

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL  
FACULDADE DOCTUM DE JUIZ DE FORA  
ALEF GUIMARÃES ATALA**

**IMPLEMENTAÇÃO DO ADITIVO AA-505 SUPERFLEX A ARGAMASSAS DE  
REVESTIMENTO INTERNO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

**JUIZ DE FORA  
2020**

**ALEF GUIMARÃES ATALA**  
**FACULDADE DOCTUM DE JUIZ DE FORA**

**IMPLEMENTAÇÃO DO ADITIVO AA-505 SUPERFLEX A ARGAMASSAS DE  
REVESTIMENTO INTERNO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia de Conclusão de Curso,  
apresentada ao curso de Engenharia Civil,  
Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. M. Sc. Ana Cristina  
Junqueira

**JUIZ DE FORA**  
**2020**

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF**

Atala, Alef Guimarães.

Implementação do Aditivo AA-505 Superflex a Argamassas de Revestimento Interno de Alvenaria Estrutural / Alef Guimarães Atala - 2020.

75 folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Civil) –  
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Argamassa. 2. Aditivo. 3. AA-505 Superflex. 4.  
Revestimento

I. Implementação do Aditivo AA-505 Superflex a Argamassas de Revestimento Interno de Alvenaria Estrutural. II Faculdade Doctum Juiz de Fora

**ALEF GUIMARÃES ATALA**

**IMPLEMENTAÇÃO DO ADITIVO AA-505 SUPERFLEX A ARGAMASSAS DE  
REVESTIMENTO INTERNO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia de Conclusão de Curso,  
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de  
Fora, como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Civil e  
aprovada pela seguinte banca  
examinadora.

---

Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Ana Cristina Junqueira  
Orientadora e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

---

Prof. M. Sc. Liércio Feital Motta Júnior  
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus que me proporcionou as forças necessárias durante toda essa caminhada.

Agradeço a minha família que me deu todo o suporte necessário, além de sempre me incentivar a ser sempre melhor a cada dia, dando um passo de cada vez no sentido ao meu sucesso profissional e pessoal.

E por fim, agradeço à minha orientadora e docente Ana Cristina Junqueira por me direcionar ao meu objetivo, utilizando de toda a sua paciência e expertise ao meio de todo esse percurso.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Formas de Ruptura no Ensaio de Resistência de Aderência à tração para um Sistema de Revestimento.....	24
Figura 2 - Diferentes Alternativas De Revestimento De Parede: (A) Emboço + Reboco.....	36
Figura 3 - Processos De Deterioração Dos Revestimentos De Argamassa.....	44
Figura 4 - Fissura Mapeada .....	45
Figura 5 - Fissuras Geométricas .....	46
Figura 6 - Vesículas .....	46
Figura 7 - Deslocamento do Revestimento .....	47
Figura 8 - Pulverulência.....	48
Figura 9 – Aplicação da Argamassa Colante na Placa Cerâmica - Bordos.....	52
Figura 10 - Aplicação da Argamassa Colante na Placa Cerâmica - Centro .....	53
Figura 11 - Formação dos Cordões com Desempenadeira Dentada .....	54
Figura 12 - Assentamento da Placa Cerâmica com Martelo de Borracha .....	54
Figura 13 - Movimento de Quebra dos Cordões .....	55
Figura 14 - Demonstração Ilustrativa do Ensaio de Arrancamento .....	56
Figura 15 - Demonstração Ilustrativa da Obtenção de Dados Quantitativos do Ensaio de Arrancamento.....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1 - Questão 1 do Questionário Proposto.....	61
Grafico 2 - Questão 2 do Questionário Proposto.....	62
Grafico 3 - Questão 3 do Questionário Proposto.....	63
Grafico 4 - Questão 4 do Questionário Proposto.....	63
Grafico 5 - Questão 5 Item A do Questionário Proposto .....	64
Grafico 6 - Questão 5 Item B do Questionário Proposto .....	65
Grafico 7 - Questão 5 Item C do Questionário Proposto .....	66
Grafico 8 - Questão 5 Item D do Questionário Proposto .....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação Dos Cimentos De Acordo Com Normas Específicas.....	31
Quadro 2 - Granulometria Da Areia Em Função Das Propriedades Da Argamassa .	34
Quadro 3 - Limites De Resistência De Aderência À Tração (Ra) Pare Revestimentos De Argamassa De Paredes (Emboço E Camada Única), Segundo NBR 13749 (ABNT, 1996) .....	42

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Resultados Obtidos no Ensaio para Determinação da Resistência de Aderência da Argamassa Colante não Aditivada .....	58
Tabela 2 - Resultados Obtidos no Ensaio para Determinação da Resistência de Aderência da Argamassa Colante Aditivada .....	59
Tabela 3 - Resultados Obtidos no Ensaio para Determinação da Resistência de Aderência da Argamassa Colante Aditivada .....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CP	Cimento Portland
NBR	Norma Técnica Brasileira
NM	Norma Mercosur
RDM	Revestimento Decorativo Monocamada
RJ	Rio de Janeiro
SP	São Paulo
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
VOC	<i>Volatile Organic Compound</i>

## RESUMO

ATALA, Alef Guimarães. Implementação do Aditivo AA-505 Superflex a Argamassas de Revestimento Interno de Alvenaria Estrutural. 75f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020.

A presente pesquisa tem por finalidade a demonstração dos efeitos da aplicação de um aditivo à argamassa utilizada no revestimento a fim de potencializar o mesmo, tanto em seus aspectos funcionais (o que representa uma melhora em sua funcionalidade de aderência) quanto no que se refere à redução de gastos financeiros desta etapa construtiva, uma vez considerado o potencial de redução de mão de obra do processo, etapas e utilização de materiais com maior tecnologia e mais econômicos. Para tal, fez-se o levantamento dos dados do processo com a utilização do aditivo, bem como o levantamento dos dados do processo realizado de maneira tradicional e, por meio da comparação, analisou-se os pontos em que o aditivo representa uma melhoria na confecção de revestimentos. Sendo assim, no introito desta pesquisa, será apresentada a contextualização teórica a respeito dos elementos relevantes da construção civil quanto ao revestimento de paredes de alvenaria estrutural, elencando os pontos de vista de autores renomados no âmbito da engenharia. Em seguida, realizou-se o levantamento de dados propriamente dito, se valendo do *case* Cenário da Montanha, na cidade de Petrópolis, RJ, em que o aditivo fora aplicado em cerca de 45% das paredes de alvenaria. Ademais de dados quantitativos, entrevistas com os colaboradores da obra e o Engenheiro responsável da obra, Eng. Clésio Bastian, complementaram o estudo com informações quanto às experiências da execução de paredes tanto de maneira tradicional quanto se valendo do aditivo. Por fim, com os dados obtidos, um comparativo é feito, apresentando qual dos dois métodos é mais proveitoso, assim como em quais casos isso é verdadeiro.

**Palavras-chave:** AA-505 Superflex; Revestimento; Argamassa; Aditivo.

## **ABSTRACT**

The present research aims to demonstrate the effects of applying an additive to the mortar used in the coating in order to enhance it, both in its functional aspects (which represents an improvement in its adhesion functionality) and with regard to reduction of financial expenses of this constructive stage, once the potential of reducing the labor of the process, stages and use of materials with higher technology and more economical is considered. For this, the process data was surveyed with the use of the additive, as well as the process data survey carried out in a traditional way and, by means of comparison, the points where the additive represents an improvement in the making of coatings. Thus, in the beginning of this research, the theoretical contextualization regarding the relevant elements of civil construction regarding the covering of structural masonry walls will be presented, listing the points of view of renowned authors in the field of engineering. Then, the data survey itself was carried out, using the case Cenário da Montanha, in the city of Petrópolis, RJ, in which the additive was applied in about 45% of the masonry walls. In addition to quantitative data, interviews with the project's collaborators and the engineer responsible for the work, Eng. Clésio Bastian, complemented the study with information regarding the experience of building walls both in the traditional way and using the additive. Finally, with the data obtained, a comparison is made, showing which of the two methods is most useful, as well as in which cases this is true.

**KEYWORDS:** AA-505 Superflex; Coating; Mortar; Additive.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	15
<b>1.1 OBJETIVOS</b>	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivo Específico	16
<b>1.2 JUSTIFICATIVA</b>	16
<b>2 METODOLOGIA</b>	18
<b>2.1 MATERIAIS</b>	19
3.1.1 Argamassa Colante	19
3.1.2 Aditivo	20
<b>2.2 MÉTODOS</b>	20
2.2.1 Análise Quantitativa dos Dados	20
2.2.1.1 Ensaio Para Determinação Da Resistência De Aderência À Tração Da Argamassa Colante	20
2.2.2 Análise Qualitativa dos Dados	24
2.2.2.1 Questionário	24
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b>	26
<b>3.1 ARGAMASSA</b>	26
3.1.1 Materiais Constituintes da Argamassa	30
3.1.1.1 Cimento Portland	30
3.1.1.2 Cal	31
3.1.1.3 Água	32
3.1.1.4 Areia	33
<b>3.2 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO</b>	34
3.2.1 Propriedades da Argamassa em Estado Fresco	37
3.2.1.1 Trabalhabilidade	37
3.2.1.2 Consistência	37
3.2.1.3 Plasticidade	38
3.2.1.4 Retenção de Água	38
3.2.1.5 Massa Específica e Teor de Ar Incorporado	38
3.2.1.6 Adesão Inicial	39
3.2.1.7 Retração por Secagem	39
3.2.2 Propriedades da Argamassa em Estado Endurecido	40

3.2.2.1 Resistencia Mecânica.....	40
3.2.2.2 Permeabilidade.....	40
3.2.2.3 Durabilidade .....	41
3.2.2.4 Aderência .....	41
3.2.2.5 Capacidade de Absorver Deformações e Modulo de Elasticidade .....	42
<b>3.3 PATOLOGIAS DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 ADITIVOS.....</b>	<b>49</b>
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS QUANTITATIVOS - RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (ARRANCAMENTO).....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS QUALITATIVOS - QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE AS ARGAMASSAS ADITIVADA E TRADICIONAL .....</b>	<b>68</b>
<b>4.4 COMPARATIVO ENTRE A CAPACIDADE DE COMBATER A MANIFESTAÇÃO DE PATOLOGIAS DE DESPLACAMENTO.....</b>	<b>69</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde épocas cuja escrita ainda se fazia escassa, tal qual a transmissão de informações dava seus primeiros passos para a complexa rede sistêmica que contempla os diversos âmbitos do ensinar e aprender dos dias de hoje, é de interesse do homem construir coisas, quer sejam menores, para serem usadas como utensílios e ferramentas no domínio da natureza, quer sejam maiores, para que nelas possam morar, usufruir de maneira comunitária ou adorar.

Para tal, se faziam valer de conhecimentos e conceitos da Construção Civil que, ao longo dos séculos, deixaram sua relevância na história. Recena (2012) afirma que há relatos, desde o antigo Egito, do emprego de uma mistura entre um aglomerante natural caracterizado como um geopolímero, oriundo de resíduos de minas de cobre encontradas no Monte Sinai, com um outro aglomerante formado por gesso impuro calcinado. Afirma também que há teorias acerca das pirâmides terem sido construídas não com imensos blocos de pedra, mas sim, com blocos de argamassa fundida no próprio local. As civilizações, tal qual seus eventos históricos mais marcantes, têm como alicerce a Construção Civil.

Ao longo dos anos, este alicerce consolidou-se cada vez mais. Contudo, nos dias de hoje, o processo de revestir paredes, prática comum e processo fundamental dentro do conceito de Construção Civil, vem enfrentando, em especial no Brasil, um quadro endêmico de patologias, principalmente o deslocamento. Este fenômeno ocorre em função, na grande maioria dos casos, da má alocação dos elementos que compõem o revestimento, como azulejos, porcelanatos e revestimentos cerâmicos, bem como da inadequação das argamassas voltadas para revestimento utilizadas atualmente (SINDUSCON-SP, 2016).

Sendo assim, será apresentada no corpo desta pesquisa uma alternativa prática, econômica e eficiente no combate à referida patologia do revestimento. Esta inovação é um material aditivo aplicado à argamassa colante durante sua preparação em loco, criando uma mistura de argamassa que receberá o revestimento para, posteriormente, ser alocado. Com estas medidas, propriedades do revestimento são potencializadas, como a resistência aos esforços normais de retirada do revestimento e resistência ao cisalhamento, sendo capaz de resistir aos esforços de trabalho da estrutura durante sua vida útil. Além dessas, vantagens quanto aos custos de confecção da parede são reduzidos, devido à diminuição do número de etapas da

obra, bem como métodos que utilizam menos argamassa e resultam em semelhante desempenho.

## **1.1 Objetivos**

Nesta seção serão apresentados os objetivos a serem alcançados com a pesquisa. Os objetivos estão devidamente distinguidos em âmbitos Geral e Específico, a fim de determiná-los clara e estruturalmente.

### **1.1.1 Objetivo Geral**

A presente pesquisa tem por finalidade a apresentação de um meio para aumentar a eficiência e reduzir os custos na confecção de paredes de alvenaria estrutural, no que tange a seu revestimento, com a utilização de um aditivo acrescido à argamassa colante que resulta na supressão da necessidade do emboço.

### **1.1.2 Objetivo Específico**

A seguir, estarão elencados os objetivos específicos da pesquisa, a fim de detalhar os processos necessários à realização da mesma.

- Fazer o levantamento quanto aos dados objetivos obtidos com a utilização do aditivo no que se refere ao desempenho, assim como realizar o levantamento referente à argamassa colante tradicionalmente utilizada.
- Fazer o levantamento de dados subjetivos, por meio de entrevistas com os colaboradores do empreendimento, obtendo o *feedback* a respeito das diferenças entre a argamassa colante tradicional e aditivada.
- Comparar os dados quantitativos e qualitativos obtidos, apresentando o melhor custo benefício entre as argamassas colantes no tocante ao ganho de vida útil do revestimento com foco em patologias de deslocamento e ao custo do empreendimento na etapa de revestimento de paredes de alvenaria estrutural.

## **1.2 Justificativa**

A necessidade de aumentar tanto a produtividade quanto a qualidade dos empreendimentos no setor da Construção Civil (máximas presentes neste âmbito no correr de toda a história humana) bem como de combater o quadro endêmico de patologias de deslocamento do revestimento em que se encontra o país, pode ser minimizada com a aplicação de um aditivo à argamassa nas etapas de revestimento de paredes, apresentando vantagens quanto à redução dos custos produtivos, ademais de um aumento da qualidade dos revestimentos.

## 2 METODOLOGIA

Essa presente pesquisa possui seu embasamento teórico em um compilado de análises feitas *a priori*, devidamente enunciadas em seu corpo, a respeito de elementos centrais do desenvolvimento da mesma, com tópicos referentes aos estudos sobre a argamassa, suas características e aplicações; uso da argamassa no contexto de revestimento, enunciando, de sua gama de componentes e características, aquelas voltadas para tal finalidade; análises sobre as patologias, com o foco naquelas atreladas a estrutura do revestimento; e os aditivos ligados à potencialização das propriedades da argamassa. Estes tópicos serão utilizados como validação teórica para a execução da pesquisa e análise dos resultados que virão em sequência.

Quanto ao método que será utilizado no processo de levantamento de dados para posterior análise nesta referida pesquisa, este será dotado de um caráter aplicado, com a finalidade última de apresentar uma solução viável em termos logísticos, práticos e econômicos em uma comparação direta entre as argamassas industrializadas dotada e não do aditivo AA-505 Superflex, levando em conta, ademais dos âmbitos previamente citados, um entendimento de seus desempenhos no que tange ao combate da patologia de deslocamento no revestimento interno de alvenarias estruturais da construção, tendo como análise de referência sua utilização em cases tangíveis.

No que se refere aos dados que serão obtidos, tendo como foco sua abordagem, estes possuirão natureza quantitativa, em que levantamentos quanto à valores como o desempenho em ensaios de tração do revestimento, a fim de obter a capacidade de resistência a esforços normais de arrancamento, assim como a aderência da argamassa no substrato e ao levantamento de gastos com os procedimentos serão feitos. Além de dados quantitativos, análises qualitativas serão feitas por meio de entrevistas com os colaboradores e engenheiro responsável a respeito de suas relações com o material antigo, assim como o novo material, levando em conta suas opiniões, preferências e adaptações do novo aditivo.

Já a respeito de seu propósito, este tem como foco uma análise descritiva a respeito dos elementos constituintes da argamassa, assim como as características dos fenômenos patológicos no revestimento (com foco no deslocamento), ponderando âmbitos relacionados à suas possíveis causas e, por fim, com a união

das informações, proporcionando um ambiente para comparação entre a argamassa tradicional e a argamassa composta pelo aditivo AA-505 Superflex.

A pesquisa será desenvolvida a partir de Pesquisa de Campo, centrada na análise da aplicação do aditivo à argamassa de revestimento feita no Case Cenário da Montanha, na cidade de Petrópolis, RJ, o qual fez uso do aditivo em, aproximadamente, 45% dos revestimentos do empreendimento, proporcionando, em termos de estudo, a capacidade da análise comparativa entre os resultados do uso do aditivo e da argamassa tradicional.

Quanto as Técnicas a serem utilizadas para obtenção dos dados, serão realizadas entrevistas com os colaboradores do empreendimento e engenheiro responsável pelo mesmo, Eng. Clesio Bastian. Ademais disso, serão realizados ensaios para averiguar as propriedades relevantes para o estudo das argamassas a serem comparadas no período de construção do empreendimento. Por fim, considerações a respeito dos custos totais do empreendimento no que tange ao processo de revestimento, bem como sua capacidade funcional e desempenho de resistência, foram feitas a fim de, por meio da comparação, obter a relação custo benefício do produto.

## **2.1 Materiais**

Nesta seção, estarão elencados os materiais que serão utilizados nos ensaios para posterior comparação entre as argamassas tradicional e aditivada.

Tanto a Argamassa Tradicional quanto a Argamassa Aditivada referem-se a Argamassa Colante, um tipo de argamassa industrializada comumente utilizada em processos de revestimentos de paredes, ademais do aditivo em estudo nesta pesquisa, AA-505 Superflex, no tocante à Argamassa Aditivada.

### **3.1.1 Argamassa Colante**

A argamassa colante utilizada na confecção das argamassas para o ensaio foi a argamassa AC-I Argamil colante, fornecida pela empresa Argamassas Argamil.

Tal material é composto por cimento Portland, areia artificial, filler carbonático e aditivos celulósicos, sendo utilizada em área interna, empregada para fixar

revestimentos internos de placas cerâmicas em pisos e paredes, aplicados em locais que não têm contato com intempéries.

### 3.1.2 Aditivo

O aditivo utilizado no teste da argamassa de cimento cola aditivada é o AA-505 Superflex, fornecido pela empresa STUHR.

O aditivo AA-505 Superflex é uma emulsão aquosa de polímeros acrílicos, sendo considerado um copolímero acrílico que tem por função ser um material flexibilizante de argamassa colante. É um material que vem da fabricante pronto para uso, com sua utilização consistindo na substituição da água de amassamento das argamassas colantes, em um processo de mistura que dura por volta de dois minutos. Tal material possui características como a flexibilidade que atende a padrões internacionais, a garantia de uma melhor resistência ao cisalhamento, baixo VOC e ser fácil de usar.

É indicado para substituir a quantidade de água enunciada pelo fabricante da argamassa (AC-I) no assentamento de revestimentos cerâmicos, porcelanatos e pedras em pisos e paredes utilizando o método de dupla colagem.

## 2.2 Métodos

Os métodos a serem utilizados para obtenção dos dados quantitativos e qualitativos para posterior comparação e ponderação serão elencados nesta seção.

### 2.2.1 Análise Quantitativa dos Dados

Se valendo de seu aspecto semântico, a Análise Quantitativa dos dados ocorrerá por meio de sua obtenção com ensaio característico e posterior análise no tocante a seu desempenho e custo.

#### 2.2.1.1 *Ensaio Para Determinação Da Resistência De Aderência À Tração Da Argamassa Colante*

Os dados a serem obtidos para posterior intuito último de comparar as argamassas tradicional e aditivada serão obtidos por meio dos ensaios provenientes da normatização NBR 13754 (ABNT, 1996), auxiliados pelas premissas advindas da NBR 8214 (ABNT, 1983). Naquela, o ensaio previsto para analisar a capacidade de aderência do revestimento pode ser feito com substrato de concreto ou de bloco cerâmico.

Contudo, para efeitos práticos e aplicabilidade no empreendimento em análise, o estudo se aterá a avaliar a resistência à tração em alvenarias estrutural de blocos cerâmicos.

Previamente à descrição do ensaio propriamente dita, julga-se necessária a explanação das definições de alguns elementos, retiradas das normatizações supracitadas. A saber:

- Resistência de Aderência à Tração Simples: Configura-se como a Tensão Máxima suportada por um determinado corpo de prova ao ser submetido por um esforço normal de tração simples.
- Corpo de Prova: Parte representativa de um revestimento cerâmico, formada por uma placa cerâmica em parte ou totalidade, cuja seção é quadrada com 100 mm de lado e delimitação feita por corte até a superfície do substrato.
- Substrato: Camada na qual estarão aplicadas as argamassas do ensaio, bem como as placas cerâmicas. No que tange à argamassa tradicional, tal substrato é constituído por uma argamassa aplicada sobre uma base. Contudo, para o caso da argamassa aditivada, o substrato conta apenas com a base.

Ademais das definições, a norma também elenca tanto a aparelhagem quanto os materiais julgados necessários a obtenção dos dados para análise da capacidade de resistência ao arrancamento. Quanto à aparelhagem, podem ser citados:

- Pastilha Metálica: Consiste em uma placa com seção quadrada de 100 mm de lado dotada de um dispositivo para o acoplamento do equipamento de tração localizado em seu centro. Vale lembrar que tal placa não é deformável sob a carga do ensaio, tampouco deve apresentar seção inferior à placa cerâmica a ser analisada.
- Equipamento de Tração: Equipamento responsável pela aplicação gradativa do esforço de tração simples, possuindo um dispositivo para a leitura deste e podendo ser de natureza mecânica ou hidráulica.

- Dispositivo de Corte do Revestimento Cerâmico: Configura-se como um equipamento elétrico que faz uso de um disco de corte para recortar o revestimento cerâmico a ser analisado.

Já a respeito dos materiais utilizados nos ensaios, ademais daqueles referentes à composição da argamassa e do revestimento, a NBR 13754 (ABNT, 1996) define:

- Para que seja feita a fixação das pastilhas metálicas ao revestimento cerâmico utiliza-se a cola à base de resina epoxídica.
- Para a sustentação das pastilhas metálicas durante o processo de fixação nos revestimentos não horizontais, utiliza-se fita crepe com largura de 50 mm ou escora.

O princípio do ensaio pode ser entendido como a determinação da tensão de aderência de um revestimento cerâmico por meio da aplicação de um esforço normal de tração simples a uma determinada velocidade, ambos controlados em laboratório.

A etapa inicial do ensaio de arrancamento consiste na escolha dos locais de preparo dos corpos de prova de maneira aleatória. Vale ressaltar que tais locais devem ser isentos de som cavo, bem como as placas a serem utilizadas no ensaio terem sido devidamente assentadas em conformidade com a normatização NBR 8214 (ABNT, 1983) com o prazo mínimo para realização de ensaio de 28 dias após o assentamento.

Em seguida, faz-se a preparação de seis corpos de prova, os quais consistem em painéis que receberão a argamassa. Nesta pesquisa, foram elaborados seis corpos de prova com placas aplicadas ao substrato de blocos cerâmicos de alvenaria estrutural. A respeito das dimensões dos corpos de prova, caso a placa cerâmica seja quadrada, com lados de 100 mm, ela será o próprio corpo de prova. Caso contrário, este será formado por um quadrado de 100 mm de lado, com centro coincidente ao cruzamento de duas juntas perpendiculares e lados paralelos a estas.

Conseqüentemente, para efetuar a colagem da pastilha, deve-se previamente limpar tanto a sujeira quanto resíduos de ensaios anteriores da superfície das placas cerâmicas. Depois, aplica-se a pastilha metálica, tomando os devidos cuidados quanto à remoção do excesso de cola, bem como evitar o deslizamento na colagem da pastilha. Por fim, assegurada a devida secagem da cola, faz-se o corte do revestimento cerâmico com o auxílio do dispositivo de corte.

Feitos os preparativos para o ensaio, procede-se para a realização do mesmo, que consiste na determinação da resistência de aderência por meio da análise do

carregamento necessário para remoção das pastilhas, averiguado através do procedimento em que se acopla o equipamento de tração à pastilha metálica para que ocorra a imposição gradualmente lenta de um carregamento ininterrupto, com velocidade média de crescimento de 250 N/s. O esforço aplicado deve sempre ser perpendicular ao corpo de prova até a etapa de ruptura. Ademais da carga em que ocorreu a ruptura, deve-se levar em consideração, por meio de inspeção direta da região onde ocorrer a colagem, a seção na qual houve a ruptura propriamente dita.

A utilização da avaliação quantitativa de carga para ruptura do elemento pastilha-placa é feita por meio da transformação do carregamento em resistência de aderência “Ra”, valor este dotado de precisão de duas casas decimais, obtido da equação 1:

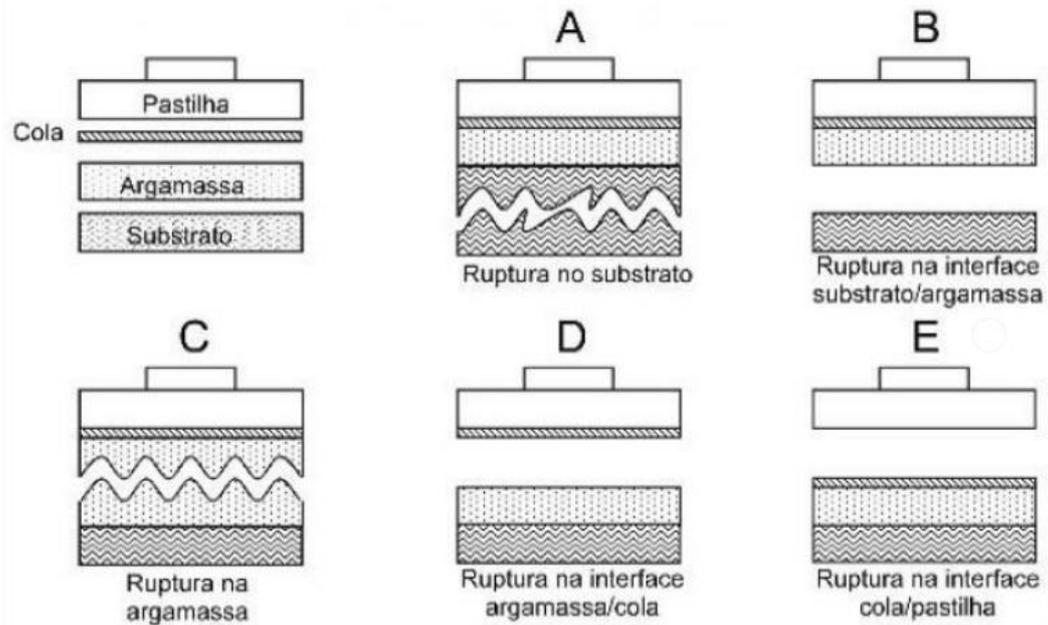
$$Ra = P/A \quad (1)$$

Onde o valor de “P” é a carga de ruptura obtida no ensaio, em Newtons, e o valor de “A” é a área da pastilha metálica, estabelecida por norma, em milímetros quadrados.

Enquanto isso, com os dados referentes a seção de ruptura do corpo de prova, faz-se uma análise criteriosa agrupada em cinco categorias previstas pela norma NBR 13754 (ABNT, 1996). São elas:

1. Ruptura na interface placa cerâmica/argamassa colante;
2. Ruptura no interior da argamassa colante;
3. Ruptura na interface argamassa colante/substrato;
4. Ruptura no interior da argamassa do substrato;
5. Ruptura na interface cola/placa cerâmica.

FIGURA 1 - Formas de Ruptura no Ensaio de Resistência de Aderência à tração para um Sistema de Revestimento



Fonte: NBR 13528 (2019)

Sendo assim, o valor da resistência de ruptura do corpo de prova deve vir acrescido da supracitada análise qualitativa a respeito da região na qual ocorreu tal ruptura. É importante ressaltar que, assim como previsto na normatização referente ao assentamento de revestimentos NBR 8214 (ABNT, 1983), a ruptura do tipo 5 indica uma imperfeição no processo de colagem, acarretando no desprezo do resultado obtido caso o valor de resistência seja inferior à 0,3 MPa e, não atendido o critério mínimo também presente nesta norma de ao menos quatro corpos de prova superiores a 0,3 MPa, conclui-se que o lote não atende aos parâmetros de resistência propostos.

## 2.2.2 Análise Qualitativa dos Dados

Já a respeito da Análise Qualitativa, dados de natureza menos objetiva, porém não menos relevante, serão obtidos por meio de métodos característicos. Em seguida, serão analisados e comparados.

### 2.2.2.1 Questionário

Com o intuito de avaliar a relação interpessoal tanto do engenheiro responsável pelo empreendimento quanto dos colaboradores do mesmo, fora elaborado uma

relação de perguntas que visam obter o *feedback* destes elementos da obra. A seguir, estão listadas tais perguntas:

**Questão 1:** O quão satisfeito você está com a utilização do produto AA-505 Superflex?

- 1- Muito satisfeito
- 2- Satisfeito
- 3- Insatisfeito
- 4- Muito insatisfeito

**Questão 2:** Se comparado a outros métodos e outros aditivos com os quais já trabalhou, a qualidade do produto AA-505 Superflex é:

- 1- Muito pior
- 2- Pior
- 3- Quase igual
- 4- Melhor
- 5- Muito melhor

**Questão 3:** Por favor, expresse a sua opinião geral sobre a qualidade do produto AA-505 Superflex:

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta

**Questão 4:** Você recomendaria esse produto para seus colegas colaboradores/engenheiros?

- 1- Sim
- 2- Não

**Questão 5:** Assinale, em ordem crescente e 1 a 5, o valor do produto quanto aos seguintes aspectos:

- A) Desempenho
- B) Usabilidade
- C) Velocidade de Execução
- D) Aproveitamento

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentada a contextualização teórica acerca do elemento de estudo da presente pesquisa, com o intuito de conferir-lhe o diálogo orgânico com os demais elementos da Engenharia Civil relevantes para o assunto.

#### 3.1 Argamassa

As argamassas são, bem como definido por Carasek (2010), materiais de construção dotados de propriedades de endurecimento e aderência, obtidos por meio da mistura íntima e homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo, ainda, conter aditivos e adições minerais. A este respeito, a NBR 13281 (ABNT, 2005) complementa em termos conceituais os entendimentos sobre a argamassa, afirmando que esta é uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, dotada ou não de aditivos, podendo ser dosada em obra ou instalações próprias.

Quanto a sua composição, Guimarães (2004) reitera que a mistura desses componentes pode ser feita em quantidades diversas, sendo tal quantificação norteada por um sistema de proporções (comumente denominado “traço”), em que os elementos numéricos representam, respectivamente, o volume de cimento Portland utilizado, o volume de cal hidratada (quando utilizada), e o volume de agregado miúdo (areia), tendo a água (chamada de “água de amassamento”) a quantidade necessária suficiente para que o colaborador consiga desempenhar suas funções, jamais em excesso, deixando a argamassa muito mole.

Outrossim, Recena (2012) entende argamassa como um material de construção obtido por meio da mistura de uma pasta com um agregado miúdo, com o emprego ou não de aditivos. Por sua vez, entende-se pasta como o material obtido da mistura de um ou mais aglomerantes de origem mineral e água, levando em conta o ar aprisionado durante a mistura ou incorporado de maneira intencional pela ação de aditivos. Além de aglomerantes minerais, podem ser usadas resinas poliméricas na confecção de argamassas.

Ainda sobre as argamassas, Recena (2012) afirma que, em um âmbito geral, qualquer material empregado em um empreendimento, quer de maneira isolada, quer componente de um sistema, deve desempenhar funções tanto estruturais quanto

estéticas. No tocante às funções das argamassas, levando em conta sua interação com o substrato e com o ambiente, têm-se, em termos de funções primordiais:

- Garantir bom acabamento ao paramento revestido;
- Regularizar e proteger mecanicamente substratos constituídos por sistemas de impermeabilização ou isolamento termo acústico;
- Absorver as deformações naturais a que uma estrutura está sujeita;
- Impermeabilizar o substrato de aplicação.
- Unir solidariamente entre si elementos que compõem uma alvenaria;
- Distribuir de forma uniforme os esforços atuantes em uma alvenaria;
- Garantir impermeabilidade das alvenarias de elementos à vista (sem revestimento);
- Garantir adesão ao substrato de elementos de revestimento em pisos ou fachadas.

No que se refere à sua classificação, as argamassas são regidas pelas normas NBR 13529 (ABNT, 2013) e NBR 13281 (ABNT, 2005) quanto aos tipos de aglomerante e aplicações, respectivamente. Recena (2012), por sua vez, adiciona a estes gêneros as classificações quanto forma de endurecimento e resistência a umidade, quanto ao volume de pasta, granulometria do agregado e produção.

A respeito da forma de endurecimento e resistência a umidade, temos as argamassas hidráulicas e as argamassas aéreas. Já quanto a forma de produção, temos: argamassas industrializadas, semi-industrializadas, feitas em obra e alternativas.

- Argamassa Produzida em Obra: Tal qual definida pela norma NBR 13529 (ABNT, 2013), as argamassas preparadas em obra são aquelas em que todo o processo de mistura e medição ocorre dentro do canteiro de obras, sendo essas feitas em termos de volume ou massa, ademais de poderem ser compostas de um ou mais aglomerantes. Quando se valem da utilização de Cal, Regattieri e Silva (2003) postulam que o aguardo de seu tempo de maturação é de suma importância para que desempenhe da melhor forma possível. Para tal, antes do aguardo do tempo de maturação, faz-se a mistura prévia ou de areia, água e cal hidratada em pó, formando, assim, a argamassa intermediária, ou a mistura de cal hidratada com água, criando a pasta de cal.

- Argamassa Industrializada: Por argamassas industrializadas, Recena (2012), em conformidade com a definição advinda da NBR 13529 (ABNT, 2013), entende-as como sendo produtos produzidos por processos industriais em massa e devidamente controlados, que demandam apenas a adição de água ao chegarem na obra ensacados. Sua composição se assemelha àquela feita manualmente no canteiro de obras, existindo argamassas de cimento Portland e aditivos, podendo ou não serem compostas de cal, com agregados miúdos advindos de areia de rio ou artificial.

Em um comparativo direto entre as argamassas supracitadas, Regattieri e Silva (2003) ressaltam o fato de as argamassas preparadas em obra demandarem um número maior de processos. Em consequência disso, há uma maior utilização de mão de obra de modo geral, com uma demanda maior por transportes, áreas de armazenagem e quantidade de controles, sendo esses, no tocante às argamassas industrializadas, mais fáceis e precisos, diminuindo o desperdício.

Ainda que consideradas as mais utilizadas no país, sob análise do fator intrínseco ao método de produção, Recena (2012) complementa o comparativo ao afirmar que as argamassas feitas em obra têm como grande fator problema sua dosagem muitas vezes inadequada e irregular, acarretando no comprometimento das propriedades exigidas pela norma. Fato esse minimizado no que tange às argamassas industrializadas, as quais são mais homogêneas, implicando em melhores propriedades, e possuem um traço único, ainda que possa ser adequada à particularização do uso em um empreendimento específico.

Por sua vez, quanto a natureza do aglomerante, são divididas em: argamassas minerais (cal, cimento, cimento e cal, gesso) e argamassas poliméricas.

Ainda no âmbito dos tipos de argamassa, temos a classificação quanto sua utilização, sendo divididos os grupos de argamassa, tal qual enunciado pela normatização NBR 13281 (ABNT, 2005, p. 6), em:

- Argamassa para assentamento: Grupo de argamassa dividido em 3 subgrupos, de acordo com a base na qual será aplicada e o tipo de aplicação propriamente dito:
  - 1) Argamassa para assentamento em alvenaria estrutural: “argamassa indicada para ligação de componentes de vedação (como blocos e tijolos) no assentamento em alvenaria, com função estrutural”;

- 2) Argamassa para complementação da alvenaria (encunhamento): “argamassa indicada para fechamento da alvenaria de vedação, após a última fiada de componentes”;
  - 3) Argamassa para assentamento em alvenaria de vedação: “argamassa indicada para ligação de componentes de vedação (como blocos e tijolos) no assentamento em alvenaria, com função de vedação”.
- Argamassa para revestimento de paredes e tetos: Grupo de argamassas, tal qual as argamassas para assentamento, dividido em 2 classes, cada qual com um tipo distinto de aplicação:
    - 1) Argamassa para revestimento externo:

Argamassa indicada para revestimento de fachadas, muros e outros elementos da edificação em contato com o meio externo, caracterizando-se como camada de regularização (emboço ou camada única) (ABNT NBR 13281, 2005, p. 6).

- 2) Argamassa para revestimento interno: “argamassa indicada para revestimento de ambientes internos da edificação, caracterizando-se como camada de regularização (emboço ou camada única)”.
- Argamassa de uso geral: Definida, tal qual afirmado pela NBR 13281 (ABNT, 2005, p. 6), como sendo: “argamassa indicada para assentamento de alvenaria sem função estrutural e revestimento de paredes e tetos internos e externos”
  - Argamassa de reboco: Argamassas podendo ser entendidas como “argamassa indicada para cobrimento de emboço, propiciando uma superfície fina que permita receber o acabamento; também denominada massa fina”.
  - Argamassa decorativa em camada fina: Argamassas cuja definição é dada pela norma como: “argamassa de acabamento indicada para revestimentos com fins decorativos, em camada fina”.
  - Argamassa decorativa em monocamada: Por fim, argamassa entendidas como: “argamassa de acabamento indicada para revestimento de fachadas, muros e outros elementos de edificação em contato com o meio externo, aplicada em camada única e com fins decorativos”.

Com vasta utilização nos vários campos da Construção Civil, tal qual afirmado por Rodríguez (1994), as argamassas estão cada vez mais especializadas, de acordo com as necessidades do empreendimento, podendo ser utilizadas, por exemplo, em

revestimentos de paredes de alvenaria, prática que, em termos funcionais, demonstra-se extremamente importante no que se refere a durabilidade das construções (SELMO *et al.*, 1999).

### 3.1.1 Materiais Constituintes da Argamassa

A seguir, são elencados os elementos constituintes da argamassa, cada qual com suas características e funções específicas, fazendo valer sua única e imprescindível necessidade na mistura.

#### 3.1.1.1 *Cimento Portland*

O cimento Portland, descoberto, em 1824, pelo construtor Inglês Joseph Aspdin, constitui-se de um pó relativamente fino, que endurece ao ser misturado à água, adquirindo, posteriormente, o aspecto de impermeável à mesma. A ABCP (2002) reitera definindo o Cimento Portland como um aglomerante hidráulico. Sendo os mais empregados na produção de argamassas no Brasil, tem sua obtenção, conforme enunciado pela NBR 16697 (2018), através da moagem de clínquer Portland (produto, por sua vez, da calcinação de calcário, argila e componentes químicos), com posterior adição, durante seu processo de fabricação, de sulfato de cálcio, assim como adições minerais devidamente normatizadas.

A contribuição do cimento nas propriedades da mistura de argamassa, assim como afirmado pela ABCP (2002), está voltada especialmente para a resistência mecânica. Ademais disso, a capacidade de retenção de água da mistura, bem como sua plasticidade, está relacionada a sua composição de finas partículas.

Além das supracitadas, Bauer (2005) contribui enumerando as seguintes propriedades:

- **Finura:** propriedade cuja influência na argamassa está ligada a reatividade e velocidade das reações químicas durante a pega e o endurecimento, influenciando, conseqüentemente, sua propriedade aglomerante, com seu aumento acarretando no aumento da atividade superficial das partículas de hidratação;
- **Pega:** propriedade referente ao enrijecimento progressivo da pasta de cimento (entendido como aumento da viscosidade), com o posterior endurecimento da

mesma. Avaliada por meio de seus tempos de início e fim, tal como descrito na NBR 16607 (2018), fator relevante na determinação do período de tempo em que a argamassa pode ser utilizada, a pega está relacionada ao desenvolvimento das reações de hidratação do cimento após mistura com água.

- Resistência Mecânica: propriedade intimamente ligada ao teor de cimento da mistura, uma vez que este é o principal responsável pelo desenvolvimento das propriedades mecânicas da argamassa, influenciando-a diretamente. Contudo, tal teor deve ser devidamente ponderado de acordo com a aplicação da argamassa, devido ao fato de a potencialização de parâmetros favoráveis em um determinado tipo de aplicação, como a resistência de aderência à tração, poder significar uma diminuição de parâmetros diametralmente diferentes, como a diminuição da capacidade de deformação de sistemas de revestimento.

De acordo com suas características, as normatizações classificam os Cimentos Portland da seguinte maneira, de acordo com o quadro 1:

QUADRO 1 - Classificação dos Cimentos De acordo com Normas Específicas

Denominação	Sigla	Norma
Portland comum	CP I	NBR – 5732
Portland composto com escória	CP II – E	NBR – 11578
Portland composto com pozolana	CP II – Z	NBR – 11578
Portland composto com filler	CP II – F	NBR – 11578
Portland de alto forno	CP III	NBR – 5735
Portland pozolânico	CP IV	NBR – 5736
Portland de alta resistência inicial	CP V – ARI	NBR - 5733

Fonte: Adaptado de ABCP (2002)

Vale ressaltar que, após 2018, as normatizações supracitadas no quadro 1 foram unificadas sob a forma de uma norma, a NBR 16697 (ABNT, 2018).

### 3.1.1.2 Cal

Entende-se como Cal, de acordo com Bauer (2005), o material aglomerante que, por meio do processo de carbonatação, em que há a fixação do gás carbônico presente no ar na estrutura da cal, desenvolve seu endurecimento e se transforma em carbonato de cálcio.

Sob tal definição, distinguem-se dois tipos de cales empregados na produção de argamassas. São eles:

- Cal Virgem: De acordo com as definições trazidas pela NBR 6453 (ABNT,2003. p. 2), o conceito de cal virgem é dito como:

Produto obtido pela calcinação de carbonatos de cálcio e/ou magnésio, constituído essencialmente de uma mistura de óxido de cálcio e óxido de magnésio, ou ainda de uma mistura de óxido de cálcio, óxido de magnésio e hidróxido de cálcio.

- Cal Hidratada: Do mesmo modo, a NBR 7175 (ABNT,2003, p. 2) define o conceito de cal hidratada como sendo:

Pó obtido pela hidratação da cal virgem, constituído essencialmente 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.

Quanto a seus aspectos e propriedades no que tange a argamassa, a utilização de cal na composição dessas influencia de maneira positiva e significativa a trabalhabilidade no seu estado fresco, assim como sua capacidade de absorver deformações. Tal influência ocorre devido ao estado de coesão interna proporcionado pela cal, em função da diminuição da tensão superficial da pasta aglomerante, bem como da adesão às partículas de agregado (CINCOTTO, 1995). Entretanto, assim como afirmado pela ABCP (2002), representam uma redução nas propriedades de resistência mecânica e aderência, ainda que ampliem a extensão de aderência pelo preenchimento mais fácil e completo do substrato (CARASEK, 2010). Ademais das propriedades supracitadas, em seu estado fresco, a cal contribui para uma melhor retenção de água, devido a sua finura, auxiliando no desenvolvimento de hidratação em fases mais avançadas, evitando possíveis problemas de fissuração oriundos de retração (BAUER, 2005).

### 3.1.1.3 *Água*

A água é a substancia utilizada na confecção de argamassas com o intuito de conferir amassamento e cura da mesma, permitindo a ocorrência de reações entre os diversos componentes da mistura.

Para que possa trazer consistência a argamassa, assim como regulariza-la, a água na mistura deve ser devidamente dosada, atendendo, em termos de teor, aos parâmetros estabelecidos pelo traço, quer em argamassas viradas em obra, quer em argamassas industrializadas.

Quanto a natureza da água, ABCP (2002, p. 6) afirma:

Considera-se a água potável como a melhor para elaboração de produtos à base de cimento Portland. Não devem ser utilizadas águas contaminadas ou com excesso de sais solúveis. Em geral, a água que serve para o amassamento da argamassa é a mesma utilizada para o concreto e deve seguir a NBR NM 137 (1997).

#### 3.1.1.4 Areia

A areia é o material constituinte da mistura de argamassa obtido de rochas por meio de processos industriais (denominadas areias artificiais), quando submetidos a processos de moagem e britagem, ou processos naturais (denominadas areias naturais), por meio das intempéries (BAUER, 2005). Definido como agregado miúdo, a areia é parte integrante da argamassa, apresentando-se de forma particulada, com variação de diâmetro de 0,06 a 2,0 mm. De origem mineral, influência de maneira direta propriedades como resistência mecânica, retração, módulo de deformação etc.

Para Bauer (2005), A determinação de sua granulometria é de suma importância, tanto *a priori*, para determinação do tipo de agregado, quanto para que ocorra uma avaliação dos diferentes tipos de agregado que compõem a argamassa, uma vez que este fator está diretamente ligado às proporções de aglomerantes e água da mistura, podendo ocasionar, em caso de excesso de finos, por exemplo, um consumo maior de água, bem como de amassamento, reduzindo sua resistência mecânica (ABCP, 2002).

QUADRO 2 - Granulometria Da Areia Em Função Das Propriedades Da Argamassa

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

Fonte: Adaptado de ABCP (2002)

### 3.2 Argamassa De Revestimento

De acordo com Carasek (2010), entende-se por Argamassa de Revestimento as argamassas utilizadas no processo de revestir paredes, muros e tetos que, conseqüentemente, receberão acabamentos como revestimentos cerâmicos, pinturas, laminados etc.

A fim de contribuir para conceituação em termos de elementos constituintes, partindo do conceito de argamassa em um âmbito geral, o Manual de Revestimentos de Argamassa, fornecido pela Associação Brasileira de Cimento Portland (2002), afirma que argamassa de revestimento são argamassas à base de cal, à base de cimento e argamassas mistas de cal e cimento, ajudando na proteção de superfícies porosas com uma ou mais camadas, em geral de espessura uniforme, e que resultam em uma superfície propensa à decoração final.

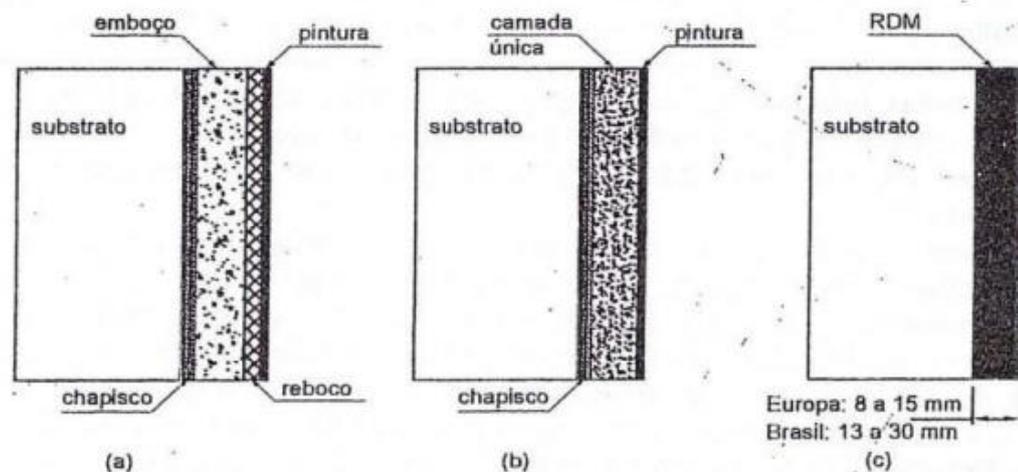
Quanto aos tipos de argamassas de revestimento, essas são agrupadas em quatro diferentes grupos, a saber: as de virada em obra, as industrializadas (que, por sua vez, se subdividem em duas, sendo elas em silos ou ensacadas), as dosadas na central e as semiprontas. Ao contrário das argamassas dosadas em obra, nas quais é necessária a predefinição de alguns fatores antes de sua preparação, como a base a ser aplicada, qual tipo de acabamento, as condições de exposição do revestimento, as condições de produção e também aspectos relacionados ao custo, as argamassas industrializadas, dosadas em central e semiprontas já vêm com sua composição e dosagem definidas pelo fabricante. (BAÍA e SABBATINI, 2008).

Carasek (2010), bem como o Manual de Revestimentos de Argamassa (2002) afirma ainda que o revestimento de argamassa pode ser constituído de diversas camadas com características e funções específicas, dependendo das proporções entre os materiais constituintes da mistura, conforme expresso pela NBR 13529 (ABNT, 2013), definido a seguir:

- **Substrato:** Suporte ou superfície na qual serão aplicados os elementos componentes do sistema de revestimento, funcionando como elementos de vedação. Podem ser constituídos de alvenaria de blocos cerâmicos, blocos de concreto, elementos estruturais, tais como pilares, vigas e lajes, entre outras bases. No que tange a seus aspectos físicos, são porosos, dotados de textura, propriedades mecânicas e capacidade de absorção de água (PEREIRA JUNIOR, 2010);
- **Chapisco:** camada de preparo da base, aplicada de maneira contínua ou descontínua, composta pela mistura de aditivos, areia e cimento, com o intuito de potencialização da capacidade de aderência da mesma quanto ao revestimento e uniformização da superfície no tocante à absorção;
- **Emboço:** Camada de revestimento feita com a finalidade de regularizar a base, assim como cobri-la, garantindo uma superfície capaz de receber outra camada, podendo ser de reboco ou de revestimentos decorativo (como cerâmica);
- **Reboco:** Camada de revestimento usada para cobrir o emboço, podendo funcionar, devido a seu aspecto estético mais apresentável, como acabamento final. Ademais disso, pode funcionar como uma superfície que permita receber revestimentos decorativos (como pintura);
- **Camada Única:** Também denominado popularmente como Emboço Paulista ou Massa Única, configura-se como um revestimento de um único tipo de argamassa, com a finalidade de regularização da base e acabamento final, tal qual o emboço e o reboco. Aplicado à base, recebe, consecutivamente, uma camada decorativa, como, por exemplo, a pintura. É atualmente a alternativa mais adotada no país (PEREIRA JUNIOR, 2010);
- **Revestimento Decorativo Monocamada (ou Monocapa) – RDM:** Trata-se de um revestimento aplicado em camada única, que exerce, de modo simultâneo, as funções de regularizar e decorar. Muito difundido na Europa, a argamassa RDM

é um produto industrializado sem normatização no Brasil. Com composição variável de acordo com o fabricante, a argamassa RDM contém, geralmente: cimento branco, cal hidratada, agregados de várias naturezas, pigmentos inorgânicos, fungicidas, ademais de vários aditivos, tais como plastificantes, retentores de água, incorporadores de ar etc.

FIGURA 2 - Diferentes Alternativas De Revestimento De Parede: (A) Emboço + Reboco



Fonte: Carasek (2010)

Na figura 2, pode-se observar três alternativas quanto aos possíveis revestimentos de parede. No primeiro (letra “a”), ao substrato, faz-se a aplicação dos três componentes mais comuns do revestimento: o chapisco, emboço e o reboco, para que, em seguida, aplique-se a pintura. Já no segundo (letra “b”), dois dos elementos anteriores (emboço e reboco) são substituídos pela camada única. Por fim, o terceiro (letra “c”) apresenta apenas um componente, denominado monocamada.

Com relação as principais funções as quais um revestimento de argamassa deve atender, enunciadas de maneira mais específica que as supracitadas, Carasek (2010) discorre:

- Proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo, quando em revestimentos externos;
- Integrar o sistema de vedação de edifícios, contribuindo em funções como: isolamento térmico (aproximadamente 30%), isolamento acústico (aproximadamente 50%), estanqueidade (de 70 a 100%), segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais;

- Regularizar a superfície dos elementos de vedação e funcionar como base para acabamentos decorativos, contribuindo, assim, para estética da edificação.

### 3.2.1 Propriedades da Argamassa em Estado Fresco

Com o intuito de conferir um melhor desempenho à argamassa, garantindo níveis de qualidade mais altos e satisfatórios, análises quanto a certas propriedades da mesma se fazem necessárias. Tais propriedades estão relacionadas a aspectos como a matéria prima a ser utilizada na composição da mistura, bem como as proporções entre os materiais utilizados, o tipo de misturador utilizado no processo e o tempo decorrido do mesmo. Além disso, a forma de aplicação da mistura e seu modo de transporte são relevantes nesse âmbito (HERMANN e ROCHA, 2013).

A seguir, serão devidamente elencadas e detalhadas as propriedades relevantes para caracterização funcional no estado fresco da argamassa.

#### 3.2.1.1 *Trabalhabilidade*

A trabalhabilidade é a propriedade responsável por garantir as condições de execução, bem como o desempenho adequado do revestimento em serviço, devendo esta ser ajustada à sua forma de aplicação em obra. A rigorosidade quanto a trabalhabilidade da argamassa está diretamente ligada a desempenhos em seu estado fresco, acarretando, caso seja negligenciada e não apresentando trabalhabilidade satisfatória, em uma má aplicação e, conseqüentemente, prejuízos ao desempenho do revestimento, como a baixa aderência do mesmo (CARASEK, 2010).

#### 3.2.1.2 *Consistência*

Já a respeito da consistência, esta é, tal qual definido por Gomes (2008), a resultante do somatório dos esforços internos que acarretam na mudança da mistura quanto sua forma, tendo influência, também, sobre o método de aplicação. Sendo assim, deverão ser diferentes as consistências das argamassas de revestimento quando aplicadas por meio de aplicação manual (colher de pedreiro) ou de maneira

mecanizada, em equipamentos cujo bombeamento da massa é feito através do mangote e projeção na pistola feito com auxílio de ar comprimido (CARASEK, 2010).

Para Rilem (1982), a consistência configura-se como uma propriedade pela qual a argamassa tende a resistir às deformações que lhe são impostas. Com o intuito de alterar a consistência da argamassa, faz-se a adição de mais água à mistura, tornando-a, de acordo com a finalidade, mais seca, plástica ou fluida (SOUSA e LARA, 2005).

#### 3.2.1.3 *Plasticidade*

No que tange às propriedades que determinam as condições de trabalhabilidade das argamassas, Rilem (1982) determina o conceito plasticidade como sendo a propriedade da argamassa responsável pela manutenção de sua deformação após reduzida a tensão responsável, em um estado de tensão de escoamento.

#### 3.2.1.4 *Retenção de Água*

A retenção de água corresponde à propriedade em que, ao ser sujeita a solicitações que acarretem na perda de água, quer pela sucção do substrato, evaporação ou hidratação, a argamassa se mostra capaz de manter íntegra sua trabalhabilidade, garantindo sua aplicabilidade durante um período de tempo determinado (DIAS ALVES e DO Ó, 2005).

#### 3.2.1.5 *Massa Específica e Teor de Ar Incorporado*

Entende-se como massa específica a razão entre a massa de argamassa e seu volume. A respeito das análises quantitativas e qualitativas sobre a massa específica, obtém-se seu valor relativo, em que são levados em consideração os vazios presentes na argamassa, e seu valor absoluto, em que tais considerações são descartadas.

Em contrapartida, teor de ar refere-se ao somatório existente das quantidades de ar aprisionado e incorporado presentes em determinado volume de argamassa.

Sendo assim, é definido ar incorporado como um processo no qual, por meio de aditivos, incorporam-se bolhas de ar à argamassa, melhorando sua

trabalhabilidade ao alterar a suspensão cimentícia no estado fresco e, conseqüentemente, no estado endurecido (DIAS ALVES e DO Ó, 2005).

No que diz respeito a correlação entre ambos, Carasek (2010) afirma que o ar incorporado (assim como o teor de ar) altera de maneira direta a massa específica da argamassa, uma vez que há um aumento do volume dos vazios e, conseqüentemente, uma diminuição da mesma.

Ademais disso, ambos influenciam na trabalhabilidade da argamassa em seu estado fresco. Em suma, uma argamassa com menor massa específica e maior teor de ar apresenta melhor trabalhabilidade, ainda que possa significar uma argamassa pobre, tendo elevada relação água cimento e, conseqüentemente, pouca coesão (BAÍA e SABBATINI, 2008).

#### 3.2.1.6 *Adesão Inicial*

A adesão inicial é a capacidade de união da argamassa no estado fresco ao substrato (como a parede). Em termos práticos, ao ser lançada à parede, a argamassa deve se fixar a superfície de maneira imediata, sem desprender ou escorrer, de modo que possa ser manipulada e acomodada corretamente e possa garantir contato efetivo entre os materiais (o que proporcionará a aderência após o seu endurecimento) (GOMES, 2008). Vale ressaltar que é importante, ainda em seu estado fresco, após a aplicação da argamassa, o controle da retração plástica, uma vez essa sendo diretamente ligada à patologia de fissuração do revestimento (CARASEK, 2010).

#### 3.2.1.7 *Retração por Secagem*

A retração por secagem é a propriedade em que há perda de água, tanto por sucção pela base quanto por evaporação, fenômeno esse ocorrido nos materiais cimentícios.

Dentro do âmbito da retração por secagem, há a separação entre fatores intrínsecos e extrínsecos no que se refere ao desempenho do revestimento. Quanto aos fatores intrínsecos, estes relacionam-se a composição da mistura, tais como: tipos de aglomerantes, dosagens de água, teor de mistura, granulometria, espessura entre outros fatores relacionado a composição da argamassa. Os fatores extrínsecos, por

sua vez, dizem respeito a deterioração causado pelos agentes atmosféricos ao revestimento tais como: temperatura, chuva, vento e sol (BASTOS, 2001).

### 3.2.2 Propriedades da Argamassa em Estado Endurecido

Segundo Hermann e Rocha (2013, p. 32):

No estado endurecido, as argamassas de revestimento possuem propriedades inerentes, sendo medidas diretamente em corpos-de-prova, e outras que dependem da interação da mistura argamassada com o substrato e só podem ser avaliadas em conjunto, isto é, no revestimento.

A seguir serão apresentadas propriedades no estado endurecido relevantes ao processo de revestimento, como: resistência mecânica, módulo de elasticidade, aderência, absorção de água por capilaridade e retração por secagem.

#### 3.2.2.1 *Resistencia Mecânica*

A resistência mecânica das argamassas é definida como sendo a propriedade dos revestimentos de suportarem os esforços físicos externos, oriundos de diferentes naturezas, como abrasão superficial, impacto e contração termoigroscópica, representando, em última instância, a eficácia do revestimento em resistir ao aparecimento de rupturas e, conseqüentemente, fissuras nas vedações. Certos elementos e fatores estão relacionados com esta propriedade de tal modo que a alteração deles afetará o desempenho da argamassa quanto a sua resistência mecânica, como os agregados e aglomerantes da argamassa, assim como a técnica de execução (BAÍA e SABBATINI, 2008).

Vale lembrar o caráter inversamente proporcional entre a resistência mecânica e a relação água cimento da argamassa.

#### 3.2.2.2 *Permeabilidade*

De acordo com Carasek (2010), a permeabilidade, por sua vez, é a propriedade diretamente relacionada à estanqueidade da parede, ou seja, a isenção de furos, trincas ou porosidade que, por ventura, acarretem na entrada ou saída indesejada de

alguma substância. Contudo, ainda que o revestimento deva ser impermeável, ele deve permitir a “circulação de vapor” (BAÍA e SABBATINI, 2008).

Sua dimensão está ligada, basicamente, ao tipo e quantidade de aglomerante utilizado, da granulometria do agregado e das características do substrato. Vale lembrar que a quantidade de cimento Portland deve ser usada em proporções adequadas, uma vez que, caso contrário, ao invés de garantir uma redução da permeabilidade, pode provocar fissuração por retração hidráulica, tendo efeito inverso quanto a permeabilidade (SANTOS, 2008).

#### 3.2.2.3 *Durabilidade*

A respeito do aspecto da durabilidade da mistura, Recena (2012) afirma que a durabilidade da argamassa se configura, para um entendimento mais simples, como a capacidade da manutenção de sua estabilidade físico-química ao longo do tempo sob condições normais de exposição a um determinado ambiente. Vale ressaltar que, para tal, deve-se levar em conta as considerações advindas do projeto, uma vez que a argamassa não pode deixar de cumprir com suas funções estabelecidas.

Quanto aos fatores que prejudicam a durabilidade da argamassa, podem ser citados: a fissuração, a cultura e proliferação de microrganismos, a falta de manutenção, a qualidade das argamassas (bem como a qualidade dos constituintes), a espessura excessiva etc. (BAÍA e SABBATINI, 2008).

#### 3.2.2.4 *Aderência*

A aderência configura-se como a propriedade responsável por permitir ao revestimento de argamassa a absorção de tensões normais e cisalhantes na superfície de interface com o substrato, sendo essencial ao revestimento, sem a qual este não atenderá a nenhuma de suas funções. Tal propriedade é uma das poucas que possui critérios de desempenho especificados em norma no Brasil (CARASEK, 2010).

Sendo a propriedade mais solicitada das argamassas de revestimento em estado endurecido, é influenciada por aspectos como as condições da superfície da base, pelos materiais componentes da mistura, pela capacidade de retenção de água e pela espessura da camada de revestimento (SANTOS, 2008).

Podem ser resumidos os principais mecanismos de aderência como sendo: os decorrentes da ancoragem mecânica da argamassa nas irregularidades macroscópicas da superfície que receberá o revestimento e os oriundos da ancoragem da pasta aglomerante nos poros da base durante o processo de endurecimento (ABCP, 2002).

A fim de garantir uma aderência adequada entre o revestimento e a base, no que tange ao contato, a ABCP (2002) afirma ainda que a camada de revestimento deve possuir o máximo possível em termos de extensão efetiva de contato. Além desse fator, a taxa de carregamento deve respeitar os elementos presentes no quadro 3:

QUADRO 3 - Limites De Resistência De Aderência À Tração ( $R_a$ ) Para Revestimentos De Argamassa De Paredes (Emboço E Camada Única), Segundo NBR 13749 (ABNT, 1996)

<b>Local</b>	<b>Acabamento</b>	<b><math>R_a</math> (MPa)</b>
Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,2$
	Cerâmica ou laminado	$\geq 0,3$
Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,3$
	Cerâmica	$\geq 0,3$

Fonte: Adaptado de Carasek (2010)

### 3.2.2.5 Capacidade de Absorver Deformações e Modulo de Elasticidade

A capacidade de absorver fissuras é a propriedade em que a argamassa deve ser capaz de absorver pequenos esforços (advindos, normalmente, da camada de base, por causas como umidade e variação de temperatura) sem apresentar qualquer tipo de patologia que venha a comprometer a estanqueidade e durabilidade da mistura. (BAÍA e SABBATINI, 2008).

Ainda sobre o tema, Baía e Sabbatini (2008) elencam os fatores que influenciam a absorvidade de deformações por parte da argamassa. São eles:

- A) Da espessura das camadas: a capacidade de absorver esforços aumenta conforme aumenta a espessura das camadas. Mas o aumento deve ser controlado para não afetar outras propriedades como a aderência.

- B) Das juntas de trabalho do revestimento: nas juntas de trabalho ocorre a divisão do revestimento em placas menores que por sua vez dissipam mais facilmente as tensões
- C) Da técnica de execução: na parte de execução, o desempenho de forma correta e na hora certa faz com que o surgimento de fissuras diminua.

Outro fator com contribuição relevante no que tange à capacidade de absorção de deformações é o módulo de elasticidade, que pode ser entendido como a propriedade da argamassa sofrer deformações sem qualquer tipo de ruptura. Quanto maior for seu valor, menor será a capacidade da mistura de absorver as deformações. Um dos elementos mais influentes nesta propriedade é o cimento, em que seu aumento ocasiona o aumento do módulo de elasticidade e, conseqüentemente, diminui a capacidade de absorver deformações (CARASEK, 2010).

### **3.3 Patologias dos Revestimentos de Argamassa**

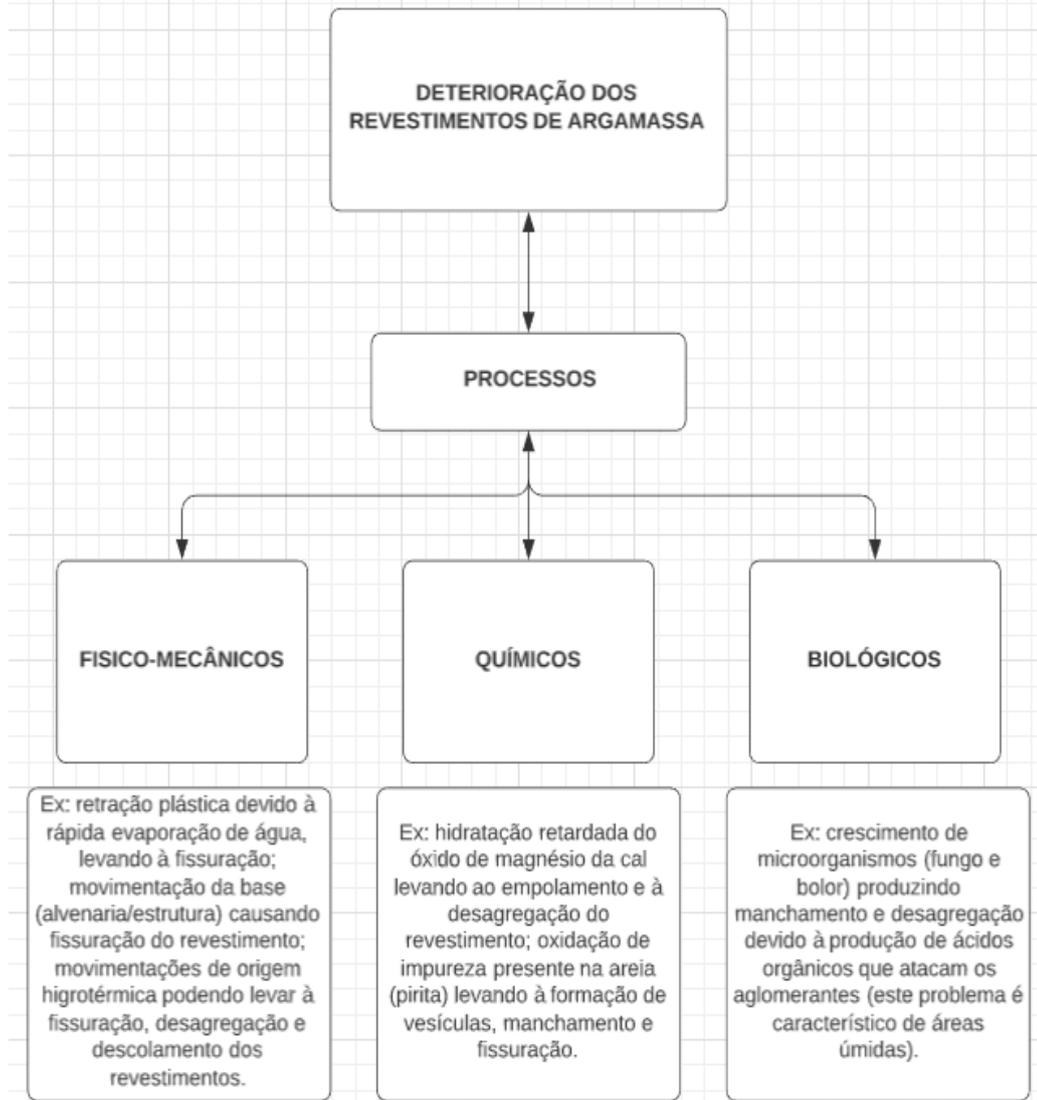
A respeito das patologias cujo alvo principal é a argamassa, Recena (2012) afirma que, dentre um leque de possíveis áreas de emprego da argamassa e do tema patologias, a grande maioria do uso de argamassa com manifestações patológicas encontra-se no revestimento, com danos representados por deslocamentos parciais de revestimentos de fachadas em elementos cerâmicos, esfarelamento com pulverulência das argamassas empregadas e intensos processos de fissuração causados pela retração das argamassas.

Dependendo da magnitude das manifestações patológicas, os problemas podem variar entre a depreciação dos imóveis por desmerecimento da estética das fachadas, o comprometimento da estanqueidade do envelope da edificação, gerando danos nos paramentos internos das paredes externas e, ainda, a ocorrência de sérios incidentes que podem colocar em risco não só o patrimônio material como também a integridade física de pessoas.

De acordo com Carasek (2010), entende-se por manifestação patológica dentro do emprego da argamassa em processos de revestimento como sendo a deterioração da mesma de maneira prematura, cujo tempo de duração previsto em projetos de manutenção não fora devidamente atingido. Para tal, diferentes formas de ataque podem gerar patologias na argamassa, classificadas, ainda que de maneira didática,

uma vez que são sobrepostos os efeitos dos agentes, em físico-mecânicas, químicas e biológicas.

FIGURA 3 - Processos De Deterioração Dos Revestimentos De Argamassa



Fonte: Adaptado de Carasek (2010)

Ademais da classificação quanto à natureza das patologias, há também classificações quanto a origem da fonte causadora, podendo a deterioração da argamassa ser oriunda de fatores externos ao revestimento ou fatores internos à argamassa. A exemplo disso, tem-se a qualidade dos materiais constituintes da argamassa; os processos de execução; a composição da argamassa etc. Vale lembrar que, ainda que classificados e devidamente separados, os fatores são, em cases comumente analisados, atuantes de maneira combinada, ocasionando manifestações

através de efeitos físicos nocivos, como desagregação, deslocamento, vesículas, fissurações e aumento da porosidade e permeabilidade.

Já para Recena (2012), os danos mais observados estão frequentemente relacionados a:

- Qualidade dos materiais empregados;
- Dosagem das argamassas ou seu uso inadequado;
- Concepção inadequada, oriunda de deficiência ou ausência de projetos de revestimento;
- Qualidade da execução, falta ou deficiência na fiscalização;
- Falta de manutenção.

De acordo com a norma NBR 13749 (ABNT, 2013, p.5), existem diversas manifestações patológicas no qual são classificadas em:

a) Fissuras mapeadas:

Podem se formar por retração da argamassa, por excesso de finos no traço, quer sejam de aglomerantes, quer sejam de finos no agregado, ou por excesso de desempenamento. Em geral, apresentam-se em forma de mapa.

FIGURA 4 - Fissura Mapeada



Fonte: Freitas, França, França (2013)

A figura 4 ilustra as definições dadas pela norma, tal qual o aspecto de possuírem o formato de mapas. São originadas, em sua grande maioria, pelo excesso de matéria prima empregada na mistura, ou ainda pela falta da mesma.

b) Fissuras geométricas:

Quando acompanham o contorno do componente da base, podem ser devidas à retração da argamassa de assentamento. Fissuras na vertical podem ser devidas à retração hidrotérmica do componente, interfaces da base constituída de materiais diferentes, locais onde deveriam ter sido previstas juntas de dilatação.

FIGURA 5 - Fissuras Geométricas



Fonte: Tomé (2010)

Oriundas normalmente de retrações de secagem, as fissuras geométricas diferenciam-se das mapeadas uma vez considerado o fato de, em grande parte dos casos, se manifestarem individualizadas, bem como acompanhando o contorno da base, tal qual evidenciado na figura 5.

- c) Vesículas: “são provocadas com a hidratação retardada do óxido de cálcio da cal, e também, pela presença de concreções ferruginosas na areia, ou ainda, em presença de matéria orgânica na perita no agregado miúdo”;

FIGURA 6 - Vesículas



Fonte: Marcos (2014).

A figura 6 mostra várias vesículas em uma parede, normalmente ocorridas devido à presença de matéria orgânica ou concentrações ferruginosas nos componentes presentes na mistura.

- d) Empolas pequenas: “ocorrem por causa da oxidação da pirita presente como impureza no agregado e resultam em formação de gipsita, além de expansão”.
- e) Expansão e deslocamento do revestimento:

São causados quando as fissuras são preenchidas com gesso, devido ao rápido endurecimento. Então, a gipsita formada durante 24 a hidratação do gesso reagirá com o cimento presente na argamassa, formando etringita, e ocasionará a expansão.

FIGURA 7 - Deslocamento do Revestimento



Fonte: Freitas, França, França (2013)

Comumente advindo do relativamente rápido processo de endurecimento do gesso, o qual reage com o cimento constituinte da argamassa, tal tipo de patologia tem, como consequência, o deslocamento do revestimento por sua expansão, como mostrado na figura 7.

- f) Deslocamento: Em adição à norma, Bauer (1997) evidencia a manifestação patológica do deslocamento de placas pela perda de sua aderência ao substrato, de modo a separar as camadas dos revestimentos de argamassa. Estes deslocamentos podem apresentar extensões variáveis, se manifestando seja por empolamentos (oriundos da expansão da argamassa endurecida pela hidratação de óxidos), em placas (advindos da deficiência propriamente dita da aderência entre as camadas de

argamassa ou desta com a base) ou com pulverulência. No Brasil há um quadro endêmico de tal patologia, com cerca de 20,7% das obras apresentando manifestações de deslocamento cerâmico de maneira sistêmica e generalizada, com placas destacando de todas as fiadas por inteiro e sem qualquer argamassa aderida no verso (SINDUSCON-SP, 2016).

g) Pulverulência:

A pulverulência pode ser provocada por causa do excesso de finos no agregado, devido à adoção de um traço pobre em aglomerante ou devido à carbonatação insuficiente da cal, quando a argamassa é feita de cal e areia, pois o clima seco, a temperatura e a ação do vento dificultam o processo de carbonatação.

FIGURA 8 - Pulverulência



Fonte: Freitas, França, França (2013)

Devido ao excesso de agregado miúdo ou ainda de cal na mistura. A figura 8 demonstra a ruptura da camada de pintura e argamassa com a manifestação patológica de pulverulência.

A fim de determinar um método para que possam ser levantados dados sobre a patologia e, conseqüentemente, contribuir para a solução do problema, dando diretrizes e metas a serem alcançadas com processos de restauração, Lichtenstein (1985) estrutura uma seqüência de procedimentos que, executados de maneira sequencial, podem ser utilizados de maneira sistemática nos diagnósticos de patologias. São eles:

- Parte 1: Levantamento de subsídios – Acumular e organizar informações necessárias e suficientes para o entendimento completo do fenômeno, podendo ser obtidas de três fontes: vistoria do local, levantamento da história

do problema e do edifício (anamnese do caso) e resultado de análises e ensaios complementares

- Parte 2: Diagnóstico da situação – É o entendimento dos fenômenos em termos da identificação das múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico.
- Parte 3: Definição de conduta – Prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, o que inclui a definição sobre os meios material, meio de obra e equipamentos, bem como a previsão das consequências em termos do desempenho final. Para definir a conduta, inicialmente é feito o prognóstico da situação, levantando hipóteses da tendência de evolução futura do problema, bem como alternativas de intervenção, acompanhadas dos respectivos prognósticos.

### **3.4 Aditivos**

Regularizado pela norma NBR 11768-1 (ABNT, 2019) e auxiliado em termos semânticos pela norma 13529 (ABNT, 2013), adições, de maneira geral, podem ser definidas como materiais inorgânicos finamente divididos, quer naturais, quer industriais, adicionados às argamassas com a finalidade de modifica-la quanto à potencialização de suas propriedades, melhorando e adequando condições tanto no estado fresco quanto no estado endurecido.

De acordo com o Manual de Revestimento de Argamassa (ABCP, 2002, p.7), existem inúmeros tipos de aditivos, cada qual com suas funções específicas. São elas:

- a) Incorporador de ar: “Proporciona o aumento da trabalhabilidade e atua a favor a permeabilidade”;
- b) Redutores de água (plastificantes): Possui a função de proporcionar o ganho de trabalhabilidade em seu estado fresco, para que, sem qualquer alteração na quantidade de água possa ser feita a aplicação mais facilmente;
- c) Hidrofungantes: “Reduz a absorção da água da argamassa, permitindo a passagem do vapor d’água”.
- d) Retardadores de pega: Com a finalidade de retardar a hidratação do cimento, adquirindo, conseqüentemente, um tempo maior para seu uso, são conhecidos como estabilizadores de hidratação;

- e) Retentores de água: “Confere a capacidade de retenção da água, reduzindo a evaporação e exsudação da água da argamassa”;
- f) Aumentadores de aderência: “Proporciona a aderência química ao substrato”;

Podem ser entendidos os aditivos como responsáveis por: alterarem o aspecto de viscosidade da mistura, potencializarem a trabalhabilidade, atuarem no processo de retenção de água, bem como no desenvolvimento de resistências mecânicas, acelerarem ou retardarem o tempo de pega, intensificarem a resistência à ação do congelamento, reduzirem a fissuração térmica, entre outras propriedades que modifiquem as características das argamassas (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 2018).

## **4 ESTUDO DE CASO**

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos dos ensaios realizados com a finalidade de obter dados quantitativos e qualitativos para análise criteriosa no que tange ao desempenho das argamassas em situações de arrancamento de revestimento, assim como às possíveis reduções de custos, observação de eventuais patologias e análise a respeito de seu manuseio, praticidade e pragmatismo dentro do canteiro de obras, em conformidade com as normas técnicas da ABNT supracitadas e com o questionário proposto.

### **4.1 Análise dos Resultados Quantitativos - Resistência De Aderência À Tração (Arrancamento)**

Neste item, serão apresentados os resultados obtidos dos ensaios de resistência de aderência à tração (também denominados ensaios de arrancamento) das argamassas realizados após 28 dias. Ambas as argamassas aditivada e não aditivada foram aplicadas em substratos compostos por blocos de revestimento cerâmico estrutural, dotados das camadas de emboço e chapisco. Contudo, para efeitos demonstrativos do aditivo AA-505 Superflex, realizou-se também na argamassa aditivada o ensaio em substrato sem emboço e sem chapisco.

Ademais disso, ambas as argamassas, bem como ambos os ensaios da argamassa colante aditivada, se valeram dos mesmos conjuntos de técnicas de assentamento devidamente enquadrados nos parâmetros da norma NBR 8214 (1983).

Para todos os ensaios, fora feito o procedimento de dupla camada, no qual a argamassa colante é colocada tanto no substrato quanto na placa cerâmica, espalhando-a em sua totalidade primeiramente nos bordos da placa para, em seguida, espalhá-la no centro, a fim de evitar o som cavo e trazer maior uniformidade à distribuição da argamassa, garantindo melhor qualidade do revestimento.

FIGURA 9 – Aplicação da Argamassa Colante na Placa Cerâmica - Bordos



Fonte: Autor (2020)

A figura 9 ilustra o processo de espalhar a argamassa colante na placa cerâmica começando pelos bordos. Além de garantir uma maior uniformidade da argamassa na placa e, conseqüentemente, uma maior aderência ao substrato, colocar a argamassa primeiramente nos bordos da placa reduz consideravelmente a possibilidade de manifestação de som cavo, ainda que evitá-lo não seja imprescindível, por se tratar de um parâmetro estético quando não acompanhado de patologias mais graves.

FIGURA 10 - Aplicação da Argamassa Colante na Placa Cerâmica - Centro



Fonte: Autor (2020)

A figura 10 complementa a figura 9 ao demonstrar o passo imediatamente seguinte ao colocar a argamassa nos bordos, demonstrando visualmente a maior uniformidade conseguida.

Além do procedimento de dupla camada, utilizou-se o procedimento de quebra de cordões, no qual são feitos cordões paralelos com o auxílio da parte dentada da desempenadeira tanto na argamassa presente na placa cerâmica quanto na argamassa presente no substrato (quer seja o emboço junto do chapisco, quer sejam os blocos cerâmicos de alvenaria estrutural). Ao colar a placa cerâmica na parede, faz-se um movimento de cisalhamento perpendicular aos cordões, a fim de promover a “quebra” dos mesmos e aumentar a aderência da placa ao substrato.

FIGURA 11 - Formação dos Cordões com Desempenadeira Dentada



Fonte: Autor (2020)

A figura 11 apresenta o resultado obtido do procedimento de formação dos cordões por meio da parte dentada da desempenadeira. O efeito conseguido são os cordões paralelos entre si e horizontalmente dispostos em relação ao chão.

FIGURA 12 - Assentamento da Placa Cerâmica com Martelo de Borracha



Fonte: Autor (2020)

A figura 12, por sua vez, revela o procedimento de assentamento do revestimento cerâmico quando na utilização tanto da argamassa colante aditivada quanto da tradicional. Se comparada a figura 11, pode-se observar que os cordões da placa e do substrato são alinhados paralelamente, de modo a conformá-los entre si.

O martelo de borracha, por sua vez, é utilizado com o intuito de melhor aderir a placa ao substrato.

FIGURA 13 - Movimento de Quebra dos Cordões



Fonte: Autor (2020)

A figura 13, sendo a última da série de figuras 11, 12 e 13, demonstra o procedimento de quebra de cordões em si, no qual movimentos perpendiculares aos cordões de cisalhamento (na imagem, movimentos verticais) são realizados com a finalidade de quebrar os cordões conformados entre a placa cerâmica e o substrato, garantindo, em última instância, um ganho substancial no potencial de aderência e resistência ao arrancamento da placa.

FIGURA 14 - Demonstração Ilustrativa do Ensaio de Arrancamento



Fonte: Autor (2020)

A figura 14 ilustra o macaco hidráulico sendo utilizado para remover o corpo de prova após aproximadamente 28 dias de cura da argamassa colante. Vale ressaltar que, ainda que a placa cerâmica possua dimensões superiores, o corpo de prova não deverá exceder a forma quadrada com 100 mm de lado.

FIGURA 15 - Demonstração Ilustrativa da Obtenção de Dados Quantitativos do Ensaio de Arrancamento



Fonte: Autor (2020)

A figura 15, por sua vez, exemplifica o resultado obtido de um corpo de prova, apresentado o valor da resistência ao arrancamento junto da forma como ocorrera a ruptura entre a placa cerâmica e o substrato. Ambos os dados são computados e avaliados, de modo a apresentar, de maneira detalhada, as capacidades de resistência da argamassa em méritos qualitativos e quantitativos.

Os ensaios tiveram seu início no dia 02/10/2020 e término no dia 30/10/2020. A tabela 1 apresenta os valores oriundos do laudo do ensaio de resistência de aderência à tração na argamassa sem a presença do aditivo, realizada em substrato contendo emboço e chapisco. Nesta tabela, as correspondências para os tipos de ruptura são:

- A. Ruptura na Interface Placa Cerâmica/Argamassa Colante
- B. Ruptura na Interface Argamassa Colante/Chapisco
- C. Ruptura na Argamassa Colante
- D. Ruptura no Substrato
- E. Ruptura no Epóxi

TABELA 1 - Resultados Obtidos no Ensaio para Determinação da Resistência de Aderência da Argamassa Colante não Aditivada

CP nº	Área do CP (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipos de Ruptura (%)				
				A	B	C	D	E
1	10000	2300	0,23	-	-	-	100	-
2	10000	2945	0,29	-	-	90	10	-
3	10000	2735	0,27	-	10	90	-	-
4	10000	3050	0,31	-	-	100	-	-
5	10000	3720	0,37	-	80	20	-	-
6	10000	3355	0,34	-	-	-	100	-

Fonte: Autor (2020)

Com os resultados da Tabela 1 obtidos do ensaio da argamassa colante sem a presença do aditivo, em conformidade com a norma NBR 13754 (1996), observou-se, em primeira análise, que a argamassa está dentro dos parâmetros propostos pela norma, uma vez que não possui mais de quatro corpos de prova com capacidade de resistência ao arrancamento inferior a 0,3 MPa (tendo valores inferiores apenas os corpos de prova 1, 2 e 3), tampouco tem sua média de resistência inferior a 0,3 MPa, já que sua média é exatamente 0,3 MPa.

Ademais disso, pôde ser observado que a maioria das seções onde ocorreu a ruptura do revestimento nos corpos de prova está localizada dentro do agrupamento C, que representa a ruptura na argamassa colante. Tal fato evidencia a eficiência dos processos de assentamento adotados, uma vez clara a conclusão de que o rompimento ocorrera em sua totalidade ou maior parte na argamassa.

A tabela 2 apresenta os valores advindos do laudo do ensaio de resistência de aderência à tração na argamassa aditivada, realizada em substrato contendo emboço e chapisco. Vale lembrar que são mantidas as correspondências para os tipos de ruptura apresentadas anteriormente:

- A. Ruptura na Interface Placa Cerâmica/Argamassa Colante
- B. Ruptura na Interface Argamassa Colante/Chapisco
- C. Ruptura na Argamassa Colante
- D. Ruptura no Substrato
- E. Ruptura no Epóxi

TABELA 2 - Resultados Obtidos no Ensaio para Determinação da Resistência de Aderência da Argamassa Colante Aditivada

CP nº	Área do CP (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipos de Ruptura (%)				
				A	B	C	D	E
1	10000	5280	0,53	-	100	-	-	-
2	10000	5465	0,55	-	40	40	-	-
3	10000	4435	0,44	-	-	100	-	-
4	10000	3515	0,35	-	-	-	75	25
5	10000	1365	0,14	-	-	100	-	-
6	10000	5110	0,51	-	-	60	40	-

Fonte: Autor (2020)

Primeiramente, vale ressaltar o fato de que, não somente a argamassa colante aditivada empregada no assentamento de revestimento cerâmico se valendo das camadas de emboço e chapisco está com valores superiores aos mínimos preconizados pela norma, o ensaio da tabela 2 revela a superioridade da argamassa aditivada se comparada à argamassa não aditivada, uma vez que aquela apresenta um valor médio de resistência igual a 0,42 MPa, representando um ganho de 40% de capacidade de resistência em situações semelhantes em relação a argamassa tradicionalmente utilizada, a qual possui média igual a 0,30 MPa.

Além desse fato, no âmbito qualitativo da ruptura, o ensaio da argamassa colante aditivada revela uma distribuição semelhante da ruptura quando comparada à argamassa não aditivada, ocorrendo nos agrupamentos B, C e D de seções previstos na norma. Isso pode ser entendido, ainda que guardadas as margens de erro previstas pela realização do ensaio ou ainda pela mistura da argamassa à água ou ao aditivo, como uma adaptação semelhante das argamassas analisadas aos processos adotados para o assentamento, assim como o uso do aditivo funcionando como um potencializador de desempenho geral para o ensaio.

A tabela 3 apresenta os valores presentes no laudo do ensaio de resistência de aderência à tração na argamassa aditivada, realizada, contudo, em substrato sem a presença de emboço, tampouco chapisco. Igualmente aos ensaios anteriores, são mantidas as correspondências para os tipos de ruptura:

- A. Ruptura na Interface Placa Cerâmica/Argamassa Colante
- B. Ruptura na Interface Argamassa Colante/Alvenaria
- C. Ruptura na Argamassa Colante
- D. Ruptura no Substrato
- E. Ruptura no Epóxi

**TABELA 3 - Resultados Obtidos no Ensaio para Determinação da Resistência de Aderência da Argamassa Colante Aditivada**

CP nº	Área do CP (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipos de Ruptura (%)				
				A	B	C	D	E
1	10000	3140	0,31	-	-	100	-	-
2	10000	2980	0,30	-	40	60	-	-
3	10000	3180	0,32	-	70	30	-	-
4	10000	3330	0,33	-	90	10	-	-
5	10000	3630	0,36	-	50	50	-	-
6	10000	3960	0,40	-	90	10	-	-

Fonte: Autor (2020)

A tabela 3 apresenta os valores de resistência da argamassa colante aditivada com parâmetros de realização de ensaio diferentes dos utilizados no ensaio da argamassa sem o aditivo. O propósito de referida incompatibilidade pode ser elucidado pela funcionalidade última do aditivo na mistura da argamassa: substituir a água na mistura para que possa suprimir as camadas de emboço e chapisco.

Corroborando para tal finalidade, observou-se que, além de apresentar resultados superiores aos previstos em norma (não possuir mais de quatro corpos de prova com resistência inferior a 0,3 MPa e não possuir resistência média inferior a 0,3 MPa), a média da resistência da argamassa aditivada aplicada diretamente na alvenaria é 0,34 MPa, cerca de 12,22% superior à média da argamassa sem aditivo aplicada sobre o chapisco.

Ademais desse fato, o aumento na distribuição das seções de ruptura no agrupamento B revela uma adaptação inferior aos processos de assentamento supracitados, bem como que a aplicação da argamassa aditivada diretamente na alvenaria, tal qual enuncia a proposta do aditivo, talvez seja o maior responsável por tal adaptação. Outro ponto que vale menção é a presença de altos valores de tensão de ruptura e a correlação direta da porcentagem de contribuição da ruptura total na interface argamassa colante/alvenaria ser maior que a porcentagem da interface na argamassa colante, demonstrando a maior capacidade de resistência da argamassa aditivada se comparada à argamassa não aditivada, que revela, em sua grande maioria, uma alta porcentagem no grupo C.

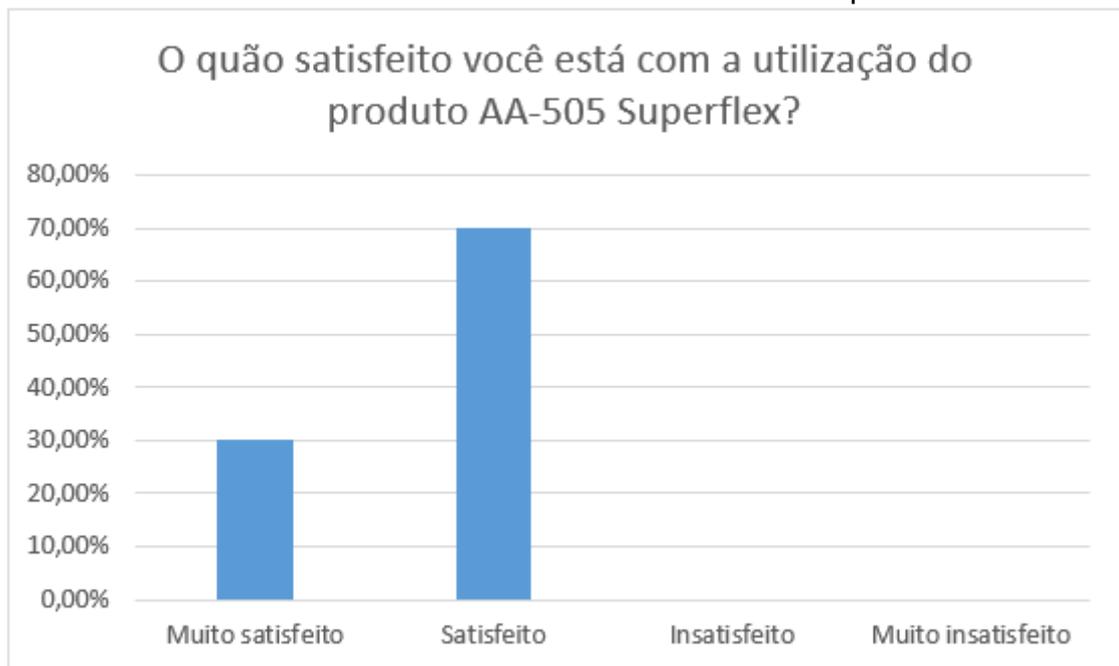
Outro elemento presente no ensaio que merece análise e explicação é, diferentemente dos anteriores, a ausência de ruptura no substrato. Isso se dá pelo substrato ser composto pelos próprios blocos cerâmicos da alvenaria, o que confere maior resistência a essa interface se comparado aos ensaios anteriores.

## 4.2 Análise dos Resultados Qualitativos - Questionário

Nesta Seção, será apresentada a avaliação qualitativa dos colaboradores e engenheiro responsável pelo empreendimento a respeito da utilização do aditivo AA-505 Superflex nas obras do Cenário da Montanha. A seleção de gráficos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 representam, de maneira percentual e democrática, a opinião dos colaboradores, tendo como base o questionário elencado no corpo desta pesquisa.

A questão representada pelo gráfico 1 demonstra o grau de satisfação dos colaboradores e engenheiro responsável em um âmbito geral, no que se refere ao uso do aditivo no processo final de amassamento da argamassa colante e, conseqüentemente, sua aplicação nos revestimentos. Vale notar que a totalidade do *feedback* se revela de maneira positiva.

GRAFICO 1 - Questão 1 do Questionário Proposto

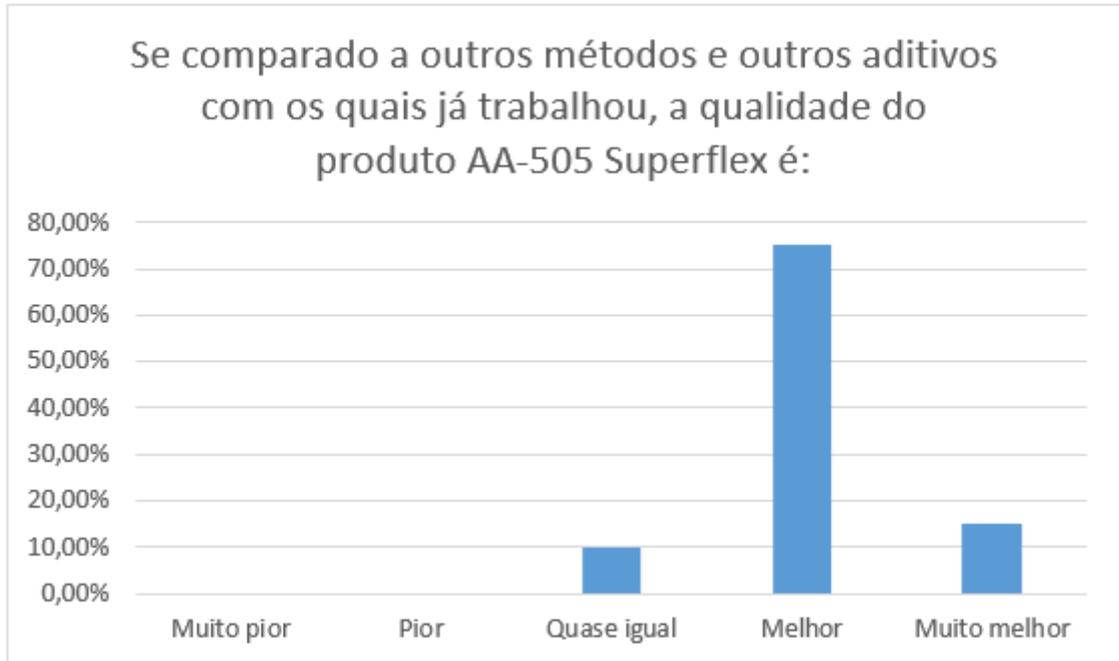


Fonte: Autor (2020)

A seguir, o gráfico 2 representa a questão dois do questionário proposto para coleta de dados qualitativos dos colaboradores e engenheiro responsável pelo empreendimento, colocando o produto aditivo no ambiente comparativo do mercado

atual. O produto apresenta respostas satisfatórias, com a totalidade destas considerada positiva e maioria presente na resposta “Melhor”.

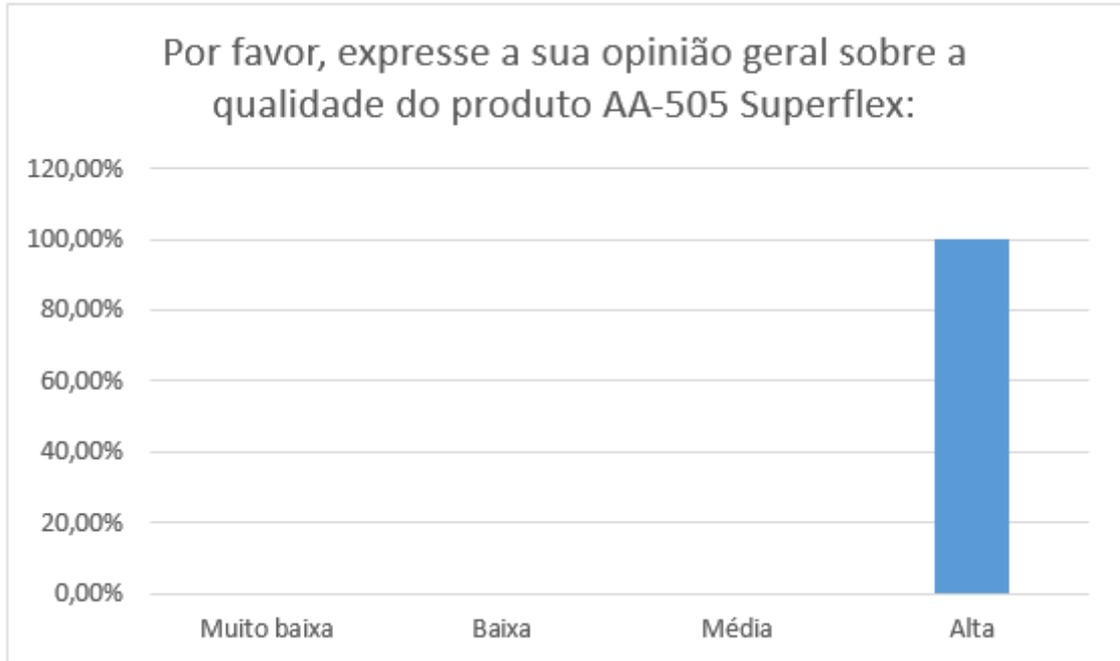
GRAFICO 2 - Questão 2 do Questionário Proposto



Fonte: Autor (2020)

O gráfico 3 é suficientemente ilustrativo no que tange ao balanço geral de aspectos positivos e negativos do aditivo AA-505 Superflex. Isso porque demonstra, com a totalidade das respostas concentrada na resposta “Alta”, o efeito causado na opinião daqueles que utilizam o produto.

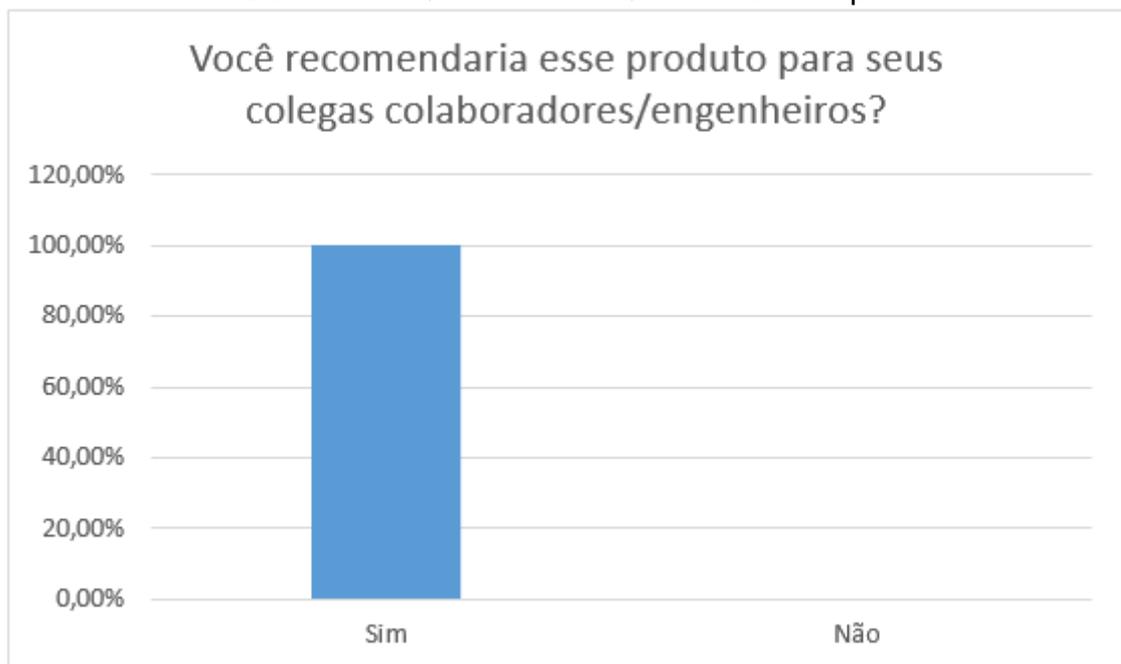
GRAFICO 3 - Questão 3 do Questionário Proposto



Fonte: Autor (2020)

Corroborando com as afirmações obtidas do gráfico 3, o gráfico 4 também indica a relação dos entrevistados para com o aditivo, demonstrando o potencial de propaganda *word of mouth* do produto.

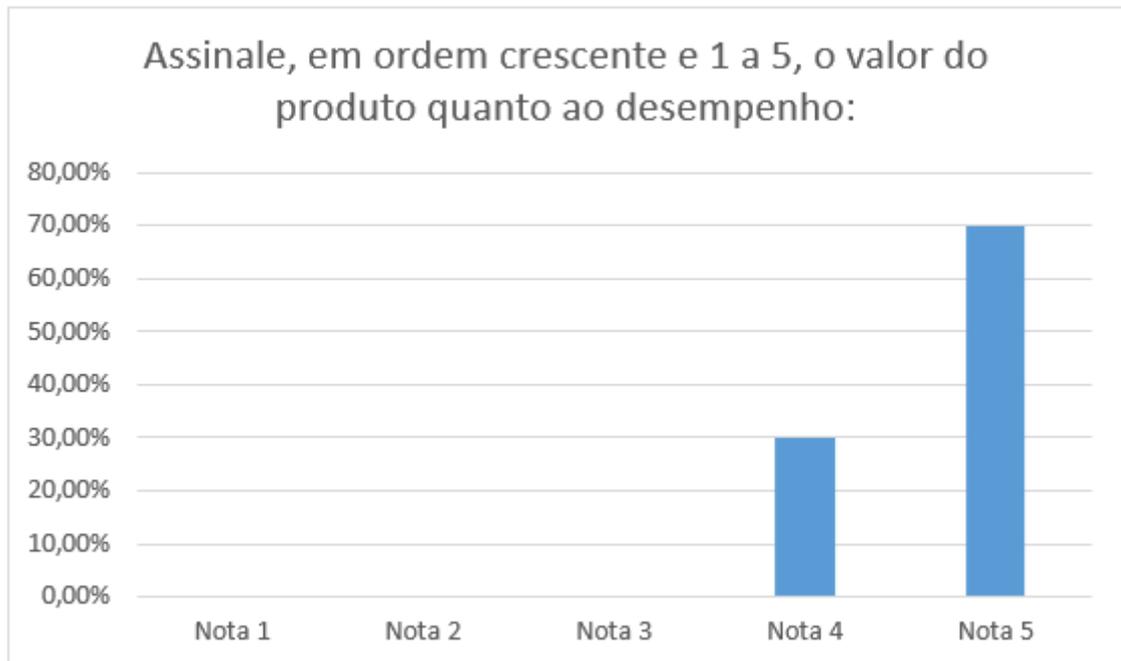
GRAFICO 4 - Questão 4 do Questionário Proposto



Fonte: Autor (2020)

A partir deste ponto, os dados obtidos estão em função da avaliação em cinco níveis de um determinado aspecto do aditivo AA-505 Superflex. No gráfico 5, a respeito do desempenho do material, há um consenso geral dos entrevistados de que o produto apresenta um desempenho elevado (entre quatro e cinco).

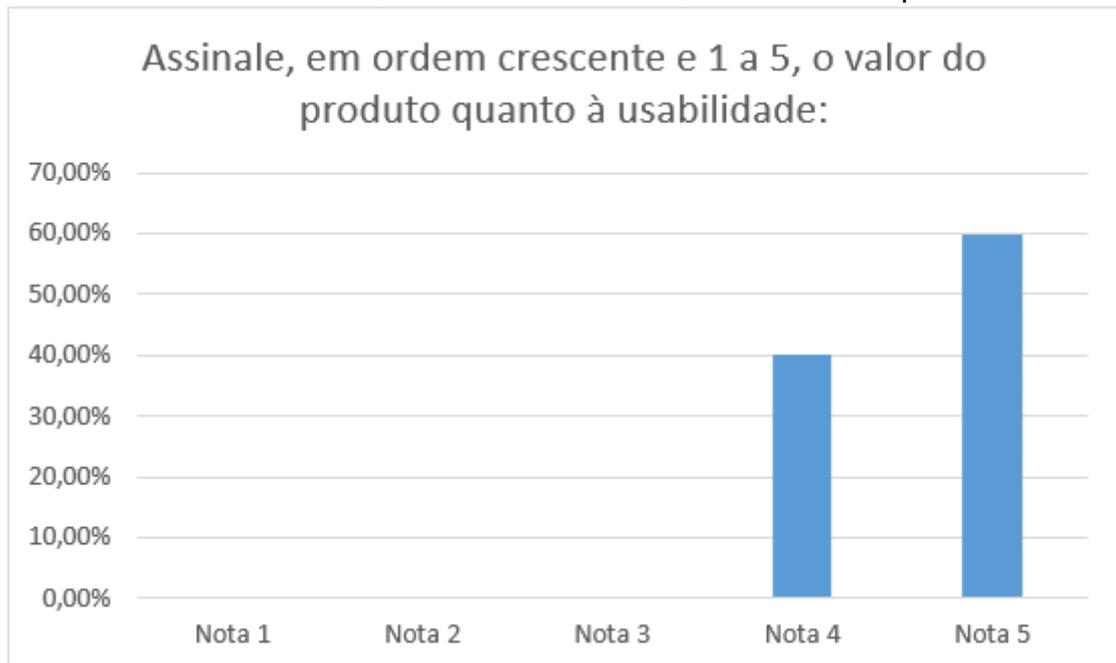
GRAFICO 5 - Questão 5 Item A do Questionário Proposto



Fonte: Autor (2020)

Por sua vez, o gráfico 6 refere-se ao mesmo método de avaliação supracitado, com o enfoque, no entanto, na usabilidade do material, a qual não divide as opiniões dos entrevistados, que transitaram entre a avaliação quatro e cinco.

GRAFICO 6 - Questão 5 Item B do Questionário Proposto

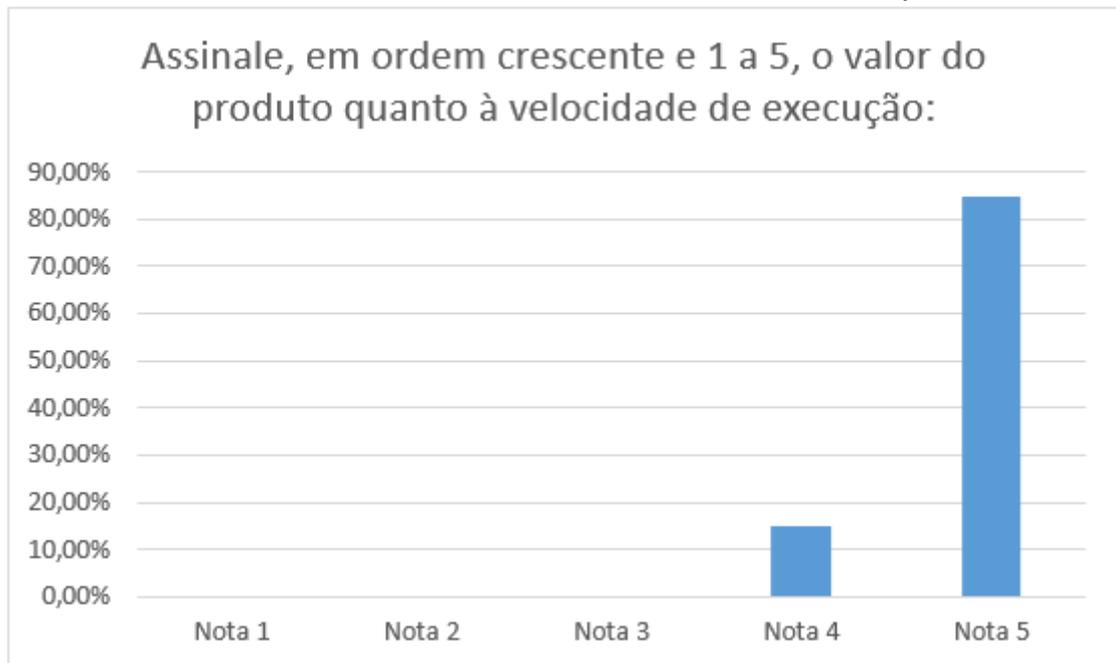


Fonte: Autor (2020)

A seguir, o gráfico 7 apresenta a opinião dos colaboradores e engenheiro responsável, ainda dentro da metodologia anteriormente citada para análise, quanto a velocidade de execução do produto. Neste aspecto, a totalidade de avaliações

positivas, junto da concentração majoritária da nota cinco, demonstram o quão veloz é a execução com o aditivo.

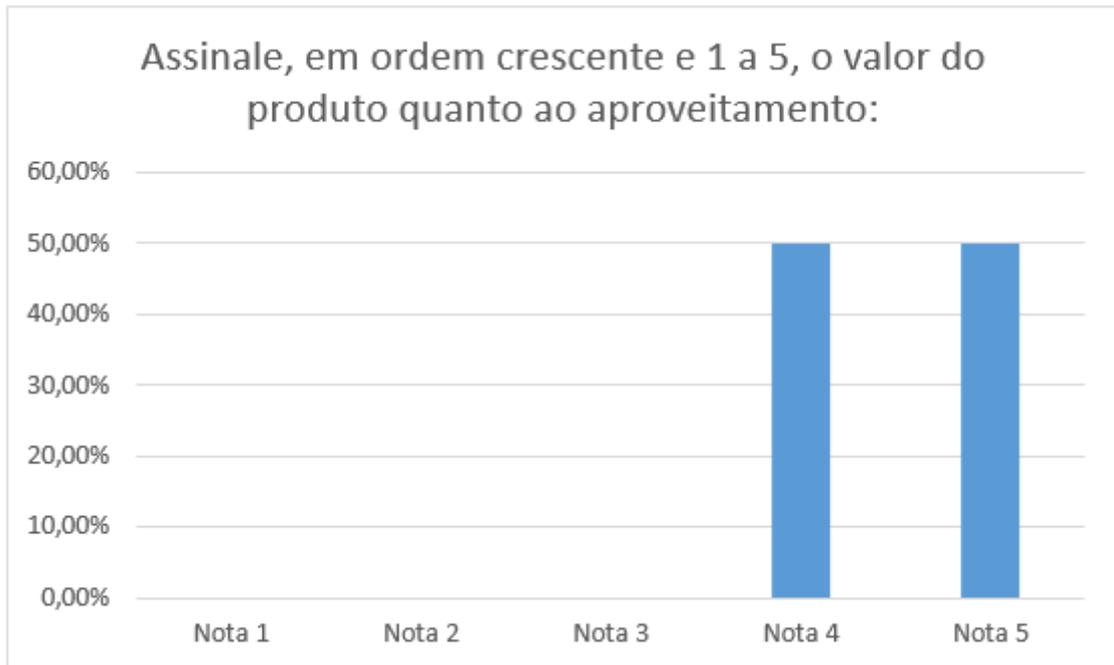
GRAFICO 7 - Questão 5 Item C do Questionário Proposto



Fonte: Autor (2020)

Por fim, o gráfico 8 representa a avaliação do produto no tocante a seu aproveitamento, o qual se revela satisfatório, transitando, de maneira igualitária, entre as avaliações de desempenho quatro e cinco do questionário.

GRAFICO 8 - Questão 5 Item D do Questionário Proposto



Fonte: Autor (2020)

Como pôde ser observado, os colaboradores e engenheiro responsável se mostraram favoráveis à utilização do aditivo tanto no empreendimento que serviu como base para coleta de dados desta pesquisa como para seus futuros projetos. Um destaque importante está nas questões com a temática de usabilidade e velocidade de execução.

Nesta, a grande porcentagem de nota 5 pode ser justificada pelo entendimento de velocidade de execução como sendo a velocidade de todo o processo de revestimento, e como a argamassa aditivada suprime a necessidade do emboço e do chapisco, há um ganho substancial de tempo no processo.

Já aquela tem a totalidade de entrevistados transitando entre as notas 4 e 5 pelo fato da inevitável comparação com outros materiais aditivos. Em relação a estes, o AA-505 Superflex se apresenta com um manuseio mais facilitado, sendo o produto pronto para uso e demandando apenas a substituição da água pelo aditivo no processo de mistura da argamassa.

### 4.3 Comparativo De Custos Entre As Argamassas Aditivada E Tradicional

Com relação aos custos para produção das argamassas aditivada e tradicional, será utilizada a quantificação dos mesmos por unidade de área (metro quadrado) para efeitos de ponderação mais precisos. Além disso, serão comparados os custos nos âmbitos da argamassa não aditivada com emboço e chapisco e da argamassa aditivada aplicada diretamente na alvenaria.

Sendo assim, a argamassa colante, tal qual fornecido pelo fabricante, possui nominalmente o valor de R\$ 2,60 por metro quadrado, desconsiderando qualquer mão de obra para mistura com a água ou aditivo, levando em conta apenas seu valor de mercado e rendimento.

Já o aditivo, tal qual enunciado pela empresa fabricante, possui o valor de R\$ 6,30 por metro quadrado, resultando, para a argamassa aditivada, um total de R\$ 8,90 o metro quadrado. Observa-se até este ponto que a argamassa tradicional possui um custo cerca de 70,79% menor graças ao aditivo utilizado na argamassa aditivada.

Contudo, devido à supressão da necessidade do emboço e do chapisco no processo de revestimento, os custos com as referidas etapas são computados apenas no quantitativo das argamassas colantes tradicionais. Estes custos totalizam R\$ 25 por metro quadrado.

Até então, contabilizando apenas os materiais necessários para a produção de ambos os revestimentos, têm-se, para a argamassa tradicional e argamassa aditivada, respectivamente, R\$ 27,60 e R\$ 8,90.

Além dos custos de material, devem ser levados em conta os custos de mão de obra na realização do revestimento, uma vez que há uma diferença relevante neste âmbito devido à supressão do emboço e do chapisco, o que acarreta na redução de uma das etapas deste processo. Sendo assim, haverá um acréscimo de R\$ 3,58 por metro quadrado no revestimento sem o aditivo quando comparado ao revestimento com o aditivo, o qual totalizará, levando em conta o valor de R\$ 22,00 por metro quadrado comum a ambos os processos, R\$ 25,58.

Portanto, somando-se os materiais e os custos de mão de obra dos revestimentos das argamassas tradicional e aditivada, tem-se:

- Argamassa com AA-505 Superflex: R\$ 30,90 por metro quadrado
- Argamassa sem AA-505 Superflex: R\$ 53,18 por metro quadrado

Com os somatórios fica evidente a superioridade no que tange ao custo-benefício do aditivo AA-505 Superflex, o qual representa uma redução de 41,90% por metro quadrado quando comparado às argamassas colantes tradicionais. Ademais dos custos de mão de obra e materiais, o ganho de produtividade pela supressão de uma das etapas do processo (confeção do emboço e do chapisco) representa um ganho de cronograma, o que no contexto geral da obra significa uma redução de custos ainda maior.

#### **4.4 Comparativo Entre A Capacidade De Combater A Manifestação De Patologias De Deslocamento**

No que se refere ao combate às manifestações patológicas de deslocamento, o aditivo AA 505-Superflex se mostra superior às argamassas colantes tradicionalmente utilizadas. Isso se dá pelo material aditivo ter sido desenvolvido com este propósito sendo uma de suas finalidades. O aditivo é um copolímero que ajudará a argamassa colante no âmbito do desempenho de flexibilidade, evitando o desprendimento por cisalhamento, fator relevante na causa das patologias de deslocamento cerâmico (ROCHA, 2020). Aliada a flexibilidade, há também um ganho no potencial de adesão da argamassa colante (tal qual evidenciado nos ensaios de arrancamento), o que diminui ainda mais as chances de ocorrerem manifestações patológicas de deslocamento.

A exemplo disso, durante todo o processo de realização dos ensaios, não houve qualquer manifestação patológica de natureza de deslocamento em qualquer um dos corpos de prova cuja argamassa colante se valia do aditivo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os empreendimentos se encontram em um momento no qual o paradigma de revestimento das paredes de alvenaria interna acarreta em uma oneração nos custos do revestimento e no tempo necessário para concluir as atividades de revestimento propriamente ditas, apresentando, *a posteriori*, um resultado que se mostra ineficiente, dado o quadro endêmico atual em que se encontra o país no tocante às patologias do revestimento, em especial ao deslocamento.

Em meio a este cenário de desperdícios de tempo e mão de obra, quer na etapa de realização do empreendimento, quer na prestação dos serviços de manutenção, culminando, em última instância, na diminuição dos lucros pelos gastos, a presente pesquisa apresenta uma alternativa voltada para o revestimento de paredes de alvenaria interna, demonstrando o aditivo AA-505 Superflex e suas capacidades de redução dos custos da etapa de revestimento, de potencialização da aderência e do desempenho quanto ao arrancamento do revestimento cerâmico e do combate ao quadro endêmico de deslocamento em que se encontra o país.

Ao aplica-lo, pôde-se observar, por meio da comparação dos dados levantados com os dados da argamassa colante tradicional utilizada para revestir paredes, vantagens evidentes no que tange aos pontos supracitados.

A respeito dos custos, a argamassa aditivada, como fora constatado pela análise dos resultados dos ensaios de arrancamento quando comparados à argamassa sem o aditivo, se mostrou mais eficiente. Isso se deu pela necessidade de execução do emboço e do chapisco ao se fazer o revestimento de maneira tradicional, o que não ocorre ao realiza-lo com a argamassa aditivada, atuando essa diretamente na alvenaria. Com resultados de desempenho cerca de 12,22% superiores aos da argamassa colante tradicional, a redução de custos, levando em conta a mão de obra e os materiais necessários à etapa de revestimento, é de 41,90% por metro quadrado. Ademais dessa, outra vantagem de custo encontra-se no ganho de tempo, ou ganho de cronograma, na realização da etapa de revestimento, pois uma vez suprimido o emboço, há uma economia de tempo substancial, o que se reflete, consequentemente, em uma economia ainda maior do empreendimento.

Já quanto ao desempenho, a presente pesquisa demonstrou ambas as argamassas em análise em situações semelhantes, ainda que não fosse o objetivo da argamassa aditivada ser utilizada junto ao emboço e ao chapisco. Contudo, seu

desempenho fora cerca de 40% maior quando comparado à argamassa sem o aditivo, o que revela a capacidade do aditivo quando acrescido a argamassas colantes na realização de ensaios de determinação da capacidade de resistência ao arrancamento.

No tocante ao combate do quadro de patologias de deslocamento, o aditivo possui uma relação direta com o fator mais relevante na causa destas patologias e, conseqüentemente, com o desempenho do revestimento neste âmbito. Isso ocorre pelo fato deste ser um copolímero que potencializa a propriedade de flexibilidade da argamassa colante, propriedade esta que ajuda a evitar o desprendimento por cisalhamento do substrato, o que pode ser constatado na análise dos resultados obtidos no corpo desta pesquisa, concluindo que a argamassa aditivada possui maior resistência, ainda que em um ambiente menos favorável, como a supressão do emboço e do chapisco, e que, durante o período de execução dos testes, nenhuma patologia de deslocamento ocorrera.

No conjunto destas informações, aliadas aos depoimentos dos colaboradores a respeito da utilização do aditivo, chegou-se à conclusão de que o uso do aditivo nas etapas de revestimento das obras, em detrimento da argamassa colante tradicional, contribuiu para um alto ganho de desempenho, uma significativa redução de custos e um eficiente combate às patologias de deslocamento, conseguindo, em termos gerais, uma forte adesão dos colaboradores ao utilizá-lo, se mostrando inclinados à inovação.

A fim de aperfeiçoar e/ou dar continuidade a este trabalho de pesquisa, seria interessante explorar o desempenho do aditivo em situações com substrato feito de blocos de concreto, a fim de averiguar se são mantidas as propriedades ou se as alterações indicam uma possível conclusão diferente da obtida nesta pesquisa. Ademais da variação do substrato, seria interessante realizar outros ensaios, ainda que não diretamente ligados ao ponto principal do aditivo, como ensaios de compressão e resistência à tração na flexão, ensaios quanto ao índice de consistência, retenção de água, coeficiente de capilaridade etc. Com esses, um detalhamento maior ao aditivo seria dado, potencialmente abrindo um horizonte de usos variados para o mesmo.

## REFERÊNCIAS

ABCP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - *Manual de revestimentos de argamassa*, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11768-1: *Aditivos químicos para concreto de cimento Portland Parte 1: Requisitos*. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528: *Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração Parte 3: Aderência superficial*. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13754: *Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento*. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8214: *Assentamento de azulejos - Procedimento*. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 137: *Argamassa E Concreto - Água Para Amassamento E Cura De Argamassa E Concreto De Cimento Portland*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529: *Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia*. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16697: *Cimento Portland - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16607: *Cimento Portland - Determinação dos tempos de pega - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6453: *Cal virgem para construção - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13749: *Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação*. Rio de Janeiro, 2013.

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

BAÍA, L. L. M; SABBATINI, F.H. *Projeto e execução de revestimento de argamassa*. 4 ed., São Paulo, SP: O nome da rosa, 2008.

BASTOS, P. K. X. *Retração e Desenvolvimento de Propriedades Mecânicas de Argamassas Mistas de Revestimentos*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

BAUER, E. *Sistema de revestimento de argamassa - generalidades*. In: *BAUER, E. Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades*. Cap.1. p. 7-14. Brasília, 2005.

BAUER, R. J. F. *Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica*. In: *II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*, Salvador, 1997. Anais p.321-33.

CARASEK, Helena. Argamassas. In: ISAIA, G. C (Org.). *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*. 2ªed. São Paulo, IBRACON, 2010. Vol.1.p.893-943.

CINCOTTO, M. A; SILVA; CARASEK, H. *Argamassas de revestimento: propriedades, características e métodos de ensaios*. 118p. IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológicas, São Paulo, 1995.

FREITAS, A. H. C. D; FRANÇA, Poliana Miranda; FRANÇA, Tamiris Miranda. *PATOLOGIA DE FACHADAS*. Revista Pensar Engenharia, MG, p. 5-10, 2013. Disponível em:

[http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta\\_upload/artigos/a106.pdf](http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a106.pdf). Acesso em: 28 mai. 2020.

GOMES, Adailton. O. *Propriedades das Argamassas de Revestimentos e Fachadas*. Escola Politécnica da UFBA. Comunidade da Construção, Salvador, 2008.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos; GOMES, Rubens Donizeti; SEABRA, Mauro Adamo. *GUIA DAS ARGAMASSAS NAS CONSTRUÇÕES: Construindo para sempre com Cal Hidratada*. 8. ed. Associação Brasileira dos Produtores de Cal, 2004.

HERMANN, A; ROCHA, J. P. A. *Pesquisa de viabilidade da utilização da argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade de aplicação de chapisco*. 101 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. *Manual de utilização de aditivos para concreto dosado em obra*. 1.ed., 2018, p.5-31.

LICHTENSTEIN, N. B. *Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações*: São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

MARCOS, Antônio. *Patologias das argamassas de revestimento*. 2014. Disponível em: < <http://o-portico.blogspot.com/2015/07/patologias-das-argamassas-de.html>>. Acesso em: 26 abr. 2020, 17:49.

Ó, S. W. do; Alves, N. J. D. *ADITIVOS INCORPORADORES DE AR E RETENTORES DE ÁGUA*. In: BAUER, E. *Revestimentos de argamassa: Características de peculiaridades*. Cap.4. p. 30-36. Brasília: Sinduscon-df/lem-unb, 2005.

PENNA, C. D. *Apresentação dos Resultados da Pesquisa “Deslocamento do Revestimento Cerâmico Interno”*. In: *Estudo de Caso: Deslocamento de Revestimento Cerâmico Interno*, 1., 2016, São Paulo. Workshop... São Paulo: SINDUSCON-SP, 2016.

PEREIRA JUNIOR, Solano Alves. *PROCEDIMENTO EXECUTIVO DE REVESTIMENTO EXTERNO EM ARGAMASSA*. 2010. 69 p. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, UFMG, Belo Horizonte, 2010.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. *Conhecendo argamassa*. 2. ed. Porto Alegre: ediPUCRS, 2012. 188 p.

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

RILEM. MR-3. *The Complex Workability – Consistence – Plasticity*. France, 1982.

ROCHA, D. S. 1 Vídeo (11:37 min). *Como assentar cerâmica – alvenaria estrutural de bloco cerâmico*. Publicado pelo canal Alexandre Britez, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sOoCkEgeF18>. Acesso em: 05 out 2020.

RODRÍGUEZ, C. D. O. *LOS MORTEROS. CONTROL DE CALIDAD: Primera Cooperación Europea*. Espanha, p. 58, jun./1994.

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., MORAIS, F.L., TAKEASHI, M.S. *Estudo da fissuração em revestimentos de argamassa mista com traço padrão e diferentes condições de preparo e aplicação*. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*, 3., Vitória, 1999. Anais. Vitória, UFES/PPGEC, 1999. v.2, p. 461-475.

SOUSA, J. G. G. de; LARA, P. L. O. *Reologia e trabalhabilidade das argamassas*. In: *BAUER, E. Revestimentos de argamassa: Características de peculiaridades*. Cap.3. p. 23-28. Brasília: Sinduscon-df/lem-unb, 2005.

TOMÉ, Alexander. *Investigação das manifestações patológicas encontradas nas edificações pré-fabricadas da Unochapecó*, 55 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, UNOCHAPECÓ, Chapecó, 2010.