

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DÉBORA ALVES GARCIA

**ANÁLISE DO CHAPISCO COM AREIA DE BRITAGEM PARA SISTEMA DE
REVESTIMENTO ARGAMASSADO - ESTUDO DE CASO**

Jataí
2025



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho apresentado em evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome completo do autor: Débora Alves Garcia.

Matrícula: 20201020260091.

Título do trabalho: Análise do chapisco com areia de britagem para sistema de revestimento argamassado - Estudo de caso.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
- ☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
- ☐ Outra justificativa: _____.

Declaração de distribuição não-exclusiva

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material

cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí, 11/02/2025.

Local Data

(Assinado Eletronicamente)

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Documento assinado eletronicamente por:

- **Débora Alves Garcia, 20201020260091 - Discente**, em 21/02/2025 21:11:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 05/02/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 614144

Código de Autenticação: adc8bbb6b0



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Av. Presidente Juscelino Kubitschek,, 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9580 (ramal: 9580)

DÉBORA ALVES GARCIA

**ANÁLISE DO CHAPISCO COM AREIA DE BRITAGEM PARA SISTEMA DE
REVESTIMENTO ARGAMASSADO - ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Marina Augusta Malagoli de Almeida.

Coorientador(a): Fausto Arantes Lobo.

Jataí
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Garcia, Débora Alves

Análise do chapisco com areia de britagem para sistema de revestimento argamassado - estudo de caso [manuscrito] / Débora Alves Garcia. -- Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Engenharia Civil, 2024.

73 f.; il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marina Augusta Malagoli de Almeida.

Coorientador: Fausto Arantes Lobo.

Bibliografias.

1. Estudo de caso. 2. Chapisco. 3. Argamassa. 4. Revestimento. 5. Resistência de aderência. 6. Areia de britagem. I. Almeida, Marina Augusta Malagoli de.; Lobo, Fausto Arantes. II. IFG, Campus Jataí. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária – Wilma Joaquim da Silva – CRB 1/1850 – Campus Jataí. Cód. F 21/1



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

DEBORA ALVES GARCIA

ANÁLISE DO CHAPISCO COM AREIA DE BRITAGEM PARA SISTEMA DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO - ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 11 de fevereiro de 2025, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marina Augusta Malagoli de Almeida
Presidente da banca / Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí

Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Junior
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí

Profa. Ma. Isabella Christine de Paula Santos
Membro Externo
Universidade de Rio Verde - UniRV

Documento assinado eletronicamente por:

- **Isabella Christine de Paula Santos, Isabella Christine de Paula Santos - 234310 - Professor de engenharia - Universidade de Rio Verde (01815216000178)**, em 15/02/2025 22:45:06.
- **Ronan de Oliveira Lopes Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 13/02/2025 11:55:35.
- **Marina Augusta Malagoli de Almeida, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 13/02/2025 10:01:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 05/02/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 614142

Código de Autenticação: 5d55b3e413



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Av. Presidente Juscelino Kubitschek,, 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9580 (ramal: 9580)

AGRADECIMENTO

Agradeço à minha orientadora, Marina, pelas orientações técnicas, dedicação ao meu trabalho, confiança em mim, e principalmente, os momentos de trocas pessoais e profissionais. A identificação que tenho com você que existe desde a primeira aula, fez-se aumentar durante esse processo. Sua trajetória e postura como mulher são uma inspiração que levarei para minha vida.

Agradeço à minha mãe, Lúcia, e ao meu pai, Wesley, meu mais profundo agradecimento por tudo que sou, tudo que alcancei e alcançarei. Vocês me deram a base mais sólida: o valor da educação, o apoio incondicional e a oportunidade de construir meus sonhos.

Agradeço ao meu namorado, Guilherme, pela paciência e carinho em cada passo dessa trajetória. Você confiou em mim em momentos que duvidei, sempre estive de braços abertos para me amparar e conseguiu fazer com que eu encontrasse sentido e equilíbrio nessa jornada. Compartilhar essa conquista com você é especial.

Agradeço às minhas amigas Beatriz e Lisandra, obrigada por todo o companheirismo nesses cinco anos de graduação, por me ouvirem nos momentos difíceis, pelos sorrisos nos momentos de alegria e pela lealdade que sempre foi constante. Ir a faculdade sempre foi mais prazeroso com a presença de vocês.

Agradeço aos meus amigos Amnah, Ketlin e Elias, que, de forma direta ou indireta, sempre estiveram por perto, apoiando, incentivando e acreditando no meu potencial. Cada gesto de amizade fez diferença.

Agradeço ao meu chefe e meus colegas de trabalho, que me permitiram desenvolver esse trabalho, usar meu ambiente de trabalho como objeto de estudo e me deram todo suporte para a execução e conclusão do mesmo, além dos aprendizados diários que enriquecem minha jornada profissional.

Agradeço à Universidade de Rio Verde, na pessoa do professor Fausto Arantes Lobo, pelo empréstimo do dinamômetro de tração. Também agradeço pela coorientação deste trabalho, obrigada pelos preciosos conselhos.

RESUMO

O trabalho analisa a viabilidade do uso de chapisco com areia de britagem em revestimentos argamassados, como alternativa sustentável à areia natural, em um estudo de caso realizado em uma obra residencial em Jataí, Goiás.

A pesquisa justifica-se pela abundância de areia de britagem no Brasil e pela necessidade de aprimorar práticas de sustentabilidade na construção civil. O objetivo principal foi verificar a eficácia do chapisco com areia de britagem na aderência do revestimento, comparando-o ao chapisco convencional

A metodologia incluiu a execução do revestimento em uma parede, onde foram aplicados chapiscos com traços diferenciados: um convencional e outro com substituição parcial de areia natural por areia de britagem. Ensaios de resistência de aderência à tração, realizados conforme a NBR 13528-2 (2019), avaliaram quantitativamente e qualitativamente o desempenho dos revestimentos, além de uma análise detalhada dos métodos executivos empregados.

Os resultados revelaram que tanto o chapisco convencional quanto o com areia de britagem não atingiram a resistência de aderência exigida pela NBR 13749 (2013), indicando a necessidade de melhorias. No entanto, a areia de britagem não foi a responsável pelos resultados insatisfatórios, pois seu desempenho foi semelhante ao do chapisco convencional. Além disso, observou-se um maior número de rupturas adesivas no chapisco com areia de britagem, ressaltando a importância de novas pesquisas para verificar a influência desse material nesse tipo de falha.

Palavras-chave: Argamassa. Revestimento. Resistência de aderência. Chapisco. Areia de britagem.

ABSTRACT

This study analyzes the feasibility of using roughcast with gravel powder in mortar coatings as a sustainable alternative to natural sand, based on a case study conducted in a residential construction project in Jataí, Goiás.

The research is justified by the abundance of gravel powder in Brazil and the need to enhance sustainability practices in the construction industry. The main objective was to assess the effectiveness of roughcast with gravel powder in coating adhesion, comparing it to conventional roughcast.

The methodology involved applying coatings on a wall using different roughcast mixtures: one conventional and another with partial replacement of natural sand by gravel powder. Tensile bond strength tests, conducted in accordance with NBR 13528-2 (2019), quantitatively and qualitatively evaluated the performance of the coatings, along with a detailed analysis of the execution methods employed.

The results showed that neither the conventional roughcast nor the roughcast with gravel powder met the adhesion strength required by NBR 13749 (2013), indicating the need for improvements. However, gravel powder was not responsible for the unsatisfactory results, as its performance was similar to that of conventional roughcast. Additionally, a higher number of adhesive failures were observed in the roughcast with gravel powder, emphasizing the importance of further research to assess the influence of this material on such failures.

Keywords: Mortar. Coating. Bond strength. Roughcast. Gravel powder.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Processo de britagem das rochas e separação dos agregados por diâmetro.....	15
Figura 2.1 – Camadas de um sistema de revestimento: emboço e reboco, massa única.....	19
Figura 2.2 – Tipos de chapisco. (a) Chapisco aberto. (b) Chapisco fechado.	20
Figura 2.3 – Chapisco convencional aplicado em alvenaria de fachada.	21
Figura 2.4 – Chapisco rolado sendo aplicado em estrutura de concreto armado internamente.....	21
Figura 2.5 – Chapisco industrializado sendo aplicado em estrutura de concreto armado em fachada..	22
Figura 2.6 – Mecanismos de aderência sob cisalhamento e sob tração.....	28
Figura 2.7 – Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento com chapisco e esquema do conjunto de camadas (revestimento, cola e pastilha).	29
Figura 2.8 – Projeto de revestimento de fachada.	31
Figura 2.9 – Tela metálica zincada aplicada na região de encontro entre concreto e bloco cerâmico. .	33
Figura 2.10 – Cura úmida de chapisco rolado sendo realizado.....	34
Figura 2.11 – Taliscamento sendo executado com prumo fixado em uma régua.	35
Figura 2.12 – Taliscas fixas em uma parede de blocos de concreto.....	36
Figura 2.13 – Lançamento da argamassa com colher de pedreiro.	36
Figura 2.14 – Sarrafeamento da argamassa de revestimento.	37
Figura 2.15 – Esquema de acompanhamento do serviço de revestimento.	38
Figura 3.1 – Fluxograma das etapas da metodologia.	40
Figura 4.1 – Planta baixa que destaca de vermelho parede em que foi realizado o estudo.....	41
Figura 4.2 – Tabela de traços de argamassa e concreto da obra.....	44
Figura 4.3 – Traço de chapisco com areia de britagem.....	44
Figura 4.4 – Preparação das argamassas de chapisco. (a) Colocação da areia de britagem na betoneira. (b) Colocação da água com aditivos. (c) Chapisco finalizado sendo despejado em girica.	47
Figura 4.5 – Execução do chapisco. (a) Lançamento do chapisco. (b) Cura úmida do chapisco.....	47
Figura 4.6 – Divisão dos traços diferentes de chapisco na parede ensaiada.	48
Figura 4.7 – Execução da argamassa de revestimento. (a) Lançamento da primeira camada. (b) Sarrafeamento da segunda camada.	48
Figura 4.8 – Dinamômetro de tração usado para o ensaio de resistência de aderência à tração.	49
Figura 4.9 – Parede com identificação dos corpos de prova após realização do ensaio.	50
Figura 4.10 – Cortes a seco do revestimento.....	50
Figura 4.11 – Cortes a seco do revestimento.....	51
Figura 4.12 – Dinamômetro sendo utilizado no ensaio de resistência de aderência à tração.....	51
Figura 5.1 – Gráfico de distribuição dos valores de resistência de aderência à tração nos dois traços de chapisco.....	57
Figura 5.2 – Gráfico dos tipos de ruptura obtidos por cada composição de chapisco.....	62

Figura 5.3 – Gráfico de contorno referente aos resultados de resistência de aderência à tração para a região analisada.....	64
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Procedimentos e Especificações Técnicas para a Execução de Revestimento Convencional.	23
Tabela 2.2 – Classificação das argamassas segundo as suas funções na construção.	24
Tabela 2.3 – Principais propriedades das argamassas de chapisco e emboço/massa única.	27
Tabela 2.4 – Limites de resistência de aderência à tração para emboço/massa única.....	29
Tabela 2.5 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.....	35
Tabela 4.1 – Resultados do ensaio Determinação da Massa e da Absorção de Água nos blocos cerâmicos 14x19x29 cm usados na edificação.	42
Tabela 4.2 – Carta traço da argamassa estabilizada usada na edificação.	43
Tabela 4.3 – Tabela comparativa dos materiais dos traços de chapisco.	45
Tabela 4.4 – Tabela comparativa dos custos dos traços de chapisco.	45
Tabela 4.5 – Materiais usados na produção dos chapiscos.	46
Tabela 5.1 – Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração para chapisco com areia convencional.	55
Tabela 5.2 - Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração para chapisco com areia de britagem.....	56
Tabela 5.3 – Resultados estatísticos da resistência de aderência a tração para os traços de chapiscos ensaiados.	56
Tabela 5.4 - Análise visual dos arrancamentos para o chapisco com areia convencional.	58
Tabela 5.5 - Análise visual dos arrancamentos para o chapisco com areia de britagem.....	60
Tabela 5.6 - Umidade de 3 amostras retiradas nos ensaios de resistência de aderência realizados.	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CO ₂	Dióxido de Carbono
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
Kgf	Quilograma-força
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
MPa	Megapascal
PVA	Acetato de Polivinila
PSQ – BC	Programa Setorial da Qualidade – Blocos Cerâmicos
UNEP	United Nations Environment Programme
UniRV	Universidade de Rio Verde

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
----	---------------

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
LISTA DE SÍMBOLOS	11
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 SISTEMAS DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	18
2.1.1 Base ou Substrato	19
2.1.2 Chapisco	20
2.1.3 Emboço	22
2.1.4 Reboco	23
2.1.5 Massa única	23
2.2 ARGAMASSA	23
2.2.1 Classificação quanto a natureza dos aglomerantes	24
2.2.2 Classificação quanto ao tipo dos aglomerantes	24
2.2.3 Classificação quanto ao número de aglomerantes	25
2.2.4 Classificação quanto as condições de preparo	25
2.2.5 Classificação quanto ao número de camadas	25
2.2.6 Classificação quanto ao ambiente de exposição	25
2.2.7 Classificação quanto ao acabamento superficial	26
2.2.8 Materiais constituintes das argamassas	26
2.3 PROPRIEDADES DA ARGAMASSA	27
2.3.1 Aderência	28
2.4 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO	30
2.4.1 Procedimentos executivos	31
2.4.1.1 Produção da argamassa	31
2.4.1.2 Preparação do substrato	32

2.4.1.3 Execução do chapisco.....	33
2.4.1.4 Aplicação da argamassa de revestimento	35
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA.....	40
CAPÍTULO 4 ESTUDO DE CASO.....	41
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	41
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
4.2.1 Bloco cerâmico	42
4.2.2 Argamassa	43
4.2.3 Chapisco	43
4.2.4 Procedimentos adotados na obra	46
4.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO	49
CAPÍTULO 5 RESULTADOS E CONCLUSÃO	53
5.1 TÉCNICAS EXECUTIVAS ADOTADAS	53
5.1 ANÁLISE NUMÉRICA DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO.....	54
5.2 ANÁLISE VISUAL DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO	58
5.3 ANÁLISE DA UMIDADE	63
5.4 GRÁFICO DE CONTORNO	63
5.5 CONCLUSÃO GERAL	65
CAPÍTULO 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	66
REFERÊNCIAS	67
ANEXO A – CÓDIGO MATLAB PARA ELABORAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTORNO	70

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das indústrias de maior notoriedade no cenário econômico global e nacional. Em 2022 os edifícios foram responsáveis por 34% da demanda global de energia e 37% das emissões de dióxido de carbono (CO₂), aponta a *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2024), portanto é responsável por significativa quantidade do uso dos recursos naturais do planeta e contribui para mudanças climáticas globais.

Além disso, o setor enfrenta o desafio de aprimorar sua cadeia produtiva, visto que é um grande gerador de resíduos sólidos, o reaproveitamento e o tratamento desses é uma problemática vigente (Santos; Lira; Ribeiro, 2012). Nas edificações construídas, os materiais minerais mais empregados são o cimento, a cal e os agregados (areia e brita) (Guacelli, 2010). Esses materiais são compostos principalmente por recursos naturais beneficiados, e seu reaproveitamento e reciclagem são fundamentais para a sustentabilidade do setor.

Analisando particularmente o processo de beneficiamento da brita, conhecido como britagem, há a geração de um subproduto fino que, conforme a NBR 9935 (ABNT, 2024), é denominado como pó de brita e possui diâmetro máximo de 6,3mm. Esse material muitas vezes é considerado resíduo da construção civil, e fica armazenado nos terrenos das pedreiras, ocupando espaço e provocando impactos ambientais, visto que, possui baixo valor comercial (Silva; Souza; Gomes, 2019).

É importante expor alguns conceitos apresentados na NBR 9935 (ABNT, 2024):

- Agregado natural: material granular de origem natural, já encontrado fragmentado ou resultante da britagem das rochas;
- Areia: agregado miúdo que resulta de processos naturais ou artificiais da fragmentação de rochas, ou de processos industriais;
- Areia natural: areia que se origina de ações da natureza;
- Areia de britagem: areia que provém do processo mecânico de fragmentação das rochas, para produção da brita;
- Pó de pedra: material granular resultante da britagem da rocha, que passa na peneira de malha 6,3mm.

Ademais, a extração da areia natural gera um alto impacto ambiental além de ser um material escasso em algumas regiões (Kotowiezy et al., 2023). Porém, o pó de brita pode ser reaproveitado e tratado, produzindo a areia de britagem, um agregado miúdo que substitui a areia natural na produção de concreto e argamassa. Portanto, o uso da areia de britagem, como alternativa da areia natural, é uma opção mais sustentável, pois é produzida através do reaproveitamento, e menor custo em locais em que a areia é escassa.

A Figura 1.1 ilustra o processo de britagem das rochas e separação dos agregados por diâmetro em uma pedreira. Observa-se que o pó de brita é gerado em grande quantidade.

Figura 1.1 – Processo de britagem das rochas e separação dos agregados por diâmetro.



Fonte: VILELA (2018)

A areia de britagem é amplamente utilizada na pavimentação, compondo bases, sub-bases e misturas asfálticas para maior durabilidade das vias, também na remineralização de solos agrícolas, sendo usada para repor nutrientes ao solo. Além disso, na construção civil, surge como alternativa sustentável à areia natural, sendo usada em concretos, argamassas e artefatos cimentícios.

Dentre as possibilidades de utilização da areia de britagem, o presente trabalho terá enfoque nas argamassas. A argamassa é um material da construção civil com diversas utilidades, uma das principais aplicações é como revestimento, e cumpre a função de proteção da estrutura externa,

garantindo estanqueidade, isolamento térmico e acústico, segurança ao fogo, além de agregar esteticamente. Para exercer essas funções, algumas características são necessárias nas argamassas, como: trabalhabilidade, resistência mecânica e aderência (Carasek, 2010).

Essa última propriedade é fundamental em revestimentos de fachada, pois está diretamente relacionada com a ocorrência do deslocamento de revestimentos, que podem gerar acidentes (Costa, 2007). Além disso, a aderência do revestimento está intimamente relacionada com a base e seu preparo, assim, com o objetivo de melhorar essa propriedade, é aplicado o chapisco na base, antes da execução do emboço ou da camada única (Carasek, 2010).

Diante disso, em uma obra residencial predial na cidade de Jataí, Goiás, o uso do chapisco foi adotado em toda a extensão da fachada, e optou-se por um traço de chapisco com substituição parcial da areia natural por areia de britagem, por supor-se que esse traço com areia de britagem, quando comparado com o traço convencional apenas com areia natural, alcance uma melhor aderência no revestimento argamassado de fachada, e assim, foi identificada a possibilidade de desenvolvimento de um estudo sobre essa hipótese.

Para verificar essa suposição, a NBR 13528-2 (ABNT, 2019) preconiza o método para a determinação da resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa aplicados em obra ou em laboratório. Nesse trabalho os ensaios foram realizados na obra que é objeto de estudo, em revestimentos sobre o chapisco convencional e sobre o chapisco com areia de britagem, considerando uma mesma base e forma de aplicação, de modo que os resultados do ensaio da resistência da aderência foram comparados numericamente e qualitativamente, com o objetivo de comprovar a viabilidade do traço de chapisco com areia artificial.

1.1 JUSTIFICATIVA

A areia de britagem é um material encontrado em ampla quantidade no Brasil, visto que a brita é o agregado gráúdo mais tradicional das obras no país, e essa areia é resíduo da produção de brita. Porém, a areia de britagem não é empregada com frequência, pela falta de conhecimento de sua utilidade e valor comercial (Silva; Souza; Gomes, 2019), portanto, tem um potencial pouco explorado na construção civil e pode substituir parcial ou completamente a areia natural.

No meio acadêmico são encontradas muitas pesquisas acerca da reutilização da areia de britagem em substituição a areia natural em argamassas de revestimento, porém em chapisco essa utilização foi brevemente estudada no Brasil.

Observando que a obra utilizava essa alternativa de uso da areia de britagem no chapisco, viu-se a oportunidade de estudar essa opção de traço, e verificar se sua aplicação é realmente eficaz, visto que foi empregada com a hipótese de melhorar a aderência do revestimento argamassado de fachada, mas sem estudos e testes acerca dessa suposição levantada.

Portanto, o presente trabalho busca verificar se o chapisco com areia de britagem, que é mais sustentável, é também mais eficaz quanto a aderência do revestimento, quando comparado ao chapisco convencional, e assim apresentar uma outra opção viável para execução dos sistemas de revestimentos, mais especificamente sobre o chapisco.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é verificar a eficácia do chapisco com areia de britagem para uso em um sistema de revestimento argamassado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar o ensaio de resistência de aderência à tração dos revestimentos com chapisco tradicional e contendo areia de britagem;
- Realizar análise numérica de coeficientes de variação, médias e desvio padrão dos valores da resistência de aderência à tração de um revestimento argamassado;
- Realizar análise visual da forma de ruptura dos corpos de prova obtidos no ensaio de resistência de aderência à tração de um revestimento argamassado;
- Observar o processo executivo do reboco da obra estudada e propor melhorias.

CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo aborda inicialmente o sistema de revestimento argamassado, de modo a detalhar cada camada do conjunto. Posteriormente, a caracterização da argamassa e as classificações conforme as normas brasileiras são discutidas. Em seguida, as propriedades da argamassa são expostas, com enfoque na aderência e, por fim, desenvolve-se brevemente sobre as técnicas construtivas do revestimento argamassado.

2.1 SISTEMAS DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

O sistema de revestimento de argamassa é definido na NBR 13529 (ABNT, 2013, p. 2) como “conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo”, ou seja, é um revestimento composto de camadas, no qual cada uma tem características específicas, mas trabalham conjuntamente para atender as funções atribuídas ao revestimento, principalmente de vedação e estéticas.

Esse sistema tem várias aplicações (podem ser utilizados em paredes, tetos e fachadas) e muitas funções em uma edificação, sendo elas (Carasek, 2010):

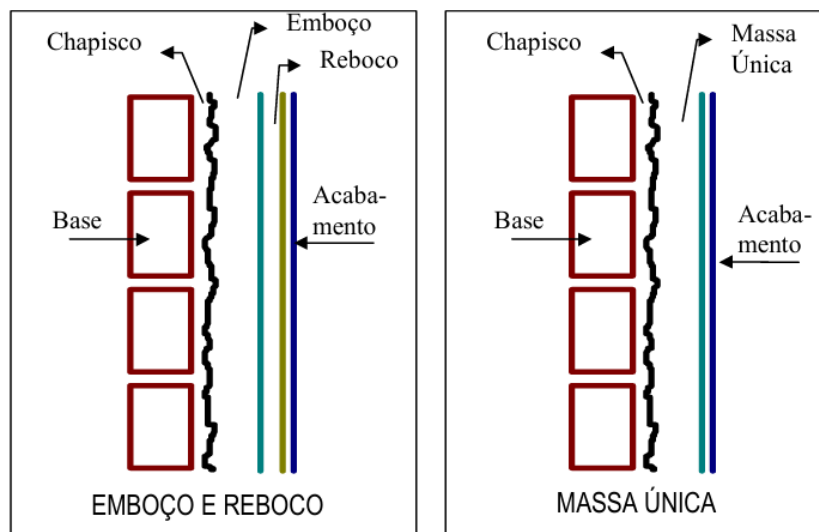
- Proteção da estrutura externa contra ação direta de intemperismos;
- Garantir estanqueidade à água;
- Responsável por 30% do isolamento térmico e 50% do isolamento acústico;
- Segurança ao fogo e impactos físicos, aumento da estabilidade e da resistência dos componentes de vedação;
- Contribuir para o acabamento estético, regularizando os elementos de vedação e servindo de base para aplicação de decoração (pintura, revestimentos cerâmicos, *etc.*).

O sistema de revestimento é caracterizado pela quantidade de camadas, espessuras, tipo de argamassa e materiais usados, determinação dos traços, procedimentos de execução, acabamento, entre outros (Costa, 2005). Em vista disso, ocorreu a normalização dos revestimentos argamassados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tendo sido as técnicas, classificações, composições e propriedades sistematizadas por meio das normas, principalmente pelas: NBR 7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de

argamassas inorgânicas – Procedimento (ABNT, 1998); NBR 13281 - Argamassas inorgânicas - Requisitos e métodos de ensaios (ABNT, 2023); NBR 13529 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – terminologia (ABNT, 2013).

A princípio, o sistema de revestimento era composto da base, chapisco, emboço e reboco, contudo, atualmente é muito utilizado o sistema de revestimento com massa única, que desempenha as funções de emboço e reboco simultaneamente, com o propósito de diminuir os custos de mão de obra e aumentar a produtividade (Bauer, 2005). A Figura 2.1 ilustra as camadas que compõem um sistema de revestimento, tanto com emboço e reboco, quanto o sistema com massa única, além do chapisco e acabamento decorativo.

Figura 2.1 – Camadas de um sistema de revestimento: emboço e reboco, massa única.



Fonte: MACIEL; BARROS; SABBATINI (1998).

A seguir serão detalhadas as camadas mais importantes do sistema de revestimento.

2.1.1 Base ou Substrato

A NBR 13529 (ABNT, 2013, p. 1) define substrato como sendo “parede ou teto constituídos por material inorgânico, não metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado”. Os materiais usados como base mais comuns no Brasil são: blocos cerâmicos, blocos de concreto e estruturas de concreto (Carasek, 2010).

A base para aplicação do revestimento argamassado não é componente do sistema de revestimento, porém é um elemento muito importante para o seu bom desempenho, pois cada substrato possui características particulares que influenciam no revestimento, principalmente, na propriedade da aderência, que depende da interação argamassa/substrato (Cincotto; Silva;

Carasek, 1995). Para garantir que o substrato cumpra suas funções, pode ser necessária a aplicação de chapisco, limpeza da base e o umedecimento antes da aplicação do revestimento.

2.1.2 Chapisco

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013, p. 3), chapisco é a “camada de preparo de base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento”. É importante salientar que nem todos os substratos necessitam da aplicação do chapisco, sendo seu uso facultativo.

Esse se faz necessário principalmente quando o substrato é muito liso ou possui baixa porosidade, o que não garante uma boa aderência do revestimento, ou nos casos de revestimento que sofrem maiores esforços e ações, como revestimentos externos, de teto ou aplicados sobre concreto armado (Silva, 2006). Ou seja, o chapisco atua melhorando a ancoragem da camada posterior ou regulando a porosidade da base.

Há dois modos de executar o chapisco: aberto ou fechado. No chapisco aberto, após a aplicação é possível visualizar a camada de chapisco e a base, como mostrado na Figura 2.2(a); já no fechado, o chapisco cobre toda a base, conforme a Figura 2.2(b) expõe, sendo ideal para quando se pretende aumentar a rugosidade do substrato, mas também fazer o controle de absorção de água (Bauer, 2005).

Figura 2.2 – Tipos de chapisco. (a) Chapisco aberto. (b) Chapisco fechado.



a



b

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Outras classificações do chapisco quanto à execução são:

- Chapisco convencional: aplicado por meio do lançamento do chapisco com uma colher de pedreiro, que garante boa rugosidade, conforme exposto na Figura 2.3, porém ocorre um maior desperdício de material.

Figura 2.3 – Chapisco convencional aplicado em alvenaria de fachada.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

- Chapisco rolado: aplicado com rolo de pintura, sem movimentos de vai e vem, é mais produtivo e não gera desperdício de material, como no chapisco lançado. A Figura 2.4 mostra um ajudante aplicando o chapisco com rolo de pintura.

Figura 2.4 – Chapisco rolado sendo aplicado em estrutura de concreto armado internamente.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

- Chapisco industrializado: semelhante à argamassa colante, vem ensacado apenas para misturar com água e aplicar com desempenadeira dentada. A Figura 2.5 exibe como é a textura do chapisco industrializado aplicado com a desempenadeira.

Figura 2.5 – Chapisco industrializado sendo aplicado em estrutura de concreto armado em fachada.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

- Chapisco com polímeros: consiste na adição de adesivos poliméricos, que melhoram algumas propriedades, principalmente a aderência do chapisco.

As principais características para a execução de qualquer chapisco são: cimento em quantidade superior, agregado miúdo de granulometria maior (por exemplo, areia grossa), umidificação da base e camada de pequena espessura (Ruduit, 2009). A espessura do chapisco deve ser em torno de 5 mm e depende da areia empregada (Antunes, 2010), podendo ser utilizada areia convencional ou areia de britagem.

2.1.3 Emboço

O emboço deve ser realizado depois da preparação da base, sendo necessário aguardar a cura de 3 dias do chapisco quando esse for executado. Essa camada tem como função cobrir e regularizar a base, sendo a camada mais espessa do sistema de revestimento, e necessita de propriedades para aderir no substrato e textura adequada para aplicação da próxima camada, sendo ela reboco ou acabamento decorativo (Bauer, 2005).

2.1.4 Reboco

Aplicado sobre o emboço, o reboco é a camada de acabamento do sistema de revestimento, sendo uma camada fina e com superfície lisa, que permita receber o acabamento decorativo, como pintura, por isso não deve ter fissuras ou irregularidades (Silva, 2006).

2.1.5 Massa única

A massa única, também denominada de reboco paulista, é a técnica mais comum no Brasil para revestimentos argamassados. Consiste em aplicação de uma só camada de argamassa que faz o papel de emboço e reboco simultaneamente, ou seja, tem função dupla de regularizar e dar acabamento (Silva, 2006).

A Tabela 2.1 apresenta informações de tempo de aplicação, período mínimo de cura e espessura recomendada para cada camada de um sistema de revestimento argamassado, conforme Bauer (2005).

Tabela 2.1 – Procedimentos e Especificações Técnicas para a Execução de Revestimento Convencional.

	Chapisco	Emboço	Reboco	Camada única
Período de aplicação	1,5 a 2 horas	1,5 a 2 horas	1,5 a 2 horas	1,5 a 2 horas
Tempo de cura para execução da próxima camada	48 a 72 horas	para reboco = 7 dias para cerâmica = 14 dias	28 dias	30 dias
Espessura	5 - 12 mm	15 - 25 mm	3 - 5 mm	20 - 30 mm

Fonte: Adaptada da NBR 7200 (1998).

2.2 ARGAMASSA

Argamassa é definida na NBR 13281-1 (ABNT, 2023, p. 2) como “mistura homogênea de um ou mais ligantes inorgânicos, agregados miúdos e água, que pode conter fibras, adições e/ou aditivos”, ademais, é um material que possui numerosas variações de composição, propriedades e formas de produção, e pode ser mais bem especificado de acordo com sua aplicação. A Tabela 2.2 apresenta a classificação das argamassas segundo Carasek (2010), com base nas suas funções:

Tabela 2.2 – Classificação das argamassas segundo as suas funções na construção.

Função	Tipos
Para construção de alvenarias	Argamassa de assentamento (elevação de alvenaria)
	Argamassa de fixação (ou encunhamento) – alv. de vedação
Para revestimento de paredes e tetos	Argamassa do emboço
	Argamassa de reboco
	Argamassa de camada única
	Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimento de pisos	Argamassa de contrapiso
	Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (parede/piso)	Argamassa de assentamento de peças cerâmicas – colantes
	Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

Fonte: CARASEK (2010)

O presente trabalho tem como um de seus objetos de estudo a argamassa de revestimento, essa possui variações de natureza, tipo e número de aglomerantes, condições de preparo, número de camadas, ambiente de exposição e acabamento superficial. Todas essas características são usadas como classificações das argamassas na NBR 13529 (ABNT, 2013), para melhor compreensão desse material, são apresentadas a seguir.

2.2.1 Classificação quanto a natureza dos aglomerantes

As argamassas podem ser classificadas em:

- Argamassa aérea, feita com cal aérea ou gesso;
- Argamassa hidráulica, produzida com cal ou cimento.

2.2.2 Classificação quanto ao tipo dos aglomerantes

Os aglomerantes usados na argamassa podem ser:

- Cimento;

- Cal;
- Gesso.

2.2.3 Classificação quanto ao número de aglomerantes

Com base na quantidade de aglomerantes, a argamassa pode ser:

- Simples: apenas um aglomerante;
- Mista: mais de um aglomerante, como cal e cimento.

2.2.4 Classificação quanto as condições de preparo

Pode ser produzida das seguintes formas:

- Argamassa dosada em central: os componentes são misturados em central dosadora e fornecida pronta para uso e fresca;
- Argamassa preparada em obra;
- Argamassa industrializada: fabricada em indústria e fornecida embalada;
- Mistura semipronta para argamassa: mistura embalada que é finalizada em obra, com adição de água e aglomerantes (geralmente cimento).

2.2.5 Classificação quanto ao número de camadas

O revestimento argamassado é classificado em:

- Camada única: composto por um único tipo de argamassa, realizado em uma ou mais demãos;
- Duas camadas: composto por dois tipos de argamassa;

2.2.6 Classificação quanto ao ambiente de exposição

O revestimento pode estar exposto:

- Internamente;

- Externamente, como fachadas e muros;
- Ao solo.

2.2.7 Classificação quanto ao acabamento superficial

A argamassa de revestimento pode ser finalizada com os seguintes acabamentos na superfície:

- Sarrafeado: argamassa finalizada com régua;
- Desempenado: argamassa sarrafeada e alisada com desempenadeira;
- Camurçado (feltrado): argamassa é sarrafeada, desempenada e por fim alisada com esponja;
- Chapiscado: acabamento rugoso e irregular, sem alisamento após aplicação;
- Imitando travertino;
- Lavado: acabamento feito por meio da lavagem superficial da argamassa, imitando rocha;
- Raspado: argamassa sarrafeada, desempenada e raspada.

2.2.8 Materiais constituintes das argamassas

Na NBR 13529 (ABNT, 2013) também são conceituados os principais componentes da argamassa, sendo eles:

- Cimento Portland comum;
- Agregado miúdo: agregados que possuem granulometria igual ou inferior a 4,75mm, como areia;
- Agregado miúdo reciclado: agregado miúdo produzido a partir de resíduos da construção civil, como areia de brita;
- Aditivo: adicionado pequena quantidade à argamassa com o objetivo de melhorar propriedades;

- Polímero auxiliador de aderência: aditivo polimérico que aumenta a aderência da argamassa.

2.3 PROPRIEDADES DA ARGAMASSA

As propriedades das argamassas podem ser separadas em propriedades no estado fresco ou endurecido. A aderência, resistência mecânica, durabilidade e capacidade de absorver deformações são propriedades do estado endurecido da argamassa. Desse modo, a vida útil do sistema de revestimento está condicionada às propriedades da argamassa, visto que a vida útil depende das boas condições, segurança e não deterioração da mesma (Mehta; Monteiro, 2014).

A Tabela 2.3 identifica as funções gerais das camadas de chapisco e emboço/massa única, relacionando com as principais propriedades em estado fresco e endurecido das argamassas.

Tabela 2.3 – Principais propriedades das argamassas de chapisco e emboço/massa única.

Tipo da argamassa	Função	Principais requisitos/ propriedades
Chapisco	Garantir aderência entre a base e o revestimento de argamassa	Aderência
	Contribuir com a estanqueidade da vedação	
Emboço e camada única	Proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo	Trabalhabilidade (consistência, plasticidade e adesão inicial)
	Integrar o sistema de vedação dos edifícios contribuindo com diversas funções (estanqueidade, etc.)	Baixa retração
		Aderência
	Regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir como base para acabamentos decorativos	Baixa permeabilidade à água
		Capacidade de absorver deformações
		Resistência mecânica

Fonte: Adaptado de Carasek (2010).

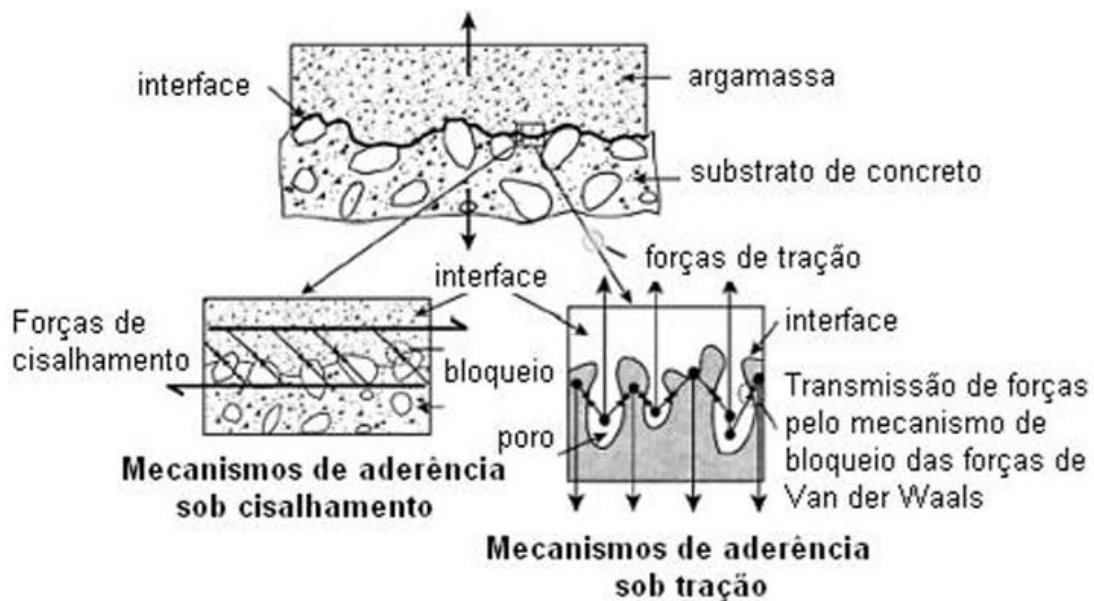
Para o presente trabalho, que tem como um dos objetivos analisar a resistência de aderência à tração da argamassa, a propriedade a ser estudada é a aderência, por isso o enfoque será nesse conceito.

2.3.1 Aderência

A aderência é a capacidade da argamassa de manter-se fixa e aderida ao substrato, sendo determinada pelas interações argamassa-substrato, ou seja, não é uma propriedade exclusiva da argamassa, e sim da interação entre as camadas do revestimento (base, chapisco, argamassa e acabamento) (ABNT, 2019).

A aderência é resultado da resistência às tensões normais (tração) e tangenciais (cisalhamento) que ocorrem na interface substrato-argamassa, e pela extensão da aderência, ou seja, é um processo essencialmente mecânico, pois decorre da penetração e ancoragem da pasta aglomerante da argamassa nos poros da base a qual está aderida (Carasek, 2010). Outros autores, como Robinson (1996), afirmam que fenômenos físicos também corroboram, em menor proporção, como as forças de adesão covalentes ou forças de Van der Waals na superfície da base e argamassa. A Figura 2.6 elucida os mecanismos que geram a aderência no sistema de revestimento.

Figura 2.6 – Mecanismos de aderência sob cisalhamento e sob tração.



Fonte: BÉLAIR (2005).

A forma de definir a aderência numericamente pode ser pela resistência de aderência à tração, expressa em MPa, e é obtida através do ensaio descrito na NBR 13528-2 (ABNT, 2019). A Tabela 2.4 abaixo, inclusa na NBR 13749 (ABNT, 2013), define os valores mínimos que oito corpos de prova em um total de doze devem apresentar de resistência de aderência para considerar um sistema de revestimento argamassado aceito e de qualidade.

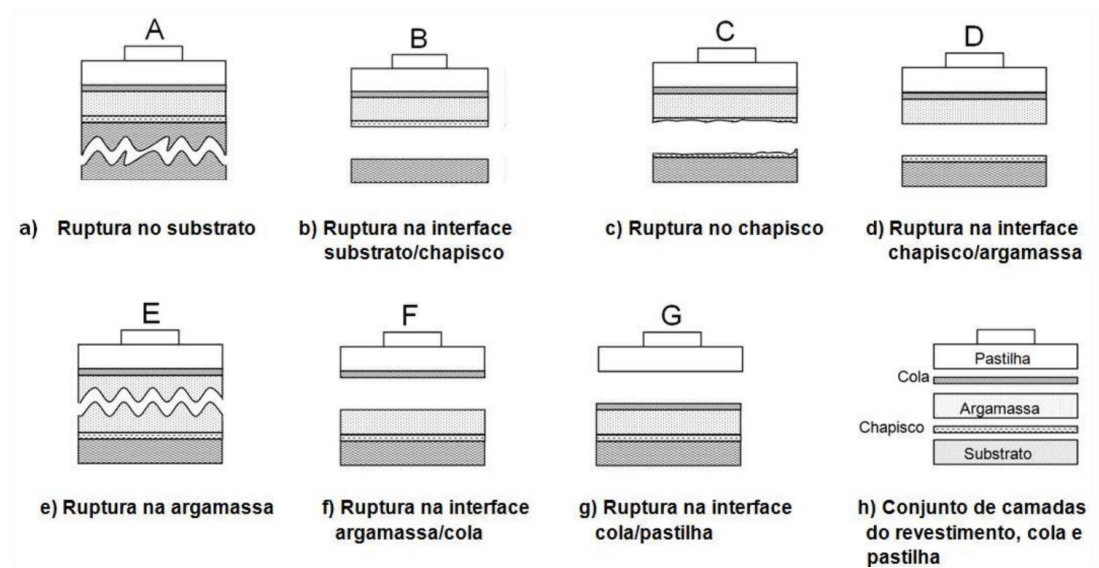
Tabela 2.4 – Limites de resistência de aderência à tração para emboço/massa única.

Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

Fonte: Adaptada da NBR 13749 (2013).

Ademais, é possível também fazer uma avaliação qualitativa da aderência de um sistema de revestimento argamassado, de acordo com a NBR 13528-2 (ABNT, 2019) pode ser realizada a análise visual da forma de ruptura que ocorre no ensaio de resistência de aderência à tração. A Figura 2.7 apresenta as possibilidades de rompimento de sistema de revestimento com chapisco:

Figura 2.7 – Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento com chapisco e esquema do conjunto de camadas (revestimento, cola e pastilha).



Fonte: NBR 13528-2 (2019)

A norma supracitada indica que deve ser apresentada a porcentagem de ocorrência de cada forma de ruptura, e em caso de rompimento na superfície cola/pastilha, o resultado não deve ser considerado, visto que é falha no processo do ensaio. Uma característica tão importante quanto o valor de resistência de aderência é a análise da forma de ruptura do corpo de prova, visto que associa o valor de resistência de aderência com uma camada do conjunto, que provavelmente é camada mais fraca.

Além disso, a ruptura pode ser adesiva, quando ocorre na interface entre duas camadas, ou coesiva, se ocorre no interior de uma camada. Em caso de ruptura adesiva, é necessária uma resistência a aderência maior, devido ao potencial para a ocorrência de manifestações patológicas, o que não é tão frequente na coesiva e valores de resistência mais baixos podem ser tolerados (Carasek, 2010).

Vale ressaltar que vários fatores influenciam no resultado da aderência de um revestimento: condições climáticas, as propriedades da argamassa, as características do substrato (porosidade, rugosidade, sucção de água) e as técnicas executivas (Malagoni; Scartezini, 2013). Algumas técnicas executivas que podem contribuir para o aumento da aderência de um sistema de revestimento argamassado são (Vaz; Carasek, 2019):

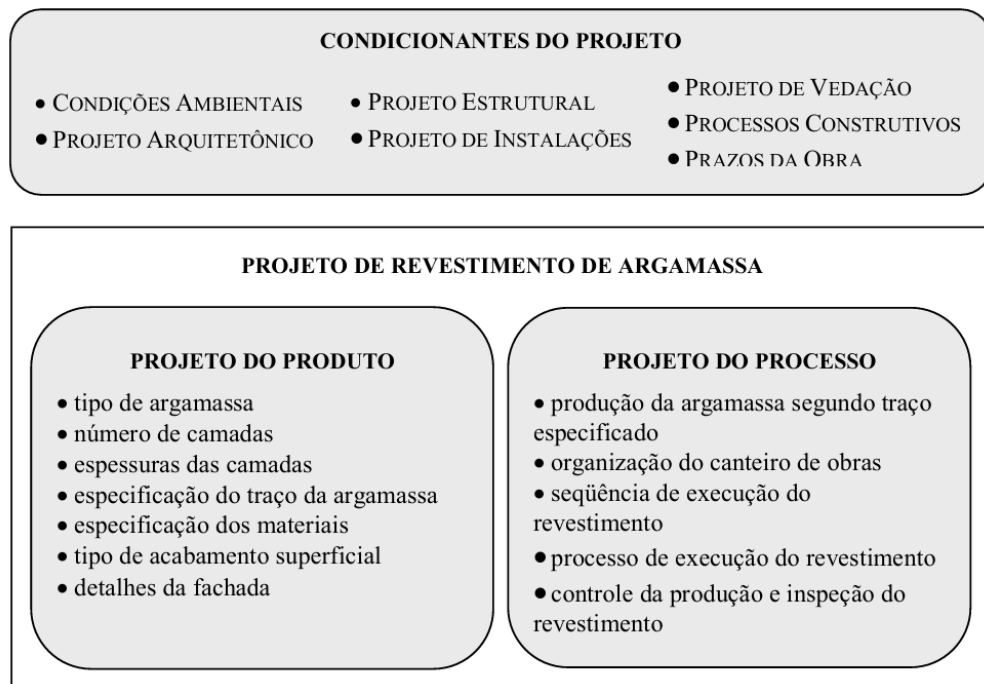
- Preparação do substrato com chapisco;
- Uso de solução de cal no preparo da base;
- Uso de cimento CP V-ARI na composição das argamassas;
- Execução de camadas de argamassa quanto menos espessas mais positivo para a aderência;
- Execução de cura úmida no revestimento.

Portanto, o sistema como um todo deve ser analisado para entender os resultados de aderência obtidos nos ensaios realizados.

2.4 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO

Para um desempenho adequado do sistema de revestimento é importante que seja realizado o projeto de revestimento, que vai definir os materiais, técnicas executivas, traços, acabamentos, detalhes construtivos e controle de qualidade (Costa, 2005). A Figura 2.8 exhibe informações a respeito do projeto de revestimento de argamassa, tanto do produto utilizado e processo aplicado.

Figura 2.8 – Projeto de revestimento de fachada.



Fonte: COSTA (2005).

Além do projeto de revestimento, outros fatores que influenciam na execução do revestimento argamassado, segundo Ceotto; Banduk; Nakakura (2005) são:

- Projeto de canteiro de obras;
- Organização da logística para aquisição, recebimento, armazenamento e transporte;
- Nas fachadas: posicionamento dos arames e balancins e mapeamento da fachada;
- Disponibilidade e aplicação de equipamentos e ferramentas necessárias.

A seguir será apresentada a sequência e técnicas de execução do revestimento argamassado, conforme a NBR 7200 (ABNT, 1998).

2.4.1 Procedimentos executivos

2.4.1.1 Produção da argamassa

A produção de argamassa rodada em obra precede de vários requisitos:

- Armazenamento correto de ensacados: cimento e cal, conforme as normativas;

- Agregados miúdos estocados em baias identificadas e separadas por tipologia, de modo que evite a saturação de água do material, como uma base para não entrar em contato com o solo. Além de espaço e equipamento para peneiramento, caso haja grumos ou materiais indesejados;
- Central para produção de argamassa com betoneira que fique próxima das regiões de estocagem dos agregados, ensacados, água e de transporte vertical, quando necessário, além de possuir espaço para o armazenamento temporário de argamassa.

A composição das argamassas, também chamada de traço, deve ser definida pelo projeto de revestimento ou pelo construtor e deve ser expresso em massa. Para um correto uso do traço, em obra deve haver o controle da medição do traço a ser executado, por isso, a norma referenciada recomenda que o traço seja convertido para volume e recipientes de volume fixo e conhecidos, como padiolas.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) preconiza que a mistura dos materiais e preparo da argamassa deve ser feito mecanicamente, por betoneira, para obtenção de uma mistura homogênea, e apenas quando inviável seja realizado de forma manual. É importante frisar que a argamassa deve ser utilizada no máximo 2 horas e 30 minutos após a produção.

Em casos de argamassa dosada em central, o tempo de validade é informado pelo fornecedor, pois possui aditivos que aumentam a durabilidade, sendo comum tempos máximos de aplicação de 24 ou 48 horas após a produção. Todavia, seu armazenamento deve ser controlado e feito em recipientes impermeáveis, protegidos do ar, sol e chuva.

2.4.1.2 Preparação do substrato

A base do revestimento deve estar plana, aprumada e nivelada, além de estar regularizada para aplicação da argamassa. Caso tenha alguma ponta de ferro ou rebarba nas juntas de alvenaria, precisam ser retiradas, e depressões ou furos na base, devem ser preenchidos com argamassa de emboço ou de assentamento. Tais técnicas visam garantir a uniformidade da espessura da argamassa a ser aplicada, segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998). É recomendado que os serviços embutidos de elétrica, hidráulica, gás ou qualquer outro, sejam realizados antes da aplicação da argamassa, para evitar cortes no revestimento e retrabalhos.

O substrato deve estar limpo e sem materiais pulverulentos, desmoldante, graxa, óleo, eflorescência ou qualquer componente que possa afetar a aderência do revestimento. Para isso

pode ser feita a limpeza da base, que varia de acordo com cada tipo de incrustação presente, podendo ser a aplicação de jato d'água, escovação e lavagem.

Nessa etapa, quando há mais de um material como substrato (como por exemplo a estrutura de concreto armado e a alvenaria de bloco cerâmico), deve ser realizada a fixação das telas nas juntas entre as diferentes bases, com o propósito de suportar os esforços gerados pelas diferentes deformações de cada material. A Figura 2.9 mostra a fixação das telas metálicas, que são recomendadas na norma referida, mas podem ser usadas plásticas, galvanizadas ou similares.

Figura 2.9 – Tela metálica zincada aplicada na região de encontro entre concreto e bloco cerâmico.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

2.4.1.3 Execução do chapisco

Para melhorar a aderência substrato-argamassa pode ser executado o chapisco, uma preparação da base antes da aplicação da argamassa. A utilização é recomendada principalmente em substratos pouco rugosos, como concreto, ou em condições de maiores esforços solicitantes na argamassa, como revestimentos externos. Scartezini et al. (2002) apontam que o chapisco também auxilia na homogeneidade da absorção de água em casos de bases com materiais diferentes, como substratos de blocos que tem juntas de argamassa.

A referida norma sugere que para iniciar a aplicação do chapisco ou revestimento, a base deve ter idade mínima de:

- 28 dias para as estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais;

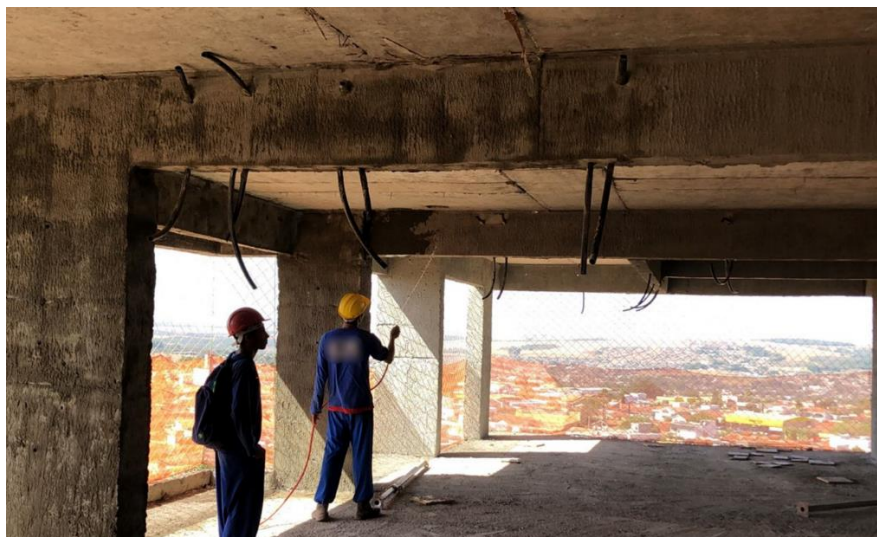
- 14 dias para alvenarias não armadas estruturais e alvenarias sem função estrutural de blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto celular.

Se a base do revestimento apresentar elevada absorção, deve ser realizada a molhagem com água antes da aplicação do chapisco. A argamassa de chapisco é mais fluida que a argamassa de revestimento e pode ser aplicada por meio de lançamento. Outras técnicas de aplicação são por desempenadeira ou rolo, que não estão citados na NBR 7200 (ABNT, 1998), mas são opções apresentadas em outras referências consolidadas, como no livro “Recomendações técnicas Habitar: Revestimentos de argamassas boas práticas em Projeto, Execução e Avaliação” (Ceotto; Banduk; Nakakura, 2005).

Conforme Junior (2010, p. 38), na execução do chapisco a “textura final a ser obtida é a de uma película rugosa, aderente, resistente e contínua”, entretanto, como supracitado, há a técnica de chapisco descontínuo, que é a indicada na NBR 7200 (ABNT, 1998), mas ambas técnicas resultam no aumento da aderência da argamassa no substrato.

Outro procedimento sugerido pela referida norma é a cura úmida do chapisco por no mínimo as primeiras 12 horas quando em locais de clima seco e quente, protegendo da ação do sol e vento que podem retirar a umidade da argamassa e afetar as reações de hidratação do cimento Portland. Outras referências, como Ceotto, Banduk e Nakakura (2005), recomendam que a cura úmida seja realizada pelo maior período possível, para garantir o bom desempenho do chapisco, sendo o tempo de cura mínima do chapisco por norma 3 dias. A Figura 2.10 exemplifica a cura úmida do chapisco sendo realizada por aspersão de água com uma mangueira.

Figura 2.10 – Cura úmida de chapisco rolado sendo realizado.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

2.4.1.4 Aplicação da argamassa de revestimento

Antes de iniciar a aplicação da argamassa, deve ser realizada a definição do plano de revestimento, que seria um plano aprumado e nivelado e com espessuras de acordo com a Tabela 2.5, adaptada da NBR 13479 (ABNT, 2013):

Tabela 2.5 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.

Revestimento	Espessura (e) mm
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

Fonte: Adaptada da NBR 13749 (2013).

No caso de fachadas é necessário a fixação de arames guias e a realização do mapeamento da espessura do revestimento. Após isso, igualmente aos outros revestimentos, é executado o taliscamento, definido na NBR 7200 (ABNT, 1998) como: fixação de cacos cerâmicos dispostos de distância compatível com o comprimento da régua a ser usada no sarrafeamento, que vão servir como guias da espessura da argamassa, é importante que as cerâmicas sejam fixadas com mesma argamassa a ser usada no revestimento. A Figura 2.11 e Figura 2.12 demonstram, respectivamente, a execução das taliscas e seu posicionamento com espaçamento máximo delimitado pela dimensão da régua utilizada.

Figura 2.11 – Taliscamento sendo executado com prumo fixado em uma régua.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Figura 2.12 – Taliscas fixas em uma parede de blocos de concreto.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

A partir dos 3 (três) dias mínimos de cura do chapisco e com as taliscas enrijecidas, pode ser iniciada a aplicação da argamassa de emboço por meio do lançamento enérgico da argamassa com uma colher de pedreiro ou processo mecânico, como a argamassa projetada, até preencher a área a ser revestida. Maciel; Barros; Sabbatini (1998) indicam que deve ser feita a compressão e alisamento da argamassa com colher de pedreiro, e posteriormente, após atingir a consistência adequada, a argamassa deve ser sarrafeada por meio de uma régua de alumínio guiada pelas taliscas, no movimento de vai e vem, de cima para baixo, de modo a retirar o excesso de argamassa e deixar a superfície do emboço plana. As Figuras 2.13 e 2.14 ilustram como é feito o procedimento de aplicação e sarrafeamento da argamassa.

Figura 2.13 – Lançamento da argamassa com colher de pedreiro.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Figura 2.14 – Sarrafeamento da argamassa de revestimento.



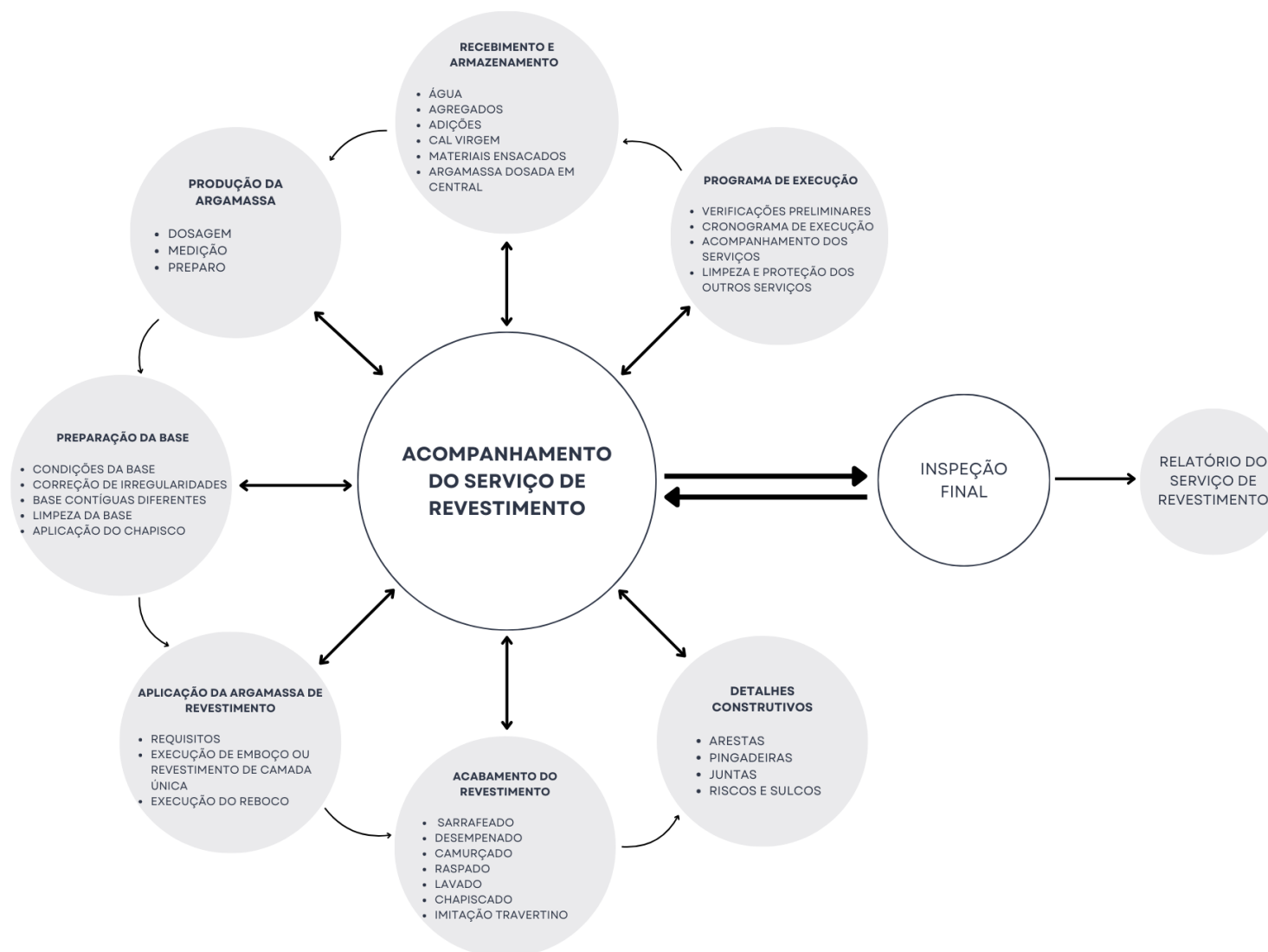
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Conforme a NBR 7200 (ABNT, 1998), as taliscas devem ser retiradas nessa etapa, e assim qualquer cavidade, como a das taliscas, deve ser preenchida novamente com argamassa e sarrafeada até o revestimento estar homogêneo e plano.

É importante frisar que em alguns casos a espessura do revestimento pode estar maior que a máxima determinada na NBR 13749 (ABNT, 2013), diante disso, deve ser realizada a execução do emboço em mais de 1 camada, realizando uma primeira cheia, em sequência a fixação de reforços ou outro recurso determinado em projeto, e assim, prossegue normalmente com a segunda aplicação de argamassa e o sarrafeamento (Ceotto; Banduk; Nakakura, 2005).

Por fim, é realizada a aplicação do reboco espalhando a argamassa com uma desempenadeira e pressionando-a firmemente contra a base, de modo a obter uma camada uniforme e que receba a execução do acabamento superficial e os detalhes construtivos (Junior, 2010). O acabamento pode variar e foram definidos os principais tipos no item 2.2.7, ademais a Figura 2.15 apresenta esses acabamentos, além de esquematizar a sequência executiva do revestimento argamassado conforme a NBR 7200 (ABNT, 1998).

Figura 2.15 – Esquema de acompanhamento do serviço de revestimento.



Fonte: Adaptada da NBR 7200 (1998).

A norma referida sugere que para garantir a umidade adequada da argamassa no processo de cura e endurecimento, deve ser executada a cura úmida do revestimento, com aspersão de água, por no mínimo nas primeiras 24 horas, em casos de:

- temperaturas acima de 30°C;
- incidência solar direta e forte sobre o plano do revestimento;
- baixa umidade relativa do ar;
- ventos fortes.

No próximo capítulo será apresentada a metodologia desenvolvida ao longo do presente trabalho.

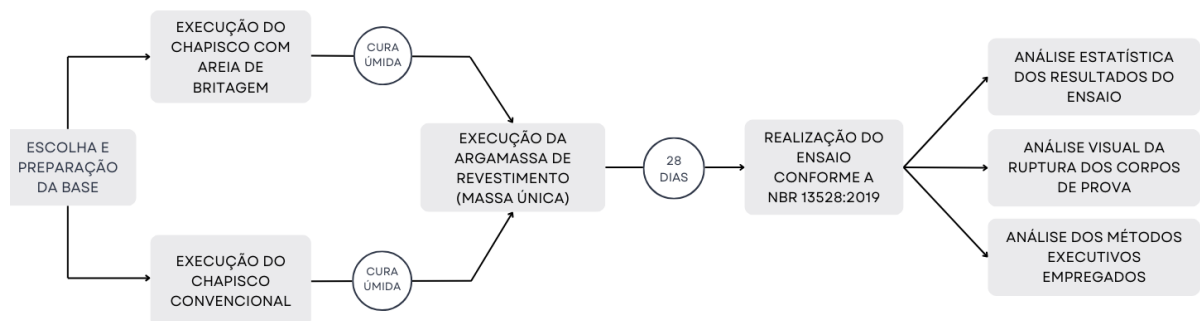
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA

No presente trabalho foi realizado um estudo de caso em um empreendimento residencial multipavimentos situado em Jataí, Goiás. Foi executado o ensaio de resistência de aderência a tração do revestimento argamassado de uma área externa da edificação, conforme a NBR 13528-2 (ABNT, 2019).

Foram analisados dois panos de revestimento executados em uma única parede externa com aproximadamente 15 m², constituída de bloco cerâmico e variando-se a tipologia do chapisco, sendo um pano executado com chapisco convencional e outro com chapisco composto por areia de britagem. Em ambos foi executado o mesmo revestimento com uma única argamassa rodada em central.

Foi realizada a análise estatística dos arrancamentos do ensaio de resistência de aderência à tração, visando a validação do traço com areia de britagem, bem como a análise dos métodos executivos empregados na obra estudada. Desse modo, a Figura 3.1 apresenta, de forma resumida, as etapas da metodologia desenvolvidas no estudo.

Figura 3.1 – Fluxograma das etapas da metodologia.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

CAPÍTULO 4 ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Para o desenvolvimento do estudo de caso foi objeto de estudo uma edificação residencial multipavimentos de uma torre, com total de 18.402,55 m² construídos, na cidade de Jataí – GO. Foi executado por incorporadora e construtora já consolidadas no mercado de construção civil na cidade, e forneceram os dados e informações necessárias para elaboração do trabalho.

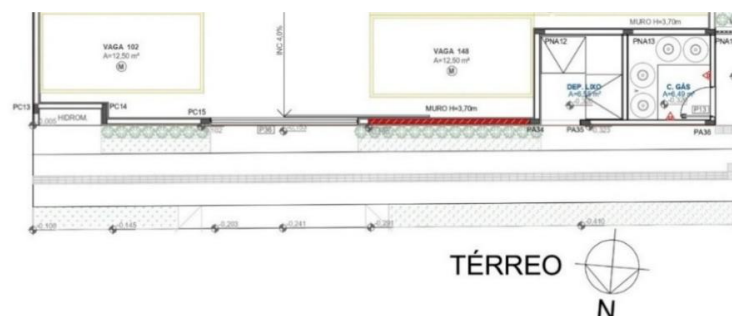
No sistema de revestimento de fachada da edificação optou-se por usar chapisco lançado com traço composto de areia convencional e areia de britagem sobre base de bloco cerâmico e chapisco industrializado desempenado sobre a estrutura de concreto armado. Visando o estudo de análise do chapisco com areia de britagem, foram reproduzidas de forma controlada as técnicas aplicadas na fachada, o traço de chapisco usado na fachada, e um traço convencional.

Para conseguir fazer a análise exclusivamente da influência do chapisco no sistema de revestimento, o único parâmetro variado foi o traço do chapisco, os outros materiais e técnicas foram fixados. Assim, mantiveram-se os seguintes parâmetros para a parede toda:

- Substrato: bloco cerâmico;
- Modo de aplicação do chapisco: lançado com colher de pedreiro;
- Tipo de argamassa de revestimento: argamassa estabilizada rodada em central, com acabamento camurçado.

O estudo foi reproduzido numa face de uma parede externa em um muro do térreo. A Figura 4.1 ilustra a parede destacando em vermelho, e exibe sua posição na planta baixa e a orientação para o Norte.

Figura 4.1 – Planta baixa que destaca de vermelho parede em que foi realizado o estudo.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

É importante identificar que esse estudo foi realizado nos meses de junho e julho de 2024, e de acordo com o INMET (2024), nesse período na cidade em que o ensaio foi realizado, a umidade relativa do ar atingiu valor de 18% e as temperaturas médias máximas diárias foram de 30,8°C. Além de uma face da parede estudada possuir incidência solar direta durante o dia todo, por estar orientada para o Norte. Diante disso, nessas condições de baixa umidade, altas temperaturas e incidência solar, cuidados referentes à umidade das argamassas devem ser reforçados.

4.2 MATERIAIS E METÓDOS

4.2.1 Bloco cerâmico

A parede ensaiada é uma alvenaria de vedação e foi executada com base de blocos cerâmicos de 14x19x29 cm. Esses blocos são produzidos na cidade de Campo limpo de Goiás – GO e são fabricados por uma empresa qualificada pelo PSQ – BC (Programa Setorial da Qualidade dos Blocos Cerâmicos). De acordo com o fornecedor desse material, os blocos utilizados apresentam absorção de água média de 22,5%, conforme apresentado na Tabela 4.1 que possui os resultados do ensaio de Determinação da Massa e da Absorção de Água, da NBR 15270-2 (ABNT, 2017), realizados nesse material:

Tabela 4.1 – Resultados do ensaio Determinação da Massa e da Absorção de Água nos blocos cerâmicos 14x19x29 cm usados na edificação.

C.P N°.	Massa Seca - ms (g)	Massa Saturada (g)	Absorção - AA (%)
01	4068	4986	23
02	4066	4970	22
03	3966	4842	22
04	3962	4872	23
05	4034	4946	23
06	4074	4990	22
Limites da NBR 15.270			8 > AA <25

Fonte: Adaptada do fornecedor de blocos (2024).

4.2.2 Argamassa

A argamassa de revestimento utilizada na edificação é rodada em central, do tipo estabilizada por 24 horas. Na Tabela 4.2 é definida a carta de traço da argamassa, disponibilizada pela concreteira que forneceu a argamassa para fachada e para a parede estudada.

Tabela 4.2 – Carta traço da argamassa estabilizada usada na edificação.

CARTA TRAÇO	CONSUMO DE MATERIAIS (kg/m³)		
PRODUTO	MATERIAIS	1,0 M³	FORNECEDOR MATERIAL
ARGAMASSA ESTABILIZADA	AREIA FINA	1.314	Jataí / GO
	CIMENTO CP II F 40	230	Votorantim
	ADITIVO INCORPORADOR DE AR	0,92	São Paulo
	ADITIVO ESTABILIZADOR DE ARGAMASSA	1,5	São Paulo
	ÁGUA	80	Poço artesiano Próprio – Jataí / GO

Fonte: Adaptada do fornecedor de argamassa (2024).

4.2.3 Chapisco

Como supracitado, foram utilizados dois traços de chapisco para a realização do presente estudo, porém são executados com mesmos materiais (cimento, água, areia e aditivo PVA) e mesma técnica de preparação (rodado em obra) e aplicação (lançado). Abaixo apresenta-se a caracterização dos dois traços.

A construtora possui a tabela de traços de argamassa e concreto definida para cada obra, na edificação estudada, o traço de chapisco convencional de proporção 1:5, com adição de 1,5 litros de aditivo de alto desempenho e 54 litros de água. A Figura 4.2 exibe a tabela de traços da obra que fica exposta ao lado da central de produção do canteiro de obras.

Figura 4.2 – Tabela de traços de argamassa e concreto da obra.

TABELA DE TRAÇOS									
GRUPO	CIMENTO	CAL	AREIA			BRITA		ADITIVOS	ÁGUA
			FINA	MÉDIA	GROSSA	TIPO 0	TIPO 1		
Argamassa para Revestimento Externo	1 saco (50 Kg)	1 saco e ¼ (30 Kg)	4 carrinhos de mão (60 L)						Aproximadamente (49 L)
Argamassa para Revestimento Interno	1 saco (50 Kg)	2 sacos (40 Kg)	5 carrinhos de mão (60 L)						Aproximadamente (62 L)
Argamassa para Assentamento / Encunhamento	1 saco (50 Kg)	3 sacos (60 Kg)	6 carrinhos de mão (60 L)						Aproximadamente (72 L)
Chapisco	1 saco (50 Kg)			3 carrinhos de mão (60 L)				Adesivo de alto desempenho (1,5 L)	Aproximadamente (54 L)
Contrapiso	1 saco (50 Kg)			3 carrinhos de mão (60 L)					Aproximadamente (32 L)
Graute com areia natural úmida	1 saco (50 Kg)		2 carrinhos de mão (60 L)			2 carrinhos de mão (60 L)			Aproximadamente (28 L)
Lastro de concreto magro	1 saco (50 Kg)			3 carrinhos de mão (60 L)		3 carrinhos de mão (60 L)			Aproximadamente (45 L)
Concreto não estrutural	1 saco (50 Kg)			2 carrinhos de mão (60 L)			2 carrinhos de mão (60 L)		Aproximadamente (37 L)

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Para execução do revestimento argamassado de fachada, foi aplicado um traço alternativo, que é composto de areia natural e areia de britagem, que foi sugerido por uma empresa terceirizada que forneceu a mão de obra para realização do revestimento de fachada. Na Figura 4.3 é apresentado o traço de chapisco com substituição parcial da areia natural por areia de britagem. Vale ressaltar que o traço de chapisco informado não é baseado e não tem as mesmas proporções do traço da obra, é apenas outra opção que a obra adotou.

Figura 4.3 – Traço de chapisco com areia de britagem.



TRAÇO PARA CHAPISCO ALVENARIA/ ESTRUTURAL



4 LATAS DE PÓ DE PEDRA + 2 LATAS DE AREIA

1 SACO DE CIMENTO CP II 50KG +



± 16 LITROS DE ÁGUA

+



1,8 LITROS DE BIANCO
18 LITROS DE AGUÁ
(± 19,8L MISTURA)

MISTURA DE ÁGUA E BIANCO DILUÍDOS EM 1:10 (VOLUME) ATÉ OBTENÇÃO DE CONSISTÊNCIA HOMOGÊNEA

Fonte: Fornecedor (2024).

Para melhor compreensão das diferenças entre os dois traços de chapisco adotados na obra, a Tabela 4.3 traz a comparação do volume de cada componente de ambos os traços e a Tabela 4.4 mostra o custo de cada material empregado, considerando os quantitativos necessários para produção dos traços definidos na Tabela 4.3, e custo final de cada traço, optou-se por usar valores unitários dos insumos da Tabela Goinfra, que são mais adequados com a localidade do estudo.

Tabela 4.3 – Tabela comparativa dos materiais dos traços de chapisco.

Material	Traço convencional	Traço com areia de britagem
Cimento Portland	50 kg	50 kg
Areia média	60 L	36 L
Areia de britagem	-	72 L
Água	54 L	34 L
Copolímero vinílico à base de PVA	1,5 L	1,8 L

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Tabela 4.4 – Tabela comparativa dos custos dos traços de chapisco.

Material	Traço convencional	Traço com areia de britagem
Cimento Portland	R\$32,5	R\$32,5
Areia média	R\$11,01	R\$6,61
Areia de britagem	-	R\$9,47
Água	R\$0,66	R\$0,42
Copolímero vinílico à base de PVA	R\$19,44	R\$23,34
Custo Total	R\$63,61	R\$72,34

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

É possível identificar que o a proporção água/cimento é maior no traço com areia de britagem, além de possuir maior quantidade de aditivo PVA e quantidade total de agregados miúdos.

Outrossim, o custo de material para produção do traço de chapisco com areia de britagem é 13,7% maior que o traço convencional particularmente no estado de Goiás, mas pode variar de acordo com a localidade e fornecedores disponíveis. Portanto, reitera-se a informação de que o traço com areia de britagem é uma alternativa de traço diferente e não possui mesmas proporções que o traço convencional, logo, podem ter diferenças de aplicação, rendimento, custo e desempenho na aderência da argamassa.

Ambos os chapiscos foram rodados conforme os materiais definidos na Tabela 4.5 abaixo.

Tabela 4.5 – Materiais usados na produção dos chapiscos.

Material	Produto	Marca/Origem
Cimento Portland Composto CP II-F-32	Tocantins – todas as obras, saco de 50 kg	Votorantim
Copolímero vinílico à base de PVA	Drykofix – aditivo promotor de aderência, balde de 18 litros	Dryko impermeabilizantes
Areia natural	Grossa	Bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, no leito do Rio Claro em Jataí – GO
Areia de britagem	Dimensão máxima característica: 4,75 mm	Rochas basálticas

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

4.2.4 Procedimentos adotados na obra

A construtora possui documentos que definem o procedimento de execução dos serviços de revestimento argamassado e é adotado pela obra e seus colaboradores, ele possui instruções semelhantes a NBR 7200 (ABNT, 1998). A seguir será exposto como foi realizado o revestimento da parede ensaiada.

Com a alvenaria de blocos cerâmicos já finalizada a mais de 14 dias, foi iniciada a preparação da base, mas não é realizada a limpeza do substrato.

A seguir foi feita a produção dos chapiscos, seguindo os traços definidos anteriormente e seguindo rigorosamente os volumes informados. Para uso do aditivo à base de PVA, esse foi diluído em água antes de adicionado a betoneira, a mistura foi preparada na betoneira até atingir consistência homogênea e a betoneira é lavada ao final. A Figura 4.4 destaca os procedimentos supracitados de preparação da argamassa de chapisco sendo realizados.

Figura 4.4 – Preparação das argamassas de chapisco. (a) Colocação da areia de britagem na betoneira. (b) Colocação da água com aditivos. (c) Chapisco finalizado sendo despejado em girica.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Antes da aplicação do chapisco a parede foi umedecida com água, e ambas as argamassas de chapisco foram aplicadas por lançamento, com a técnica de chapisco contínuo, evidenciado na Figura 4.5(a). Após a secagem do chapisco foi realizada a cura úmida durante as primeiras 12 horas, com aspersão de água com uma mangueira, como ilustrado na Figura 4.5(b).

Figura 4.5 – Execução do chapisco. (a) Lançamento do chapisco. (b) Cura úmida do chapisco.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Após a execução dos dois traços de chapisco a parede apresentava-se conforme ilustra a Figura 4.6 abaixo, na qual uma linha hipotética dividiu o chapisco com areia de britagem até 1,20 m de altura e chapisco convencional de 1,20 m à 2,70 m, aplicados em todo comprimento.

Figura 4.6 – Divisão dos traços diferentes de chapisco na parede ensaiada.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Em seguida, com as taliscas finalizadas e o chapisco com idade de 3 dias, foi iniciada a aplicação de massa única, com argamassa estabilizada de 24 horas por lançamento. Foi atestado que as taliscas ficaram com uma grande espessura, maior que 3 centímetros, então foi necessário dar uma primeira cheia de argamassa, como mostrado na Figura 4.7(a), e no dia posterior foi feita a aplicação da segunda camada, mas não foi usado nenhum reforço entre as camadas, essa segunda camada foi sarrafeada, desempenada e dado o acabamento superficial com feltro, como mostrado na Figura 4.7(b).

Figura 4.7 – Execução da argamassa de revestimento. (a) Lançamento da primeira camada. (b) Sarrafeamento da segunda camada.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

É importante salientar que a cura úmida do reboco/massa única não é uma prática recomendada e adotada pela construtora, e por isso, não foi usada na parede ensaiada.

4.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Para analisar o desempenho da aderência de cada sistema de revestimento de argamassa, foi executado o ensaio de resistência de aderência à tração conforme a NBR 13528-2 (ABNT, 2019), que consiste em fixar um dispositivo de medição na superfície do revestimento e aplicar uma força perpendicular até que ocorra a ruptura, de modo que força necessária para provocar essa ruptura é expressa em Megapascals (MPa).

Para execução do ensaio foi utilizado um dinamômetro de tração, que foi disponibilizado pela UniRV (Universidade de Rio Verde). A Figura 4.8 exibe o equipamento utilizado para o ensaio, o dinamômetro e as pastilhas, sendo esse o modelo recomendado por norma para o ensaio e exprime os resultados em Quilograma-força (kgf).

Figura 4.8 – Dinamômetro de tração usado para o ensaio de resistência de aderência à tração.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Após 28 dias da aplicação da argamassa, foram realizados os ensaios, sendo recomendado pela NBR 13528-2 12 corpos de prova de mesmas características (tipo de substrato, argamassa de revestimento, forma de aplicação e idade), que devem ser distribuídos de forma aleatória e distanciados no mínimo 50 mm.

Portanto, foram realizados ensaios em 12 corpos de prova no trecho de chapisco convencional e mais 12 no trecho de chapisco composto com areia de britagem. A Figura 4.9 abaixo mostra o posicionamento e identifica os corpos de prova arrancados, no qual os identificados com final

“B” são com chapisco com areia de britagem e final “A” são amostras com o chapisco convencional.

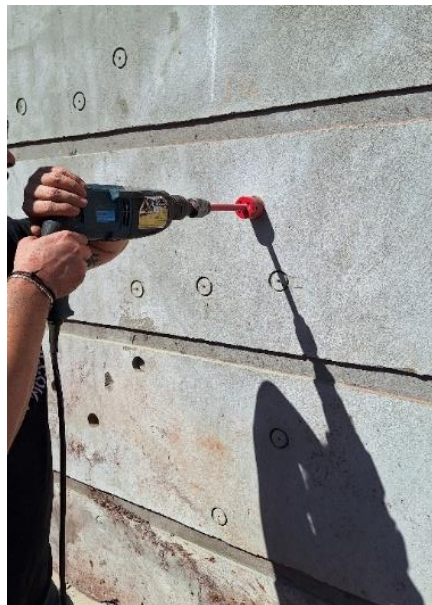
Figura 4.9 – Parede com identificação dos corpos de prova após realização do ensaio.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Com a quantidade de amostras determinadas, foram realizados os cortes a seco na argamassa até penetrar 5 mm do substrato. Foi necessário realizar mais de 12 cortes em cada área, visto que alguns cortes comprometeram o corpo de prova e foram desconsiderados. Os cortes foram realizados usando uma furadeira e serra copo de 54 mm, conforme a Figura 4.10 apresenta.

Figura 4.10 – Cortes a seco do revestimento.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Em seguida, foi realizada a limpeza da superfície do corpo de prova, com pincel de cerdas macias, e posteriormente, a colagem das pastilhas com adesivo massa plástica, conforme a Figura 4.11 ilustra.

Figura 4.11 – Cortes a seco do revestimento.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Por fim, o dinamômetro é posicionado perpendicularmente ao plano do revestimento e encaixado na primeira pastilha, a manivela é girada de forma constante, para aplicar a força no corpo de prova gradualmente até a ruptura, e assim, é mostrado no painel digital o valor da força máxima aplicada. O ensaio é repetido em todos os corpos de prova, sendo ilustrada sua execução na Figura 4.12 a seguir.

Figura 4.12 – Dinamômetro sendo utilizado no ensaio de resistência de aderência à tração.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Ademais, deve ser realizada a medição do diâmetro do corpo de prova, para cálculo da resistência de aderência à tração, além da determinação da umidade do revestimento por meio de 3 amostras dele.

CAPÍTULO 5 RESULTADOS E CONCLUSÃO

No presente capítulo são apresentadas análises dos procedimentos executivos adotados na obra, os resultados do ensaio de resistência de aderência à tração dos revestimentos com chapisco tradicional e contendo areia de britagem. A análise numérica desenvolvida a partir desses resultados, uma análise visual das rupturas obtidas, resultados e análise de umidade do revestimento argamassado. Por fim, o desenvolvimento de um gráfico de contorno relacionando as posições dos arrancamento e os respectivos valores de resistência de aderência de cada.

5.1 TÉCNICAS EXECUTIVAS ADOTADAS

Em relação a forma de execução do revestimento argamassado na parede estudada, foi possível observar que o processo é baseado na NBR 7200 (1998) e consegue atender essa norma em vários aspectos:

- A central de produção de argamassa é adequada para as necessidades da obra e fica próxima aos materiais estocados;
- A obra possui uma tabela de traço definida em volume, essa fica exposta ao lado da betoneira, de modo que o operador da betoneira tenha fácil visualização e compreensão. Além dos equipamentos de medição de volume para os traços estarem identificados e acessíveis ao operador;
- A argamassa dosada em central é armazenada de forma correta, protegida de chuva, sol e vento, como recomendado e validado pelo fornecedor, além de ser respeitado o tempo máximo de aplicação de 24 horas;
- Antes da aplicação do chapisco a base é umedecida com água, para evitar a absorção de água do traço;
- O chapisco é aplicado uniformemente, obtendo uma camada bem aderida e contínua. Após a secagem é feita a cura úmida do chapisco, com aspersão de água com uma mangueira, algumas vezes ao decorrer das primeiras 24 horas;
- A parede é taliscada e após a conclusão do revestimento argamassado, as taliscas são retiradas;

- São considerados 3 dias de cura do chapisco, e após esse tempo é iniciado a aplicação da argamassa de revestimento;
- O lançamento da argamassa é feito energicamente, depois é comprimida, alisada e sarrafeada com uma régua, seguindo as taliscas, por fim, essa camada é desempenada e assim é garantido que a argamassa fique plana, homogênea e uniforme;

Ainda assim, na parede estudada foi observada que a execução do revestimento argamassado pode ser aperfeiçoada, e conseqüentemente, ter uma melhoria no seu desempenho e funções esperadas. Os aprimoramentos sugeridos são:

- Realizar a limpeza adequada e rigorosa antes da aplicação do chapisco, sendo importante analisar previamente as necessidades de limpeza de cada substrato em particular;
- Realizar a cura úmida da argamassa de revestimento, essa técnica não é sugerida nos procedimentos da construtora, mas é uma prática sugerida na NBR 7200 (1998) e comprovadamente eficaz para melhor desempenho da argamassa, sendo coerente seu uso, visto que já é realizada a cura úmida do chapisco;
- Melhorar o controle da espessura da argamassa por meio das taliscas, e em casos que for necessário o lançamento de mais de uma camada de argamassa, seja respeitada a espessura máxima de 3 centímetros por camada e executado o reforço entre cada camada aplicada.

Em síntese, conclui-se que as técnicas de execução de revestimento argamassado na obra podem ser ajustadas, o que influi em melhorias no seu desempenho de aderência, durabilidade, resistência mecânica, permeabilidade e evitar o aparecimento de fissuras (Maciel; Barros; Sabbatini, 1998). Entretanto, é possível visualizar que a execução do revestimento argamassado nessa obra é um processo bem estruturado e atende as necessidades.

5.1 ANÁLISE NUMÉRICA DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Para o cálculo e desenvolvimento dos resultados numéricos apresentados, foi utilizado como base a NBR 13528-2 (ABNT, 2019), que indica os cálculos para obter os valores de resistência de aderência, propõe planilhas, evidencia tipos de ruptura possíveis e a forma de determinação da umidade do revestimento.

Ademais, segundo Carasek et al. (2011), uma forma adicional de analisar os resultados é calcular a média das resistências de aderência e também de cada percentual de tipo de ruptura, o que permite uma análise mais rápida do comportamento médio dos corpos de prova, principalmente quando se deseja comparar várias situações distintas. Outros parâmetros estatísticos básicos que devem ser calculados são o desvio padrão da amostra e o coeficiente de variação (CV).

A Tabela 5.1 apresenta os resultados do tipo de ruptura e valores de resistência de aderência obtidos no ensaio de arrancamento para o revestimento com chapisco com areia convencional.

Tabela 5.1 – Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração para chapisco com areia convencional.

Corpos de prova			Carga da ruptura kgf	Carga da ruptura N	Tensão MPa (N/mm²)	Tipo de ruptura	
Nº	Diâmetro (d) mm	Área mm²				A	B
						Emboço	Superfície do emboço
1A	44,63	1564,39	11	108	0,069	x	
2A	44,36	1545,51	21	206	0,133	x	
3A	44,54	1558,08	27	265	0,170	x	
4A	44,80	1576,33	44	431	0,274	x	
5A	43,71	1500,55	14	137	0,091		x
6A	43,48	1484,80	13	127	0,086	x	
7A	43,92	1515,01	5	49	0,032	x	
8A	44,32	1542,73	35	343	0,222	x	
9A	44,20	1534,39	35	343	0,224	x	
10A	44,42	1549,70	37	363	0,234	x	
11A	44,03	1522,61	22	216	0,142	x	
12A	44,93	1585,49	19	186	0,118		x

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

A Tabela 5.2 apresenta os resultados do tipo de ruptura e valores de resistência de aderência obtidos no ensaio de arrancamento para o revestimento com o chapisco com areia de britagem.

Tabela 5.2 - Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração para chapisco com areia de britagem.

Corpos de prova			Carga da ruptura kgf	Carga da ruptura N	Tensão MPa (N/mm²)	Tipo de ruptura	
Nº	Diâmetro (d) mm	Área mm²				A	B
						Emboço	Superfície do emboço
1B	44,88	1581,96	20	196	0,124	x	
2B	45,20	1604,60	23	226	0,141		x
3B	44,64	1565,09	21	206	0,132	x	
4B	44,24	1537,16	69	677	0,440	x	
5B	44,07	1525,37	31	304	0,199		x
6B	44,82	1577,73	17	167	0,106	x	
7B	44,34	1544,12	26	255	0,165		x
8B	44,26	1538,55	20	196	0,127	x	
9B	44,64	1565,09	38	373	0,238	x	
10B	44,39	1547,61	11	108	0,070		x
11B	44,70	1569,30	16	157	0,100	x	
12B	44,48	1553,89	17	167	0,107		x

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Com base nos valores de resistência de aderência à tração foram calculados para cada ensaio o desvio padrão, a média aritmética e o coeficiente de variação, além de expor quantos corpos de prova atingiram o mínimo de 0,3 MPa. Em conclusão, a Tabela 5.3 expõe esses valores para o ensaio com o chapisco com areia convencional e com areia de britagem, de modo a permitir a comparação dos resultados para cada traço.

Tabela 5.3 – Resultados estatísticos da resistência de aderência a tração para os traços de chapiscos ensaiados.

	Chapisco com areia convencional	Chapisco com areia de britagem
Média (MPa)	0,150 ± 0,072	0,162 ± 0,094
Coeficiente de variação	48,365%	58,177%
Número de corpos de prova que atingiram 0,3 MPa	0	1

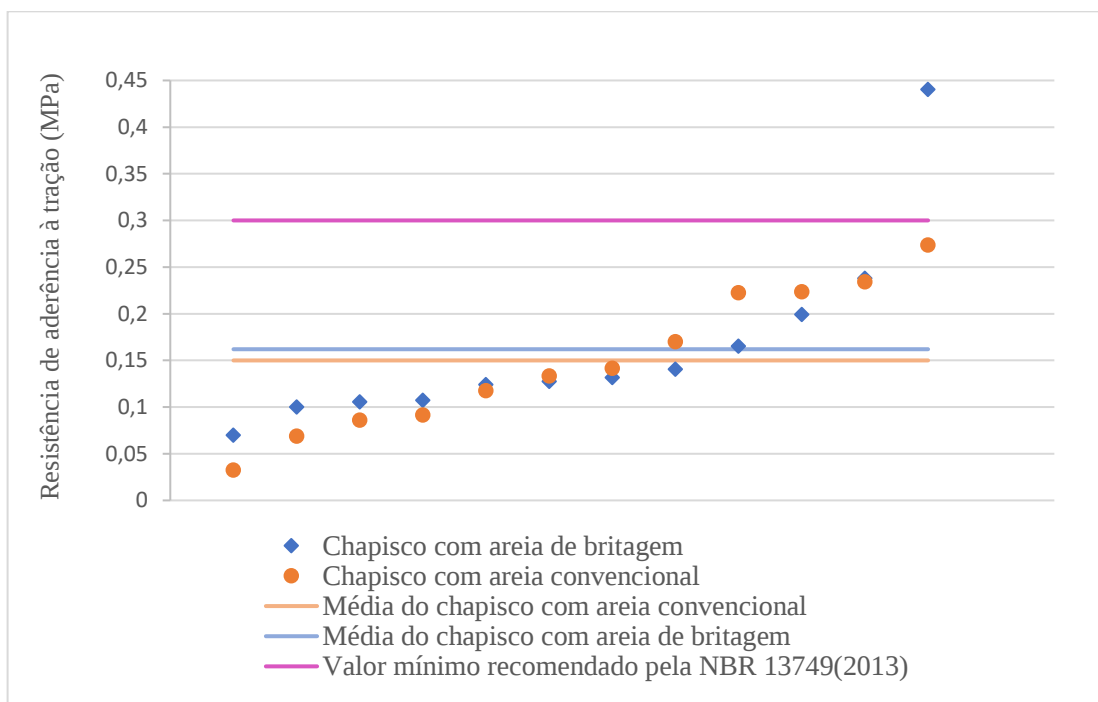
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2025).

A maioria das resistências de aderência se encontrarem abaixo do valor mínimo preconizado pela NBR 13749 (ABNT, 2013) para revestimento de parede em área externa (0,30 MPa). É importante salientar que a norma sugere que em um sistema de revestimento argamassado adequado, oito dos doze corpos de prova devem atender o valor mínimo.

O coeficiente de variação fornece a variabilidade dos dados obtidos em relação à média, ou seja, quanto menor o seu valor, mais homogêneos são os dados. Na matemática, o coeficiente de variação é considerado baixo quando for menor ou igual a 25%. Geralmente, os resultados de ensaios de resistência de aderência à tração apresentam alta dispersão, resultando em coeficientes de variação da ordem de 10% a 35%, mas chegam muitas vezes a 50%-60% (CARASEK, 2011), como foi observado no presente trabalho.

Ademais, para melhor visualização e comparação dos valores de aderência obtidos para cada traço, foi desenvolvido um gráfico que dispõe os resultados em ordem crescente igualmente espaçados e traça as linhas das médias aritméticas da resistência para o traço com areia convencional e o traço com areia de britagem, e o valor mínimo recomendado para oito das doze amostras pela NBR 13749 (2013), a Figura 5.1 mostra esse gráfico.

Figura 5.1 – Gráfico de distribuição dos valores de resistência de aderência à tração nos dois traços de chapisco.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2025).

É possível observar que os pontos seguem tendências muito semelhantes ao longo do gráfico, com valores próximos em praticamente todas as amostras avaliadas. Nenhum dos pontos se mantém consistentemente acima ou abaixo do outro. Essa análise é reforçada quando comparado os resultados de média aritmética e desvio padrão de cada traço, que também são próximos. O que constata que os traços apresentam desempenhos de resistência de aderência à tração semelhantes.

Contudo, é nítido que apenas uma amostra atende ao valor mínimo de aderência de 0,3MPa sugerido pela norma citada, o que destaca que a maioria das amostras obtiveram resultados de aderência baixos e as médias aritméticas também distam significativamente do valor mínimo preconizado.

Diante do exposto, conclui-se que os valores da resistência de aderência à tração obtidos possuem alta variação e apresentam média abaixo do valor recomendado pela NBR 13749 (ABNT, 2013). Tais resultados podem ser relacionados com o método de execução desse revestimento, visto que algumas técnicas amplamente sugeridas para garantia da aderência não foram aplicadas, como a cura úmida do reboco (Bauer, 2005) e o reforço entre as duas camadas de argamassa de revestimento.

5.2 ANÁLISE VISUAL DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

A forma de ruptura é um aspecto tão importante quanto o valor da resistência de aderência obtido. Segundo Carasek (2010), quando a ruptura é coesiva, ou seja, ocorre no interior da argamassa ou do substrato, os valores são menos preocupantes, a menos que sejam demasiadamente baixos. Já quando a ruptura é adesiva, ou seja, ocorre nas interfaces, é indispensável que os valores de resistência sejam mais elevados, pois, neste caso, o potencial de ocorrência de manifestações patológicas futuras é maior.

A Tabela 5.4 apresenta a análise visual dos arrancamentos para o chapisco com areia convencional.

Tabela 5.4 - Análise visual dos arrancamentos para o chapisco com areia convencional.

Identificação	Imagem lateral	Imagem do topo	Imagem do local de extração	Tipo de ruptura
1A				Coesiva

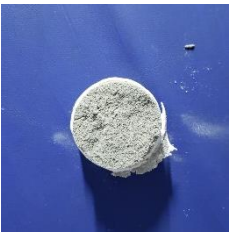
2A				Coesiva
3A				Coesiva
4A				Coesiva
5A				Adesiva
6A				Coesiva
7A				Coesiva
8A				Coesiva

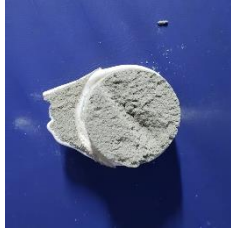
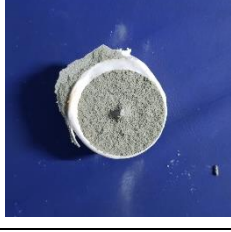
9A				Coesiva
10A				Coesiva
11A				Coesiva
12A				Adesiva

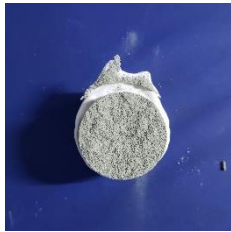
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

A Tabela 5.5 apresenta a análise visual dos arrancamentos para o chapisco com areia de britagem.

Tabela 5.5 - Análise visual dos arrancamentos para o chapisco com areia de britagem.

Identificação	Imagem lateral	Imagem do topo	Imagem do local de extração	Tipo de ruptura
1B				Coesiva

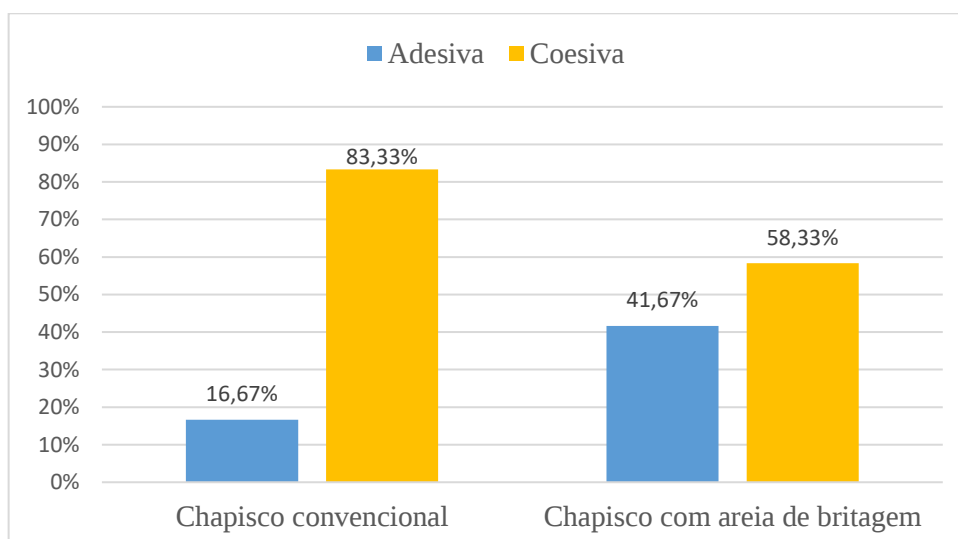
2B				Adesiva
3B				Coesiva
4B				Coesiva
5B				Adesiva
6B				Coesiva
7B				Adesiva
8B				Coesiva

9B				Coesiva
10B				Adesiva
11B				Coesiva
12B				Adesiva

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Conforme as tabelas acima, foi elaborado um gráfico com o percentual de cada tipo de ruptura para os traços de chapisco estudados, e está ilustrado na Figura 5.2 abaixo.

Figura 5.2 – Gráfico dos tipos de ruptura obtidos por cada composição de chapisco.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Portanto, mesmo com os baixos valores de resistência de aderência a tração atingidos nos ensaios, para os dois tipos de chapisco utilizados no presente estudo nota-se que a maioria das rupturas obtidas no ensaio de arrancamento são do tipo coesivas, o que indica uma boa aderência entre a argamassa e o substrato.

Ainda assim, é notório que a quantidade de casos de ruptura adesiva foi maior no chapisco com areia de britagem, o que pode ser desfavorável para a aderência, mas não há validação entre a influência da areia de britagem com o tipo de ruptura do ensaio de resistência de aderência a tração.

5.3 ANÁLISE DA UMIDADE

A Tabela 5.6 apresenta os valores de umidade de 3 corpos de prova retirados do revestimento analisado no ensaio de resistência de aderência. O teor de umidade médio foi de 0,56% e possui baixa variação.

Tabela 5.6 - Umidade de 3 amostras retiradas nos ensaios de resistência de aderência realizados.

Nº	Massa do recipiente (g)	Massa da amostra úmida mais recipiente (g)	Massa da amostra seca (g)	Umidade (%)
1	15,075	65,219	49,856	0,58%
2	14,507	79,805	64,918	0,59%
3	14,111	40,743	26,496	0,51%

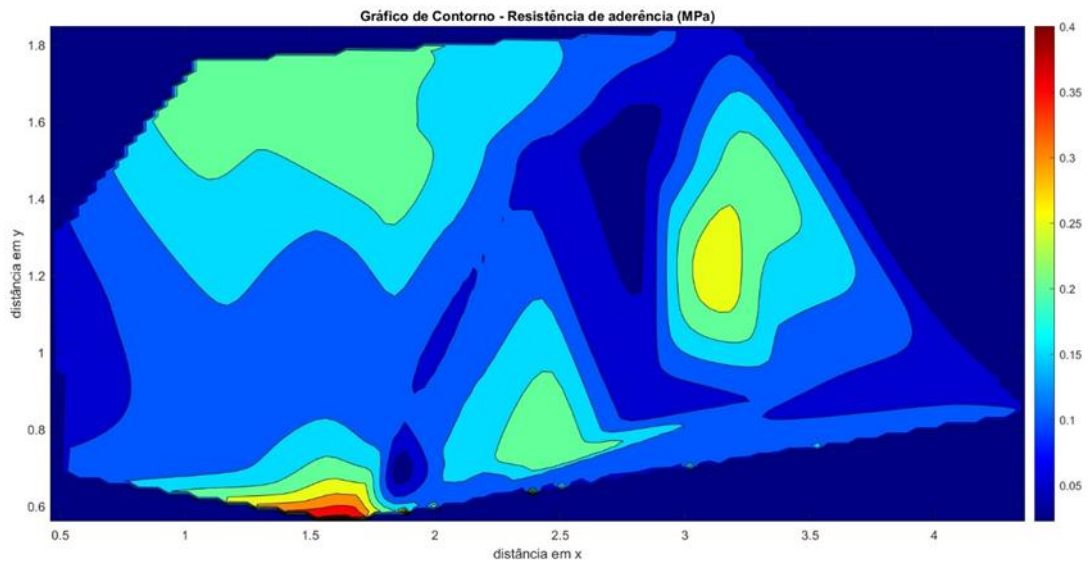
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

5.4 GRÁFICO DE CONTORNO

Por fim, para analisar a relação entre resistência de aderência e posição de arrancamento, foi desenvolvido um gráfico de contorno. No qual, a posição do corpo de prova em comprimento é expresso no eixo x e no eixo y a altura é indicada, e o valor da resistência de aderência é representado por uma escala de cor.

A Figura 5.3(a) apresenta o gráfico de contorno (*contour plot*) em relação aos eixos x e y, referente aos valores de resistência de aderência obtidos na área analisada. A localização exata dos pontos de arrancamento é mostrada na Figura 5.3(b) e a origem do sistema cartesiano adotado é o canto inferior esquerdo da parede estudada.

Figura 5.3 – Gráfico de contorno referente aos resultados de resistência de aderência à tração para a região analisada.



(a)



(b)

O gráfico de contorno foi construído a partir de dados tridimensionais (x,y,z) usando interpolação. Primeiro, foi criada uma grade regular X, Y com pontos uniformemente distribuídos entre os valores mínimos e máximos de x e y . Depois, os valores de z foram estimados nessa grade por meio de interpolação cúbica, gerando uma matriz Z que associa cada ponto da grade a um valor aproximado de z . O gráfico mostra linhas de contorno que conectam pontos com o mesmo valor de Z e preenche as áreas entre essas linhas com cores, baseadas em um mapa de cores definido. Para tratar regiões da grade onde não havia dados disponíveis, essas

áreas foram preenchidas com o menor valor presente nos dados originais de z , garantindo continuidade visual no gráfico e eliminando espaços em branco. Foi utilizado o software Matlab® e o código desenvolvido está descrito no Anexo A.

Ao analisar-se o gráfico de contorno obtido é possível concluir que, ao contrário do que observado por Casarek et al. (2011), não foi verificado uma influência constante da ergonomia do aplicador na aderência do revestimento estudado, pois a partir das alturas das rupturas não resultou em um padrão.

Além disso, tanto na região de chapisco convencional quanto na região de chapisco de britagem, observa-se valores de resistência de aderência variados, sem um padrão preciso indicado.

5.5 CONCLUSÃO GERAL

Diante do exposto no caso estudado, tanto o chapisco convencional quanto o chapisco com areia de britagem não atingiram o resultado mínimo de resistência de aderência a tração exigido pela NBR 13749 (2013), indicando que ambos necessitam de melhorias para desempenharem adequadamente suas funções no sistema de revestimento argamassado.

Apesar disso, observou-se que a utilização da areia de britagem não foi determinante para os resultados insatisfatórios, já que os desempenhos foram semelhantes ao do chapisco convencional, demonstrando a pouca influência desse material para a aplicação estudada.

Ademais, foi identificado um maior número de rupturas do tipo “adesiva” no chapisco. Esse aspecto ressalta a necessidade de estudos adicionais para avaliar se essas rupturas podem estar associadas ao uso da areia de britagem.

CAPÍTULO 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para próximas pesquisas sobre o tema fica como sugestão:

- Análise de custos e rendimento do chapisco com areia de britagem quando comparado ao chapisco com areia convencional;
- Comparação entre granulometria da areia e da areia de britagem e sua influência nas propriedades das argamassas;
- Realizar ensaios relativos ao estado fresco e endurecido das argamassas e correlacionar com os dados obtidos na resistência de aderência;
- Validação e análise do comportamento do chapisco com areia de britagem aplicado em outros substratos, argamassas e técnicas, e de forma controlada;
- Fazer estudo de traços de chapisco com areia de britagem;
- Avaliação de como a cura úmida pode influenciar numericamente na aderência;
- Realizar um estudo com enfoque nos tipos de ruptura e relacionar com traços de chapisco convencional e com areia de britagem.
- Comparar traços de chapisco com areia de britagem de diferentes composições rochosas ou granulometrias.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). - Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13281-1**: Argamassas inorgânicas-Requisitos e métodos de ensaios Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- _____. **ABNT NBR 13528**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- _____. **ABNT NBR 13528**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração - Parte 2: Aderência ao substrato. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- _____. **ABNT NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- _____. **ABNT NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas-Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- _____. **ABNT NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- _____. **ABNT NBR 9935**: Agregados - Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- BAUER, Elton. Sistemas de revestimento de argamassa – Generalidades. *In*: BAUER, Elton (Coor.). **Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades**. Brasília: Sinduscon-DF; LEM-UnB, 2005, v. 1, p. 14-25.
- BÉLAIR, N. Jr. **Contribution à la mise au point d'une procédure de caractérisation quantitative des surfaces en béton en vue de travaux de réfection**. Maîtrise en Génie Civil. Faculté des Sciences et Génies. Université Laval. Québec. Décembre, 2005.
- CARASEK, Helena. Argamassas. *In*: ISAIA, Geraldo Cechella. (Org). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2. ed. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2010. p 885–936.
- CARASEK, H.; CASCUDO, O.; DOS SANTOS, M. S. J.; LEMES, N. Avaliação em obra da resistência superficial de revestimentos de argamassa. **Revista ALCONPAT**, v. 1, n. 2, p. 115 - 134, 2011. Disponível em: <https://www.revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/10>. Acesso em: 08 dez. 2024.
- CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005. v. 1. Disponível em: http://www.habitare.org.br/publicacoes_recomendacao.aspx. Acesso em: 11 set. 2024.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento; Características, propriedades e métodos de ensaio (BT 68)**. 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.

COSTA, Eliane Betania Carvalho. **Investigação do método de ensaio de determinação da resistência de aderência de revestimentos de argamassa**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

COSTA, Fernanda Nepomuceno. **Processo de produção de revestimento de fachada de argamassa**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

DOS SANTOS, R. A. ; LIRA, B. B.; RIBEIRO, A. C. M. Argmassa com substituição de agregado natural por resíduo de britagem de granito. **HOLOS**, [S. l.], v. 5, p. 125–135, 2012. DOI: 10.15628/holos.2012.1119. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1119>. Acesso em: 11 set. 2024.

GUACELLI, Paulo Anélio Garcia. **Substituição da areia natural por areia de britagem de rochas basálticas para argamassas de revestimento**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de dados meteorológicos. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2024.

JUNIOR, Solano Alves Pereira. **Procedimento executivo de revestimento externo em argamassa**. – Dissertação (Especialização de Gestão de Tecnologia na Construção Civil). Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

KOTOVIEZY, L. A. M.; HAUARE, G. M. W. ; COSTA, E. B. C. ; COSTA, M. R. M. M. Influência da areia artificial na resistência de aderência de argamassas colantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 14., 2023, João Pessoa. **Anais [...]**. DOI: 10.46421/sbta.v14.2808. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbta/article/view/2808>. Acesso em: 11 set. 2024.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo: EPUSP/PCC, 1998.

MALAGONI, Marina Augusta; SCARTEZINI, Victor. **Análise dos resultados de resistência de aderência em revestimentos de argamassa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Microestrutura do concreto**. 3. ed. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2014. ISBN.:978-85-98576213. p. 751.

ROBINSON, G.C. Adhesion Mechanisms in Masonry. **The American Ceramic Society Bulletin**. v.75, n.2, February, 1996. p.81 – 86.

SCARTEZINI, L. M.; JUCÁ, T. R.; LINHARES, H.; TEIXEIRA, F.; ANTONELLI, G.; CASCUDO, O.; CARASEK, H. Influência do preparo da base na aderência e na permeabilidade à água dos revestimentos de argamassa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre: ANTAC, v. 2, n. 2, p. 85–92, 2002.

SILVA, G. B.; Souza, F. R.; Gomes, A. C. F. Caracterização tecnológica de resíduo de britagem e sua avaliação como areia artificial. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 28., 2019, Belo horizonte. **Anais [...]**. Disponível em <https://www.entmme2019.entmme.org/trabalhos/082.pdf>. Acesso em: 11 set. 2024.

SILVA, Narciso Gonçalves da. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária**. Dissertação (Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations: Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector. Nairobi, 2024. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/45095;jsessionid=84228DB55A82164F795D8F6CDD772A3E>. Acesso em: 11 set. 2024.

VAZ, F. H. B.; CARASEK, H. Resistência de aderência de revestimentos de argamassa - contribuição por meio de mapeamento e revisão sistemática de literatura para futuras pesquisas no tema. **Cerâmica**, v. 65, n. 374, p. 303-318, jun, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/TG5Tthbng3SW86DL6S7GkFm/?lang=pt>. Acesso em: 08 jan. 2025.

VILELA, Victor Hugo Caetano. **Estudo da utilização da areia de brita como parte do agregado miúdo para fabricação de argamassas estabilizadas de revestimento externo**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2018.

ANEXO A – CÓDIGO MATLAB PARA ELABORAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTORNO

A seguir apresenta-se o código utilizado no software Matlab® para gerar o gráfico de contorno referente aos resultados de resistência de aderência à tração estudados neste trabalho.

```
clear all;
% Dados
x = [0.53 1.22 1.55 1.63 1.85 1.87 2.08 2.23 2.50 2.83 3.43 4.36 3.19 1.60 2.14 3.09 2.37 0.46
2.82 3.25 1.81 1.05 2.56 2.78];
y = [0.68 0.72 0.87 0.56 0.59 0.85 0.72 0.64 0.73 0.87 0.88 0.84 1.85 1.22 1.55 1.20 1.47 1.29
1.56 1.49 1.45 1.76 1.73 1.82];
z = [0.124 0.141 0.132 0.440 0.199 0.106 0.165 0.127 0.238 0.070 0.100 0.107 0.069 0.133
0.170 0.274 0.091 0.086 0.032 0.222 0.224 0.234 0.142 0.118];
% Criação de uma grade regular
[X, Y] = meshgrid(linspace(min(x), max(x), 100), linspace(min(y), max(y), 100));
% Interpolação dos valores de z na grade
Z = griddata(x, y, z, X, Y, 'cubic');
% Preenchendo áreas em branco com o valor mínimo de Z
Z(isnan(Z)) = min(z); % Substitui NaN pelo menor valor dos dados originais
% Gráfico de contorno
figure;
% Remover espaços extras e configurar a figura
set(gcf, 'Units', 'normalized', 'OuterPosition', [0 0 1 1]);
% Configurar os eixos para ocupar espaço sem cortar rótulos
ax = gca;
ax.Position = [0.08 0.08 0.85 0.85]; % Margens ajustadas para espaço dos rótulos e barra de
cores
contour(X, Y, Z);
hold on;
contourf(X, Y, Z);
colorbar; % Adiciona uma barra de cores
title('Gráfico de Contorno - Resistência de aderência (MPa)');
xlabel('distância em x'); % Legenda do eixo x
```

```
ylabel('distância em y'); % Legenda do eixo y  
% Ajusta os limites dos eixos para cobrir toda a área  
axis([min(x) max(x) min(y) max(y)]);  
% Alterando o padrão de cores  
colormap('jet'); % Altera o colormap para 'jet'  
hold off;
```