

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
BEATRIZ TAMIRES DE OLIVEIRA

COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA CONVENCIONAL E ARGAMASSA
INDUSTRIALIZADA DE ASSENTAMENTO

FORMIGA – MG

2018

BEATRIZ TAMIREZ DE OLIVEIRA

COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA CONVENCIONAL E ARGAMASSA
INDUSTRIALIZADA DE ASSENTAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil do
UNIFOR-MG, como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Esp. Mariana Del Hoyo
Sornas.

FORMIGA – MG

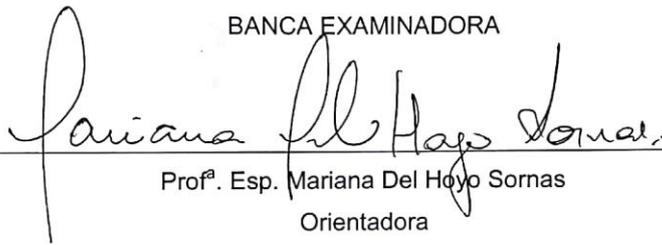
2018

Beatriz Tamires de Oliveira

COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA CONVENCIONAL E ARGAMASSA
INDUSTRIALIZADA DE ASSENTAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil do UNIFOR-MG, como requisito
parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Esp. Mariana Del Hoyo Sornas
Orientadora


Prof.^a.Dra. Kátia Daniela Ribeiro
UNIFOR – MG


Washington Alair da Silva
ENGENHEIRO CIVIL

Formiga, 13 de Novembro de 2018.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

O48 Oliveira, Beatriz Tamires de.
Comparativo entre argamassa convencional e argamassa industrializada
de assentamento / Beatriz Tamires de Oliveira. – 2018.
55 f.

Orientadora: Mariana Del Hoyo Sornas.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) –
Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Construção civil. 2. Produção. 3. Vantagens e desvantagens. I. Título.

CDD 698

Catálogo elaborado na fonte pela bibliotecária
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

Dedico esta graduação com imenso amor e
carinho
aos meus pais Lourivaldo G. de Oliveira e
Neide A. M. de Oliveira,
ao meu irmão Rodrigo e
à minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a Nossa Senhora por me proporcionar saúde, paz e força nos momentos mais difíceis ao longo do curso.

Aos meus pais, Lourivaldo e Neide, que sempre me apoiaram com amor e são meus maiores exemplos de vida e nunca mediram esforços para me ajudar chegar até aqui.

Ao meu irmão, Rodrigo, pelo carinho e apoio.

À Prof.^a Esp. Mariana Del Hoyo Sornas meu agradecimento especial, pela orientação, pelo apoio, pelas valiosas contribuições e toda ajuda que tem me dado durante a graduação.

Agradeço à Prof.^a Dra. Kátia Daniela Ribeiro, pela colaboração e ajuda.

Ao Marcelo, pela grande ajuda no decorrer deste trabalho.

Às minhas amigas Herika, Paloma e Samara, pelo companheirismo, durante todos esses anos.

Ao Leonardo e ao Emerson, por toda a ajuda nos ensaios laboratoriais.

À coordenadora Prof.^a Ma. Christiane Pereira Rocha Sousa, que me incentivou a persistir no curso mediante alguns obstáculos que surgiram.

Aos mestres, que foram impecáveis para que realizasse com sucesso a minha caminhada até o décimo período.

Agradeço também a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho fosse concluído.

Muito Obrigada.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

JOSÉ DE ALENCAR.

RESUMO

Este trabalho busca comparar a argamassa de assentamento convencional produzida no canteiro de obras e a argamassa industrializada, uma vez que o mercado da construção civil tem buscado cada vez mais produtos alternativos para a redução de custos no processo produtivo. As argamassas são de fundamental importância para os processos de construção, podendo gerar vantagens e desvantagens. Sendo assim, esta pesquisa parte da comparação dos dois tipos de argamassa: a convencional, composta de cimento, cal, areia e algum outro aditivo; e a industrializada, na qual acrescenta-se água ao material pronto, com o objetivo de avaliar as propriedades mecânicas das mesmas. Para tanto, fez-se necessário um estudo bibliográfico e ensaios em laboratório com a caracterização dos materiais.

Palavras chave: Construção civil. Produção. Vantagens e desvantagens.

ABSTRACT

This study aims to compare conventional settlement mortars produced in construction site with industrialized ones, since construction market has sought alternative material in order to reduce the construction costs. Mortars are an important part of the construction process and they can generate advantages and disadvantages. Thus, this research compares the two types of mortars: the conventional mortar, composed by cement, lime, sand and eventually additives; and the industrialized mortar, which is ready by adding water; aiming to analyze their mechanical properties. Therefore, I realized literature review and lab tests for materials characterization.

Keywords: Construction. Production. Advantages and disadvantages

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma dos processos para argamassa mista preparada em obra.....	22
Figura 2 - Fluxograma de processos para argamassa industrializada em sacos.	23
Figura 3 - Diferentes alternativas de revestimento de parede: (a) emboço + reboco + pintura (sistema mais antigo, atualmente pouco utilizado); (b) camada única + pintura.	25
Figura 4 - Moldagem dos corpos de prova.	38
Figura 5 - Corpo de prova curado.	38
Figura 6 - Corpo de prova sendo rompido.	39
Gráfico 1 - Resistência à compressão média	44
Quadro 1 - Relação entre as propriedades e a granulometria dos agregados.	20
Quadro 2 - Propriedades das argamassas no estado fresco e endurecido.	27
Quadro 3 - Comparativo entre argamassa preparada em obra e argamassa industrializada.	33
Quadro 4 - Cuidados na preparação das argamassas.	34
Quadro 5 - Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa traço 1:2:9.	46
Quadro 6 - Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa traço 1:6.	Erro! Indicador não definido.
Quadro 7 - Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa industrializada. .	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Traço do corpo de prova.....	37
Tabela 2 - Exigências mecânicas para argamassa.	40
Tabela 3 – Cargas de ruptura do corpo de prova.....	42
Tabela 4 - Argamassa convencional traço 1:2:9 – rompimento de 28 dias.	43
Tabela 5 - Argamassa convencional traço 1:6 – rompimento de 28 dias.....	43
Tabela 6 - Argamassa industrializada – rompimento de 28 dias.....	43
Tabela 7- Custo por metro quadrado de assentamento de tijolo cerâmico.....	
Tabela 8- Gasto com mão de obra e material conforme assentamento de tijolo cerâmico.....	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

NBR – Norma Brasileira

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCPO – Tabelas de Composição de Preços para Orçamento

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais

Rc – Resistência à compressão

Fc – Carga Máxima

fck- est –

d – Densidade de massa da argamassa no estado fresco

mc – Massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaio

mv – Massa do recipiente cilíndrico vazio

vr – Volume do recipiente cilíndrico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo geral	15
2.2. Objetivo específicos	15
3. JUSTIFICATIVA.....	16
4. REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1 Argamassa	17
4.1.2 Materiais constituintes da argamassa	17
4.1.2.1 Aglomerantes	17
4.1.2.2 Agregado miúdo.....	19
4.1.2.3 Água.....	20
4.1.3 Tipos de Argamassas	21
4.1.4 Aplicações	23
4.1.5 Propriedades das argamassas	26
4.1.5.1 Propriedades da argamassa no estado fresco	27
4.1.5.2 Propriedades da argamassa no estado endurecido	30
4.1.6 Comparativo entre as argamassas	33
4.1.7 Cuidados na preparação	34
5. MATERIAL E MÉTODOS	36
5.1 Materiais.....	36
5.2 Equipamentos.....	36
5.3 Métodos.....	37
5.3.1 Moldagem dos corpos de prova	37
5.3.2 Resistência à compressão	39
5.3.3 Custo e produção.....	40
5.3.4 Vantagens e desvantagens	41

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
6.1 Ensaio de compressão	42
6.2 Custo e produção.....	45
6.4 Vantagens e desvantagens	50
7 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil está em constante busca por soluções que possibilitem o aumento da produtividade nos processos construtivos sem que haja perda de qualidade. Desta forma, quanto mais industrializado for o produto, de maneira em que seja empregado o mínimo de mão de obra possível e o máximo controle de qualidade, encontra-se mais próximo do aumento de produtividade.

Nunes (2014) afirma que ao passo em que muitos considerem a utilização de processos tradicionais como um recuo, outros a veem como uma viável solução para os problemas enfrentados no setor tais como custos ressaltados que seriam provenientes da industrialização e busca por características do produto que atendam aos requisitos básicos. Sendo assim, ainda há certo preconceito em volta dos processos de industrialização.

Ainda que muito usadas, as argamassas ainda são evidenciadas por tal problema de produtividade, gerando grande desperdício de materiais, e elevado tempo de mão de obra para seu preparo. Deste modo, surgiu no mercado, para reversão de tal quadro, o uso de argamassas industrializadas.

Para a NBR- Norma Brasileira 13529 (ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013) as argamassas industrializadas são aquelas provenientes da dosagem controlada, em instalações próprias (indústrias), de aglomerante(s), agregado(s) e, eventualmente, aditivos(s), em estado seco e também homogêneo, compondo uma mistura seca à qual o usuário somente adiciona a quantidade de água necessária para proceder à mistura.

Atualmente, as indústrias já fornecem inúmeras opções de argamassas industrializadas que são específicas para cada tipo de utilização.

Segundo Santos (2008), para que uma argamassa seja considerada de qualidade, a mesma deve ser elaborada e produzida de modo a obter o melhor desempenho e durabilidade possíveis, sempre evidenciando algumas propriedades, tais como: plasticidade, aderência no estado fresco e endurecido, ausência de fissuras, resistência à compressão, entre outras.

Pretende-se, a partir deste trabalho analisar tais propriedades para ambas as argamassas, convencional e industrializada, e comparar os resultados obtidos através do ensaio de compressão feito em laboratório, assim como o custo e produtividade e as vantagens e desvantagens de cada tipo de argamassa.

2. OBJETIVOS

Este tópico tem por finalidade mostrar quais são os objetivos do presente trabalho.

2.1. Objetivo geral

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo geral analisar a viabilidade técnica e a análise de custos de diferentes tipos de argamassas, sendo elas: argamassas feitas *in loco* (produzidas em obra) e a argamassa industrializada (ensacada).

2.2. Objetivos específicos

Para atender ao objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisar, mediante revisões bibliográficas, as propriedades físicas e mecânicas das argamassas convencionais bem como das industrializadas;
- Realizar ensaio de compressão das argamassas convencionais e industrializadas conforme NBR 13279 (ABNT, 2005);
- Avaliar e comparar os resultados obtidos através dos ensaios de compressão;
- Analisar o custo e produtividade de cada tipo de argamassa;
- Analisar as vantagens e desvantagens de cada tipo de argamassa.

3. JUSTIFICATIVA

A construção precisa ser mais racional e econômica, produzida com materiais que reduzam as perdas e diminuam a quantidade de entulho.

Nos últimos anos, a construção civil vem se tornando cada vez mais competitiva e, utiliza novas tecnologias para a evolução do processo. Esse é o caso das argamassas que podem ser utilizadas na versão tradicional (produzida nos canteiros de obra) e na versão industrializada (ensacada).

Apesar da disponibilidade de produtos manufaturados como a argamassa industrializada, que, segundo seus fabricantes, visa uma racionalização de produção na redução do desperdício, aumento de produtividade, gestão de mão de obra, armazenamento de materiais, implantação de novas técnicas produtivas e melhoria na organização do canteiro de obras, essas inovações possuem custos às vezes elevados, que até mesmo inviabilizam o consumo na obra, e outras vezes, o alto custo inicial é diluído se for considerado o processo todo, porém, ainda é muito comum a utilização de técnicas manuais, como a fabricação da tradicional argamassa com cimento, cal, areia e água.

Portanto, entende-se a necessidade de comparar as propriedades mecânicas de argamassa de assentamento convencional e a argamassa de assentamento industrializada para avaliar suas viabilidades. Os ensaios de laboratório serão fundamentais para esta análise, determinando suas propriedades mecânicas e, posteriormente, analisando os seus custos de produção. Estes estudos são primordiais para mostrar qual das argamassas apresenta melhores resultados, visando estabelecer uma relação entre as vantagens e desvantagens entre elas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção foram abordados os principais temas relevantes para a elaboração do trabalho, através do embasamento teórico obtido por meio de pesquisa em literaturas existentes, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado, artigos acadêmicos e experimentos já realizados.

4.1 Argamassa

A argamassa usada nas construções é definida, pela NBR 13281 (ABNT, 2001), como uma mistura homogênea de agregados inorgânicos e água, podendo conter ou não nessa mistura aditivos e adições contendo propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou instalações próprias

De acordo com Ribeiro, Pinto e Starling (2011), as principais características das argamassas são trabalhabilidade, resistência, aderência e durabilidade, que variam em função da composição da mistura.

A função das argamassas é fixar os materiais como uma cola, sendo responsável pela ligação dos elementos, aparência e qualidade do acabamento (AZEREDO, 2011).

4.1.2 Materiais constituintes da argamassa

Este tópico tem como objetivo apresentar os principais materiais que são utilizados na constituição da argamassa, caracterizando os respectivamente.

4.1.2.1 Aglomerantes

Aglomerantes são utilizados para fazer a ligação entre os grãos 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 a argamassas propriedades como a aderência e resistência (DUBAJ, 2000).

O cimento é o aglomerante mais utilizado na construção civil, conhecido mundialmente como cimento *Portland*, que é um pó fino acinzentado, constituído de silicatos e aluminatos de cálcio, com inúmeras propriedades e características, dentre as quais ser moldável quando misturado com água e ser capaz de desenvolver elevada resistência mecânica ao longo do tempo (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

Yazigi (2002) afirma que os constituintes fundamentais do cimento Portland são: Cal (CaO), Sílica (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), uma determinada proporção de magnésia (MgO) e uma pequena proporção de anidrido sulfúrico (SO₃) 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 – C₃S, que lhe confere alta resistência inicial e alto calor de hidratação).

“Usualmente utilizam-se para confecção de 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) definem cal como um nome genérico que se dá ao aglomerante derivado de rocha calcária que, por sua vez, contém basicamente carbonatos de cálcio – CaCO₃.

O Manual de Revestimentos da ABCP (2002) aponta que em uma argamassa onde há apenas a presença de cal, o seu papel principal é funcionar 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). Essa norma especifica os requisitos exigidos para adição da cal hidratada em argamassas para a construção civil.

A qualidade de uma cal está relacionada ao seu processo de fabricação desde o controle de qualidade do minério até a forma de hidratação. A obtenção da cal pode ser de uma maneira artesanal 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. As cales industrializadas devem obedecer a todos os critérios, produzindo um material de qualidade e satisfazendo aos padrões requeridos pela construção civil. (PAIVA; GOMES; OLIVEIRA, 2003,p.3).

4.1.2.2 Agregado miúdo

Yazigi (2009) descreve areia como solo cujas propriedades dominantes são devidas à sua parte constituídas por minerais de diâmetro superior a 0,05 mm e inferior a 4,8 mm, caracterizada pela textura, compacidade e forma 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.

O QUADRO 1, mostra a classificação da areia em relação as suas propriedades:

QUADRO 1 - RELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES E A GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS.

Propriedade	Quanto mais fino	Quanto mais descontinua 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) afirma que as principais funções dos agregados nas argamassas são: o preenchimento completo dos vazios, o que resulta em um menor consumo de aglomerantes; aumentando a resistência à compressão da pasta e contribuindo para a diminuição da retração das argamassas.

4.1.2.3 Água

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

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

4.1.3 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).

Esta seção abordará a discussão sobre as argamassas empregadas na construção civil. Sendo elas: argamassa produzida *in loco* e industrializada fornecida em sacos.

- Argamassas produzidas *in loco*

As argamassas produzidas em obras são as mais tradicionais no Brasil, este tipo de argamassa é produzida à partir de uma dosagem definida 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 grande problema deste tipo de argamassa é a dosagem, que muitas vezes é feita de forma inadequada afetando as propriedades exigidas das argamassas (RECENA, 2008).

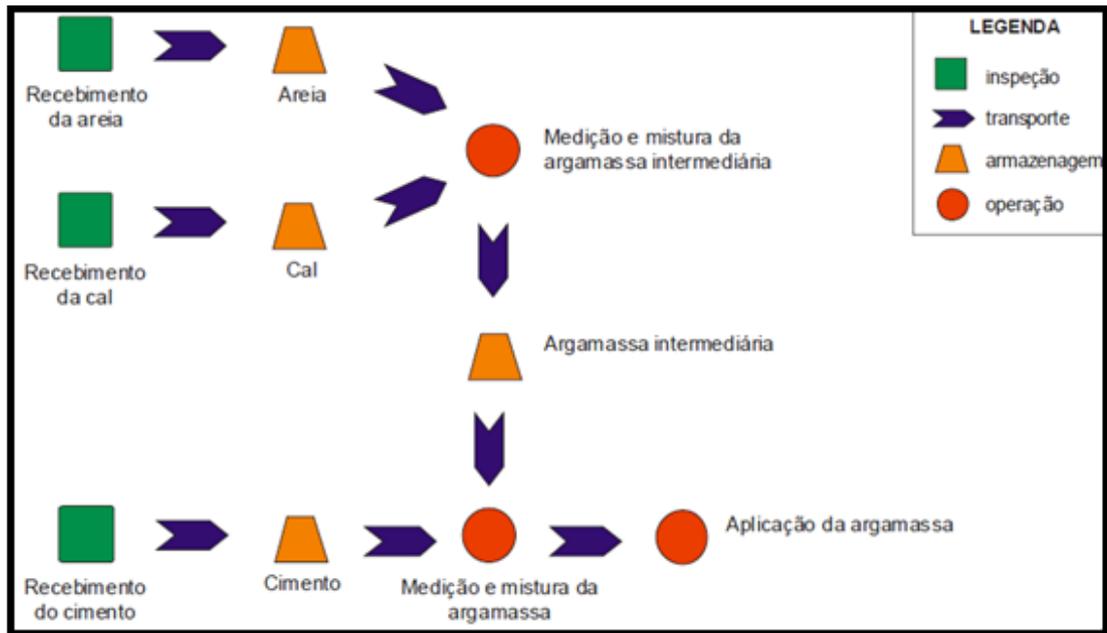
Regattieri e Silva (2003) afirmam que as argamassas produzidas em obra envolvem um número maior de processos para a sua fabricação, com isso necessitam de maior espaço de armazenamento para os materiais, maior demanda de transporte dentro do canteiro de obras, e conseqüentemente uma maior utilização de mão de obra.

O Manual de Revestimento da ABCP (2002) descreve a necessidade do controle da uniformidade do produto, sendo através dos materiais que constitui ou pelo controle da própria argamassa.

A armazenagem dos materiais deve ser feita de maneira adequada. Há a necessidade de se prever áreas de estocagem para as matérias-primas, tais como agregados, cimento e cal. O cimento e as cales devem ser sempre armazenados protegidos de intempéries e em local de fácil acesso. Os agregados devem ser estocados em baias cujos pisos devem ser preferencialmente cimentados e separadas em função de cada tipo de material. (ABCP, 2002. p.25)

A seguir é apresentado um fluxograma simplificado dos processos envolvidos no uso da argamassa mista preparada em obra, de acordo com Oliveira (2006), (FIG.1).

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS PARA ARGAMASSA MISTA PREPARADA EM OBRA.



Fonte: Oliveira (2006).

- Argamassa industrializada fornecida em sacos

Segundo Recena (2008), as argamassas industrializadas fornecidas em sacos são produtos encontrados no mercado, que estão prontos para a utilização necessitando somente a adição de água, este tipo de argamassa pode ser encontrado no mercado como sendo à base de Cimento *Portland*, aditivos e adições, ou então a base de cal.

O Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais-SINDUSCON/MG (2006) ressalta que as argamassas industrializadas são classificadas, conforme a NBR 13281/2005, segundo as características e propriedades que apresentam da seguinte forma:

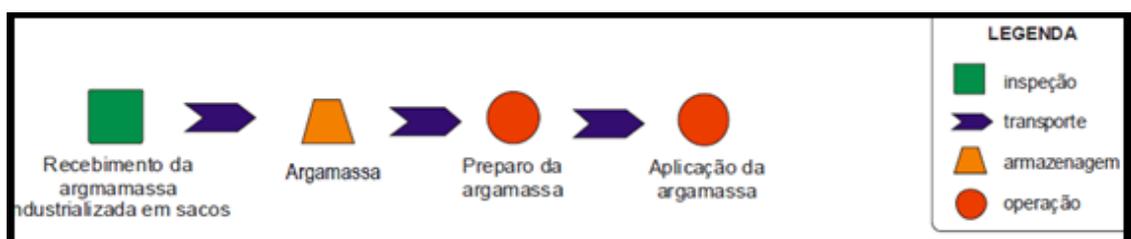
- Resistência à compressão – NBR 13279/2005 – As argamassas industrializadas com resistência à compressão variando de P1 = 2,0 a P6 > 8,0 MPa.
- Densidade de massa aparente no estado endurecido – NBR 13280/2005 – As argamassas industrializadas com densidade de massa aparente no estado endurecido variando de M1 = 1200 a M6 > 1800 kg/m³.
- Resistência à tração na flexão – NBR 13279/2005 – As argamassas industrializadas são classificadas de R1 = 1,5 a R6 = 3,5 MPa.
- Coeficiente de capilaridade – NBR 15259/2005 – Com o coeficiente de capilaridade variando de C1 = 1,5 a C6 > 10,0 g/dm².min^{1/2}.
- Densidade de massa no estado fresco – NBR 15259/2005 – As argamassas industrializadas com densidade de massa no estado fresco variando de D1 = 1400 a D6 > 2000 Kg/m³.
- Retenção de água – NBR 13277/2005 – As argamassas industrializadas com retenção de água variando de U1 = 78 a U6 95% a 100%.
- Resistência potencial de tração – NBR 15258/2005 – As argamassas industrializadas com resistência potencial de aderência à tração variando de A1 < 0,20 a A3 0,30 MPa.

O Manual de Revestimentos da ABCP (2002) relata que esse tipo de argamassa compõe-se de granulometria controlada.

Por serem produzidas por processos industriais, mecanizados e com controles rígidos de produção, as argamassas ensacadas apresentam grande uniformidade de dosagem. Isto significa dizer que se pode conseguir a repetição de um traço com um grau de confiança satisfatório. (ABCP, 2002. p.26)

A seguir é apresentado o fluxograma de acordo com Oliveira (2006) para argamassas industrializadas (FIG 2).

FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DE PROCESSOS PARA ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA EM SACOS.



Fonte: Oliveira (2006).

4.1.4 Aplicações

As aplicações das argamassas estão diretamente ligadas à 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 diversas funções e propriedades das argamassas, a seguir serão apresentadas cada uma delas de maneira sucinta para uma melhor compreensão. Sendo elas de assentamento, revestimento, acabamento e colantes.

- Argamassas de assentamento

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

Conforme Casaresk (2007), as principais funções das argamassas de assentamento:

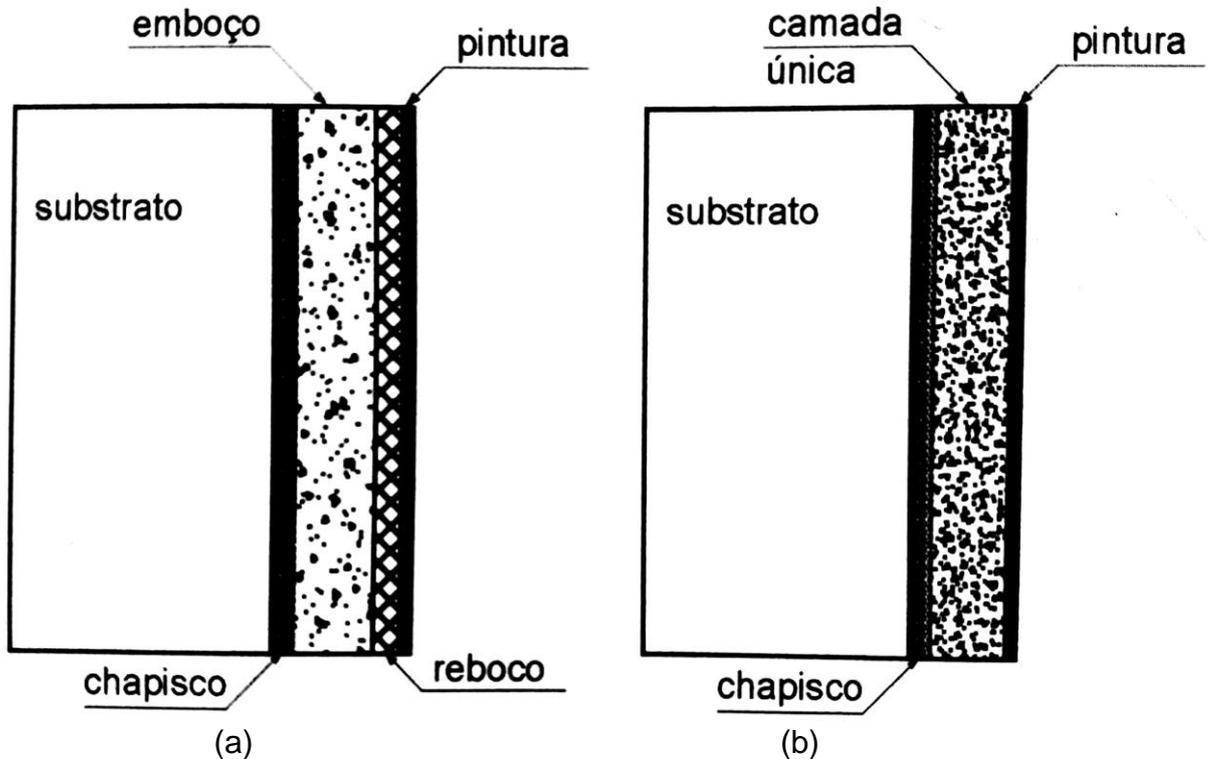
- Unir solidamente os componentes da alvenaria;
- Distribuir uniformemente as cargas;
- Absorver as deformações naturais;
- Selar as juntas contra a penetração de água de chuva.

- Argamassas de revestimento

A argamassa de revestimento tem a finalidade de aprimorar o acabamento e aumentar o conforto-acústico de uma edificação, sendo utilizada como chapisco, emboço, reboco, camada única e revestimento decorativo monocamada (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

Na FIG 3, pode-se observar a utilização do revestimento de argamassa que pode ser constituído por várias camadas com características e funções específicas.

FIGURA 3 - DIFERENTES ALTERNATIVAS DE REVESTIMENTO DE PAREDE: (A) EMBOÇO + REBOCO + PINTURA (SISTEMA MAIS ANTIGO, ATUALMENTE POUCO UTILIZADO); (B) CAMADA ÚNICA + PINTURA.



Fonte: Casaresk 2007.

Casaresk (2007) descreve as funções específicas de cada componente ilustrado na FIG 3:

CHAPISCO: camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com o papel de uniformizar a superfície quanto a absorção e melhorar a aderência o revestimento;

- EMBOÇO: camada de revestimento que é executada para o cobrir e regularizar a base, propiciando uma superfície que possa receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo;
- REBOCO: camada de revestimento que é utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final;

- CAMADA ÚNICA: revestimento de um único tipo de argamassa que é aplicado à base, sobre o qual é aplicada uma camada decorativa;
- REVESTIMENTO DECORATIVO MONOCAMADA- RDM: é um revestimento aplicado em uma única camada, que faz, simultaneamente à função regularização e decorativa, muito utilizado na Europa.

- Argamassas de acabamento

As argamassas de acabamento têm como emprego dar o acabamento final, são encontradas em grandes variedades, como massa travertina, massa rústica e outras, gerando efeitos diferenciados, como paredes texturizadas ou até mesmo dando aparência de mármore ou granito. (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

Azeredo (2011) descreve que as argamassas de acabamento devem ser tratadas com cuidado, pois na maioria das vezes não há uma pintura sobre elas ou aplicação de qualquer outro material.

- Argamassas colantes

A argamassa colante é uma mistura de agregados minerais e aditivos, que com adição de água na obra, forma-se uma massa plástica de textura viscosa, empregada no assentamento de revestimentos como granito e cerâmicas (FIORITO,2009).

De acordo com a NBR 14081 (ABNT, 2004), as argamassas colantes são encontradas em três tipos:

Argamassa colante industrializada AC I: Argamassa colante industrializada com características de resistência às solicitações mecânicas e termoigrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais. Argamassa colante industrializada - AC II: Argamassa colante industrializada com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termoigrométrica e ação do vento. Argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II.

4.1.5 Propriedades das argamassas

Segundo à ABCP (2002), as propriedades das argamassas devem ser compatíveis com a forma de aplicação, a natureza do substrato, as condições

climáticas do local, sendo assim também compatível com o sistema de acabamento proposto.

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

QUADRO 2 - PROPRIEDADES 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) – adaptado.

De acordo com Baia e Sabbatini (2008), para que as argamassas cumpram suas funções adequadamente, é preciso que elas apresentem propriedades específicas tanto no estado fresco quanto no endurecido, a análise destas propriedades e de como são influenciadas, pode ajudar a avaliar o comportamento das argamassas em diferentes circunstâncias.

4.1.5.1 Propriedades da argamassa no estado fresco

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

Este tópico tem em vista o objetivo de apresentar as propriedades das argamassas no estado fresco. A seguir as características de cada uma delas.

- Massa específica e teor de ar

A massa específica do material pode ser absoluta ou relativa, o valor da massa específica é obtido pela relação da massa pelo volume do material, sendo que para o cálculo da 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 conseqüentemente a massa específica da mesma diminui, podendo ser bom até certo ponto, depois este aumento pode causar perda de resistência mecânica e aderência da argamassa.

Segundo Carasek (2007), a massa específica e o teor de ar incorporado são responsáveis por melhorar a trabalhabilidade das argamassas, sendo assim, 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 em grande espaço de tempo gera mais produtividade.

A NBR 13278 (ABNT, 2005) prescreve que o cálculo da densidade de massa (A), no estado fresco, é realizado através da seguinte Equação 1:

$$d = \frac{(mc - mv)}{vr} \quad (1)$$

Onde:

d: densidade de massa da argamassa no estado fresco (kg/m³)

mc: massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaio (g)

mv: massa do recipiente cilíndrico vazio (g)

vr: volume do recipiente cilíndrico (cm³).

-Trabalhabilidade

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

Ainda segundo Ribeiro, Pinto e Starling (2000), a trabalhabilidade é a função da quantidade de água utilizada na composição, da proporção entre a pasta (cimento e água) e areia e da granulometria da areia, para se obter a trabalhabilidade necessária, pode-se variar 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 apresente o acabamento superficial específico (ARAÚJO, 2011).

- Retenção de água

A retenção de água é uma propriedade associada à capacidade da argamassa fresca de manter a trabalhabilidade quando está sujeita 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 capacidade que a mesma possui de se grudar ao substrato de aplicação, esta união é feita quando a pasta de cimento ou aglomerante da argamassa entra nos poros, reentrâncias e saliências do substrato e então ocorre o endurecimento da mesma (BAIA; SABBATINI, 2008).

Segundo os mesmos autores, a aderência inicial depende das demais propriedades no estado fresco, além de características da base de aplicação como: a porosidade, as condições de limpeza, rugosidade e umidade.

Ela está diretamente relacionada com as características reológicas da pasta aglomerante, especificamente a sua tensão superficial. A redução da tensão superficial da pasta favorece a “molhagem” do substrato, reduzindo o ângulo de contato entre as superfícies e implementando a adesão. Esse fenômeno propicia um maior contato físico da pasta com os grãos de agregado e também com a base, melhorando assim, a adesão (CARASEK, 2007).

- Retração na secagem

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

Baia e Sabbatini (2008) complementam a ideia de Casarek (2007) afirmando que a retração ocorre também “pelos ações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes”, a retração na secagem pode causar fissuras que por sua vez podem ser ou não prejudiciais, essas fissuras só podem ser prejudiciais quando permitem a infiltração de água no revestimento já endurecido.

Os fatores que influenciam essa propriedade são: as características e o proporcionamento dos materiais constituintes da argamassa; a espessura e o intervalo de aplicações das camadas; o respeito ao tempo de sarrafeamento e desempenho (BAIA; SABBATINI, 2008, pg. 19).

Casarek (2007) afirma que a secagem da argamassa depois de ser aplicada, quando ocorre de forma muito rápida pode gerar fissuras, isso acontece pois não o tempo é insuficiente para argamassa atingir a resistência tração mínima que evite 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.

4.1.5.2 Propriedades da argamassa no estado endurecido

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

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

- Aderência

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

Segundo Recena (2008) temos que:

A resistência de aderência deve ser entendida como o resultado do comportamento de um sistema, dependendo tanto das características da argamassa como das características do substrato de aplicação. A eficiência da aplicação, sempre relacionada com o fator humano, por vezes torna-se a variável mais importante no processo. Outros aspectos tais como a temperatura do ar, sua velocidade e sua umidade podem determinar que mesmo materiais acabem por definir sistemas de revestimento com desempenhos em muito diferenciados (RECENA, 2008, pg. 48).

- 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 variação da temperatura, as grandes deformações, como exemplo, as oriundas de recalques da estrutura não são absorvidas pelo revestimento (BAIA; SABBATINI, 2008).

A absorção de deformações segundo Baia e Sabbatini (2008) depende:

- Do módulo de deformação da argamassa: capacidade de absorver a deformação, quando módulo diminui (menor consumo de cimento);
- Da espessura das camadas: capacidade de absorver esforços aumenta conforme aumenta a espessura das camadas, esse aumento deve ser controlado para não afetar outras propriedades como a aderência;
- Das juntas de trabalho do revestimento: nas juntas de trabalho ocorre a divisão do revestimento em placas menores que por sua vez dissipam mais facilmente as tensões;
- Da técnica de execução: na parte de execução, o desempenho de forma correta e na hora certa faz com que diminua o surgimento de fissuras.

- Resistência mecânica

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

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

- Permeabilidade

Propriedade das argamassas que está ligada à passagem de água, por ser um material bastante poroso a argamassa permite a passagem de água tanto no estado líquido quanto no estado gasoso, o revestimento deve ser impermeável impedindo a percolação 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 dosagem da argamassa, a execução do revestimento, e a espessura da camada de revestimento (BAIA; SABBATINI, 2008).

Complementando a ideia dos autores acima, Casarek (2007) afirma 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 de problemas de higiene e saúde das pessoas que frequentam o mesmo.

- Durabilidade

Segundo Recena (2015):

A durabilidade de uma 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 considerados em seu projeto sem deixar de cumprir as funções para as quais foi projetada.

Complementado a ideia os autores Baia e Sabbatini (2008), citam alguns fatores que influenciam na durabilidade do revestimento: fissuração, espessura da

camada de revestimento, a ação de microrganismos de boa qualidade da argamassa e os reparos.

4.1.6 Comparativo entre as argamassas

A Comunidade da Construção (Sistemas à base de cimento, 2015), descreve que a argamassa preparada em obra é um sistema bastante tradicional, cuja tecnologia é muito 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 (2016) apresenta a argamassa industrializada como um produto seguro por atender as características técnicas de resistência e de aderência estabelecidas pelas normas do mercado, outras vantagens são economia e a rapidez.

O QUADRO 3, apresenta as vantagens do uso da argamassa industrializada em relação ao uso da argamassa preparada em obra.

QUADRO 3 - COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA PREPARADA EM OBRA E ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA.

Quanto ao:	Argamassa preparada em obra	Argamassa industrializada
Recebimento de descarga de materiais	Recebe a areia a granel, cimento e cal em sacos. Uso de mão de obra maior e o desperdício de materiais também são maiores.	Entregue ensacada e paletizada. A demanda de mão de obra é menor assim como o desperdício, também é reduzido.
Controle e recebimento de materiais	Contagem e pesagem dos sacos e verificação se existem embalagens danificadas. Apresenta dificuldade em controlar a qualidade da areia (granulometria, contaminações).	Contagem e pesagem dos sacos e verificação da existência de embalagens danificadas.
Armazenagem de materiais	Necessita de mais espaço para seu armazenamento. Areia entregue a granel precisa de um local onde haja contenção para evitar espalhamento e perdas.	Estoques mais flexíveis. Podem ser remanejados e distribuídos nos locais de aplicação.
Local de preparo	Há a necessidade de um número maior funcionários para o preparo, necessita de um local específico para mistura (betoneira próxima ao local de armazenamento de materiais), desperdício maior de matérias primas.	É possível preparar nos andares da aplicação, pois permite menores solicitações de transporte e mão de obra.
Medição dos materiais	Dificuldade no controle de medição dos materiais. Falta da medição de recipientes e balanças. Menor precisão.	Propriedades asseguradas pelo fabricante. Cuidados apenas com as quantidades de água adicionadas.

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 3 - COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA PREPARADA EM OBRA E ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA.

Misturas dos materiais	Deve ser mecanizada.	Deve ser mecanizada.
Transporte dos materiais/ argamassa	Maior gasto com mão de obra para mistura de matéria prima para a produção e distribuição nos locais de aplicação da argamassa.	Pode ser dosada no local ou bombeada,

Fonte: TREVISSOL (2015).

4.1.7 Cuidados na preparação

A preparação das argamassas necessita de alguns cuidados referentes a quantidade de aglomerante, areia, água e local de preparação, buscando à obtenção das características necessárias ao seu emprego (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

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

QUADRO 4 - CUIDADOS NA PREPARAÇÃO DAS ARGAMASSAS.

Preparação	Cuidados na preparação
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 que há a necessidade do controle no canteiro de obra que a argamassa será preparada. Deve-se ter uma normalização 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 qualidades diferentes.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais e métodos utilizados neste estudo foram selecionados a partir das descrições realizadas no referencial teórico, a fim de seguir normas e padrões determinados em outros estudos, para execução deste trabalho que compreende a comparação das propriedades mecânicas, o custo e produção, vantagens e desvantagens das argamassas.

5.1 Materiais

Para o desenvolvimento do ensaio de compressão, foram utilizados os seguintes materiais:

- Cimento: CP II -32 F (Cimento *Portland* com adição de *Filler*).
- Cal hidratada
- Agregado miúdo: Areia lavada
- Água para o amassamento
- Argamassa industrializada (argamassa fornecida em sacos de 20 kg).

5.2 Equipamentos

Neste tópico, são apresentados os equipamentos utilizados para realizar o ensaio em laboratório.

- Formas prismáticas de madeira nas dimensões de 4 cm de altura, 4 cm de largura e 16 cm de comprimento;
- Balança de precisão para pesagem dos materiais;
- Recipiente para amassamento;
- Soquete;
- Espátula;
- Máquina universal de ensaios.

5.3 Métodos

Buscando atender aos objetivos propostos, foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos:

5.3.1 Moldagem dos corpos de prova

Para a moldagem dos corpos de prova, as etapas foram divididas em: definição do traço, preparo, moldagem, cura e rompimento dos corpos de prova.

Para a determinação do traço, definiu-se uma comparação entre dois traços utilizados em argamassa convencionais para assentamento; 1:2:9 (cimento, cal e areia) e 1:6 (cimento e areia), ambos em massa.

O preparo da argamassa convencional, por sua vez, foi realizado manualmente. As quantidades de cada material que foi utilizado para a composição de cada traço para a moldagem dos corpos de prova, estão representados na TAB.1.

Tabela 1 – Quantidade de insumos dos corpos de prova.

TRAÇO	CIMENTO (G)	CAL (G)	AREIA (G)	ÁGUA (G)
ARGAMASSA 1:2:9	76,8	217,6	864	300
ARGAMASSA 1:6	130,8	-	981	300

FONTE: A autora (2018).

Os corpos de prova de argamassa industrializada também foram moldados manualmente, seguindo as orientações do fabricante, sendo adicionado aproximadamente 300 ml de água para cada 1200 g de argamassa industrializada.

Posteriormente, foram moldados os corpos de provas prismáticos (FIG.4), com as dimensões de 4 cm x 4 cm de seção transversal e 16 cm de comprimento. Para a moldagem dos corpos de provas, primeiramente colocou-se a massa em seu estado

fresco em duas partes. Conforme a NBR 13279/2005, para corpos de prova prismáticos, o número de golpes para adensamento são definidos como 30 golpes. Aguardou-se 24 horas de cura para realizar a desforma.

FIGURA 4 - MOLDAGEM CORPOS DE PROVA.



Fonte: A autora (2018).

Logo após a desforma (FIG. 5) os corpos de prova foram submetidos à cura seca, mantidos no laboratório de Ciências da Terra durante o período de 28 dias.

FIGURA 5 - CORPO DE PROVA CURADO.



Fonte: A autora (2018).

No processo de rompimento dos corpos de prova, eles foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão, com idade de 28 dias, sendo moldados três corpos de prova para cada caso. A FIG.6, demonstra um corpo de prova sendo rompido.

FIGURA 6 - CORPO DE PROVA SENDO ROMPIDO.



Fonte: A autora (2018).

5.3.2 Resistência à compressão

O rompimento dos corpos de prova aconteceu após o prazo determinado de cura de 28 dias. O corpo de prova foi cuidadosamente centralizado no prato inferior da prensa. Então, iniciou-se o processo de ruptura, onde o carregamento foi aplicado continuamente até a ocorrência da queda da força e ruptura do mesmo.

Na TAB.2 são apresentadas as exigências das resistências em MPa da argamassa, em que foram baseadas as discussões dos resultados.

Tabela 2 - Exigências Mecânicas para argamassa.

Características	Identificação	Limites	Método
Resistência à	I	$\geq 0,1$ e $< 4,0$	NBR 13279
compressão aos 28	II	$\geq 4,0$ e $< 8,0$	NBR 13279
dias (Mpa)	III	$> 8,0$	NBR 13279

Fonte: Adaptado de ABNT, (2001).

Considerando a argamassa em seu estado endurecido, realizou-se o ensaio de compressão axial, segundo a NBR 13279 (ABNT, 2005). Para o tempo de cura de 28 dias, foram rompidos 9 corpos de prova, sendo 3 para cada traço. Para se calcular a tensão do corpo de prova utilizou-se a Equação 2.

$$R_c = \frac{F_c}{0,0064} \quad (2)$$

Onde:

R_c: é a resistência à compressão em megapascal;

F_c: é a carga máxima aplicada em newtons;

0,0064 é a área da seção.

5.3.3 Custo e produção

Para fins de aquisição de dados para analisar custos foram utilizadas as composições de custos encontradas pela TCPO- Tabela de Composições e Preços para Orçamentos 13ª Edição (2010) e a SINAPI-Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil com os preços de insumos coletados em agosto de 2018.

Com base nesses resultados, foram traçados quadros a respeito da produtividade, quantidade de operários necessária e quantidade de material e

equipamentos gasto nessas atividades. O procedimento foi realizado para os três tipos de argamassa em estudo para o bloco cerâmico.

Os quantitativos deram possibilidade para criação de composição orçamentária.

5.3.4 Vantagens e desvantagens

As discussões a respeito das vantagens e desvantagens, se deram a partir das pesquisas bibliográficas desenvolvidas durante o trabalho. No qual o objetivo era analisar a viabilidade do uso das argamassas preparadas em obras e a argamassa industrializada ensacada e apresentar os aspectos favoráveis de cada uma assim como a inconveniência de cada um dos tipos de argamassa.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico são apresentados os resultados do ensaio à compressão, seguido dos resultados do custo e produção e as vantagens e desvantagens analisadas para cada argamassa.

6.1 Ensaio de compressão

Na TAB.3, são apresentados os resultados do ensaio de compressão em Newtons na idade de 28 dias das argamassas convencionais de traço 1:2:9, traço 1:6 e a argamassa industrializada.

Tabela 3 – Cargas de ruptura dos corpos de prova.

Resultados em 28 dias (R28)	Argamassa Traço1:2:9 (Newtons)
CP1 (Corpo de Prova 1)	21345,971
CP2 (Corpo de Prova 2)	21819,904
CP3 (Corpo de Prova 3)	24682,465
Resultados em 28 dias (R28)	Argamassa Traço 1:6 (Newtons)
CP1 (Corpo de Prova 1)	38767,773
CP2 (Corpo de Prova 2)	39014,219
CP3 (Corpo de Prova 3)	28834,123
Resultados em 28 dias (R28)	Argamassa Industrializada (Newtons)
CP1 (Corpo de Prova 1)	42957,348
CP2 (Corpo de Prova 2)	35905,215
CP3 (Corpo de Prova 3)	34142,180

Fonte: A autora (2018).

Na TAB.4, apresentam-se os resultados de resistência à compressão na idade de 28 dias, da argamassa convencional com o traço 1:2:9.

Tabela 4 - Argamassa convencional traço 1:2:9 – rompimento de 28 dias.

CORPOS DE PROVA	TENSÃO (MPA)
1	3,33
2	3,41
3	3,85
fck- est	3,53

Fonte: A autora (2018).

Neste caso, a resistência encontrada, por pequena, diferença não se enquadra na norma, pois a mesma exige uma resistência igual ou superior a 4 MPa para a argamassa de assentamento. Esse resultado pode ter ocorrido, devido a fatores como golpes fracos no adensamento da argamassa durante a moldagem dos corpos de prova.

Na TAB.5, apresenta-se o resultado de ensaio na idade de 28 dias da argamassa convencional com o traço 1:6.

Tabela 5 - Argamassa convencional traço 1:6 – rompimento de 28 dias.

CORPOS DE PROVA	TENSÃO (MPA)
1	6,05
2	6,09
3	4,05
fck- est	5,4

Fonte: A autora (2018).

Os valores obtidos na TAB.5 apresentaram tensões de ruptura mais altas, que atenderam à norma, que exige para a argamassa de assentamento uma resistência igual ou superior a 4 MPa.

Na TAB.6, apresenta-se a resistência à compressão na idade de 28 dias, da argamassa industrializada.

Tabela 6 - Argamassa industrializada – rompimento de 28 dias.

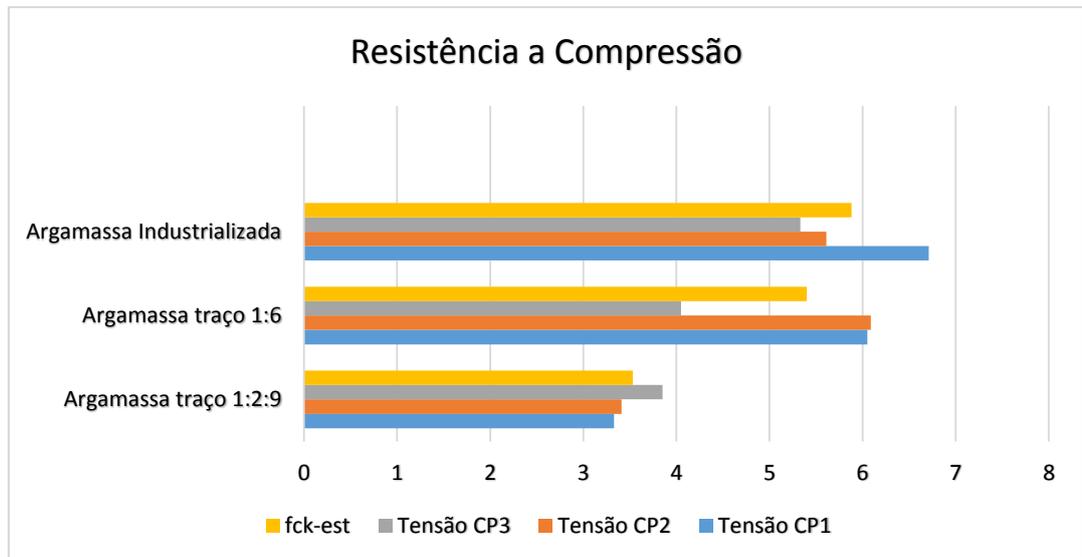
CORPOS DE PROVA	TENSÃO (MPA)
1	6,71
2	5,61
3	5,33
fck- est	5,88

Fonte: A autora (2018).

Pode- se observar na TAB.6, que a média das resistências foram altas. Esse resultado demonstra que os valores alcançados atendem o objetivo desejado e se enquadram na norma, onde a resistência da argamassa de assentamento deve ser no mínimo de 4 MPa.

No GRÁF.1 encontram- se os resultados médios da resistência à compressão das argamassas que foram executadas de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005).

GRÁFICO 1 - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO MÉDIA.



Fonte: A autora (2018).

Conforme a NBR 13279 (ABNT, 2005) foram apresentados os resultados individuais, e a média de cada tipo de argamassa.

Quanto a resistência, Segundo Parsekian (2012), assentamento em alvenaria estrutural, a argamassa deve apresentar uma resistência mínima de 4,0 Mpa.

Os resultados apresentados no GRÁF.1, mostram que a argamassa convencional de traço 1:2:9, apresentou um valor menor de resistência do que é exigido pela norma. Já a argamassa convencional de traço 1:6 e à argamassa industrializada apresentaram valores satisfatórios, e se enquadram dentro da norma.

6.2 Custo e produção

De modo a dar condições de se estabelecerem tabelas de custo unitário, os dados de produtividade e gasto de material foram estipulados para a produção de assentamento de alvenaria cerâmica, considerando-se uma produção de 20 metros quadrados por dia.

Os valores apresentados contemplam apenas o custo da produção, sem levar em consideração a administração central, custo de capital financeiro contraído do mercado, margem de incerteza e lucro, ou seja, foi desconsiderado o BDI.

Com dados obtidos pela TCPO 13 e a SINAPI, apresentam-se nos QUADROS 5, 6 e 7, as composições de custos referentes aos materiais e mão de obra utilizados para alvenaria de assentamentos com as argamassas estudadas.

QUADRO 5 - COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA UM METRO QUADRADO DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO, ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
Materiais	Cimento Portland CP II	kg	1,32	0,35	0,46
	Areia	m ³	0,01	65,38	0,65
	Cal hidratada	kg	3,74	0,58	2,16
	'Tijolo (9x19x29)	un	16	0,60	9,6
	Betoneira	h	0,1	0,81	0,081
	SUB- TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				
Mão de obra	Pedreiro	h	0,64	16,11	10,31
	Servente	h	0,38	10,57	4,02
	SUB TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					27,28

Fonte: A autora (2018).

QUADRO 6 - COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA UM METRO QUADRADO DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO, ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:6.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
Materiais	Cimento Portland CP II	kg	2,16	0,35	0,76
	Areia	m ³	0,011	65,38	0,71
	Tijolo (9x19x29)	un	16	0,60	9,6
	Betoneira	h	0,1	0,81	0,081
	SUB- TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				
Mão de obra	Pedreiro ‘	h	0,64	16,11	10,31
	Servente	h	0,38	10,57	4,02
	SUB TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					25,40

Fonte: A autora (2018).

QUADRO 7 - COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA UM METRO QUADRADO DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO, ASSENTADO COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
Materiais	Argamassa industrializada ensacada	kg	20	0,38	7,6
	Tijolo (9x19x29)	un	16	0,60	9,6
	Betoneira	h	0,1	0,81	0,081
	SUB TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				17,28
Mão de obra	Pedreiro	h	0,60	16,11	9,66
	Servente	h	0,32	10,57	3,38
	SUB TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				13,04
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					30,32

Fonte: A autora (2018).

Na TAB.7, pode-se observar o comparativo de preço por metro quadrado e produtividade de assentamento de alvenaria sem função estrutural com as três modalidades de argamassa de assentamento em estudo.

- A- Argamassa para assentamento preparada em obra traço em volume 1:2:9;
- B- Argamassa para assentamento preparada em obra traço em volume 1:6;
- C- Argamassa para assentamento industrializada.

Tabela 7- Custo por metro quadrado de assentamento de tijolo cerâmico.

Tipo de argamassa	Preço por metro quadrado (R\$/ m ²)	Preço por metro quadrado (%)
A	27,28	90
B	25,40	84
C	30,32	100

Fonte: A autora (2018).

A argamassa preparada em obra de traço 1:6 para assentamento de bloco cerâmico é 16% mais econômica que a argamassa industrializada para assentamento de bloco cerâmico e 6% mais econômica que a argamassa preparada em obra de traço 1:2:9 para assentamento de bloco cerâmico.

Considerando-se, comparativamente as questões do dispêndio financeiro com gasto de material e mão de obra, elaborou-se a TAB. 8.

Tabela 8- Custo por metro quadrado de assentamento de tijolo cerâmico.

Tipo de Argamassa	Mão de obra (R\$/m ²)	Mão de obra (%)	Material (R\$/m ²)	Material (%)
A	14,33	100	12,95	69
B	14,33	100	11,07	59
C	13,04	91	17,28	100

Fonte: A autora (2018).

Em relação a mão de obra, o custo por metro quadrado foi menor usando argamassa industrializada. Esta variação foi de 9% com relação as demais argamassas. Com relação ao gasto de material as argamassas preparadas em obras apresentaram um custo bem mais baixo, a de traço 1:2:9 apresentando 31% e a de traço 1:6 apresentando 41% no que diz respeito a industrializada.

6.3 Vantagens e desvantagens

A argamassa preparada em obra, ainda é um dos procedimentos mais utilizados nas construções, definidos os constituintes e a proporção relativa do traço a ser utilizado ainda no projeto, o processo de fabricação define-se em misturar mecanicamente ou manualmente os constituintes, dando sequência na adição e seguindo determinado tempo. No entanto, é de extrema necessidade o controle na uniformidade do produto, sendo este controle feito através dos materiais constituintes ou da própria argamassa.

Os equipamentos utilizados são simples, porém devem ter manutenção adequada.

Sendo assim, a argamassa tradicional pode ser considerada uma tecnologia bastante difundida, mas com pouco investimento em treinamento para que a produção e transporte ocorram com a produtividade desejada na obra. Além de ser difícil dosar a quantidade certa dos componentes – a cada novo preparo, se chegará a um traço diferente.

A argamassa industrializada possui algumas vantagens sobre a argamassa convencional, essas vantagens podem ser observadas desde o recebimento do material até a aplicação do mesmo e vida útil da edificação, tendo em vista a possível redução de patologias.

A principal vantagem e finalidade da utilização de argamassas industrializadas é a produção de edificações limpas, cujo desperdício e geração de resíduos possam ser minimizados objetivando rapidez na execução, melhoria na qualidade da obra e economia. Estima-se uma redução de até 80% nas perdas quando comparado às argamassas convencionais.

Outra vantagem a favor da utilização das argamassas industrializadas é o grande avanço tecnológico de equipamentos e matérias-primas que pesquisadores e produtores vêm desenvolvendo em estudos, aprimorando sua qualidade final, especificando e elaborando argamassas para cada tipo de utilização a que se destina. Deste modo, as mesmas têm vasto campo de aplicação, chegando há mais de trinta diferentes tipos e indicadas para inúmeras destinações, tais como: contra pisos,

revestimentos internos e externos, assentamentos de cerâmicas, rochas ornamentais e alvenarias, texturas, decoração entre outros.

A desvantagem das argamassas industrializadas é que muitas das vezes se apresentam mais caras, mas se considerando o custo geral englobando material e mão de obra, o seu custo pode se mostrar favorável ao seu emprego, pois os gastos com o desperdícios de materiais para o emprego da argamassa tradicional são muito maiores que os gerados pela argamassa industrializada, e que não foram computados nos cálculos deste trabalho.

7. CONCLUSÃO

A argamassa é um produto fundamental, uma segurança que o consumidor muitas vezes não presta atenção, mas que sempre pode contar em sua obra, no assentamento de alvenarias. O mercado vem com isso buscando inovações, em conceitos, conciliando, custos reduzidos com qualidade e menor mão de obra.

O foco deste trabalho foi fazer um comparativo entre a argamassa tradicional que ainda é produzida de forma empírica em canteiros de obras, e a argamassa industrializada ensacada, que mostra o quão importante é o controle tecnológico e o controle de homogeneidade no traço.

Entretanto, a questão do tradicionalismo é bastante conservadora, tendo certa resistência a produtos inovadores como a argamassa industrializada ensacada, mesmo sabendo das suas vantagens em relação ao custo benefício, menos desperdício, maior rendimento e produtos normalizados, sendo que, com a aceitação de novas tecnologias, o mercado tende a ganhar rapidez, eficácia e qualidade.

Com o ensaio de compressão, confirmou-se que a argamassa industrializada ensacada, possui uma boa resistência à compressão, e mais benefícios à cerca das vantagens e desvantagens, sendo então a melhor opção disponível entre a argamassa tradicional fabricada em obras e a argamassa ensacada, no mercado da construção civil hoje.

A argamassa industrializada ensacada surgiu para a inovação da construção civil, e com base em diversos estudos acadêmicos como esse, profissionais da área da engenharia e da construção civil, terão este, além de outros trabalhos com o mesmo foco para um embasamento científico e laboratorial sobre o potencial da argamassa industrializada ensacada, porém, vale ressaltar que dentro deste tema poderá se adequar outros trabalhos com outras argamassas ensacadas, verificando também outros ensaios que podem ser avaliados com as argamassas.

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 março.2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279:** argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência a tração na flexão e compressão. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/francypb/nbr-132792005argamassaparaassentamentoerevestimentodeparedesetetosdeterminacaodaresistenciaatraçonaoflexãoecompressão>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529:** Revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. ABNT, 2005.
- 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.
- BAÍA, Luciana Leone Maciel; SABBATINI, Fernando Henrique. **Projeto e execução de revestimento de argamassa.** 4ª edição, O nome da Rosa editora Ltda. São Paulo/ SP, 2008.
- 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.
- 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.
- FIORITO, A.J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos:** estudos e procedimentos de execução. 2ª ed. São Paulo: PINI, 2009.
- NUNES, Daniel G. **Estudo de caso para comparativo entre uso de argamassa produzida em obra e argamassa ensacada.** 2014. Projeto de Graduação - UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, RJ.

OLIVEIRA, Flavio Augusto Lindner. **Argamassa industrializada: vantagens e desvantagens**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Anhembi Morumbi, 2006.

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

REGATTIERI, Carlos E; SILVA, Luciano L. **Ganhos de potenciais na utilização de argamassa industrializada**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia em Argamassas. São Paulo/ SP, 2003.

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

SANTOS, H. B. dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. 2008. 50f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 2008. Disponível em:

<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Heraldo%20Barbosa.pdf>>
. Acesso em: 03 set. 2018.

SILVA, Narciso G.. **Argamassa de Revestimento de Cimento, Cal e Areia Britada de Rocha Calcária**. 2006. 164f. Tese (Mestrado em engenharia civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba,2006.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Argamassa industrializada para assentamento e revestimento de paredes e tetos**. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, Minas Gerais, 2006.

TABELAS DE COMPOSIÇÕES DE PREÇO PARA ORÇAMENTO - TCPO. 13.ed. São Paulo: PINI,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.

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

<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/4/arg-preparada-na-obra/planejamento/76/arg-preparada-na-obra.html/>

<http://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/argamassa-industrializada-tem-aplicacao-mais-rapida-e-segura-em-fachadas/>. Acesso em 26 de junho de 2018.

<http://www.caixa.gov.br/poderpublico/apoiopoderpublico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em 07 de setembro de 2018.