARIA - 1º PAV. TIPO</b>							
PREVISTO/IDEAL				ÁREAS TOTAIS		MÉDIA REAL	
M²/DIA/HOMEM	14,6	M²/H	1,66	ÁREA TOTAL DE ALVENARIA	526		
M²/DIA/EQUIPE	58,4	M²/H/DIA - EQUIPE	6,64	ÁREA RESTANTE	0		
TUJOLO/DIA	1619,0	TUJOLO/HOMEM	404,74	RUP MÉDIO REAL	0,80	75,1	
DATA	DIA	PRODUÇÃO EQUIPE (m²)	PRODUÇÃO INDIVIDUAL (m²)	M²/H	M²/H/DIA - EQUIPE	RUP	% CONCLUÍDO
01/04/2021	1ª	35	8,75	0,99	3,98	1,01	7%
02/04/2021	2ª	51	12,75	1,45	5,80	0,69	16%
05/04/2021	3ª	50	12,5	1,42	5,68	0,70	26%
06/04/2021	4ª	45	11,25	1,28	5,11	0,78	34%
07/04/2021	5ª	49	12,25	1,39	5,57	0,72	44%
08/04/2021	6ª	47	11,75	1,34	5,34	0,75	53%
09/04/2021	7ª	44	11	1,25	5,00	0,80	61%
12/04/2021	8ª	42	10,5	1,19	4,77	0,84	69%
13/04/2021	9ª	40	10	1,14	4,55	0,88	77%
14/04/2021	10ª	42	10,5	1,19	4,77	0,84	85%
15/04/2021	11ª	41	10,25	1,16	4,66	0,86	92%
16/04/2021	12ª	40	10	1,14	4,55	0,88	100%
<b>PRODUTIVIDADE TOTAL</b>		<b>526</b>					

Fonte: Autor (2021)

Tabela 3 - Projeção de produtividade para argamassa estabilizada

 <b>PRODUTIVIDADE DE ALVENARIA - 3º PAV. TIPO</b>							
PREVISTO/IDEAL				ÁREAS TOTAIS		MÉDIA REAL	
M²/DIA/HOMEM	14,7	M²/H	1,67	ÁREA TOTAL DE ALVENARIA	530		
M²/DIA/EQUIPE	58,9	M²/H - EQUIPE	6,69	ÁREA RESTANTE	0		
TUJOLO/DIA	1631,3	TUJOLO/HOMEM	407,82	RUP MÉDIO REAL	0,70		
DATA	DIA	PRODUÇÃO EQUIPE (m²)	% CONCLUÍDO	PRODUÇÃO INDIVIDUAL (m²)	M²/H	M²/H - EQUIPE	RUP
06/05/2021	1ª	56,5	11%	14,1	1,6	6,4	0,62
07/05/2021	2ª	49	20%	12,3	1,4	5,6	0,72
10/05/2021	3ª	51	30%	12,8	1,4	5,8	0,69
11/05/2021	4ª	57	40%	14,3	1,6	6,5	0,62
12/05/2021	5ª	62	52%	15,5	1,8	7,0	0,57
13/05/2021	6ª	58,5	63%	14,6	1,7	6,6	0,60
14/05/2021	7ª	55	73%	13,8	1,6	6,3	0,64
17/05/2021	8ª	51	83%	12,8	1,4	5,8	0,69
18/05/2021	9ª	52	93%	13,0	1,5	5,9	0,68
19/05/2021	10ª	38	100%	9,5	2,2	8,6	0,46
<b>PRODUTIVIDADE TOTAL</b>		<b>530</b>					

Fonte: Autor (2021)



## 5.2 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS

Baseado no traço da argamassa utilizado na obra (1:2:8) realizou-se a apropriação de custos para a produção de um metro cúbico da argamassa convencional resultando em R\$ 387,13. Como mostra a figura 5. Sendo os custos para produção da argamassa estabilizada é de R\$ 369,29. Como mostra a figura 6.

**Quadro 5 - Composição de custo produto argamassa convencional**

<b>Virada Em Obra</b>		<b>R\$/m3</b>	<b>R\$</b>	<b>387,13</b>
		Exibir Comparativo:	Sim	
<b>Informações de Preço</b>				
	Unidade	Medida/ Tam	Valor	
Areia	R\$/m3	-	R\$	70,00
Aditivo Plastificante	R\$/L	-	R\$	69,00
Saco Cal (Preço Regra)	R\$/Saco	20	R\$	20,00
Saco Cimento (Preço Regra)	R\$/Saco	50	R\$	21,00
<b>Informações da Mistura</b>				
Tipo de Análise		Por Traço		
	Unidade	Traço/Peso	Valor	
Consumo de aditivo Plastificante por betoneira	l	-	0,1	
Perda de Volume por inchamento da areia	%	-	30%	
Densidade Cimento	Kg/l	-	1,39	
Densidade do Cal	Kg/l	-	0,64	
Tamanho Betoneira	l	-	600	
Consumo do cimento para 1m³ de argamassa	KG	1	180,52	
Consumo da cal para 1m³ de argamassa	KG	2	166,23	
Consumo de areia para 1m³ de argamassa	m3	8	1,04	
Custo da caçamba	R\$	-	R\$	225,00
Volume de sacos por caçamba	Saco/Un.	-	300	

Fonte: Votorantim (2021)

**Quadro 6 - Composição de custo produto argamassa estabilizada**

<b>Estabilizada</b>		<b>R\$/m3</b>	<b>R\$</b>	<b>369,29</b>
		Exibir Comparativo:	Sim	
<b>Informações de Preço</b>				
	Unidade	Medida	Custo	
Argamassa Estabilizada	R\$/m3		R\$	347,13
% Perda	%	6,00%	R\$	369,29

Fonte: Votorantim (2021)



A composição de custos para a execução do metro quadrado de assentamento utilizando a argamassa estabilizada e a argamassa convencional produzida na obra. Para a obra analisada, o preço da argamassa estabilizada que é fornecida por um central dosadora de argamassa é de R\$ 31,03. Enquanto a argamassa convencional preparada em obra tem um custo final por m<sup>2</sup> de R\$ 31,48.

Concluiu-se assim que a argamassa estabilizada é mais vantajosa por apresentar o custo do m<sup>2</sup> mais barato que a argamassa convencional, sendo R\$ 0,45 a diferença.

### 5.3 PESQUISA DE ACEITAÇÃO DA ARGAMASSA

Analisando as respostas dos pedreiros, encarregado e mestre de obras no questionário, foi possível observar que 100% dos profissionais já haviam trabalhado com os dois tipos de argamassas sendo unânime a preferência pela utilização da argamassa convencional pelo fato de sentir ameaçado na construção civil. Abaixo algumas das vantagens da argamassa estabilizada:

- É uma argamassa que possui uma consistência melhor;
- A utilização da argamassa dosada em central favorece uma maior produtividade do trabalhador, ou seja, por trabalharem baseado no sistema de produção, quanto mais produzem, maior é a sua remuneração;
- Reduz a quantidade da equipe envolvida no processo.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO**

O referido trabalho tem como objetivo confrontar a produtividade, viabilidade econômica e aceitação dos dois tipos de argamassa pesquisada: argamassa estabilizada e argamassa convencional preparada no canteiro de obras. Em todos os quesitos comparados, com exceção a pesquisa de aceitação, a argamassa estabilizada mostrou-se superior à argamassa convencional.

Com relação à produtividade, a argamassa dosada em central mostrou-se mais indicada, pois a laje tipo foi concluída em dez dias úteis enquanto a da argamassa convencional preparada na obra foi em doze dias úteis, mostrando-se assim, mais produtiva. Além disso, após realizar a composição de custo para a execução do assentamento com os dois tipos de argamassas, a argamassa estabilizada ficou R\$31,03 custo total por m<sup>2</sup> mostrou-se mais em conta que a argamassa convencional que ficou R\$31,48 no custo total por m<sup>2</sup>.

Os profissionais entrevistados em sua maioria reprovaram o seu uso alegando que ela é uma argamassa menos trabalhável, mas a argamassa estabilizada tem uma maior produtividade aumentando os ganhos dos trabalhadores.

No entanto, notou-se uma desvantagem devido à utilização da argamassa estabilizada: é necessário que haja um planejamento e controle rígido no canteiro de obra uma vez que deve-se ter um controle maior para não usar argamassa vencida, ou seja, não utilizá-la fora do tempo de utilização de 36 horas para qual foi projetada. Outro ponto bastante questionável é a programação do fornecedor.

Sendo assim, conclui-se que a argamassa estabilizada mostra-se com mais vantagens, devido a sua maior produtividade e por apresentar menor preço.

## 7 REFERÊNCIAS

ABCP. Associação Brasileiro de Cimento Portland. **Manual de revestimento de argamassa**. 2002. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/4/arg-preparada-na-obra/planejamento/76/arg-preparada-na-obra.html/>. Acesso em 02 agosto de 2021.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito; SOUZA, UbiraciEspinelli Lemes. **A Produtividade da mão-de-obra na execução de revestimentos de argamassas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS 3. Vitória, 1999. Vitória: PPGEC/ANTAC, Anais.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2001.

AZEREDO, H.A. **O edifício e seu acabamento**. 1a ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2011.

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

BERNARDES, M. M. E. S. **Método de Análise do processo de Planejamento da produção de empresas construtoras através do estudo de seu fluxo de informação: proposta baseada em estudo de caso**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1996.

CARASEK, Helena. **Materiais de construção civil e princípios da ciência de engenharia de materiais**. 1a ed. ISAIA, Geraldo Cechella- São Paulo: IBRACON, 2007, Cap.26 – Argamassas, pág 863 a 904. Volume 2.

CAVALHEIRO, O. P.; **Alvenaria estrutural tão antiga e tão atual**. Santa Catarina, 2013.

CUNHA, V. J. F. C. Análise da influência da especificação de materiais. 2011, 177f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Porto, Porto. Disponível em: <[http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/34\\_000149271.pdf](http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/34_000149271.pdf)>. Acesso em 29 de Julho de 2021.

DUARTE, E. A. C. **Estudo do isolamento acústico das paredes de vedação da moradia brasileira ao longo da história.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo –UFSC. Florianópolis, 2005.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassas utilizadas em Porto Alegre** – Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Sul, Porto Alegre/ RS, 2000.

FERREIRA, B. L. O. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto – método executivo, vantagens e desvantagens de seu uso.** 2015. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal da Amazônia, Belém.

FREITAS, E. N. G. O. **O desperdício na construção civil: caminhos para sua redução.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1995.

GLANCEY, J. **A história da arquitetura.** Tradução Luís Carlos Borges e Marcos Marcionilo. São Paulo: Loyola, 2001. 240p.

HARTMANN, C.; JEKNAVORIAN, A.; SILVA, D.; BENINI, H. **Aditivos químicos para concretos e cimentos.** In: ISAIA, G. C. (Ed.) Concreto: Ciência e Tecnologia. Ipsis Gráfica e Editora, São Paulo, 2011. Cap. 10. p. 347 - 380.

MATOS, P. R. de. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto.** Trabalho de Conclusão de Curso. 2013. 74f. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedade e materiais.** Editora Pini, São Paulo, 2008.

**NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - requisitos.** Rio de Janeiro, 2014.

**NBR 13529: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

OLIVEIRA, M.C.; MAGANHA, M. F. B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas brancas e de revestimento.** São Paulo: CETESB, 2006.

PANARESE, W.C.; KOSMATKA, S.H.; RANDALL, F.A. **Concrete masonry handbook for architects, engineers, builders.** Portland Cement Association, 5a ed. Estados Unidos da América, 1991. 219 p.2.

PASSOS, J.S.; KHOURI, M.E.; JACINTHO, A.E.; CÂNDIDO, W.F. **Requisitos e tendências para o controle da qualidade da alvenaria estrutural.** In: Anais do 51º Congresso Brasileiro do Concreto. Curitiba, 2009.

PAULETTI, M. C. **Modelo para introdução de nova tecnologia em agrupamento de micro e pequenas empresas:** estudo de caso das indústrias de cerâmica vermelha no Vale do Rio Tijucas. Florianópolis: UFSC, 2001. 154p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

PINHEIRO, A. C. B.; CRIVELARO, M. **Materiais de construção.**2.ed. São Paulo: Érica, 2016.

PRUDÊNCIO JR, L. R.; OLIVEIRA, A. L., BEDIN, C.A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto.** Editora Gráfica Palloti, Florianópolis, 2003.

PRUDÊNCIO JR., L.R. **Materiais de Construção Civil.** Notas de aula, Curso de Graduação em Engenharia Civil – UFSC, 2007.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo argamassa.** 1ª ed. EDIPUCRS. Porto Alegre/RS, 2008.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo a argamassa.** 1a ed. EDIPUCRS. Porto Alegre/ RS, 2007.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J.D. da S. STARLING, T. **Materiais de construção civil.** 3a. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.

SHMID, A. G. **Argamassa estabilizada, uma importante ferramenta para melhorar a sustentabilidade na construção.** 53º Congresso Brasileiro de Concreto, Florianópolis, 2011.

SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: Manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: PINI, 2006. 100p.

STEIL, R. O. **Comparação do desempenho à compressão de prismas não grauteados produzidos a partir de blocos de concreto fabricados na região sul do Brasil.** Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

TREVISSOL, Luis Alberto. **Estudo comparativo entre argamassas: estabilizada dosada em central, industrializada e produzida em obra por meio de ensaios físicos nos estados fresco e endurecido.** Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2015.

VERÇOZA, E. J. **Materiais de construção.** 3. ed. Porto Alegre: Sagra 1987.2 v.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 4.ed. São Paulo: Editora Pini/Sinduscon-SP, 2002. 669p.