

FACULDADE DOCTUM DE JUIZ DE FORA – CAMPUS DOM ORIONE

PEDRO DO VALE JUNIOR

UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA

JUIZ DE FORA

2020

PEDRO DO VALE JÚNIOR

UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia das Faculdade DOCTUM de Juiz de Fora, como requisito à obtenção do título de.

Área de Concentração:

Orientador: Prof. Antônio de Pádua Gouvêa Pascini

JUIZ DE FORA
CURSO DE ENGENHARIA
2020

RESUMO

Entre os materiais utilizados na construção civil, a argamassa é fundamental no assentamento de alvenaria, tendo outras funções, como ajudar no acústico, na vedação, impermeabilização e também no acabamento interno. Porém, ainda que muito usadas, as argamassas ainda são evidenciadas por tal problema de produtividade, gerando grande desperdício de materiais, elevado tempo de mão de obra para seu preparo além de grande incidência de patologias. Hoje, na construção civil existem vários tipos de argamassas, como a feita *in loco*, usinada e a projetada, o que origina um amplo conhecimento do profissional para determinar o uso de cada uma delas em edificações. O objetivo deste estudo é comparar o uso dos diferentes tipos de argamassa na construção civil para tomada de decisão na concepção da obra. Justifica-se a escolha do tema pelo fato de que a utilização do material correto para cada tipo de construção possibilita o melhor desempenho para cada tipo e prioridade na construção, levando em consideração que o lucro, qualidade e os prazos estabelecidos estão relacionados com o material escolhido pelo profissional. Concluiu-se a partir desta revisão que os diferentes tipos de argamassa oferecem possibilidades variadas, cabendo ao engenheiro escolher a que melhor atender as especificações de seu projeto. Para este estudo de caso, verificou-se que a argamassa projetada era a que melhor atendia aos requisitos tempo de entrega, para com isto se evitar a multa contratual. Cabe observar, que no tocante a argamassa projetada a sua rapidez para a entrega de uma construção tem sido o seu diferencial.

Palavras-chave: Argamassa. Construção Civil. Revestimento.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Quadros

Quadro 1 - Classificação das argamassas	15
Quadro 2 – Tipos de Argamassa para cada Função	16

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Possibilidade de reduzir custos de falhas	15
--	----

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Considerações iniciais para a análise	38
Tabela 2 – Argamassa projetável	39
Tabela 3 – Moldada <i>in loco</i>	39
Tabela 4 – Usinada.....	39
Tabela 5 – Ensacada.....	40
Tabela 6 – Preços ofertados pelas empresas	40
Tabela 6 – Tipo de Utilização	41
Tabela 7 – Cenários	42
Tabela 8 – Valor Final Conquistado.....	43
Tabela 9 – M ² fachada	Erro! Indicador não definido.

Lista de Figuras

Figura 1 – Armazenamento dos sacos de cimento, isolados e empilhados sobre estrados de madeira	18
Figura 2 – Fluxograma Argamassa <i>In Loco</i>	28

Figura 3 – Exemplo de produção de argamassa no pavimento na etapa de alvenaria (armazenamento dos insumos em local próximo a plataforma de descarga)	28
Figura 4 – Produção de Argamassa <i>In Loco</i>	29
Figura 5 – Argamassa Usinada	29
Figura 6 – Argamassa Projetada.....	31
Figura 7 – Argamassa Ensacada	32
Figura 8 – Fluxograma Argamassa	32
Figura 9 – Fluxograma Argamassa	32
Figura 10 – Vista de uma fachada com revestimento cerâmico	33
Figura 11 – Desenho esquemático de uma fachada ventilada	34
Figura 12 – Fixação visível e fixação oculta	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABCP - Associação Brasileira de Cimento *Portland*
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
- NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	centímetros
kg	quilogramas
m ²	metro quadrado
m ³	metro cúbico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3 JUSTIFICATIVA.....	12
4 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	13
4.1 Sistema de Revestimento de Argamassa	13
4.2 Classificação das Argamassas	15
4.3 Dosagem das Argamassas.....	17
4.3.1 Cimento.....	18
4.3.2 Cal	18
4.3.3 Agregados.....	20
4.4 Propriedades do Revestimento de Argamassa.....	22
4.4.1 Trabalhabilidade.....	22
4.4.2 Plasticidade.....	23
4.4.3 Retenção de Água	23
4.4.4 Aderência Inicial.....	23
4.4.5 Retração na Secagem.....	24
4.4.6 Aderência no Estado Endurecido	25
4.4.7 Permeabilidade	26
4.4.8 Durabilidade	26
4.4.9 Elasticidade.....	27
4.5 Tipos de Argamassa.....	27
4.5.1 Argamassa feita <i>in loco</i>	27
4.5.2 Argamassa usinada.....	29
4.5.3 Argamassa projetada	30
4.5.4 Argamassa ensacada.....	31

4.6 Cerâmica Ventilada	33
5 METODOLOGIA	35
5.1 Delineamento da Pesquisa	35
5.2 A Empresa	36
5.2 Delimitação do Estudo	37
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Devido à grande competitividade no mercado da construção civil, as empresas deste setor têm buscado cada vez mais opções para redução de custos, através da racionalização dos métodos construtivos e a resolução da problemática da mão-de-obra nos seus empreendimentos, seja pela adequação de ferramentas e o investimento em tecnologia e novos materiais que pode significar grandes avanços quanto à facilidade nas tarefas diárias de uma obra, diminuindo os desperdícios, agregando economia e ainda satisfazendo o anseio ambiental atual.

Em contrapartida, Nunes (2014) afirma que ao apesar de muitos considerarem a utilização de processos tradicionais como um retrocesso, outros a veem como uma viável solução para os problemas enfrentados no setor tais como custos elevados que seriam provenientes da industrialização e busca por características do produto que atendam aos requisitos básicos. Sendo assim ainda há certo preconceito acerca dos processos de industrialização.

Entre os materiais utilizados na construção civil, a argamassa é fundamental no assentamento de alvenaria. Porém, ainda que muito usadas as argamassas ainda são evidenciadas por tal problema de produtividade, gerando grande desperdício de materiais, elevado tempo de mão de obra para seu preparo além de grande incidência de patologias. Deste modo surgiu no mercado, para reversão de tal quadro o uso de argamassas industrializadas. De acordo com Paes (2004), esse tipo de revestimento possui funções ligadas tanto à proteção da alvenaria, regularização de superfícies, estanqueidade e acabamento final da edificação.

Entretanto, para os processos passíveis da industrialização, é necessário analisar todos os aspectos antes de definir se a produção na obra é ou não uma boa solução para aquele serviço. Alguns processos de produção na obra podem mostrar desvantagens como desperdício, perdas, etc. e vantagens como maior controle de qualidade. Podem também apresentar diferenças significativas no custo, podendo haver aumento ou redução.

Esses casos mostram, portanto, que cada serviço possui suas particularidades e, sendo assim, seus processos de produção na obra e de industrialização também terão diferenças; logo, não é bom generalizar que a produção no canteiro é necessariamente uma solução boa ou ruim. É necessário

que se façam estudos que mostrem qual das duas soluções é a mais adequada ou se ambas apresentam bons resultados, ficando a critério da construtora qual será adotado.

Entre as argamassas do tipo *in loco*, usinada e projetada, qual apresenta melhor desempenho na construção civil? Neste sentido, o objetivo desse estudo é analisar o desempenho de argamassas de revestimentos do tipo *in loco*, usinada e projetada através da análise de diferentes formas de produção adotadas no canteiro de obras, com base na bibliografia consultada, no acompanhamento dos processos na obra e observação dos resultados.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Comparar o uso dos diferentes tipos de argamassa na construção civil para tomada de decisão na concepção da obra.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever os tipos de argamassa;
- Projetar um cenário na construção civil com o uso de diferentes tipos de argamassa;
- Avaliar os resultados obtidos através do estudo;
- Tomar decisão na concepção da obra.

3 JUSTIFICATIVA

Com o avanço da tecnologia e da globalização, houve um desenvolvimento de novos produtos voltados para construção civil, além da manutenção de muitos que já são utilizados. Na área de revestimento, existe uma concorrência entre matérias e técnicas usadas há mais tempo equiparadas com o surgimento dos diferentes tipos de argamassa.

Hoje, na construção civil existem vários tipos de argamassas, como a feita in loco, usinada e a projetada, o que origina um amplo conhecimento do profissional para determinar o uso de cada uma delas em edificações.

A utilização do material correto é feita por meio de análise em suas propriedades e identificação de qual possui o melhor desempenho para cada tipo e prioridade na construção, levando em consideração que o lucro, qualidade e os prazos estabelecidos estão relacionados com o material escolhido pelo profissional.

O revestimento de argamassa faz parte do sistema de vedação das edificações, portanto deve apresentar propriedades que contribuam para o adequado comportamento da vedação e conseqüentemente, das edificações como um todo (BAIA E SABBATINI, 2008).

Desta forma o presente trabalho visa elaborar um cenário para cada tipo de utilização de argamassa de maneira a analisar e comparar qual a melhor decisão tomar.

4 REFERÊNCIAL TEÓRICO

4.1 Sistema de Revestimento de Argamassa

O revestimento de argamassa é apontado como uma das partes integrantes das vedações do edifício, que deve apresentar um conjunto de propriedades que permitam o cumprimento das suas funções, auxiliando a obtenção do adequado comportamento das vedações e, conseqüentemente, do edifício considerado como um todo.

De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013) sistemas de revestimento são definidos como sendo um conjunto formado pela argamassa de revestimento e acabamento decorativo, obedecendo ao que está descrito em projeto e levando em conta fatores como base de aplicação, fatores de exposição, acabamento e desempenho final. Representam uma parcela significativa do custo de construção de edifícios.

Segundo a Revista Construção Mercado (2003), tais custos representam cerca de 10 a 30% do total da construção, dependendo do tipo da edificação e do seu padrão. Os revestimentos de argamassa, muitas vezes, podem representar a maior fração dos custos citados.

Argamassa de revestimento é uma mistura homogênea de aglomerantes (cal e cimento), agregados (areia), água de acordo com o Manual do Revestimento da ABCP (2002). Ainda de acordo com a publicação, para melhorar ou conferir propriedades à argamassa podem ser utilizados aditivos, porém, este tipo de técnica tem sofrido mudanças significativas nos últimos anos. Essas mudanças advêm de novos materiais básicos (novos cimentos, agregados artificiais), novos materiais finais, como o caso das argamassas industrializadas, e novos processos executivos, como por exemplo, as argamassas de revestimento projetadas mecanicamente. Esses novos materiais e técnicas implicam em mudança dos parâmetros de referência consagrados às argamassas, sendo que grande parte dos problemas atualmente observados têm origem na inobservância de especificações de uso destes materiais (teor de água e tempo de mistura nas argamassas industrializadas), e pior ainda, no desconhecimento do próprio fabricante de como deve se proceder

para utilizar o seu material. Vê-se, portanto, que o julgamento normalmente efetuado pelos mestres de obra, em muitos casos a única avaliação feita sobre determinada argamassa, carece de mais informações técnicas que devem fazer parte do panorama de definição, execução e controle quanto aos revestimentos de paredes.

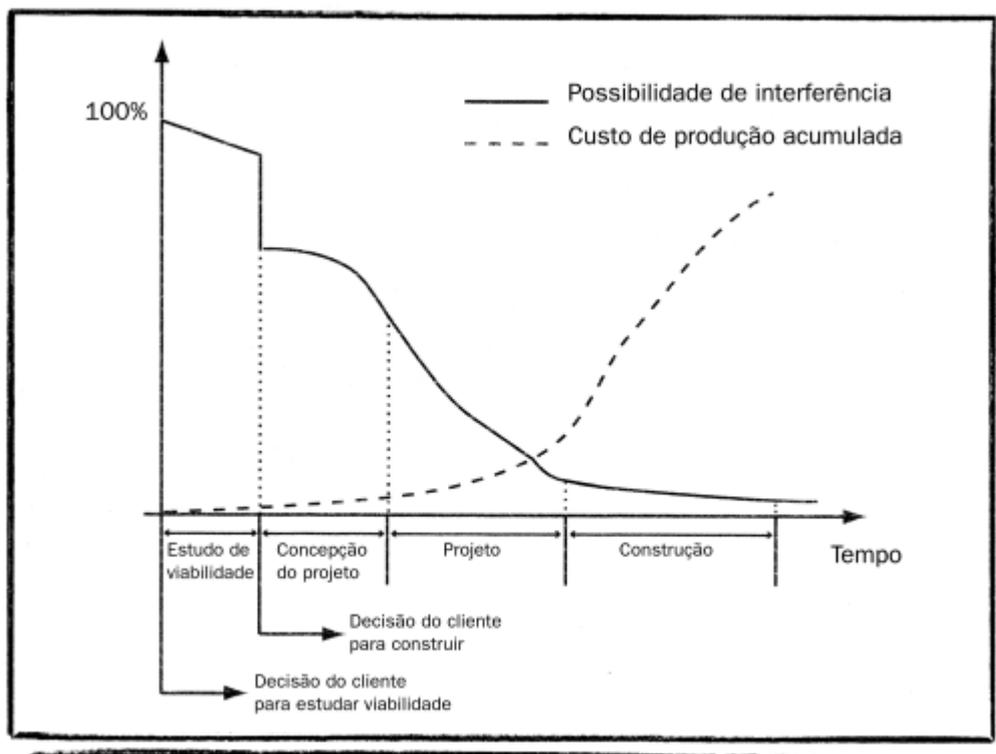
Outro ponto importante diz respeito à qualidade de mão-de-obra. Uma vez que temos materiais e processos mais específicos, o cuidado e respeito às recomendações deve ser regra geral. Frequentemente, observam-se situações em que são empregados materiais de bom desempenho, a custos mais significativos, e o resultado final deixa a desejar. Tanto as operações de execução como de controle devem ser atuantes no sentido de se ter uma mão de- obra mais capacitada, capaz de executar as tarefas a contento.

Segundo BAIA & SABBATINI (2001), o revestimento de argamassa apresenta importantes funções que são genericamente:

- Proteger os elementos de vedação dos edifícios da ação direta dos agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções como, por exemplo, o isolamento.
 - Termo acústico e a estanqueidade à água e aos gases;
 - Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final;
- Contribuir para a estética da fachada.

É importante ressaltar que não é função do revestimento dissimular imperfeições grosseiras da base. Na prática, essa situação ocorre com muita frequência, devido à falta de cuidado no momento da execução da estrutura e da alvenaria, que ficam desaprumadas e desalinhadas. Com isso é necessário “esconder na massa” as imperfeições, o que compromete o cumprimento adequado das reais funções do revestimento.

Gráfico 1 – Possibilidade de reduzir custos de falhas



Fonte: ABCP (2002, p.06).

4.2 Classificação das Argamassas

Segundo Carasek (2007), há vários critérios que podem ser utilizados para a classificação das argamassas, como pode ser visto no quadro 1 apresentado a seguir.

Quadro 1 - Classificação das argamassas

Critério de classificação	Tipo
Quanto à natureza do aglomerante	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa aérea • Argamassa hidráulica
Quanto ao tipo de aglomerante	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de cal • Argamassa de cimento • Argamassa de cimento e cal • Argamassa de gesso • Argamassa de cal e gesso
Quanto ao número de aglomerantes	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa simples • Argamassa mista
Quanto à consistência da argamassa	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa seca • Argamassa plástica • Argamassa fluida

Quanto à plasticidade da argamassa	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa pobre ou magra • Argamassa média ou cheia • Argamassa rica ou gorda
Quanto à densidade de massa da argamassa	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa leve • Argamassa normal • Argamassa pesada
Quanto à forma de preparo ou fornecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa preparada em obra • Argamassa industrializada • Argamassa dosada em central • Mistura semi pronta para argamassa

Fonte: adaptado de Carasek, pg. 865 (2007)

A autora ainda classifica as argamassas em cinco funções tais como: construção de alvenaria, revestimento, contra piso, argamassas para cerâmica e argamassas para reparos em estruturas. O quadro 2 apresentado a seguir mostra os tipos de argamassa para cada função.

Quadro 2 – Tipos de Argamassa para cada Função

Função	Tipos
Para construção de alvenarias	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de assentamento • Argamassa de fixação (ou encunhamento)-alvenaria de vedação
Para revestimento de paredes e tetos	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de chapisco • Argamassa de emboço • Argamassa de reboco • Argamassa de camada única • Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimento de piso	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de contra piso • Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (paredes/pisos)	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de assentamento de peças de cerâmica colante • Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de reparo

Fonte: adaptado de Carasek, pg. 865 (2007)

4.3 Dosagem das Argamassas

O adequado desempenho das argamassas depende fundamentalmente da correta escolha dos materiais e de seu proporcionalmente, cujas operações são denominadas de dosagem (LARA *et al.*, 1995).

Segundo CARNEIRO (1999), usualmente a composição e a dosagem das argamassas adotadas no Brasil são feitas com base em traços (massa ou volume) descritos ou especificados em normas internacionais ou nacionais, como Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) e cadernos de encargos. De acordo com o mesmo autor, para argamassas de revestimentos tem-se adotado com mais frequência os traços de dosagem 1: 1: 6 (cimento: cal: areia) e 1: 2: 9, em volume, numa proporção aglomerante: agregado de 1: 3 ou 1: 4.

A escolha de um desses traços está de acordo com o desempenho esperado da argamassa ao longo do tempo, ou seja, sua durabilidade. No entanto, na prática identifica-se o emprego de traços mais pobres, como 1: 4 a 1: 9 (aglomerante: agregado), como constataram CAMPITELI *et al.* (1995), não dando qualidade ao revestimento.

Embora na presente década os textos normativos sobre revestimentos de argamassa tenham passado por uma grande evolução, constata-se que a NBR 7200 (ABNT, 1998) suprimiu toda e qualquer indicação de traços ou consumos empíricos para a produção de argamassas de revestimentos (MIRANDA, 2000).

As perspectivas são de mudança quanto aos procedimentos para a dosagem de argamassas e as publicações nacionais são ainda divergentes, como se constata pela análise dos trabalhos de SABBATINI *et al.* (1988), MARTINELLI (1989), SELMO (1989), CAMPITELI *et al.* (1995), LARA *et al.* (1995), entre outros.

4.3.1 Cimento

De acordo com os aglomerantes hidráulicos os cimentos *Portland* são os mais empregados na produção das argamassas de revestimento. Todos os cimentos necessitam da água para que se processem as reações de hidratação (resultando no endurecimento) e também após este processo, se tornam produtos resistentes à água.

Como descrito na NBR 5735 (ABNT, 1991), o cimento *Portland* de alto-forno determina os aglomerantes hidráulicos obtidos pela mistura homogênea de clínquer Portland e escória granulada de alto-forno em conjunto ou em separado. Durante a moagem é permitido uma ou mais formas de sulfato de cálcio e materiais carbonáticos no teor especificado. O conteúdo de escória granulada de alto-forno deve estar compreendido entre 35% e 70% da massa total de aglomerante.

Figura 1 – Armazenamento dos sacos de cimento, isolados e empilhados sobre estrados de madeira



Fonte: Nunes (2014, p.33).

4.3.2 Cal

A cal é um aglomerante que desenvolve seu endurecimento através da transformação da cal em carbonato de cálcio, por fixação do gás carbônico existente no ar (processo de carbonatação).

Os tipos de cales empregados na produção das argamassas podem ser:

- cal virgem, sob a forma de óxido de cálcio ou óxidos cálcio e magnésio, extinto em obra;
- cal hidratada, sob a forma de hidróxido de cálcio ou hidróxido de cálcio e magnésio e das matérias-primas encontradas no Brasil.

Para a obtenção da cal hidratada como produto final, após a seleção da jazida e extração da matéria-prima, duas outras etapas interferem na sua qualidade:

- calcinação da matéria-prima (transformação térmica do carbonato em cal virgem)
- hidratação do produto calcinado.

Quando a cal virgem entra em contato com a água, ocorre hidratação do produto, cuja reação é fortemente exotérmica. O calor liberado na hidratação gera forças de expansão na cal virgem, o que causa a desintegração completa da mesma, que se transforma em um pó. Esta reação tem como produtos formados os hidróxidos de cálcio e de magnésio.

Como descrito na NBR 7175 (ABNT, 1992), a cal hidratada é um pó seco obtido pela hidratação de cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio ou de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda de uma mistura de hidróxido de cálcio hidróxido de magnésio e óxido de magnésio.

A cal hidratada deve ser designada conforme os teores de óxidos não hidratados e de carbonatos indicados, pelos seguintes tipos e siglas;

- a) CH-I – cal hidratada especial;
- b) CH-II – cal hidratada comum;
- c) CH-III – cal hidratada comum com carbonatos.

Segundo RAGO & CINCOTTO (1999), sempre se utilizou cal como um dos constituintes das argamassas. Atualmente, com o uso de aditivos cada vez mais difundidos, a cal tem sido abandonada em muitos casos. No entanto, sabe-se que essa prática afeta a durabilidade do revestimento, como já observado em alguns países da Europa, como por exemplo, a França, que tem a cal como um dos vários constituintes das argamassas.

Associação Brasileira de Produtores de Cal – ABPC, programou o plano de qualidade, sendo a Garantia da Qualidade da Cal para a Construção Civil foi implementado em novembro de 1995, motivado pela falta de qualidade do grande número de cales que abastece o mercado consumidor, o que vinha abalando a isonomia competitiva do setor e prejudicando a imagem do produto junto aos usuários. O consumidor estava deixando de acreditar na cal 11 como aglomerante e principalmente como bactericida e, com isso, estava colocando-o em descrença, tendo em vista as inúmeras patologias verificadas quando da sua aplicação.

4.3.3 Agregados

O agregado é parte integrante das argamassas, sendo em alguns casos definido como o “esqueleto” dos sistemas de revestimento argamassados, com influência direta em propriedades como retração, resistência mecânica, módulo de deformação, dentre outras. BAUER (S/D) pode-se dizer que a análise granulométrica do agregado é o principal método de ensaio utilizado para se avaliar os diferentes tipos de agregados que compõem as argamassas de revestimento. Este consiste na determinação das dimensões das partículas e das proporções relativas em que elas se encontram na composição, como:

Agregado Miúdo: São materiais granulares, com pelo menos 95% (em massa), passando na peneira 4,8 mm.

Agregado Graúdo: São materiais granulares, com pelo menos 95% (em massa), retido na peneira 4,8 mm.

Os agregados são classificados quanto a origem:

Naturais: É um processo de extração encontrados na natureza, sobe a forma definitiva de utilização, como é o caso das areias de rios e minas que são mais comuns e o pedregulho e proveniente de roxas e os seixos rolados de rios.

Artificiais: É um trabalho industrializado, que para chegar às condições de processo são mais comuns a pedra britada e areia artificial, proveniente de roxas estáveis e argilas expandidas.

A composição granulométrica do agregado é a proporção relativa expressa em porcentagem, em que se encontram os tamanhos dos grãos de um determinado agregado, pelo qual o material fica retido e acumulado em cada peneira.

Para classificar os agregados existem duas series de peneiras normalizadas pela ABNT, as peneiras da série normal e as peneiras da série intermediária, que são usadas em conjuntos. A granulométrica tem influencia diretamente no desempenho da argamassa, e tem importância na compacidade e resistência aos esforços aos mecânicos, na trabalhabilidade, no consumo de água e aglomerantes no estado fresco do revestimento acabado.

Segundo TRISTÃO (1995), na produção de argamassas pode ser utilizado areias naturais (provenientes de leitos de rios e de cava) e artificiais (provenientes da britagem de rochas), sendo este último mais utilizado na produção das argamassas industrializadas. Sugere-se que a escolha de uma areia deva ser baseada em uma granulométrica contínua, com uma dimensão máxima característica adequada aos tipos de revestimento no qual será utilizado.

CARNEIRO *et. al.* (1997), a areia de granulometria muito uniforme, independentemente do formato dos grãos, compromete a trabalhabilidade da argamassa. Há um conseqüente enrijecimento, impedindo o deslizamento dos grãos da areia entre si, com demanda de um maior consumo de pasta utilizou em seu trabalho a massa unitária da areia, definida como sendo a quantidade de massa capaz de ser acomodada em um recipiente de volume unitário. Salientam os autores ser um importante instrumento na seleção da granulometria das areias. Neste trabalho concluiu-se que a massa unitária da areia é um parâmetro relevante no estudo do desempenho da argamassa. Porém, sugerem os autores que estudos mais aprofundados das curvas granulométricas da areia sejam realizados, a fim de se estabelecerem melhores correlações com as propriedades das argamassas.

É importante ressaltar que o módulo de finura, a distribuição granulométrica e o coeficiente de uniformidade desconsideram a forma dos grãos que,

evidentemente, tem grande influência no empacotamento dos grãos CARNEIRO *et al.* (1997).

4.4 Propriedades do Revestimento de Argamassa

Para que os revestimentos de argamassa possam cumprir adequadamente as suas funções, eles precisam apresentar um conjunto de propriedades específicas, que são relativas à argamassa e o entendimento dessas propriedades e dos fatores que influenciam a obtenção permite prever o comportamento do revestimento nas diferentes situações de uso.

4.4.1 Trabalhabilidade

Segundo MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998) é uma propriedade de avaliação qualitativa. Uma argamassa é considerada trabalhável quando:

- deixa penetrar facilmente a colher de pedreiro, sem ser fluida;
- mantém-se coesa ao ser transportada, mas não adere à colher ao ser lançada;
- distribui-se facilmente e preenche todas as reentrâncias da base;
- não endurece rapidamente quando aplicada.

Alguns aspectos interferem nessa propriedade como as características dos materiais constituintes da argamassa e o seu proporcionalmente. A presença da cal e de aditivos incorporadores de ar, por exemplo, melhoram essa propriedade até um determinado limite.

4.4.2 Plasticidade

É a propriedade pela qual a argamassa no estado fresco tende a conservar-se deformada após a redução das tensões de deformação. De acordo com CINCOTTO *et al.* (1995), a plasticidade e a consistência são as propriedades que efetivamente caracterizam a trabalhabilidade, e são influenciadas pelo teor de ar aprisionado, natureza e teor de aglomerantes e pela intensidade de mistura das argamassas.

Segundo CASCUDO *et al.* (2005), a plasticidade adequada para cada mistura, de acordo com a finalidade e forma de aplicação da argamassa, demanda uma quantidade ótima de água a qual significa uma consistência ótima, sendo esta função do proporcionalmente e natureza dos materiais.

4.4.3 Retenção de Água

Representa a capacidade de a argamassa reter a água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação. A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativa, promovendo a adequada hidratação do cimento e conseqüente ganho de resistência.

A rápida perda de água compromete a aderência, a capacidade de absorver deformações, a resistência mecânica e, com isso, a durabilidade e a estanqueidade do revestimento e da vedação ficam comprometidas. Da mesma forma que a trabalhabilidade, os fatores influentes na retenção de água são as características e proporcionalmente dos materiais constituintes da argamassa. A presença da cal e de aditivos pode melhorar essa propriedade, MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998).

4.4.4 Aderência Inicial

MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998), a aderência inicial depende: das outras propriedades da argamassa no estado fresco; das características da base de aplicação, como a porosidade, rugosidade, condições de limpeza; da superfície de contato efetivo entre a argamassa e a base. Para se obter uma adequada aderência inicial, a argamassa deve apresentar a trabalhabilidade e retenção de água adequada à sucção da base e às condições de exposição. Deve, também, ser comprimida após a sua aplicação, para promover o maior contato com a base. Além disso, a base deve estar limpa, com rugosidade adequada e sem oleosidade. Caso essas condições não sejam atendidas, pode haver problema com a aderência, como a perda de aderência em função da entrada rápida da pasta nos poros da base, por exemplo. Isso acontece devido à sucção da base ser maior que a retenção de água da argamassa, causando a descontinuidade da camada de argamassa sobre a base.

Propriedade relacionada ao fenômeno mecânico que ocorre em superfícies porosas, pela ancoragem da argamassa na base, através da entrada da pasta nos poros, reentrâncias e saliências seguidos do endurecimento progressivo da pasta.

4.4.5 Retração na Secagem

Ocorre em função da evaporação da água de amassamento da argamassa e, também, pelas reações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes. A retração pode acabar causando a formação de fissuras no revestimento.

De acordo com MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998), as fissuras podem ser prejudiciais ou não prejudiciais (microfissuras). As fissuras prejudiciais permitem a percolação da água pelo revestimento já no estado endurecido, comprometendo a sua estanqueidade à água.

Os fatores que influenciam essa propriedade são: as características e o proporcionalmente dos materiais constituintes da argamassa; a espessura e o intervalo de aplicação das camadas; o respeito ao tempo de sarrafeamento e desempenho.

As argamassas com um alto teor de cimento, denominadas “fortes”, são mais sujeitas às tensões que causarão o aparecimento de fissuras prejudiciais durante a secagem, além das trincas e possíveis descolamentos da argamassa já no estado endurecido. Já as argamassas mais “fracas”, são menos sujeitas ao aparecimento das fissuras prejudiciais.

Com relação à espessura, as camadas de argamassa que são aplicadas em espessuras maiores, superiores a 25 mm, estão mais sujeitas a sofrerem retração na secagem e apresentarem fissuras. No caso do intervalo de aplicação entre duas camadas do revestimento de argamassa, é recomendado que sejam aguardados dias, no mínimo, pois nesse período a retração da argamassa já é grande, da ordem de 60% a 80% do valor total. O tempo de sarrafeamento e desempenho significam o período de tempo necessário para a argamassa perder parte da água de amassamento e chegar a uma umidade adequada para iniciar essas operações de acabamento superficial da camada de argamassa. Caso essas operações sejam feitas com a argamassa muito úmida podem ser formadas as fissuras e até mesmo ocorrer o descolamento da argamassa em regiões da superfície já revestida MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998).

4.4.6 Aderência no Estado Endurecido

MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998), é propriedade do revestimento manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. É resultante da resistência de aderência à tração, da resistência de aderência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa.

A aderência depende: das propriedades da argamassa no estado fresco; dos procedimentos de execução do revestimento; da natureza e características da base e da sua limpeza superficial. A resistência de aderência à tração do revestimento pode ser medida através do ensaio de arrancamento por tração.

4.4.7 Permeabilidade

A permeabilidade está relacionada à passagem de água pela camada de revestimento, constituída de argamassa, que é um material poroso e permite a percolação da água tanto no estado líquido como de vapor. É uma propriedade bastante relacionada ao conjunto base revestimento.

Segundo MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998), o revestimento deve ser estanque à água, impedindo a sua percolação. Mas, é recomendável que o revestimento seja permeável ao vapor para favorecer a secagem de umidade de infiltração (como a água da chuva, por exemplo) ou decorrente da ação direta do vapor de água, principalmente nos banheiros. Quando existem fissuras no revestimento, o caminho para percolação da água é direto até a base e, com isso, a estanqueidade da vedação fica comprometida. Essa propriedade depende: da natureza da base; da composição e dosagem da argamassa; da técnica de execução; da espessura da camada de revestimento e do acabamento final.

4.4.8 Durabilidade

É uma propriedade do período de uso do revestimento, resultante das propriedades do revestimento no estado endurecido e que reflete o desempenho do revestimento frente às ações do meio externo ao longo do tempo. Alguns fatores prejudicam a durabilidade do revestimento, tais como: a fissuração do revestimento; a espessura excessiva; a cultura e proliferação de microrganismos; a qualidade das argamassas; a falta de manutenção MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998).

4.4.9 Elasticidade

Segundo SABBATINI (1984), elasticidade é a capacidade que a argamassa no estado endurecido apresenta em se deformar sem apresentar ruptura quando sujeita a solicitações diversas, e de retornar à dimensão original inicial quando cessam estas solicitações. De acordo com CINCOTTO et al. (1995), a elasticidade é, portanto, uma propriedade que determina a ocorrência de fissuras no revestimento e, dessa forma, influi decisivamente sobre o grau de aderência da argamassa à base e, conseqüentemente, sobre a estanqueidade da superfície e sua durabilidade.

A capacidade do revestimento de absorver deformações pode ser avaliada através do módulo de elasticidade, que pode ser obtido através do método estático ou dinâmico. Quanto menor o valor do módulo, maior será a capacidade do revestimento de absorver deformações.

4.5 Tipos de Argamassa

4.5.1 Argamassa feita *in loco*

Antigamente as argamassas eram produzidas em obra a partir da extinção da cal para futura mistura com areia e cimento. O controle sobre a qualidade do material era alto, principalmente na produção, era possível concluir uma obra rigorosamente com uma mesma argamassa. Atualmente é considerada uma argamassa feita em obra, tanto a produzida em betoneira a partir da adição de cimento Portland como uma argamassa intermediária de cal e areia comprada como aquela proporcionada a partir da mistura em betoneira de cimento *Portland*, cal e agregado miúdo. A produção de argamassas em obra a partir de misturas intermediárias foi um procedimento absoluto durante muitos anos, a ponto de permitir o emprego nebuloso do termo argamassa para identificar essas argamassas de cal compradas prontas. O sistema se generalizou tanto que qualquer loja de materiais de construção possuía

uma unidade de produção dessas argamassas, cada uma produzia à sua maneira com materiais distintos e traços diferentes com diferenças enormes de qualidade (RECENA, 2012).

Figura 2 – Fluxograma Argamassa *In Loco*



Fonte: ABCP (2002, p.25).

Figura 3 – Exemplo de produção de argamassa no pavimento na etapa de alvenaria (armazenamento dos insumos em local próximo a plataforma de descarga)

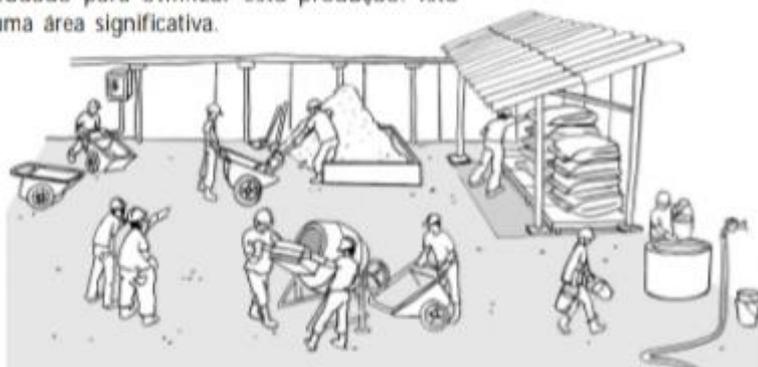


Fonte: Nunes (2014, p.45)

Recena (2012), cita que a argamassa produzida *in loco*, são as tradicionais, elas levam esse nome por serem preparadas no canteiro da própria obra, sendo compostas por materiais aglomerantes, agregados e água, podendo ou não conter aditivos. Essas argamassas são produzidas a partir de proporcionamentos preestabelecidos de acordo com uma dosagem específica. Infelizmente na maior parte das obras a dosagem é feita inadequadamente e sem cuidado necessário, por meio de pás, baldes e até mesmo capacetes.

Figura 4 – Produção de Argamassa In Loco

Caso se opte por produzir as argamassas no canteiro de obras em uma central de produção, o arranjo do canteiro deve ser estudado para otimizar esta produção. Isto demandará uma área significativa.



Fonte: ABCP (2002, p.25).

4.5.2 Argamassa usinada

Segundo Neto *et. al.* (2010), a argamassa estabilizada é uma argamassa úmida com determinada plasticidade, dosada em central, pronta para uso, que se mantém trabalhável por até 72 horas, dependendo de sua composição. Em uma argamassa tradicional, produzida em obra, o início de pega se dá em torno de 3 a 4 horas. Para retardar este tempo de pega e preservar as características da argamassa por um tempo pré-determinado, os fabricantes fazem a introdução de aditivos retardadores, além de incorporadores de ar.

A produção é feita em centrais dosadoras, com um rígido controle de qualidade, o que garante a homogeneidade do produto e redução do risco do surgimento de patologias (SANTOS 2012).

Figura 5 – Argamassa Usinada



Fonte: <https://www.pisosaopaulo.com.br/concreto-usinado-contrapiso>

A argamassa estabilizada é geralmente, composta por aglomerantes, que podem ser tanto cimento e/ou cal, areia, água e aditivos estabilizadores de hidratação, plastificantes ou incorporadores de ar (SANTOS, 2012). Entretanto, no Brasil, já foram produzidas argamassas dosadas em central, com adições como: escória de alto forno, pozolanas, e filler calcário (NETO *et. al.* 1999).

4.5.3 Argamassa projetada

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria e Construção (2011, p. 15), “[...] a argamassa projetada é um sistema que consiste na aplicação de argamassa através de projetores”. Para Tristão (2005), argamassas projetadas têm vantagens, pois alguns problemas podem ser resolvidos previamente, utilizando meios como treinamento de mão de obra, conscientização dos profissionais e utilização dos equipamentos adequados para tais fins. Já Zanelatto (2012, p. 70), afirma, através de estudos, que “[...] é possível potencializar a adesão inicial e, com isso, obter valores de resistência de aderência em torno de 50% superiores aos obtidos com a aplicação manual”.

A projeção de argamassas é, segundo a maioria daqueles que a implementaram e estudaram, uma forma mais eficiente, ágil e de qualidade superior, se compara à aplicação tradicional. No entanto, é um processo que requer uma análise detalhada por se tratar de um sistema que envolve planejamento minucioso – adoção de equipamentos, balancins, treinamento, etc.

O sistema de projeção mecanizada pode ser realizado por dois processos: via seca e via úmida. O processo por via seca é utilizado apenas para a projeção de concreto, já o processo por via úmida pode projetar concreto e argamassas (BERTINI, 2002).

Segundo Bertini (2002), de modo geral, o sistema de projeção mecânica de argamassas utiliza equipamentos que devem possuir uma bomba de pistão, um compressor e acessório para o lançamento. A bomba de pistão possui produtividade média de 2 m³ /hora.

Figura 6 – Argamassa Projetada



Fonte: <https://www.fida.com.br/argamassa-projetada-maior-productividade-e-menor-variabilidade/>

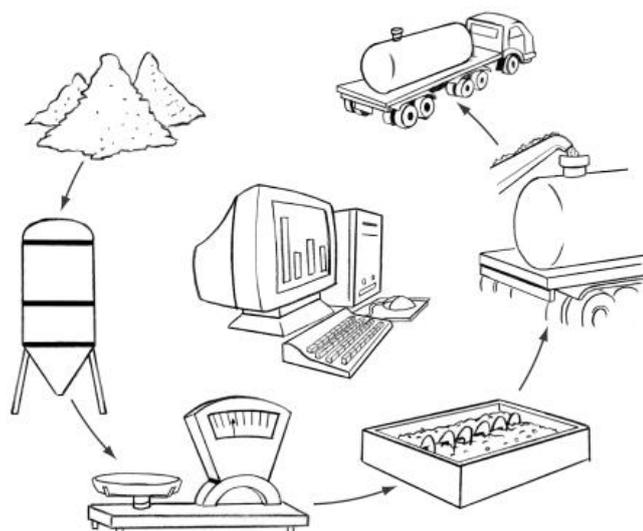
4.5.4 Argamassa ensacada

Segundo a Associação Brasileira de Cimento *Portland* (ABCP) (2002, p.26) as argamassas ensacadas “compõem-se de agregados com granulometria controlada, cimento *Portland* e aditivos especiais que otimizam as propriedades das mesmas, tanto no estado fresco quanto no endurecido”.

As argamassas ensacadas podem se apresentar em embalagem plástica ou de papel *kraft*. Quando vai ser utilizada, seu preparo requer adição de água. Por, possuírem um controle rígido de produção, apresentam grande uniformidade de dosagem, produzindo a repetição de um traço com um grau de confiança satisfatório (ABCP, 2002).

As argamassas ensacadas possuem características colante para aplicação de revestimentos cerâmicos internos e externos, “argamassas para assentamentos de elementos em alvenarias estruturais, em alvenarias de fechamento e em revestimentos internos e externos, além de contra pisos e regularizações onde a resistência mecânica é uma das principais exigências”(HEIN, 2018, p.23).

Figura 7 – Argamassa Ensacada



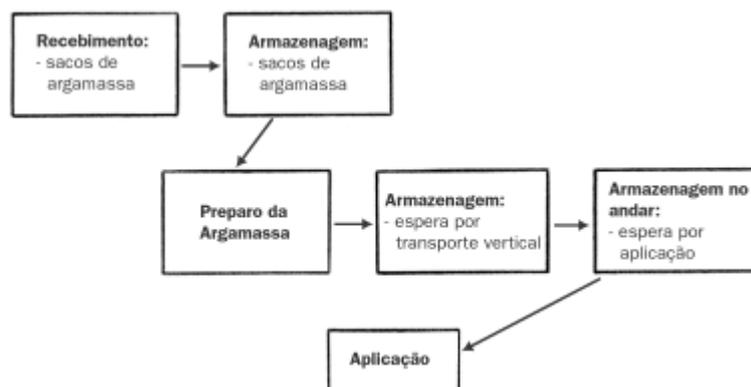
Fonte: ABCP (2002, p.26).

Figura 8 – Fluxograma Argamassa



Fonte: ABCP (2002, p.27).

Figura 9 – Fluxograma Argamassa



Fonte: ABCP (2002, p.27).

4.6 Cerâmica Ventilada

Como revestimento externo, cabe ainda destacar o sistema de fachadas ventiladas, que é compatível com diversos materiais, com diferentes tipos de desempenho, tipos e preços. Usualmente a cerâmica é o material mais utilizado (BEZERRA, 2018).

A cerâmica é um dos materiais mais utilizados nos revestimentos das fachadas ventiladas por possibilitar a modulação de diferentes tamanhos, além de oferecer uma gama de cores ampla, fazendo com que a torne mais competitiva (BEZERRA, 2018).

A cerâmica é produzida por um “processo de extrusão onde o material sai continuada e as características da cerâmica composta de uma mistura de argilas e passando pelo forno a altas temperaturas”(BEZERRA, 2018, p.31)

Segundo Carneiro (2015, p.30):

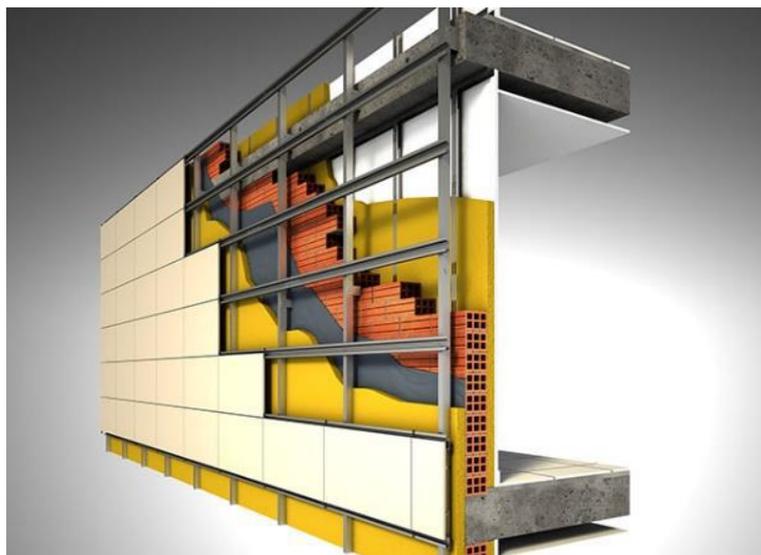
A fachada ventilada em cerâmica é um sistema muito eficiente em relação ao comportamento higrotérmico de um edifício. É uma solução que reúne as vantagens desse tipo de sistema construtivo com as propriedades de inércia térmica do elemento cerâmico. Dentre as vantagens mais significativas das fachadas ventiladas de cerâmicas, tem-se: aplicabilidade sobre qualquer suporte existente, execução rápida, segurança na utilização, maior conforto ambiental no interior do edifício, facilidade de manutenção, rápida substituição de peças e ausências de eflorescências (CONSTRULINK, 2006).

Figura 10 – Vista de uma fachada com revestimento cerâmico



Fonte: Carneiro (2015, p.31)

Figura 11 – Desenho esquemático de uma fachada ventilada



Fonte: Bezerra (2018, p.23)

Figura 12 – Fixação visível e fixação oculta



Fonte: Bezerra (2018, p.26)

5 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se o delineamento da pesquisa, que aborda o tipo de pesquisa, o local onde ocorreu o estudo, como foi realizado, e a coleta e análise dos dados, que se refere a natureza dos dados tratados, investigados e analisados e quais meios foram utilizados para identificação e formas para resolver as não-conformidades encontradas.

5.1 Delineamento da Pesquisa

O presente trabalho tem como intuito avaliar qual das argamassas possui melhor desempenho, custo benefício, além de um estudo homem hora para aproveitamento de recurso de uma empresa que atua no ramo da construção civil na região de Minas Gerais. O estudo contempla desde a escolha da argamassa, processo de aplicação, performance da mão de obra e o serviço acabado quanto a sua durabilidade.

Esta pesquisa pode ser caracterizada como descritiva-bibliográfica e apresenta-se como estudo de caso, que, de acordo com Patton (2002), tem como propósito reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno. Llewellyn (2007) complementa a ideia do autor apontando o estudo de caso como um procedimento metodológico que enfatiza entendimentos contextuais, sem esquecer-se da representatividade. Já de acordo com Gil (2009, p. 5), trata-se de “um dos diversos modelos propostos para a produção de conhecimento num campo específico, assim como também o são o experimento e o levantamento”, constituindo uma das muitas modalidades de delineamento.

Para sustentação do trabalho foram feitas pesquisas bibliográficas, utilizando-se de livros em bibliotecas virtuais e físicas, busca de materiais que auxiliam no entendimento do assunto tratado e posteriormente além da vivência do autor no dia-a-dia da empresa, e contou com o acompanhamento do engenheiro responsável pela obra e também com o apoio de colaboradores que desenvolviam suas atividades durante a realização do trabalho.

A pesquisa é caracterizada como descritiva porque descreve os processos de escolha da argamassa, contribuindo para o entendimento e melhoramento do

mesmo, além de expor cada etapa desenvolvida no processo, como utilização do recurso humano e etapas de aplicação. Vergara (2000, p. 47) argumenta que a pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou fenômeno, estabelece correlações entre variáveis e define sua natureza.

O estudo de caso busca identificar a argamassa com melhor desempenho na construção de um conjunto de residencial na cidade de Juiz de Fora em Minas Gerais, o qual possui um total de xxx funcionários, local com amplo espaço físico, onde o trabalho é realizado através de entrega e em diferentes pontos do empreendimento.

Posteriormente o resultado da pesquisa foi estruturado pelo método qualitativo e quantitativo, após o estudo e aplicação de melhorias apontadas, podendo apontar os resultados obtidos, sendo comparados e apresentados para a empresa em estudo.

5.2 A Empresa

A empresa, que neste trabalho chamaremos de “X” começou suas atividades na cidade de Juiz de Fora, em 2008, incorporando e construindo casas em condomínios residenciais. A partir de 2011, a empresa começou a atuar na incorporação e construção de empreendimentos verticalizados, com total foco em pequenos prédios residenciais no segmento de habitação popular, enquadrados no programa do Governo Federal Minha Casa Minha Vida (MCMV).

Entre 2015 e 2016, a empresa “X” incorpora empreendimentos de 400 a 800 unidades, seguindo as diretrizes de aumento na padronização e no ganho de escala. No ano de 2017 é lançado o primeiro empreendimento de 1000 unidades, obtendo crescimento em lançamentos, vendas e margem. Foi introduzido neste mesmo ano o conceito de “apartamentos inteligentes” acelerando o processo de implantação de governança corporativa e de melhorias de controles gerenciais, culminando no registro da Companhia na Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

Pelo fato de os empreendimentos da empresa serem padronizados, o processo construtivo é altamente industrializado, o que impacta nossa performance e resultado. Isto permite obter ganhos de escala e eficiência nas operações, bem

como em nosso crescimento e expansão. A empresa também atua com parcerias como empresas terceiras, que são contratadas para execução de atividades como aplicação de argamassas, tema central deste trabalho.

5.2 Delimitação do Estudo

O objetivo desta pesquisa é comparar o uso dos diferentes tipos de argamassa na construção civil para tomada de decisão na concepção da obra.

Tem ainda como objetivos específicos:

- Descrever os tipos de argamassa;
- Projetar um cenário na construção civil com o uso de diferentes tipos de argamassa;
- Avaliar os resultados obtidos através do estudo;
- Tomar decisão na concepção da obra.

Nesta esteira, com o objetivo de avaliar e apresentar uma visão contextualizada da utilização dos tipos de argamassa objeto dessa pesquisa, sob a ótica do custo, o presente trabalho focou seu desenvolvimento no que se refere a mão de obra, material e tempo a partir da elaboração do orçamento.

O estudo foi realizado com 4 tipos de fabricação de argamassa, que serão apresentadas através das tabelas no próximo capítulo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cálculos apresentados na forma de tabelas foram feitos levando-se em consideração a área total da obra contratada e a utilização da argamassa. Para ficar mais detalhado especificou-se a quantidade de pavimentos e área revestida por pavimento, além da área total,

De acordo com a NBR 7200, a espessura mínima para camadas únicas em áreas internas de edificações com 1,5 cm, sendo esta utilizada para a base dos cálculos demonstrados. Vale lembrar que, poderá haver consumo maior em caso de desperdício e falhas na espessura desejada, devido a erros na execução da alvenaria de vedação para que o revestimento fique aprumado e/ou esquadrejado.

O prazo estipulado pelo contratante da obra foi de 60 dias, sendo que se houverem atrasos na entrega será cobrada multa no valor de 3% do valor total da fachada de cerâmica.

Inicialmente foram feitas 5 tabelas comparativas mostrando os aspectos da obra (tabela 1) e para uma explicação mais detalhada foram feitas mais 4 tabelas com as especificações de cada tipo de argamassa com suas respectivas quantidades, consumo e valores (tabela 2, 3, 4, 5).

Tabela 1 – Considerações iniciais para a análise

1.1	Pavimentos	9
1.2	Área por pavimento	1869,5 m ²
1.3	Área total	16825,5 m ²
1.4	Espessura utilizada	1,5 cm

Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 2 – M² fachada

m ² fachada	Valor/m ²	Total	Multa
3460	R\$ 600,00	R\$ 2.076.000,00	R\$ 62.280,00

Fonte: Do Autor (2020)

Obs.: 3% de multa do valor total em caso de atraso, sem acréscimo por tempo maior.

Análise de consumo e preço de materiais

Tabela 3 – Argamassa projetável

2.1.1	Especificações do produto	18 kg/m ²	Obs.: Para revestimentos de 1 cm de espessura.
		30 kg	Obs.: Peso do produto contido na embalagem.
		R\$ 13,50	Obs.: Preço unitário.
2.1.2	Consumo necessário	27 kg/m ²	Obs.: Cálculo para revestimento de 1,5 cm de espessura.
2.1.3	Peso necessário	454288,5 kg	
2.1.4	Sacos necessários	15142,95 sacos	
2.1.5	Preço total	R\$ 204.429,83	
2.1.6	Preço por m ²	R\$ 12,15	

Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 4 – Moldada *in loco*

2.2.1	Traço	1:1:6	Obs.: Cimento: Cal: Areia
2.2.2	Volume	0,015 m ³ /m ²	
2.2.3	Consumo de cimento	5,25 kg/m ²	Obs.: Cálculo para 1,5 cm de espessura
2.2.4	Consumo cal	2,1 kg/m ²	Obs.: Cálculo para 1,5 cm de espessura
2.2.5	Consumo areia	0,015 m ³ /m ²	Obs.: Cálculo para 1,5 cm de espessura
2.2.6	Custo Cimento	R\$ 16,99	Obs.: Saco de 50kg - CP3
2.2.7	Custo Cal	R\$ 9,40	Obs.: Saco de 20kg
2.2.8	Custo Areia	R\$ 92,00	Obs.: custo de 1 m ³
2.2.9	Custo Traço Cimento	R\$ 1,78	Obs.: custo por m ² de revestimento
2.2.10	Custo Traço Cal	R\$ 0,99	Obs.: custo por m ² de revestimento
2.2.11	Custo Traço Areia	R\$ 1,38	Obs.: custo por m ² de revestimento
2.2.12	Custo/m ²	R\$ 4,15	Obs.: custo por m ² de revestimento
2.2.13	Custo Total Final	R\$ 69.841,81	

Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 5 – Usinada

2.3.1	Especificações do produto	8 m ³	Obs.: Quantidade máxima transportada por caminhão
		R\$ 308,00	Obs.: Custo do m ³
2.3.2	Consumo necessário	252,3825 m ³	
2.3.3	Caminhões necessários	31,55	
2.3.4	Valor total	R\$ 77.733,81	
2.3.5	Valor total / m ²	R\$ 4,62	

Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 6 – Ensacada

2.4.1	Especificações do produto	19,5 kg/m ²	Obs.: Para revestimentos de 1 cm de espessura.
		50 kg	Obs.: Peso do produto contido na embalagem.
		R\$ 27,00	Obs.: Preço unitário
2.4.2	Consumo necessário	29,25 kg/m ²	Obs.: Cálculo para revestimento de 1,5 cm de espessura.
2.4.3	Peso necessário	492145,88 kg	
2.4.4	Sacos necessários	9842,9 sacos	
2.4.5	Preço total	R\$ 265.758,77	
2.4.6	Preço por m ²	R\$ 15,80	

Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 7 – Preços ofertados pelas empresas

EMPRESA "A"	Moldada in loco e ensacada	R\$ 25,00 /m ²
EMPRESA "A"	Usinada	R\$ 24,00 /m ²
EMPRESA "B"	Projetada	R\$ 19,00 /m ²

Fonte: Do Autor (2020)

A seguir, tabela 8, com especificação dos funcionários necessários por equipe para cada tipo de execução.

Tabela 8 – Tipo de Utilização

Tipo de utilização	Equipe	Funcionários da equipe	Funcionários predecessores
Argamassa projetada	4 pessoas	1 Servente (colocar sacos na máquina); 3 Pedreiros (1 lançador na máquina, 1 para sarrafear e 1 para acabamento final).	2 Pedreiros (1 taliscador de pontos e 1 de apoio)
Argamassa usinada	2 pessoas	1 servente e 1 Pedreiro	2 serventes (para abastecer os carrinhos e transporte)
Argamassa moldada in loco	2 pessoas	1 servente e 1 Pedreiro	3 ajudantes por máquina / necessário 2 máquinas
Argamassa ensacada	2 pessoas	2 serventes e 1 Pedreiro	2 ajudantes por máquina / necessário 2 máquinas

Fonte: Do Autor (2020)

Na tabela 9, segue produção diária por equipe, assim como o quantitativo necessário para a execução do serviço em tempo hábil. Uma vez que o prazo para entrega do serviço executado é de 60 dias, sendo destes apenas 48 dias trabalhados.

Tabela 9 – Produção necessária e tempo gasto.

Tipo de utilização	Produção diário / equipe	Prazo para entrega	Produção diária necessária	Equipes necessárias	Total funcionários	Dias necessários para término
Argamassa projetada	200 m ²	60 dias	350,53 m ²	2	10	42 dias
Argamassa usinada	20 m ²	60 dias	350,53 m ²	18	38	47 dias
Argamassa moldada in loco	20 m ²	60 dias	350,53 m ²	18	42	47 dias
Argamassa ensacada	20 m ²	60 dias	350,53 m ²	18	40	47 dias

Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 10 – Cenários

CENÁRIOS - CUSTO / M ² - MATERIAL E MÃO DE OBRA					
CENÁRIOS	MAT	MO	TOTAL	AREA (m ²)	CUSTO TOTAL
EMPRESA "A" COM MATERIAL MOLDADO <i>IN LOCO</i>	R\$ 4,15	R\$ 25,00	R\$ 29,15	16.825,50	R\$ 490.463,33
EMPRESA "A" COM MATERIAL ENSACADO	R\$ 15,80	R\$ 25,00	R\$ 40,80	16.825,50	R\$ 686.480,40
EMPRESA "A" COM MATERIAL USINADO	R\$ 4,62	R\$ 24,00	R\$ 28,62	16.825,50	R\$ 481.545,81
EMPRESA "B" PROJETADO	R\$ 12,15	R\$ 19,00	R\$ 31,15	16.825,50	R\$ 524.114,33

Fonte: Do Autor (2020)

Tabela 11 – Argamassa Escolhida

CENÁRIOS - CUSTO / M ² - MATERIAL E MÃO DE OBRA					
CENÁRIOS	MAT	MO	TOTAL	AREA (m ²)	CUSTO TOTAL
EMPRESA "B"PROJETADO	R\$ 12,15	R\$ 19,00	R\$ 31,15	16.825,50	R\$ 524.114,33

Fonte: Do Autor (2020)

Foi feito um orçamento com os quatro tipos de argamassa que poderiam ser utilizados na construção, conforme demonstrado na tabela 1, levando-se em consideração a mão-de-obra, material e tempo.

Conforme Bezerra (2018, p.69) na composição de custos deve-se levar em consideração alguns fatores relevantes: “como a localização da obra, dificuldade de instalação do referido revestimento, material a ser utilizado, tempo disponível entre outras variáveis”.

Do comparativo da tabela 1, obteve-se que com a **argamassa projetada** pode se chegar a um valor total de R\$ 204.429,83, sendo o custo por metro quadrado de R\$12,15; com a **argamassa in loco** pode se chegar a um valor total de R\$ 69.841,81, sendo o custo por metro quadrado de R\$ 4,15; com a **argamassa usinada** pode se chegar a um valor total de R\$ 77.733,81, sendo o custo por metro quadrado de R\$ 4,62; e com a **argamassa projetada** pode se chegar a um valor total de R\$ 265.758,77, sendo o custo por metro quadrado de R\$15,80. Levando-se em conta, que este quantitativo é apenas do material utilizado, sem a mão-de-obra.

Cabe observar que no custo total a **argamassa in loco** se mostrou de menor valor total e por metro quadrado, além de oferecer o custo total também mais baixo conforme tabela 3, porém, não se pode esquecer que pode ser encontrada dificuldade em se manter a qualidade do traço durante toda a obra e sua uniformidade. O total de funcionários necessários, conforme tabela 2, também é maior do que para a utilização dos outros tipos de argamassa.

A **argamassa ensacada** apesar do valor total e por metro quadrado ser ligeiramente maior do que a argamassa *in loco*, e possuir o maior custo total, conforme a tabela 3 oferece a vantagem de uma menor quantidade de funcionários, conforme a tabela 2; e oferecer a vantagem de poder ser estocada, possuir um traço constante e uniforme, evitando-se desperdícios. Cabe observar, porém, se o custo do frete irá compensar dependendo da localização da obra. Para esta pesquisa foi viável.

A **argamassa projetada** além de obter um valor elevado no valor total e por metro quadrado conforme tabela 1; também revelou que seu custo total, conforme a tabela 3 é alto. A sua maior vantagem é a necessidade de uma quantidade menor de

mão-de-obra, conforme tabela 2, porém a mão-de-obra a ser utilizada apesar de ser menor é diferenciada e mais cara, por ser mais especializada, e mais difícil de encontrar dependendo do local da construção. Porém, no tocante a prazos de entrega demonstrou ser a mais eficiente.

Já a **argamassa usinada** obteve valores baixos de custo total e por metro quadrado, conforme tabela 1; oferecendo um custo total menor entre todos os tipos de argamassa apresentados, conforme tabela 3. Também exige uma quantidade menor de mão-de-obra, conforme tabela 2.

Além dos dados orçamentários deve-se levar em consideração também outros fatores que possam interferir na qualidade do resultado final da obra.

Conforme estudo de Heinen (2018) analisando o desempenho de argamassas de revestimentos do tipo estabilizada, industrializada ensacada e a fabricada *in loco*, a argamassa precisa ser submetida ao controle de qualidade. As falhas que ocorrem nos revestimentos podem ser causadas por deficiências de projeto, por desconhecimento das características dos materiais empregados, ou, emprego de materiais inadequados, por erros de execução, desconhecimento das normas técnicas e por problemas de manutenção.

Para a obra utilizada neste estudo de caso, foi feita a escolha da argamassa tipo projetada, por atender com melhores resultados e o prazo estipulado para entrega da construção da obra em questão, evitando com isto a multa estipulada no contrato. A argamassa projetada demonstrou maior rapidez e qualidade para este estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo comparar o uso dos diferentes tipos de argamassa na construção civil para tomada de decisão na concepção da obra.

Através da revisão de literatura pode ser observado os quatro tipos de argamassa, bem como suas características.

Neste estudo de caso, após a comparação dos resultados obtidos demonstrados através das tabelas, pode ser feito uma análise de cada tipo de argamassa, mão de obra e tempo, verificando que, para este projeto em questão, foi escolhida a argamassa projetada. Que apesar de não ter sido a que obteve o menor valor, foi a que conseguiu atender as exigências estipuladas no contrato para entrega no tempo hábil. Cabe ainda observar que, a utilização da argamassa projetada também requer um número de funcionários menor, o que diminui os encargos sociais e custos da obra em si. Neste projeto não houve dificuldade em se encontrar mão de obra especializada, que era requerida.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5735. **Cimento Portland de Alto-Forno. Associação Brasileira de Normas Técnicas.** Rio de Janeiro. 1991.

ABCP - Associação Brasileira de Cimento *Portland* - **Manual do revestimento de argamassa** (2002). Disponível em: <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>. Acesso em: 20 maio. 2020.

Associação Brasileira dos Produtores de Cal. **Negócios da Cal.** publicação n. 85, São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7175: Cal hidratada para argamassas** - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

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

BAÍÁ, L. L. M.; SABBATINI F. H. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa.** 2 ed. São Paulo, O nome da Rosa. 2001. 82 p

BEZERRA, L.F.M.H. **Revestimentos externos em edificações:** uma abordagem comparativa entre fachadas utilizando-se pastilhas cerâmicas e fachadas ventiladas sob a ótica do custo. Universidade do Sul de Santa Catarina. Curso de Engenharia Civil. Palhoça, SC: 2018.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção.** São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 1995. 529p.

CAMPITELI, V. C.; MASSARETTO, R.; RODRIGUES, P. T. **Dosagem experimental de argamassas mistas a partir de cal virgem moída.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, I., 1995, Goiânia. Anais... Goiânia: ANTAC, 1995, p. 73-82.

CARASEK, Helena. **Materiais de construção civil e princípios da ciência da engenharia de materiais.** 1ª ed. ISAIA, Geraldo Cechella— São Paulo: IBRACON, 2007, Cap. 26 – Argamassas, pág. 863 a 904. Volume2.

CARNEIRO, A. M. P.; CINCOTTO, M. A.; JOHN, VANDERLEY M. **A massa unitária da areia como parâmetro de análise das características de argamassa.** *Ambiente Construído*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 37-44, jul/dez. 1997.

CARNEIRO, Luiza Buccini. **O sistema de fachadas ventiladas:** análise de especificação. (Monografia) Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG. Escola de Engenharia. Belo Horizonte, 2015.

CASCUDO, O.; CARASEK, H.; CARVALHO, A. **Controle de argamassas industrializadas em obra por meio do método de penetração do cone.** In: SIMPOSIÓ BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, VI, 2005, Florianópolis: ANTAC, p. 83-94, 2005.

CINCOTTO, M. A.; CARNEIRO, A. M. P. Discussão dos métodos de determinação da massa unitária de areia para argamassas. **In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 3. 1999, Vitória. Anais... Vitória, 1999. p. 59-68. Disponível em < <https://www.escavador.com/sobre/2066282/arnaldo-manoel-pereira-carneiro> >. Acesso em: 10 de novembro de 2019.

FIDA. (Site). Argamassa projetada: maior produtividade e menor variabilidade. 2014. Disponível em: <<https://www.fida.com.br/argamassa-projetada-maior-produtividade-e-menor-variabilidade/>>. Acesso em: 20 maio. 2020.

HEINEN, P. Desempenho de argamassas de revestimentos do tipos estabilizada, industrializada, ensacada e a fabricada in loco. **Anais Engenharia Civil**. 2018. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/ENGCIVIL/article/view/219>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

LARA, D., NASCIMENTO, O., MACEDO, A., GALLO, G., PEREIRA, L POTY, E. **Dosagem das argamassas.** In **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 1., Goiânia, Anais gionia, ANTAC, A995. P. 63-72. 1995.

LLEWELLYN, S.; NORTHCOTT, D. The “singular view” in management case studies qualitative research in organizations and management. **An International Journal**, v. 2, n. 3, p. 194-207, 2007.

MARTINELLI, F. A. **Contribuição ao estudo de dosagem das argamassas mistas destinadas ao assentamento e revestimento de alvenarias.** São Paulo, 179 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1989.

MIRANDA, L.F.R. **Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado.** Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2000.

NUNES, Daniel G. **Estudo de caso para comparativo entre uso de argamassa produzida em obra e argamassa ensacada.** Projeto de Graduação - UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, RJ. 2014.

PAES, Izaura N. L. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação.** 242p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília. 2004.

PISOSÃO PAULO. (Site). CONCRETO USINADO PARA CONTRAPISO. Disponível em: <<https://www.pisosaopaulo.com.br/concreto-usinado-contrapiso>>. Acesso em: 20 maio. 2020.

PATTON, M. G. **Qualitative Research and Evaluation Methods**, 3 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002.

RAGO, F.; CINCOTTO, M. A. **Influência do tipo da cal hidratada na reologia de pastas**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. Boletim Técnico n. 233.

Revista Construção Mercado (março 2003). Disponível em: <http://www.construcaomercado.pini.com.br/>. Acesso: 20 de jan. de 2020.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo a argamassa**. Segunda edição. Porto Alegre: EdiPucRS, 2012.

SABBATINI, F. H. *et al.* **Recomendações para execução de revestimentos de argamassas para paredes e tetos**. São Paulo, EPUSP/PCC, 1988 (Documento 1F Projeto EP/EN-1) /Datilografado/

SANTOS, Maria L. L. O. **Aproveitamento de resíduos minerais na formulação de argamassas para a construção civil**. 2008b. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

SELMO, S. M. S.; **Dosagem de argamassa de cimento Portland e cal para revestimento Externo de fachadas dos edifícios**. 227 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

TRISTÃO, F. A. **Influência dos Parâmetros Textuais das Areias nas Propriedades das Argamassas Mistas de Revestimento**. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2005.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. **Tecnologia de Revestimento de Argamassa: Conceito básico e tecnologia de execução**. São Paulo, EPUSP/PCC/CPqDCC, 1995.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

ZANELATTO, K. C. **Avaliação da Influência da Técnica de Execução no Comportamento dos Revestimentos de Argamassa Aplicados Com Projeção Mecânica Contínua**. 122 f. São Paulo, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.