Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Junho de 2018

ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE ARGAMASSA ESTABILIZADA E ARGAMASSA PRODUZIDA EM UM CANTEIRO DE OBRA NA CIDADE DE TEÓFILO OTONI – MG

Felipe Rodrigues de Mattos*, Adayr Freitas Bittencourt Neto**, Acly Ney Santiago***, Pedro Emílio Amador Salomão****

Resumo

Este estudo tem como objetivo determinar a viabilidade da substituição da argamassa produzida em obra pela argamassa estabilizada para os serviços de alvenaria, emboço e reboco durante a construção de um condomínio residencial na cidade de Teófilo Otoni - MG.Este produto é relativamente novo na região e ainda pouco utilizado. No decorrer do estudo foram levantadas as quantidades em metro quadrado de cada serviço e seus índices de consumo e produtividade foram atribuídos de acordo com as tabelas SINAPI e SETOP. Durante a execução, não foi utilizada a argamassa produzida em obra e seu valor do metro cúbico foi estimado de acordo com o SINAPI. Após o levantamento foram feitos dois orçamentos distintos, um para argamassa produzida em obra e outro para argamassa estabilizada. O metro cúbico da argamassa rodada em obra apresentou um valor 13% superiorà estabilizada e se fosse utilizada nestes serviços acarretaria em um aumento de 5,16% no orçamento destas etapas. A argamassa estabilizada é entregue pelo fornecedor pronta para uso e após o recebimento em recipientes plásticos, ela pode ser aplicada por até 72 horas. Tal característica reduziu as perdas, melhorou a logística do canteiro e excluiu a necessidade de mão de obra para a produção de argamassa. Além de economicamente viável, ela apresentou vantagens qualitativas em relação a argamassa produzida em obra.

Palavras – chave: Argamassa estabilizada, alvenaria, revestimento, viabilidade.

Abstract

The objective of this study was to determine the feasibility of replacing mortar produced by mortar for the masonry, plaster and plaster services during the construction of a residential condominium in the city of Teófilo Otoni - MG. This product is relatively new in the region and still little used. During the study, the quantities were measured in square meters of each service and their consumption and productivity indexes were assigned according to the SINAPI and SETOP tables. During the execution, the mortar produced on site was not used and its value of the cubic meter was estimated according to SINAPI. After the survey two separate budgets were made, one for mortar produced on site and another for stabilized mortar. The cubic meter of mortar rotated on site was 13% higher than the stabilized one and if used in these services would increase by 5.16% in the budget of these stages. The stabilized mortar is delivered by the supplier ready for use and upon receipt in plastic containers, it can be applied for up to 72 hours. This reduced the

losses, improved the logistics of the site and excluded the need for manpower to produce mortar. Besides being economically viable, it presented qualitative advantages in relation to the mortar produced on site.

[*] Acadêmico do 10º período do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni.
[**] Engenheiro Civil, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. E-mail: adayr@hotmail.com
[***] Engenheiro Civil, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. E-mail: aclyney@gmail.com
[****] ,Químico, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Keywords: Stabilized mortar, masonry, coating, feasibility.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o sistema construtivo mais empregado para a construção de habitações ainda é o sistema convencional, o qual utiliza basicamente concreto armado e alvenaria de blocos cerâmicos.Tal sistema, caracteriza-se por possuir vigas, colunas e lajes em concreto armado para sustentação das cargas, e, tijolos cerâmicos assentados e revestidos com argamassa para fechamento dos vãos.

A argamassa, aplicada tanto no levante de alvenaria quanto nos revestimentos interno e externo, podem receber pintura, revestimento com placas cerâmicas ou pedras. A utilização deste material de construção tem grande impacto na construção civil brasileira e o desenvolvimento de novas tecnologias, estudos e processos executivos, poderão trazer diversos benefícios para o setor.

Os primeiros registros de emprego de argamassa como material de construção são da pré-história, há cerca de 11.000 anos. No sul da Galileia, em Israel, foi descoberto um piso polido de 180 metros quadrados, composto de pedras e argamassa de cal e areia, cuja data estimada de sua produção está entre 7.000 a.C. e 9.000 a.C. (EMO, 2006; HCIA, 2006).

De acordo com Carasek(2010), as argamassas são materiais de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, composta deuma mistura homogênea com um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais que modificam suas propriedades de acordo com o uso desejado.

Devido à importância deste material, surgiram variados tipos de argamassa com diferentes composições, traços, aplicações, métodos de produção e processos executivos visando a melhoria de suas características e produtividade.

Pensando nisso, efetuou-se uma pesquisa e análise de dados em uma obra de condomínio residencial na cidade de Teófilo Otoni-MG onde, a argamassa preparada em obra foi substituída pela argamassa estabilizada. Tal argamassa caracteriza-se por ser um produto novo na região de Teófilo Otoni, sendo ainda pouco utilizada pelos empreiteiros locais, devido ao desconhecimento de sua existência, ou, devido ao conservadorismo que predomina a construção civil.

A adoção da argamassa industrializada em face do uso da argamassa convencional rodada no canteiro de obras, visou a melhoria da qualidade dos serviços, a redução da mão de obra empregada, a otimização do tempo de execução e consequentemente a redução de custos do empreendimento. Deve-se ressaltar que ainda não existe definição clara em relação ao aspecto normativo para o uso da argamassa estabilizada, existindo apenas, normas técnicas relacionadas aos revestimentos de forma geral.

O objetivo principal deste artigo é realizar através da análise de projetos, dados da obra, serviços executados, e o custo dos insumos, um estudo comparativo, verificando a viabilidade econômica da utilização da argamassa estabilizada em relação à argamassa preparada em obra, comparando também aspectos qualitativos das mesmas, tais como aplicabilidade, qualidade final dos serviços e benefícios.

2. CLASSIFICAÇÕES E FUNÇÕES DAS ARGAMASSAS

As argamassas são amplamente utilizadas nas edificações brasileiras, e apresentam diversos tipos que variam de acordo com sua função, composição, dentre outros critérios.Carasek (2010), classifica as argamassas classifica as argamassas em relação à diversos aspectos, conforme pode ser observado noQUADRO 1:

QUADRO1 - Classificações diversas das argamassas

Critério de Classificação	Tipo
Quanto a natureza do aglomerante	• Argamassa aérea • Argamassa hidráulica
Quanto ao tipo de aglomerante	• Argamassa de cal

	• Argamassa de cimento • Argamassa de cimento e cal • Argamassa de gesso • Argamassa de cal e gesso
Quanto ao número de aglomerantes	• Argamassa simples • Argamassa mista
Quanto à consistência da argamassa	• Argamassa seca • Argamassa plástica • Argamassa fluida
Quanto à plasticidade da argamassa	• Argamassa pobre ou magra • Argamassa média ou cheia • Argamassa rica ou gorda
Quanto à densidade de massa da argamassa	• Argamassa leve • Argamassa normal • Argamassa pesada
Quanto à forma de preparo ou fornecimento	• Argamassa preparada em obra • Mistura semipronta para argamassa • Argamassa industrializada • Argamassa dosada em central

Fonte: Carasek 2010

Para o autor, também é possível classificar as argamassas de acordo com sua função, de acordo com o QUADRO 2, a seguir:

QUADRO2 - Classificações das argamassas quanto à sua função

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

Fonte: Carasek 2010

Diante da grande diversidade de funções, aplicações e classificações,o artigo restringiu-se apenas ao estudo das argamassas para construção de alvenaria, e revestimentos (reboco e emboço) de paredes e tetos.

2.1. Argamassa de assentamento de alvenaria

A argamassa de assentamento de alvenaria, como o próprio nome sugere, é utilizada para a assentamento de unidades de alvenaria (tijolos cerâmicos ou blocos de concreto) durante a construção de paredes e muros. A alvenaria geralmente é executada sobrepondo camadas de tijolos ou blocos, unidas por juntas de argamassa.A FIG. 1 demonstra o processo executivo de alvenaria no canteiro de obrasestudado.

FIGURA 1: Execução de alvenaria



Fonte: Próprio autor

Carasek (2010), afirma que as principais funções das juntas de argamassana alvenaria são:

- Unir as unidades de alvenaria construindo um elemento único, que contribui para a resistência aos esforços;
- Distribuir de maneira uniforme as cargas que atuam na alvenaria por toda a superfície resistente dos blocos;
- Vedar as juntas garantindo que as águas pluviais não penetrem na parede ou muro;
- Absorver as deformações diversas, como por exemplo as térmicas e as de retração que podem atuar na alvenaria.

Ainda conforme o autor, as argamassas devem possuir algumas propriedades que são essenciais para cumprir essas funções. No caso das de levante de alvenaria, as principais propriedades almejadas são:

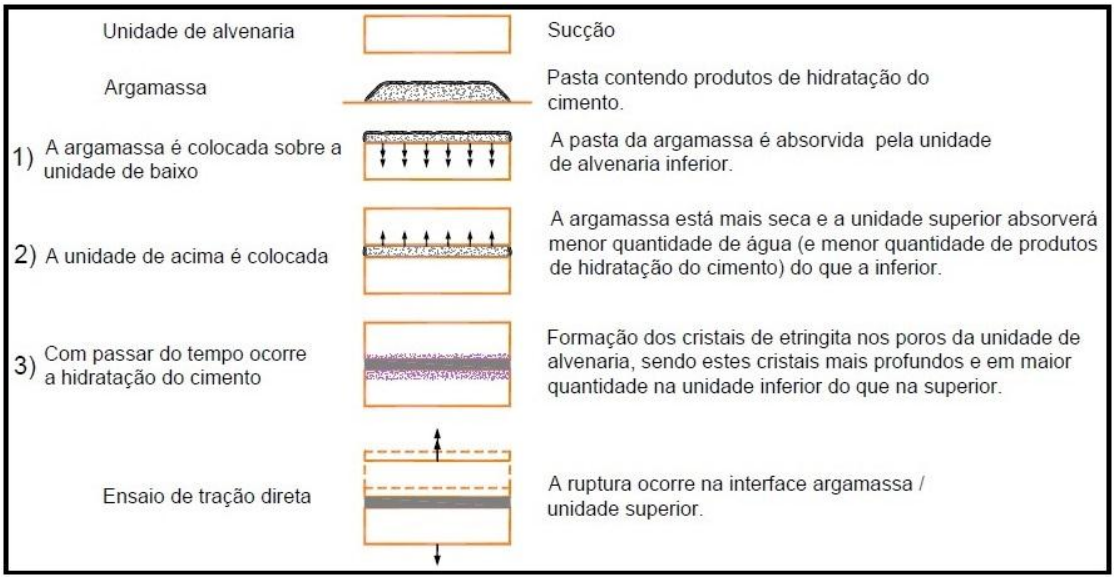
- Trabalhabilidade- a argamassa para levante de alvenaria deve possuir uma boa trabalhabilidade, consistência correta tendo em vista que, ela estando muita

fluida ou rígida, acarreta em uma junta com altura indesejada, dificuldade de alinhamento, assentamento das unidades e prumo da parede ou muro. A falta desta propriedade dificulta a execução correta da alvenaria.

- Aderência - é fundamental para este tipo de argamassa, pois ela permitirá que a parede resista aos esforços cisalhantes e de tração, além de garantir o selamento das juntas, impedindo a infiltração da água das chuvas.
- Resistencia mecânica –é necessário que a argamassa ganhe certa resistência à compressão rapidamente afim de possibilitar o levante de várias fiadas no mesmo dia. Com o passar do tempo, a argamassa também deve adquirir a resistência apropriada.
- Capacidade de absorver deformações da alvenaria e estrutura – esta propriedade está relacionada com o módulo de elasticidade da argamassa. Esta argamassa, quando sujeita à esforços variados, deve possuir a capacidade de se deformar sem que acarrete em trincas e fissuras prejudiciais à parede, mantendo a integridade da mesma.

A FIG. 2 apresenta como ocorre a interação entre as unidades de alvenaria com a utilização de argamassa:

FIGURA2- Interação entre argamassa de assentamento e os blocos em uma alvenaria.



Fonte: Gallegos, 1989 *apud* Carasek 2010

2.2. Argamassa para revestimento de paredes e tetos

Revestimento de argamassa, segundo a ABNT NBR 13529/1995 p.1 (Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas) é o “cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final”.Este tipo revestimento comumente recebe acabamentos de pintura ou revestimento de placas cerâmicas.

De acordo com a ABNT NBR 13530/1995 (Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Classificação), os revestimentos são aplicados, com o intuito de alcançar uma aparência desejada. Em determinados casos, podem atender às exigências térmicas e de proteção contra radiação e umidade. Os revestimentos podem ser compostos de uma ou mais camadas de argamassa, podendo cada uma possuir uma função específica. Segundo a ABNT NBR 13530/1995,os revestimentos são classificados de acordo com oQUADRO3.

A FIG.3, esboça as camadas que compõe o revestimento de paredes e tetos. A Figura 3 (a) representa o sistema antigo de revestimento, composto por emboço, reboco (à base de cal), e pintura. A Figura 3(b), demonstra o sistema atual de revestimento, composto por camada única e pintura. E por último, na Figura3(c), esboça-se o revestimento decorativo em monocamada (RDM).

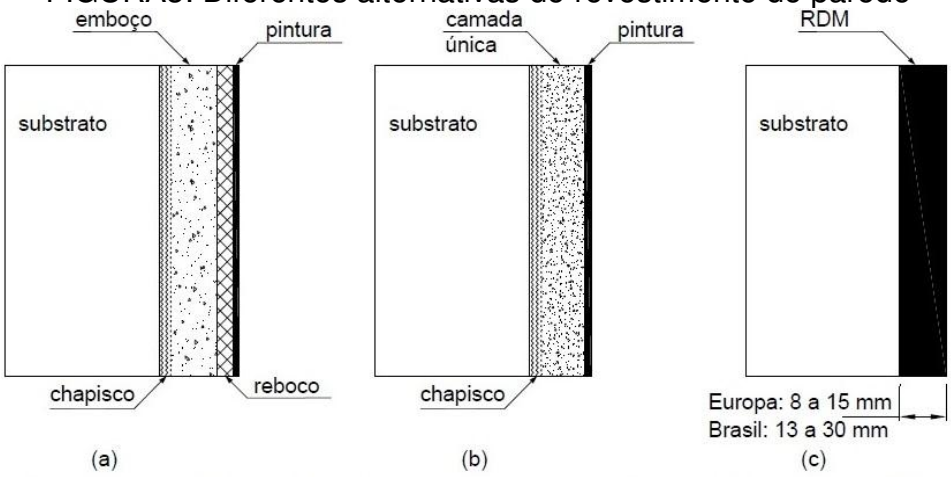
QUADRO3 - Classificação dos revestimentos segundo a ABNT NBR 13530/1995

Tipo	**Critério de classificação**
Revestimento de camada única Revestimento de duas camadas	Número de camadas aplicadas
Revestimento com contato com o solo Revestimento externo Revestimento interno	Ambiente de exposição
Revestimento comum Revestimento de permeabilidade reduzida Revestimento hidrófugo	Comportamento à umidade
Revestimento de proteção radiológica	Comportamento a radiações
Revestimento termoisolante	Comportamento ao calor

Camurçado Chapiscado Desempenado Sarrafeado Imitação travertino Lavado Raspado	Acabamento de superfície

Fonte: ABNT NBR 13530/1995

FIGURA3: Diferentes alternativas de revestimento de parede



Fonte: Carasek, 2010

A ABNT NBR 13529/1995 define o revestimento de camada única sendo composto por apenas um tipo de argamassa aplicado sobre o substrato, podendo conter uma ou mais demãos, e o revestimento de duas camadas sendo aquele que possui duas camadas, emboço e reboco, aplicados sobre a base do revestimento. Atualmente, o revestimento de camada única, também conhecido como reboco paulista e é o revestimento mais utilizado no Brasil e também na região de Teófilo Otoni - MG.

De acordo com a ABNT NBR 13529/1995, o emboço é uma camada de revestimento feita para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco com o intuito de permitir o recebimento de outra camada, reboco, revestimento decorativo ou acabamento final. A FIG.4 demostra a execução do emboço na obra em estudo:

FIGURA 4: Execução do emboço para recebimento de acabamento cerâmico.



Fonte: Autoria própria

A ABNT NBR 13529/1995 p. 2 também define o reboco como “camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final”. A FIG. 5 ilustra execução do reboco na obra em estudo.

FIGURA 5: Execução do reboco na fachada para acabamento em pintura.



Fonte: Autoria própria

A TAB.1, apresenta os valores admissíveis (em milímetros) de espessura, para os revestimentos em argamassa, de acordo com a NBR 1374/1996 (Revestimento de paredes e tetos – Especificações):

TABELA1 - Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos (NBR13749/1996)

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	5 ≤ e ≤ 20

Parede externa	20 ≤ e ≤ 30
Tetos interno e externo	≤ e ≤ 20

Fonte: NBR 13749/1996

Verifica-se que para paredes internas, a espessura pode variar entre 5 e 20mm, ao passo que para as paredes externas, essa espessura é admissível entre 20 e 30mm. Tetos internos e externos admitem até 20mm de revestimento

Em casos onde os valores da espessura excedam o limite determinado pela norma, deve-se tomar cuidados, segundo a NBR 7200/1998 (Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento) para garantir a aderência adequada.

2.3. Argamassa preparada em obra

A argamassa preparada em obra ou rodada "*in loco*", é a maneira mais comum de produção de argamassa no Brasil.Pode ser produzida com composições variadas de acordo com a sua finalidade. Segundo a ABNT NBR 13529/1995 a argamassa comum pode ser um composto simples ou misto, em que assuas propriedades dependem, inicialmente da proporção dos tipos de aglomerantes e agregados utilizados.As argamassas mais utilizadas são produzidas à base de cimento, cal e areia.

A ABNT NBR 5732/1991 (Cimento Portland comum – Especificação) define o cimento como aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao em que, durante o processo é adicionado quantidades necessárias de sulfato de cálcio. Ao decorrer deste processo, pode-se adicionar ao composto, materiais pozolânicos, escorias de alto forno ou materiais carbonáticos. A cal é, segundo a ABNT NBR 7175/2003 (Cal hidratada para argamassas – Requisitos), um pó obtido pela hidratação da cal virgem, composto principalmente por hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio. As argamassas produzidas in loco recebem várias classificações de acordo com sua composição, função dentre outros critérios previamente apresentados.

Sua produção no canteiro de obras, é feita de forma manual, utilizando-se enxada, geralmente em um caixote de madeira utilizado para o preparo da argamassa, ou mecanizada, com uso de misturadores e betoneiras. Sua

composição é feita através de proporções de volumes, conhecidos como traços, os quais variam de acordo com o emprego da argamassa.

Segundo O Manual de Revestimentos da ABCP (2002), a produção de argamassa em obra possui diversas características como as citadas a seguir:

- Seu processo executivo é amplamente conhecido e difundido no Brasil.
- Possui normas regulamentadoras que padronizam sua execução.
- Pode ser produzida tanto de forma manual ou mecânica e seus equipamentos necessitam de manutenção periódica.
- Demanda a utilização de água e energia elétrica para sua produção, ou seja, existe um custo para esse fornecimento.
- Demanda grandes áreas para estocagem dos insumos, interferindo na logística do canteiro.
- A dosagem ou traço, varia muito durante sua produção, podendo possuir maior ou menor quantidade de componentes e sua dosagem é de responsabilidade da construtora.
- Sua aplicação deve ser em períodos curtos, não podendo ser estocada para utilização no dia seguinte.
- Necessita de mão de obra para o transporte dos componentes e no caso da produzida mecanicamente, também é necessário mão de obra para operar a betoneira.
- É necessário um tempo para sua produção no início de cada dia de trabalho.
- O funcionário fica exposto diretamente à poeira proveniente do processo produtivo da argamassa, podendo desenvolver problemas de saúde relacionados.
- Maior chance de desperdício e perdas de material, seja no estoque, no preparo, ou durante o transporte.
- É preciso um controle constante dos estoques com o intuito de evitar a falta de algum material e consequentemente a paralisação da produção.
- Necessita de um planejamento prévio para instalação da central de produção. Deve ser localizada de maneira a facilitar o recebimento de materiais e distribuição da argamassa.

2.4. Argamassa estabilizada

A argamassa estabilizada surgiu na década de 70, na Alemanha e é definida por Matos (2013) como um sistema de revestimento argamassado capaz de ser armazenada durante três dias, sem perder suas características. Trata-se de um produto dosado em central de forma automatizada e transportado para o canteiro de obras através de caminhões betoneira.

Ao receber a argamassa na obra, conforme a FIG. 6, ela está pronta para uso e é armazenada em caixas metálicas ou plásticas, geralmente com volume de um metro cúbico. Este material de construção possui em sua composição, aditivos que permitem seu uso durante até 72 horas após sua produção e quando aplicada, é semelhante às argamassas comuns.

FIGURA 6 - Recebimento e armazenamento da argamassa estabilizada



Fonte: Próprio autor

A argamassa estabilizada pode ser armazenada, conforme a FIG. 7, ao fim do expediente onde sua superfície é regularizada e é adicionada uma película de água com espessura média de 2 centímetros.

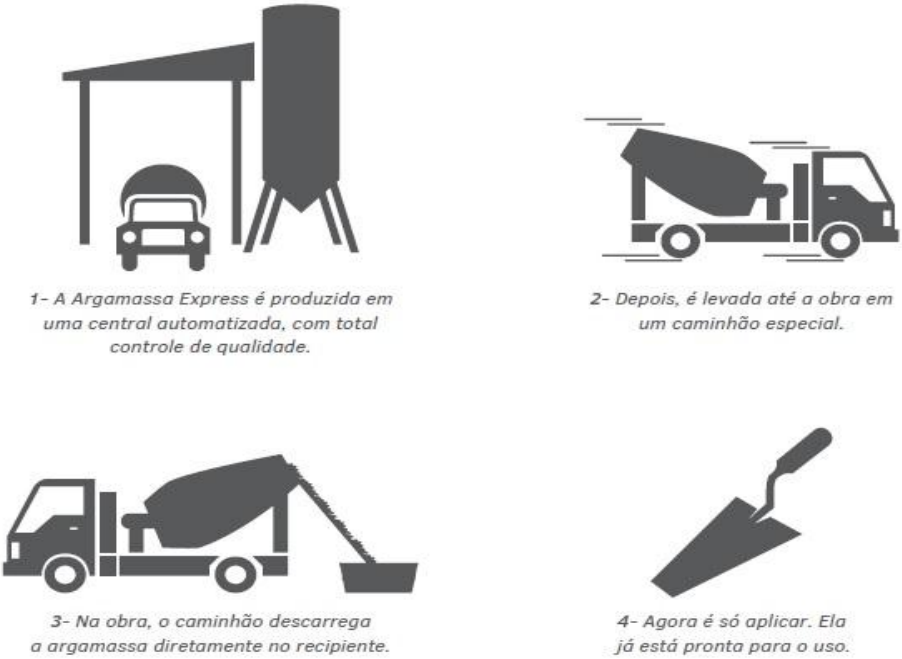
FIGURA7 - Argamassa estabilizada com película de água ao fim do expediente



Fonte:Santos e Cioccari (2017)

Os aditivos que compõe a argamassa estabilizada são incorporadores de ar e retentores de água que, além de dar maior trabalhabilidade e retenção de água, têm como função estabilizar a pega dos aglomerantes utilizados na argamassa, conferindo maior tempo de utilização (Santos e Cioccari 2017).A FIG.8 a seguir resume esquematicamente a logística da produção e distribuição argamassa.

FIGURA8 - Esquema de produção e distribuição da argamassa estabilizada



Fonte: Santos e Cioccari (2017)

Segundo Matos (2013), podemos listar algumas vantagens e desvantagens da argamassa estabilizada como:

- Aumento da produtividade, tendo em vista que o material chega pronto para a utilização na obra.
- Redução de perdas, sendo que ela pode ser armazenada ao fim do dia de trabalho e utilizada por até três dias.
- Limpeza da obra, reduzindo os números de resíduos gerados durante a produção de argamassas em obra.
- A dosagem da argamassa é feita de forma automatizada e é de responsabilidade do fornecedor.
- Melhoria na logística dos materiais dentro do canteiro de obras, a argamassa pode ser armazenada próxima ao local de aplicação, diminuindo o tempo de transporte dentro do canteiro. Não é necessário o estoque de grandes volumes de materiais para a produção da argamassa.
- Elimina-se a mão de obra necessária para produçãoda argamassa.
- O custo da argamassa passa a ser fixo e não varia durante sua produção.
- Passa a ser necessário um planejamento mais preciso do consumo diário da argamassa, para evitar a falta do material. Os pedidos devem ser agendados com antecedência juntamente aos fornecedores.
- Nos dias mais úmidos, geralmente é necessário maior tempo para que a argamassa adquira a rigidez necessária.

Podemos ainda citar que o revestimento de argamassa estabilizada diminui a insalubridade do manuseio de cimento e cal em pó na obra, e que também se faz desnecessário um controle de dosagem e estocagem dos insumos (Bauer et al. 2015).

3. METODOLOGIA

A elaboração deste estudo tem como finalidade realizar uma comparação quantitativa e qualitativa da utilização de dois tipos de argamassas, produzida em obra e estabilizada para a execução das etapas de alvenaria, emboço e reboco. O empreendimento alvo foi um condomínio residencial localizado na cidade de Teófilo Otoni – MG.

A metodologia consiste de pesquisa bibliográfica sobre o preparo, composição, e utilizaçãoda argamassa feita em obra e argamassa estabilizada feita

em central, e análise da utilização destas em um canteiro de obras na referida cidade.

Para a obtenção dos resultados foram levantados,a partir das tabelas do SINAPI e SETOP, dados de consumo e produtividade. Os valores de insumos, quantidade de serviço foram quantificados através da análise dos projetos e dados fornecidos pela construtora.

A partir das informações alcançadas nesta etapa será possível criar orçamentos distintos, um utilizando a argamassa rodada em obrae outro com o emprego da argamassa estabilizada. Vale ressaltar que os valores de consumo e valor da argamassa feita em obra são estimavas, tendo em vista que, esse material não foi utilizado durante a execução da obra.

Por fim, após o levantamento e análise destes dados, será possível supor se a substituição da argamassa produzida em obra pela argamassa estabilizada apresentou vantagens e um melhor custo benefício para construtora para a execução do empreendimento.

3.1. Caracterização do empreendimento

O empreendimento alvo deste estudo é um condomínio residencial, na cidade de Teófilo Otoni – MG, composto por 21 casas tipo, 5 casas com áreas variadas e 1 área de lazer de uso comum do condomínio, sendo todas construções de apenas um pavimento. A TAB. 2 representa um resumo destes dados.

TABELA 2 - Resumo da área construída

Resumo do empreendimento		
Descrição	Áreas (m²)	
Terreno	3173,37	Ocupação: 49%
Residência tipo (21x56,80)	1192,80	
Residência n° 08	59,50	Aproveitamento: 0,49
Residência n° 09	64,17	
Residência n° 11	56,76	
Residência n° 20	102,85	Pavimentos: 01
Residência n° 26	63,35	
Área de lazer comum	39,85	
Total a construir	1579,28	

Fonte: Adaptado pelo autor de Construtora

A construtora contribuiu plenamente com a produção deste estudo fornecendo projetos, planilhas, orçamentos, notas fiscais e valores dos materiais comprados. A planta baixa que facilitará a visualização e distribuição do condomínio está presente no ANEXO A.

Com base na análise das planilhas de orçamento e projetos do residencial fornecidos pela construtora, foram identificadas as quantidades em metro quadrado de alvenaria de vedação, emboço e reboco, não levando em consideração o serviço de chapisco. A partir destes dados, foi elaborado a TAB.3onde as quantidades destes serviços estão representadas e descritas.

TABELA 3 – Descrição e quantidade de cada serviço

Serviço	Descrição	Unidade	Quantidade
Alvenaria e divisórias	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados de 14x19x29cm (espessura 14cm)	M2	3.123,72
Alvenaria e divisórias	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados de 9x19x29cm (espessura 9cm)	M2	747,97
Acabamento interno	Emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8	M2	947,66
Acabamento externo	Reboco com argamassa 1:2:8 cimento, cal e areia	M2	3.253,17

Fonte: Construtora

Como a argamassa estabilizada foi a mesma utilizada para os quatro serviços que por sua vez, foram executados paralelamente, não foi possível aferir o consumo separadamente para cada etapa. Além disso, devido a variação das equipes durante a execução dos serviços, também não foi possível mensurar a produtividade dos funcionários para cada etapa. Portanto, para aferição dos custos, utilizou-se os índices de consumo de insumos e de produtividade de mão de obra, disponibilizados pelas tabelasSINAPI e SETOP, fornecidas no mês de outubro e julho respectivamente.

3.2. Descrição das composições de serviços

O interior das residências recebeu revestimento em gesso, salvo os locais que onde se executou o emboço para recebimento de revestimento cerâmico. No interior, emboço para pintura praticamente não foi executado. O revestimento externo foi considerado comoemboço para pintura, pois foi o serviço que mais se

aproximou do praticado na obra. Portanto, o uso de argamassa foi destinado apenas em 4 serviços no decorrer da execução da obra:

- Alvenaria de tijolo cerâmico furado com espessura de 10 centímetros.
- Alvenaria de tijolo cerâmico furado com espessura de 15 centímetros
- Emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa com espessurade 20milímetros.
- Emboço ou massa única para pintura em argamassa com espessurade 25milímetros.

Para cálculoda viabilidade efetuou-se as composições dos serviços apresentados, considerando-se para cada serviço tanto a argamassa estabilizada quanto a argamassa rodada no canteiro de obras. É importante salientar que para efeito comparativo, utilizou-se os mesmos índices de consumo de argamassa e produtividade de mão de obra, tanto para a argamassa estabilizada quanto para a argamassa rodada no canteiro de obra, os quais foram retirados das tabelas SINAPI e SETOP conforme já explicitado. Tais composições encontram-se no APÊNDICE A.

Como no canteiro estudado, não foi utilizada a argamassa rodada no canteiro de obra, para cálculo do custo de produção de argamassa, utilizou-se as tabelas SINAPI e SETOP como referência. Considerou-se como referência o traço 1:2:8 (cimento, cal e areia).Tal composição encontra-se no APÊNDICE B.

Ressalta-se que todas as composições elaboradas foram adaptadas, considerando-se os custos atualizados para a aquisição dos insumos na cidade de Teófilo Otoni, o que foi fundamental para a comparação entre as duas argamassas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor unitário do metro cúbico da argamassa estabilizada pago pela construtora ao fornecedor foi de R$ 260,00, não sofrendo variações durante o decorrer da obra. Já o valor unitário do metro cúbico da argamassa rodada em obra, ficou em R$ 293,82 conforme APENDICES A e B. A partir destes dados foram feitos

dois orçamentos distintos,considerando-se no primeiro a utilizaçãoda argamassa estabilizada, e no segundo, a utilização da argamassa rodada em obra.

Comparando-se apenas o custo da argamassa, nota-se que para rodar a argamassa no canteiro o custo é 13% maior do que para adquirir a argamassa estabilizada. Essa diferença foi fundamental para os resultados alcançados na análise comparativa.

A TAB.4, apresenta o orçamento considerando a aplicação da argamassa estabilizada em todas as etapas da obra estudada:

TABELA 4 - Orçamento com utilização da argamassa estabilizada

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unit.	Total
ALVENARIA E REVESTIMENTO CONSIDERANDO ARGAMASSA ESTABILIZADA				**299.368,19**
ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO E = 10 CM, ASSENTADA COM ARGAMASSA ESTABILIZADA	m²	747,97	38,28	28.624,81
ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO E = 15 CM, ASSENTADA COM ARGAMASSA ESTABILIZADA	m²	3.123,72	44,07	137.662,34
EMBOÇO OU MASSA ÚNICA PARA PINTURA, EM ARGAMASSA ESTABILIZADA, E=25MM	m²	3.253,17	34,39	111.843,98
EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA ESTABILIZADA, E=20MM	m²	947,66	22,42	21.237,06

Fonte: Adaptado pelo autor

A TAB.5, apresenta o orçamento considerando a aplicação da argamassa rodada no canteiro de obras em todas as etapas da obra estudada:

TABELA5 – Orçamento com utilização da argamassa rodada emobra

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unit.	Total
ALVENARIA E REVESTIMENTO CONSIDERANDO ARGAMASSA RODADA EM OBRA				**315.676,20**
ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO E = 10 CM, ASSENTADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO	m²	747,97	38,62	28.879,12
ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO E = 15 CM, ASSENTADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO	m²	3.123,72	44,58	139.224,20
EMBOÇO OU MASSA ÚNICA PARA PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO, E=25MM	m²	3.253,17	35,56	125.283,92
EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO, E=20MM	m²	947,66	23,54	22.288,96

Fonte: Adaptado pelo autor

Conforme já explicitado, o orçamento da TAB.5, refere-se à uma estimativa financeira, tendo em vista que essa argamassa não foi utilizada durante as etapas construtivas da obra estudada.

A partir da avaliação destes dados, foi possível estabelecer umaanálise comparativa entre custos das etapas utilizando a argamassa estabilizada e,os

custos com a utilização da argamassa rodada em obra. É possível verificar que o custo total dos serviços com a argamassa rodada no canteiro de obras ficaria em R$ 315.676,90, ao passo que o custo total para a utilização da argamassa estabilizada ficou abaixo em R$ 299.368,19, representando uma economia de aproximadamente 5,16%.

Dentre essa análise, podemos destacar algumas vantagens da argamassa estabilizada em relação à rodada em obra como, melhoria na logística do canteiro, não necessita de estocagem dos insumos, pode ser colocada ao lado da “frente de serviço”, redução de perdas devido ao maior período de utilização, não necessita de mão de obra dentro do canteiro para sua produção, custo fixo e mais baixo, controle da dosagem automatizado, não necessita de um tempo para sua produção no início do expediente e por fim, a diminuição do contato direto do funcionário com o pó de cimento, cal e areia.O APÊNDICE C, apresenta uma análise qualitativa comparando a utilização das duas argamassas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, um bom planejamento e a adoção de novas tecnologias são fundamentais para a viabilidade e o sucesso de um empreendimento. Isso se dá em todas as atividades econômicas. Na construção civil não é diferente, há sempre uma procura por redução de custos e prazos de execução. Foi justamente por essa procura que a construtora optou pela substituição da argamassa produzida convencionalmente pela argamassa estabilizada.

Durante o estudo comparativo realizado na região de Teófilo Otoni – MG, foi observado dentro do canteiro de obras, que a utilização da argamassa estabilizadatraz muitas vantagens frente a argamassa rodada em obra. Ela possui boa trabalhabilidade, favorece a logística e organização do canteiro, chega pronta para o uso e podeser utilizada por até 72 horas.

A argamassa produzida no canteiro de obras é 13% mais cara que a estabilizada e sua substituiçãogerou uma economia de 5,16% nas etapas onde ela foi utilizada. Tais resultados já eram esperados, tendo em vista que, ao utilizar a argamassa estabilizada excluiu - se os custos de mão de obra e insumos para produção de argamassa.

Ao longo do levantamento de dados não foi possível aferir a produtividade exata da execução dos serviços e do consumo da argamassa, tendo em vista quefrequentemente, as etapas eram realizadas em paralelo. Um estudo focado nessa parte seria interessante para complementação deste, onde poderiam ser comparados os custos exatos da utilização destas argamassas.

Apesar de não possuir uma norma regulamentadora para sua produçãoe seu fornecimento estar restrito à regiões onde existem centrais de produção, a argamassa estabilizada se mostrou ser uma alternativa economicamente viável para a cidade de Teófilo Otoni – MG. Ela possui aplicabilidade muito semelhante às argamassas tradicionais e sua utilização atendeu muito bem as expectativas da construtora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP, 2002, **Manual de revestimentos de argamassa**. 1. ed. São Paulo, SP, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

ABNT NBR 5732: Cimento Portland comum – Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

ABNT NBR 7175: Cal hidratada para argamassas – Requisitos. Rio De Janeiro, 2003.

ABNT NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT NBR 13530: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Classificação. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos – Especificações – Rio de Janeiro, 1996.

ABNT NBR 15270-1: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

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

CARASEK, Helena. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** 1ª ed. ISAIA, Geraldo Cechella– São Paulo: IBRACON, 2010, Cap. 28 – Argamassas, pág. 885 a 936

EUROPEAN MORTAR INDUSTRY ORGANIZATION – EMO. History. Disponível em: http://www.euromortar.com. Acesso em: 10 set. 2017.

GALLEGOS, H.. Albañileria estructural. 2. ed. lima: Pontifícia Universidad Católica del Peru, Fondo editorial, 1989.

HEllENIC CEMENT INDUSTRY ASSOCIATION – HCIA. History of cement na concrete. Grécia, 2006. Disponível em:http://www.hcia.gr. Acesso em: 10 set. 2017.

MATOS, Paulo Ricardo de. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto.** Trabalho de Diplomação (em Engenharia Civil) apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: < https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/115462/TCC_Paulo_Matos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 de Setembro de 2017.

Santos, Marcus; Cioccari, Leandro.**Recomendações técnicas para utilização da Argamassa Express**, 2017. Disponível em: http://www.bennter.com.br/aplicacao-e-uso-argamassas-estabilizadas-prontas-express/acesso em 2 de out. de 2017.