

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PÓS – GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

DELZA COELHO SOBRAL DE AQUINO NOVAES

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE
REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADO EM PAREDE DE CONCRETO
MOLDADA IN LOCO COM DIFERENTES TIPOS DE TRATAMENTO DE BASE:
ESCOVA E LAVAGEM COM ÁGUA E DESBASTE MECÂNICO**

RECIFE

2023

DELZA COELHO SOBRAL DE AQUINO NOVAES

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE
REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADO EM PAREDE DE CONCRETO MOLDADA
IN LOCO COM DIFERENTES TIPOS DE TRATAMENTO DE BASE: ESCOVA E
LAVAGEM COM ÁGUA E DESBASTE MECÂNICO**

Dissertação apresentada como requisito final para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Materiais de Construção Civil, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Just da Costa e Silva

RECIFE

2023

N936a Novaes, Delza Coelho Sobral de Aquino

Análise da resistência de aderência à tração de revestimento cerâmico aplicado em parede de concreto moldada in loco com diferentes tipos de tratamento de base : escova e lavagem com água e desbaste mecânico / Delza Coelho Sobral de Aquino Novaes, 2023

88 f. : il.

Orientador: Ângelo Just da Costa e Silva

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Mestrado em Engenharia Civil, 2023.

1. Revestimento cerâmico. 2. Concreto pré-moldado. 3. Argamassa. I. Título.

CDU 691.4

Luciana Vidal - CRB 4/1338

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PÓS – GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Análise da resistência de aderência à tração de revestimento cerâmico aplicado em paredes de concreto moldada in loco com diferentes tipos de tratamento de base: escova e lavagem com água e desbaste mecânico.

Delza Coelho Sobral de Aquino Novaes

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADO (A) POR:



PROF^o. DR. ANGELO JUST DA COSTA E SILVA

Programa de Pós – Graduação em Engenharia Civil – UNICAP
(Orientador)



PROF^a. DR^a. ELIANA CRISTINA BARRETO MONTEIRO

Programa de Pós – Graduação em Engenharia Civil – UNICAP
(Examinadora Interna)



PROF^o. DR. JOÃO MANOEL DE FREITAS MOTA

Instituto Federal de Pernambuco – IFPE
(Examinador Externo)

RECIFE, 2023

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento é a Deus, pois me concedeu o dom da vida, o dom da sabedoria, da coragem para seguir todos os dias em busca de mais esta conquista. Gratidão a Ti Senhor por todos os meus passos!

Um agradecimento todo especial ao meu esposo, Ivanildo Junior, pois sonhou junto comigo e do início ao fim foi quem me proporcionou a oportunidade de fazer o mestrado e a graça de voltar a Unicap, instituição que aprendi a amar desde o primeiro dia da graduação em engenharia civil. Obrigada por acreditar sempre em mim, por lutar diariamente onde quer que estivesse para que este sonho se realizasse.

Dedido este meu sonho se realizando à luz dos meus dias, a razão da minha vida, a você Aurora, minha filha. Obrigada por sempre entender só com o olhar e ser minha companheira diária e de todas as horas. Você mesmo tão pequena já é capaz de perceber o quanto tudo isso é para você, por você!

Um agradecimento muito muito especial à minha mãezinha, que sempre abriu mão de tudo por mim, sempre acreditou e confiou que eu era capaz. Mesmo de longe, lá no nosso sertão, está presente em todos os momentos da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, prof. Dr. Ângelo Just por ter aceitado o meu pedido desde do início na orientação deste trabalho acadêmico. Obrigada pela atenção, dedicação e interesse em orientar mais um trabalho científico.

Um obrigado todo especial ao meu colega e amigo Manoelito Wagner pela parceria, conversas e estudos desde a primeira semana de aulas do nosso curso. Obrigada por tudo que aprendi com você e gratidão eterna pela disponibilidade de estar presente em todos os momentos do desenvolvimento da minha dissertação.

Aos doutores do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Unicap, professores Drs. Joaquim Teodoro, Fernando Artur e a professora Eliana Barreto, gostaria de agradecer mais uma vez a vocês por todo conhecimento adquirido, dedicação e atenção. Ser professor é ajudar a escrever a história do futuro (Autor desconhecido).

Agradeço aos colegas que disponibilizaram o local e equipamentos para a realização dos ensaios experimentais, agradeço o apoio dos colegas acadêmicos e a oportunidade de conhecer grandes profissionais durante esta nossa jornada.

Obrigada a todos os meus amigos que estiveram direta ou indiretamente nesta jornada me dando coragem, incentivos e carinho! Gratidão a todos!

NOVAES, D. C. S. A Análise da resistência de aderência à tração de revestimento cerâmico, aplicado em parede de concreto moldada in loco, com diferentes tipos de tratamento de base: escova e lavagem com água e desbaste mecânico. 2022. Recife: UNICAP. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2023.

RESUMO

O Brasil por ocupar um espaço de destaque no cenário mundial de consumo e de produção dos revestimentos cerâmicos gera-se a importância de avaliar a qualidade e o desempenho das argamassas comerciais utilizadas no processo. O objetivo deste trabalho foi verificar qual argamassa apresentou maior resistência de aderência à tração do revestimento cerâmico aplicado em parede de concreto moldada in loco com um determinado tipo de fabricante de argamassa colante utilizando os três tipos AC-I, AC-II e AC-III. Este trabalho é um estudo de caso e foi realizado em uma obra de construção civil utilizando uma parede de concreto moldada in loco não lavada, lavada com água e utilizada o desbaste mecânico. Essa parede foi dividida em três partes e em cada parte assentadas 72 cerâmicas, totalizando 216 unidades de cerâmica 10cm x 10cm assentadas nesta parede e cada parte foi utilizada os três tipos de argamassa. Este estudo terá importância na escolha de uma melhor argamassa na hora do assentamento cerâmico neste tipo de substrato, pois pode-se determinar através do ensaio de arrancamento os valores de resistência à tração (NBR 13754:2016). Verificou-se que as três argamassas não atenderam à norma no que se refere as paredes sem tratamento, com tratamento utilizando escova de aço e lavagem com água. As argamassa dos tipos AC-II e AC-III utilizadas no experimento atenderam a norma NBR 13749 (2013) para a parede de concreto com tratamento de desbaste mecânico. Toda essa observação terá importância durante o processo executivo, pois auxiliará na melhor escolha do tipo de tratamento aplicado no substrato antes da aplicação do revestimento cerâmico.

PALAVRAS-CHAVE: Revestimento cerâmico, argamassa colante, parede de concreto, NBR 13754:1996 .

NOVAES, D. C. S.A. Análise da resistência de aderência à tração de revestimento cerâmico, aplicado em parede concreto moldada in loco, com diferentes tipos de argamassas industrializadas. 2022. Recife: UNICAP. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2023.

ABSTRACT

As Brazil occupies a prominent place in the world scenario of consumption and production of ceramic tiles, it is important to evaluate the quality and performance of the commercial mortars used in the process. The objective of this work was to verify which mortar presented the highest tensile adhesion resistance of the ceramic coating applied to a concrete wall cast in situ with a specific type of adhesive mortar manufacturer using the three types AC-I, AC-II and AC-III . This work is a case study and was carried out on a construction site using an unwashed cast-in-place concrete wall, washed with water and using mechanical grinding. This wall was divided into three parts and 72 ceramics were placed in each part, totaling 216 units of 10cm x 10cm ceramics placed on this wall and each part was used with three types of mortar. This study will be important when choosing the best mortar when laying ceramics on this type of substrate, as the tensile strength values can be determined through the pull-out test (NBR 13754:2016). It was found that the three mortars did not meet the standard regarding untreated walls, with treatment using a steel brush and washing with water. The AC-II and AC-III types of mortar used in the experiment met the NBR 13749 (2013) standard for concrete walls with mechanical grinding treatment. All this observation will be important during the executive process, as it will help in the best choice of the type of treatment applied to the substrate before applying the ceramic coating.

KEYWORDS: Ceramic coating, adhesive mortar, concrete wall, NBR 13754:1996.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E NOMENCLATURAS

ABCP- Associação Brasileira do Cimento Portland

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC- Argamassa Colante

ACI - Argamassa Colante Tipo I

ACII- Argamassa Colante Tipo II

ACIII - Argamassa Colante Tipo III

ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento

CP-Corpo de Prova

CV - Coeficiente de Variação

DP- Desvio Padrão

FCK- Freature Compression Know (Resistência característica do concreto à compressão)

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

LETMACC - Laboratório de Ensaios Tecnológicos de Materiais da Construção Civil

MA -Média Aritmética

MPa - Mega Pascal

NBR - Norma Brasileira Registrada

PEI - Porcelain Enamel Institut

SENAI - Serviço Nacional da Indústria

Ra- Resistência à aderência a tração

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Logomarca do Programa Minha Casa Minha Vida.....	19
Figura 02 – Estrutura de parede de concreto moldado in loco.....	20
Figura 03 – Canteiro de obra em construção.....	20
Figura 04 – Laje concretada à espera das instalações elétricas	21
Figura 05 – Empreendimento pronto do Programa Minha Casa Minha Vida.....	21
Figura 06 – Fôrma metálica com escoramento.....	23
Figura 07 – Fôrma metálica.....	23
Figura 08 – Montagem das tubulações.....	24
Figura 09 –Passagem das tubulações elétricas à espera da concretagem das paredes.....	25
Figura 10 – Gabarito de marcação para a fundação em radier.....	26
Figura 11 – Fundação em radier.....	26
Figura 12 –Fundação tipo radier	27
Figura 13 – Fundação tipo radier.....	27
Figura 14 –Espaçadores fixados na fundação radier.....	28
Figura 15 – Montagem das tubulações.....	29
Figura 16 – Montagem de armações e tubulações.....	29
Figura 17 –Fixação das tubulações.....	30
Figura 18 –Fôrma metálica.....	31
Figura 19 – Tipo de fôrma de madeira serrada.....	31
Figura 20 – Fôrma mista.....	32
Figura 21 – Fôrma plástica.....	32
Figura 22 – Sistema de escoramento metálico.....	34
Figura 23 –Sistema de escoramento metálico.....	34
Figura 24 – Travamento horizontal de fôrma.....	35
Figura 25– Concreto autoadensável.....	37
Figura 26 – Revestimento cerâmico em paredes e pisos para decoração.....	39
Figura 27 – Partes constituintes do revestimento cerâmico aderido.....	43
Figura 28 – Lixamento mecânico em parede de concreto.....	45
Figura 29 – Escova de cerdas de aço.....	45

Figura 30 – Jogo de escovas de aço mecânica.....	45
Figura 31 – Propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido.....	49
Figura 32 – Representação esquemática do mecanismo de aderência entre argamassa de cimento e de cimento e cal e os blocos cerâmicos.....	52
Figura 33 – Característica da cerâmica utilizada.....	55
Figura 34 – Especificações do fabricante da cerâmica utilizada.....	56
Figura 35 – Cerâmica 10cmx10cm utilizada.....	56
Figura 36– Esquema da parede de concreto mostrando o quantitativo das cerâmicas	57
Figura 37 –Esquema mostrando a distribuição das cerâmicas ao longo da parede	57
Figura 38 –Início do assentamento das placas cerâmicas com argamassa tipo ACI.....	58
Figura 39 – Placas cerâmicas assentadas com argamassa tipo AC I	58
Figura 40 – Placas cerâmicas assentadas com argamassa tipo AC II.....	59
Figura 41 – Placas cerâmicas assentadas na parede de concreto moldada in loco.....	59
Figura 42 – Argamassa VitalMassa tipo AC I e suas características de fabricante.....	60
Figura 43 – Argamassa VitalMassa tipo AC II e suas características de fabricante.....	61
Figura 44 – Argamassa VitalMassa tipo AC III e suas características do fabricante....	61
Figura 45 – Esquema de divisão da parede de concreto e seus respectivos tratamentos superficiais.....	65
Figura 46 – Escova utilizada no tratamento.....	65
Figura 47 – Exemplo de lixadeira mecânica utilizada no tratamento superficial.....	66
Figura 48 – Parede de concreto sendo desbastada.....	66
Figura 49 – Dinamômetro utilizado durante o ensaio de arrancamento.....	68
Figura 50 – Momento da aplicação das pastilhas metálicas.....	68
Figura 51 – Pastilhas metálicas acopladas às cerâmicas.....	69
Figura 52 – Dinamômetro acoplado registrando os valores de resistência de aderência.....	71
Figura 53 – Cerâmicas arrancadas após aferição com o dinamômetro.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Requisitos de ensaios normativos.....	31
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Porcentagem de absorção de água nos revestimentos.....	40
Tabela 02 – Revestimentos à abrasão- PEI.....	41
Tabela 03 – Composição das argamassas colantes.....	48
Tabela 04 –Limite de resistência de aderência à tração (ABNT,1996).....	53
Tabela 05 – Resultados do tempo em aberto	62
Tabela 06 – Resultado da resistência à tração com cura normal.....	63
Tabela 07–Resultados de resistência à tração com imersão em água.....	64
Tabela 08–Resultados das argamassas colantes analisadas em laboratório.....	73
Tabela09–Resultado dos ensaios para parede de concreto sem tratamento.....	74
Tabela10–Resultado dos ensaios para parede de concreto com escova de aço lavagem com água.....	76
Tabela11-Resultado dos ensaios para parede de concreto com desbaste mecânico.....	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Resultado do ensaio em laboratório das argamassas colantes (não aprovadas).....	74
Gráfico02 – Resultado dos ensaios de resistência à tração (Ra) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto sem tratamento.....	75
Gráfico03 – Resultado dos ensaios de resistência à tração (Ra) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto com escova de aço e lavagem com água.....	78
Gráfico 04 – Resultado dos ensaios de resistência à tração (Ra) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto com desgaste mecânico.....	80
Gráfico 05 – Resultados de aderência quanto ao tratamento da base.....	81
Gráfico 06 – Valores de aderência quanto ao tipo de argamassa.....	82

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 – INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TEMA.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	17

CAPÍTULO 02 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO....	18
2.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS PAREDES DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO.....	22
2.2.1 Fundação.....	25
2.2.2 Armação e fôrma.....	28
2.2.3 Escoramento.....	33
2.2.4 Concreto.....	35
2.2.5 Vantagens e desvantagens do sistema construtivo paredes de concreto moldada in loco.....	37
2.3 REVESTIMENTOS CERÂMICOS APLICADOS NA PAREDE DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO.....	38
2.3.1 Funções dos revestimentos cerâmicos.....	39
2.3.2 Propriedades das placas cerâmicas.....	40
2.3.2.1 Absorção de água.....	40
2.3.2.2 Resistência a abrasão superficial.....	41
2.3.2.3 Resistência ao ataque químico.....	41
2.2.4 Concreto.....	42
2.3.3 Constituintes do revestimento cerâmico.....	42
2.4 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL NA ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADO NA PAREDE DE CONCRETO	43

2.4.1 Tipos de tratamentos superficiais.....	44
2.5 ARGAMASSA.....	46
2.5.1 Propriedades importantes presentes nas argamassas.....	49
2.5.1.1 Argamassa no estado fresco.....	49
2.5.1.2 Massa específica e teor de ar.....	49
2.5.1.3 Trabalhabilidade.....	50
2.5.1.4 Retenção de água	50
2.5.1.5 Aderência inicial.....	50
2.5.1.6 Retração na secagem.....	51
2.5.2 Argamassa no estado endurecido.....	51
2.5.2.1 Aderência.....	51
2.5.2.2 Resistência à compressão.....	52
2.5.2.3 Resistência de aderência à tração.....	53

CAPÍTULO 03 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS.....	55
3.1.1 Placas cerâmicas para revestimento.....	55
3.1.2 Argamassa colante industrializada.....	59
3.2 METODOLOGIA.....	62
3.2.1 Ensaio de caracterização das argamassas colantes.....	62
3.2.2 Tratamentos superficiais realizados na parede de concreto moldada in loco.....	64
3.2.2.1 Escovação manual com escova de aço.....	65
3.2.2.2 Desbaste mecânico.....	66
3.2.3 Ensaio de arrancamento de placas cerâmicas.....	67

CAPÍTULO 04 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS DAS ARGAMASSAS COLANTES ANALISADAS EM LABORATÓRIO (NÃO APROVADAS).....	73
4.2 RESULTADOS PARA PAREDE SEM TRATAMENTO.....	73
4.3 RESULTADOS PARA PAREDE COM TRATAMENTO DE ESCOVA DE AÇO E LAVAGEM COM ÁGUA.....	76
4.4 RESULTADOS PARA PAREDE COM TRATAMENTO DE DESBASTE MECÂNICO.....	78

CAPÍTULO 05 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	83
REFERÊNCIAS.....	84

CAPÍTULO 01

1.INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TEMA

O Brasil tem um espaço de destaque no cenário mundial como um dos maiores consumidores de material cerâmico para revestimentos e em decorrência disso o mercado brasileiro de argamassas colantes vem se destacando em relação ao consumo e a produção pela própria indústria cerâmica para revestimento, pela indústria cimenteira, e por grupos internacionais ligados à produção de argamassa industrializada. Isso passa a gerar o interesse por parte das indústrias em desenvolver cada vez mais inovações tecnológica, principalmente nos dois maiores polos consumidores de cerâmica para revestimento, as regiões sudeste e nordeste do país, e produtos de qualidade que minimizem as patologias no decorrer da execução e dessa maneira traga durabilidade às obras (ANFACER, 2002).

Silva (2003) fala que existe um consumo médio de argamassa colante de 5 kg/m² no assentamento de cerâmica para revestimento, e no ano de 2001, o Brasil teria tido uma produção de 2.100.000 toneladas de argamassa colante, gerando um faturamento de R\$460 milhões.

Exatamente pelo fato da grande importância do consumo e da produção de argamassa no setor econômico do Brasil, é necessário buscar a qualidade com que as mesmas são comercializadas. A má qualidade das argamassas comercializadas no mercado, o modo de aplicação e de execução vem contribuindo para um grave problema de falta de aderência da argamassa colante entre o revestimento e o substrato. O tipo de argamassa colante escolhida, a maneira de aplicação do revestimento e a execução do tratamento superficial do substrato são fatores que contribuem para a falta de aderência do revestimento.

E neste ponto que busca-se a melhoria da qualidade das construções com materiais que estão em conformidade com as normas técnicas. A Associação Brasileira de Normas (ABNT), específicas para construção civil, especifica quais são as diretrizes a serem executadas para a fabricação das argamassas e todos os outros materiais que irão participar da construção, com o objetivo de garantir e validar a qualidade da produção das argamassas colantes. No estudo presente será citada a

norma NBR 13754:1996 que especifica quais são os valores para a resistência de aderência à tração adequada para as argamassas colantes.

Atrelado a esse número alto na produção de argamassa e de sua utilização, muitas vezes sem a preocupação com a poluição do meio ambiente no seu descarte de resíduos, surge também a necessidade de buscar outras formas de utilização do sistema construtivo. Na construção civil vem adotando-se a prática da construção das paredes de concreto moldada in loco. O termo in loco é de origem do latim e tem como significado “no próprio local”. Este é um sistema construtivo racionalizado viabilizando a execução de obras mais eficientes, com um custo baixo e alto desempenho estrutural.

Foi na década de 1970 que o Brasil passou a utilizar esta técnica com o incentivo do governo federal, visando a rápida entrega dos empreendimentos. Após alguns anos, este tipo de sistema construtivo teve uma ligeira baixa, sendo retomado posteriormente por meio do programa “Minha Casa, Minha Vida”, em 2009.

E foi pensando exatamente nesta grande utilização deste sistema construtivo no país que, o presente trabalho foi ensaiado aplicando um revestimento cerâmico interno em uma parede de concreto moldada in loco em uma obra de construção civil, situada na cidade de São Lourenço da Mata-PE tentando buscar qual a melhor resistência de aderência à tração de revestimento cerâmico em parede de concreto com diferentes tipos de tratamento da base, para poder proporcionar ao ramo da construção civil a melhor escolha de base de aderência na tentativa de evitar manifestações patológicas, pois as mesmas irão gerar transtornos como custo, atraso e perda de credibilidade das construtoras.

Observando esta questão de falta de aderência que o presente trabalho focou em ensaiar o revestimento cerâmico aplicado com argamassa colante em dois tipos de substrato, tratado apenas com escova de aço e jato de água e o outro utilizando o desbaste mecânico. O grau de porosidade do substrato contribui na aderência do revestimento, pois é através de ancoragem da argamassa que ocorre a migração da paste de aglomerante para dentro dos poros do concreto.

A ausência de aderência dos revestimentos de argamassa pode gerar danos econômicos e algumas vezes implicações diretas ao ser humano. Uma reportagem do site G1 PE de 22 de agosto de 2022 relata a seguinte manchete: “Duas mulheres ficam feridas após queda de placas de revestimento de fachada de empresa no Recife.” Diante disso é de extrema importância a busca pela qualidade dos

materiais, das argamassas em especial, da sua interação com o substrato, quais os fatores que influenciam essa melhor aderência, obedecendo regras e normas do projeto para com isso evitar esses tipos de episódios que culminam com prejuízos físicos, econômicos e sociais. Estes tipos de acidentes podem ser considerados como uma das patologias envolvidas com a qualidade e a durabilidade dos revestimentos.

Carasek et al.(2014) em determinado momento comenta que essa aderência argamassa/substrato está vinculada com muitos fatores, entre eles a qualidade do processo executivo do revestimento, as características das argamassas e do próprio substrato, os aspectos climáticos durante o processo de execução e como este revestimento irá se comportar ao longo de sua vida útil.

Segundo Uchôa (2015) no Brasil tem-se poucos estudos sobre a durabilidade dos revestimentos cerâmicos e principalmente sobre os externos perante a ação mecânica originada pelo agente térmico. Ocorrendo a variação de temperatura, todas as camadas do revestimento irão sofrer alguma variação também, podendo causar o aparecimento de patologias tais como, trincas e fissuras nas fachadas, ou até mesmo o deslocamento do revestimento em decorrência de perda de aderência do sistema.

Teve-se também o cuidado durante o estudo deste trabalho de se fazer um relatório de ensaio da caracterização das argamassas utilizadas no trabalho. Este relatório foi feito pelo Laboratório de Ensaios Tecnológicos de Materiais da Construção Civil (LETMACC) do Senai PE.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar como a resistência de aderência à tração de revestimento cerâmico irá se comportar quando aplicado em parede de concreto moldado in loco com dois tipos diferentes de tratamento de substrato, utilizando um determinado fabricante de argamassa industrializada.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Analisar os resultados obtidos e verificar se os mesmos atendem às recomendações mínimas de resistência de aderência indicadas pela NBR 14081-1 (ABNT, 2012);
- ❖ Analisar o modo de rupturas das amostras de argamassa no ensaio de resistência de aderência à tração;
- ❖ Avaliar qual conjunto substrato / argamassa colante proporcionou melhores resultados de aderência, com base nos resultados de força de ruptura e modo de ruptura característico.
- ❖ Identificar o tipo de argamassa colante AC I, AC II ou AC III que melhor foi aderida a determinado substrato.
- ❖ Mostrar a importância da ancoragem entre revestimento cerâmico e o substrato escolhido

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi organizada em 5 capítulos descritos da seguinte maneira:

O primeiro capítulo foi abordado a relevância do tema, sua justificativa e o objetivo da pesquisa.

O capítulo 2 foi realizado uma revisão bibliográfica sobre paredes de concreto moldada in loco, sua importância e características, um estudo sobre aderência e suas características, uma abordagem das características dos revestimentos, argamassas e suas funções.

O capítulo 3 apresentam - se os materiais e os métodos que foram utilizados na pesquisa.

O capítulo 4 uma análise de como foram os resultados do ensaio de resistência e discussões.

O capítulo 5 as considerações finais, sugestões para trabalhos futuros e as referências utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

CAPÍTULO 02

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

A terminologia in loco é originária do latim e tem como significado “no próprio local”. Essas paredes de concreto são feitas no local da construção e trata-se de um sistema construtivo bastante racionalizado e muito utilizado nos dias de hoje. As vantagens em relação ao sistema convencional deste sistema de produção in loco são para evitar um duplo trabalho, racionalização do tempo de obra, velocidade na construção, redução de perdas e gastos gerando economia e estrutura de boa qualidade, redução de resíduos já no início da fundação, pois esta etapa é feita com fôrma pre-moldada, enquanto o sistema convencional utiliza madeira para fazer as formas (MORES,2013). Outra importância pela construção civil é a busca pela industrialização dos processos e melhoria no controle, na tentativa de identificar as falhas, diminuindo custos e tempo e a oportunidade de oferecer um produto de melhor qualidade. O sistema construtivo torna-se mais eficaz, com baixo custo e alto desempenho estrutural. Foi nessa tentativa de atender a todos estes requisitos que surgiu o sistema construtivo de concreto moldado in loco (SANTOS, 2013).

Segundo Mores (2013), a velocidade de produção do sistema produtivo de concreto moldado in loco é de quatro blocos por mês, ou seja, um total de 64 apartamentos erguidos, sem contar o acabamento. A velocidade na execução ser de até 50% maior em relação ao sistema convencional, ganha-se também um grande bônus no quesito de qualidade com conforto térmico e acústico, manutenção do empreendimento se torna mais acessível, pois não será necessário danificar paredes para eventuais averiguações nas tubulações.

A estrutura deste sistema é monolítica tornando-se muito resistente em decorrência das paredes formarem um só elemento estrutural, gerando tensões que serão distribuídas e absorvidas de maneira sistêmica, não exigindo vigas ou pilares. É um sistema que consiste na moldagem das paredes e lajes maciças e as paredes são executadas sem necessidade de serem rebocadas no final e prontas para o

receber o revestimento. Este sistema construtivo de paredes de concreto, a vedação e a estrutura serão compostas por um único elemento. As paredes serão montadas “in loco”, e embutidas as instalações elétricas, hidráulicas e as esquadrias. Este sistema foi idealizado por experiências consagradas e bem-sucedidas de construções industrializadas em concreto celular (sistema Gethal) e concreto convencional (sistema Outinord, mundialmente conhecidos nas décadas de 70 e 80. (DOCPLAYER,2023).

Na década de 1970 foi que este sistema construtivo ganhou importância e passou a ser prioridade para o governo federal do Brasil, pois seria este sistema que iria atender a grande urgência na entrega dos empreendimentos incentivados pelo governo brasileiro. Após alguns anos o sistema teve uma queda na procura e em 2009 foi retomado com força por meio do programa “Minha Casa, Minha Vida”. A figura abaixo mostra a logomarca do programa defendido pelo governo brasileiro na época.

Figura 01- Logomarca do Programa Minha Casa Minha Vida



Fonte: Site Feirão da Caixa 2016

Estas habitações sociais irão exigir construções de rápida execução e segurança devendo atender todos os requisitos e critérios para edificações habitacionais em conformidade com a Norma de Desempenho, NBR15.575 (2021).

Segundo informações da Caixa Econômica Federal, este sistema construtivo esteve presente em 36% das unidades produzidas em 2014 e, no segundo semestre de 2015 o percentual aumentou para 52%.

As figuras 2,3,4 e 5 representam a sequência, em parte, deste sistema construtivo parede de concreto moldada in loco.

Figura 02: Estrutura de Paredes de Concreto Moldada in Loco



Fonte: Autora

Figura 03: Canteiro de Obra em Construção



Fonte: Autora

Figura 04: Laje Concretada a espera das instalações elétricas



Fonte:Autora

Figura 05- Empreendimento pronto do Programa Minha Casa Minha Vida



Fonte:Autora

2.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS PAREDE DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

No sistema tradicional de construção é necessário o controle total da argamassa de assentamento dos blocos, a dosagem precisa do cimento, areia, cal e água. Depois todo o cuidado com o assentamento dos blocos cerâmicos, mão de obra e o enorme desperdício que isso irá gerar. Outro ponto a se preocupar durante todo o processo construtivo é a questão do chapisco, o emboço, o reboco, todas as peças estruturais, o pilar, as vigas, e as todas lajes, todas as instalações elétricas, hidráulicas e, um ponto marcante e preocupante, toda a logística de armazenamento de materiais e organização do canteiro.

Neste sistema de paredes de concreto moldada in loco as quantidades de materiais a serem controlados serão diminuídos drasticamente, pois neste sistema construtivo só há praticamente a montagem e desmontagem das fôrmas, como mostram as figuras 6 e 7, a armadura, as instalações e a concretagem. Isso passa a ter importância na geração do aumento do controle (maior controle da qualidade decorrente da industrialização de processos), excelência na qualidade que será entregue ao cliente e maior garantia do cumprimento de prazos em comparação aos sistemas construtivos mais convencionais (AECweb,2023).

Esse sistema construtivo tem a capacidade de diminuir atividades artesanais e improvisações encontradas no sistema convencional, contribuindo para uma redução no número de funcionários no canteiro de obra. Lembrando que a mão de obra empregada requer treinamento específico para executar o sistema.

Segundo Nakamura (2019), o sistema construtivo de paredes de concreto moldado in loco só irá apresentar este desempenho se, todos os requisitos de qualidade forem obedecidos, tais como:

- Selo de qualidade dos materiais envolvidos;
- Mão de obra qualificada para uma boa execução;
- Controle tecnológico do concreto;

Figura 06: Fôrma metálica com escoramento



Fonte:Autora

Figura 07:Fôrma metálica



Fonte:Autora

De acordo com a NBR 16055:2012 (Norma Regulamentadora- Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações- Requisitos e Procedimentos), tais paredes são definidas como elementos estruturais autoportantes, moldados in loco, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e com característica de suportar carga no mesmo plano da parede.

A norma vem dando suporte aos construtores e empreendedores, oferecendo o benefício deste sistema construtivo ser utilizado nos programas do governo federal, como o programa Minha Casa, Minha Vida (WENDLER, 2012).

A etapa anterior a concretagem deve ser toda a montagem das tubulações elétricas e hidráulicas da construção, conforme mostram as figuras 8 e 9. O concreto utilizado é usinado e deve ter a resistência apropriada para o empreendimento e maleabilidade adequada.(TECNOSIL,2023).

Após toda a concretagem, o conjunto dos elementos finais será uma estrutura continua capaz de distribuir por igual todos os esforços sobre toda a área de solicitação, formando uma estrutura de concreto armado monolítica (GOES, 2013).

Figura 08: Montagem das tubulações



Fonte:Autora

Figura 09: Passagem das tubulações elétricas a espera da concretagem das paredes



Fonte:Autora

2.2.1 Fundação

As figuras 10 e 11 mostram a marcação e o nivelamento que devem ser rigorosos para não interferirem na execução das etapas posteriores. Todas as tubulações hidráulicas e elétricas são posicionadas em conformidade com o gabarito especificado em projeto.

De acordo com Misurelli e Massuda (2009), a melhor fundação será escolhida a depender do solo, do clima e da geografia do terreno, levando sempre em consideração a segurança, estabilidade e durabilidade do empreendimento, porém a mais utilizada é a fundação em radier (figuras 12 e 13).

Figura 10-Gabarito de marcação para a fundação em radier



Fonte:Autora

Figura 11- Fundação em radier



Fonte:Autora

Figura 12-Fundação tipo radier



Fonte: Autora

Figura 13: Fundação tipo radier



Fonte: Autora

2.2.2 Armação e Fôrma

Este sistema irá obedecer aos critérios básicos na hora da execução das armações: as paredes terão que resistir aos esforços de flexo-torção, o concreto terá que ser controlado a sua retração e as todas as tubulações terão que estar estruturadas e fixas, conforme mostra a sequencia de fotos a seguir. O projetista irá especificar a necessidade do uso de telas e seu posicionamento, a utilização ou não de barras, como cinta, vergas e controvergas (TECNOSIL).

A figura 13 mostra um tipo de espaçador já fixado na fundação em radier e que tem a finalidade de fazer o travamento da fôrma para ela não correr nem para um lado e nem para um outro. A partir daí as armações são colocadas com as tubulações e posteriormente as fôrmas.

Figura 14-Espaçadores fixados na fundação radier



Fonte: Autora

Figura 15- Montagem das tubulações



Fonte: Autora

Figura 16: Montagem de armações e tubulações



Fonte: Autora

Figura 17: Fixação das tubulações



Fonte:Autora

De acordo com Misurelli e Massuda (2009), no sistema construtivo de parede de concreto moldada in loco, as fôrmas têm um papel provisório e seu objetivo de receber o concreto no seu estado fresco e assim dar forma a ele e, de resistir as pressões durante o lançamento e após o processo de desfôrma. Sendo assim, devem ser projetadas para adquirir resistência quando submetidas ao processo executivo, de modo que o concreto possa atingir suas características estruturais até o momento da remoção do escoramento (AUZIER,GALVÃO,2020).

De acordo com a Comunidade da Construção (2012), todas as características do projeto de fôrmas é de extrema importância, podendo ser variados de acordo com o tipo, material e tamanho e, os tipos de fôrmas são as seguintes:

- Fôrmas metálicas: são aplicados quadros de metal para o escoramento e chapas metálicas para o acabamento final das paredes, possuem longa vida útil, apresentam apenas uma menor manutenção, porém apresenta como desvantagem o seu valor no mercado e ela possui menor flexibilidade;
- Fôrmas de madeira e metal: o compensado de madeira é utilizado para o fechamento e, as placas metálicas serão a estrutura das fôrmas;
- Fôrmas plásticas: utiliza-se plástico reciclado na parte do travamento e na contenção do concreto.

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2007), a utilização das fôrmas metálicas oferece mais vantagens, pois elas são reaproveitadas, podendo ser reaproveitadas aproximadamente 100 vezes, e isso se deve as características dos materiais que as compõem: o alumínio por ser mais leve e resistente. Seguem abaixo modelos de fôrmas nas figuras 18,19, 20 e 21.

Figura 18: Fôrma metálica



Fonte: Entendantes, o mundo das construções

Figura 19: Tipo de fôrma de madeira serrada



Fonte: Entendantes, o mundo das construções

Figura 20: Fôrma mista



Fonte: Nakamura (2019)

Figura 21: Fôrma plástica



Fonte: Portal Virthab

A NBR 16055:2012 detalha que, independente da tipologia das fôrmas se, metálicas, metálicas e compensado ou até mesmo material sintético, plástico, todas se tratando da moldagem da estrutura, têm que ser fabricadas para o uso exclusivo de cada empreendimento.

De acordo com Comunidade da Construção (2012, D), as paredes de concreto, podem ser moldadas in loco, necessitando de fôrmas que podem ser de vários tipos, tamanhos e materiais diferentes, podem ser feitas de material metálico, metálico

juntamente com compensado (misto) e plástico. A escolha da tipologia adequada, o desenvolvimento e o detalhamento do projeto de fôrmas são de extrema importância para a viabilidade do sistema parede de concreto e a garantia da qualidade do produto.

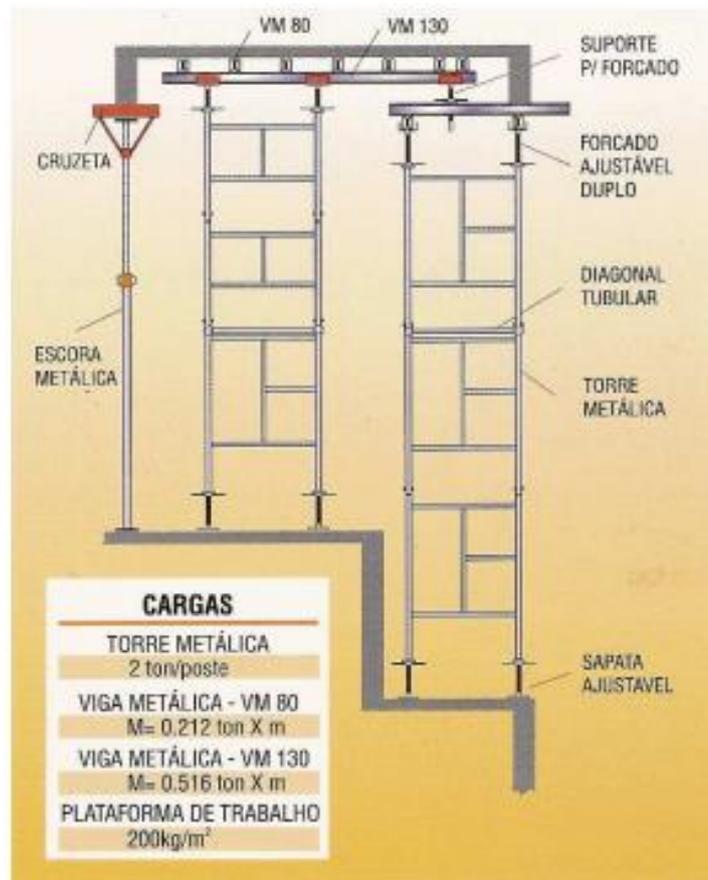
É necessário lembrar que o uso e conservação das fôrmas está ligada ao uso de desmoldantes específico para cada tipo de fôrma. Os desmoldantes são produtos que irão facilitar o processo de desfôrma do concreto e, são eles que, proporcionam o reaproveitamento das fôrmas e um “acabamento final” ao concreto (WEBENGENHARMAIS, 2016).

2.2.3 ESCORAMENTO

O projeto de escoramento é um item indispensável durante a construção possibilitando assim estabilidade e segurança durante todo o processo executivo. De acordo com Salvador (2013), escoramento é um sistema provisório que tem como finalidade suportar as cargas da estrutura permanente ou não permanente, por meio de pontaletes metálicos, presentes no instante da concretagem de um pavimento de concreto armado, em função de apoiar todo o sistema de fôrmas.

A construção civil enfrenta muitos problemas e estes vão desde a questão do desperdício, mão de obra não qualificada, falta de otimização de projetos, a falta na qualidade dos materiais. Sendo assim, o interesse por um escoramento bem projetado com escolhas adequadas dos equipamentos, irá possibilitar menos desperdício, obra mais limpa e organizada, racionalização e agilidade executiva. As figuras 22, 23 e 24 mostram exemplos de sistema de escoramento metálico e exemplo de travamento horizontal de fôrma metálica respectivamente.

Figura 22- Sistema de escoramento metálico



Fonte: Catálogo de escoramento Mekan

Figura 23 - Sistema de escoramento metálico



Fonte: Autora

Figura 24- Travamento horizontal de fôrma



Fonte: Autora

Quando se inicia a processo de cura do concreto, momento onde as peças atingem o seu momento autoportante, e até o concreto atingir a resistência de projeto, costuma-se utilizar o sistema de reescoramento.

De acordo com Guilherm (2004), o reescoramento tem também o objetivo de reaproveitamento das fôrmas das lajes e vigas para as etapas seguintes do empreendimento.

2.2.4 CONCRETO

De acordo com as diretrizes da ABNT NBR 16055/2012, a especificação do concreto para o sistema construtivo parede de concreto deve apresentar:

- a) Resistência à compressão para desforma, compatível com o ciclo de concretagem;
- b) Resistência à compressão característica aos 28 dias (fck);
- c) Classe de agressividade do local de implantação da estrutura, conforme a ABNT NBR 12655;
- d) Trabalhabilidade medida pelo abatimento do tronco de cone (ABNT NBR NM 67) ou pelo espalhamento do concreto (ABNT NBR 15823-2).

De acordo com Arcindo Vaquero y Mayor (2017): “O concreto a ser usado no sistema de parede de concreto (processo normatizado pela ABNT NBR 16055) é de extrema importância, já que é ele que responde pela qualidade e durabilidade estrutural do sistema, resistindo aos esforços da estrutura e passivando as armaduras”.

Todas as etapas anteriores à concretagem devem ser seguidas com rigor para garantir a durabilidade e eficiência do concreto. Concretos dosados em centrais e fornecidos aos canteiros em caminhões-betoneiras apresentam melhores controles de qualidade.

A norma NBR 16055/2012 não determina o melhor concreto a ser utilizado neste sistema. Porém existem diferentes quatro tipos de concretos que são recomendados no Brasil: o concreto celular, concreto com elevado teor de ar incorporado- até 9%, concreto com agregados leves ou com baixa massa específica e o concreto convencional ou autoadensável (MISURELLI e MASSUDA, 2019).

A Associação Brasileira do Cimento Portland (ABCP), aconselha a utilização do concreto autoadensável para o sistema de paredes de concreto, pois as espessuras de paredes e lajes são pequenas, dificultando o lançamento e a vibração do material nas fôrmas. O concreto autoadensável é bastante plástico dispensando a utilização de vibrador.

De acordo ainda com a ABCP (2007), o concreto chamado celular (Tipo L1), possui baixa massa específica e excelente desempenho térmico e acústico, utilizado em edificações de até dois pavimentos. Já o concreto com alto teor de ar incorporado- até 9% (Tipo M) apresenta características de excelência em desempenhos mecânicos e termoacústicos e possui indicação para a construção de casas e sobrados. Quando se fala no concreto com agregados leves ou baixa massa

específica (Tipo L2), é um tipo de concreto que atende qualquer estrutura que necessite de uma resistência de até 25 Mpa.

Passada a etapa de lançamento do concreto, deve ocorrer toda a vibração deste concreto na tentativa de preencher todos os espaços vazios da fôrma, porém deve-se evitar a vibração de armaduras, para que não ocorra a formação de vazios ao seu redor, evitando danos de aderência entre o concreto e o aço (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Figura 25- Concreto autoadensável



Fonte: Autora

2.2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO.

Considerando empreendimentos onde há grande repetição e padronização das edificações, necessidade da redução do prazo de entregas, a Comunidade da Construção (2011), enxerga este sistema como ótima opção e muito vantajoso. Além disso, este sistema tem gerado diminuição dos resíduos, diminuição dos itens a serem

controlados, redução do efetivo de mão de obra e grande velocidade de execução, em decorrência da utilização do concreto autoadensável. De acordo com MAYOR 2012, o processo se torna viável apenas a partir de certa quantidade de unidades, onde requer uma alta repetição.

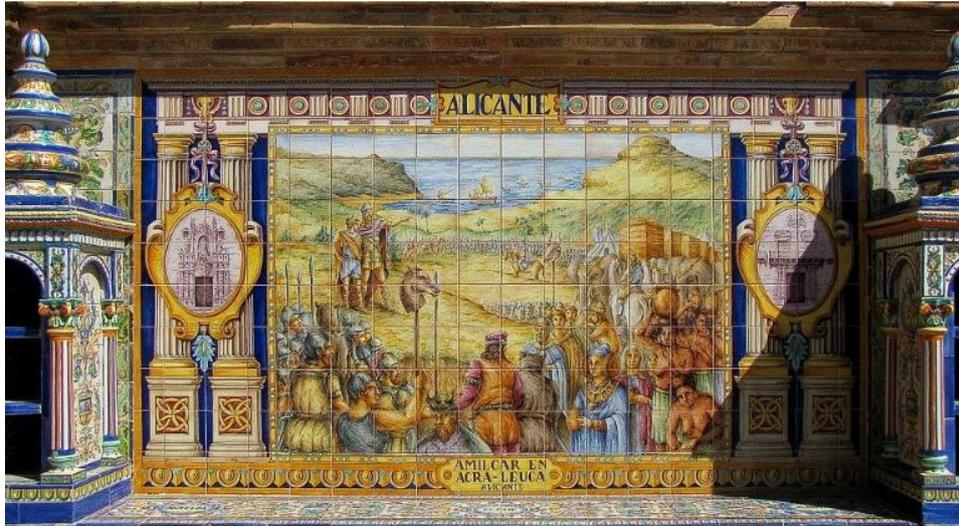
Existem também algumas desvantagens sobre este sistema construtivo, tais como, alto custo de investimento em fôrmas, ficando viável apenas quando se pensa em construções padronizadas em grande quantidade, exemplos os conjuntos habitacionais do programa Minha Casa, Minha Vida, pois irá ocorrer a reutilização das fôrmas. Outra desvantagem também seria na logística do concreto devido a exigência com o tempo de fabricação até a utilização final (MACÊDO, 2016 apud BRUNING e TEIXEIRA, 2021, p. 36-37).

2.3. REVESTIMENTOS CERÂMICOS APLICADOS NA PAREDE DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO

A definição “revestimento” é usado tanto para paredes quanto para o chão, pisos cerâmicos. Essa terminologia “revestimento cerâmico” é aceita no mercado como forma genérica para materiais de acabamento.

Desde a antiguidade que o revestimento cerâmico é usado para revestir pisos e paredes dos grandes palácios e construções nobres. Somente no século XX que a sua produção em larga escala se tornou popular. A figura 26 mostra o revestimento cerâmico como fins decorativo.

Figura 26-Revestimento cerâmico em paredes e pisos para decoração



Fonte: Blog Gail (2020)

De acordo com Gail (2020), o uso da cerâmica no Brasil se iniciou na Ilha de Marajó, no Pará. A cerâmica era utilizada pelos indígenas na fabricação de vasos e artes. A colonização de Portugal também influenciou na chegada de revestimento cerâmico no Brasil. Um outro ponto importante para a expansão do crescimento deste mercado foi a abundância no Brasil, da matéria prima principal da cerâmica, a argila. Nos dias atuais, existem uma grande variedade de produtos cerâmicos e, segundo a Anfacer (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica), o Brasil é um dos principais produtores mundiais de cerâmica.

Segundo Uchôa (2015) nos revestimentos cerâmicos de fachadas existem muitos fatores que contribuem para o surgimento de patologias e, o deslocamento das placas cerâmicas é um deles. Inúmeras são as causas que podem desencadear esta patologia, indo desde o recebimento inadequado dos materiais no canteiro de obra, passando pela má qualidade dos constituintes dos materiais, até mesmo falhas de projeto, execução e manutenção.

2.3.1 FUNÇÕES DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Os revestimento cerâmicos precisam atender suas especificações, propriedades para assim desempenhar suas funções, evitando o surgimento de possíveis patologias e um inadequado desempenho da edificação.

Carasek (2007) destaca algumas funções dos revestimentos:

- Quando são revestimentos externos terão como característica a

- proteção da estrutura contra agentes externos tipo: sol, chuva, vento;
- Quando o próprio revestimento faz parte do sistema de vedação da construção, eles terão a função de isolamento térmico, acústico, estanqueidade à água, resistência ao fogo;
 - Quando são usados apenas como um elemento decorativo.

2.3.2 PROPRIEDADES DAS PLACAS CERÂMICAS

Segundo Silva et al (2015) são as propriedades das placas cerâmicas usadas para revestimento que determina corretamente o seu uso, tais como: absorção de água, resistência a abrasão superficial, aderência, resistência ao ataque químico e resistência a manchas.

2.3.2.1 ABSORÇÃO DE ÁGUA

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) esta propriedade é um dos parâmetros de classificação das placas cerâmicas e porcelanatos com influência direta sobre a resistência mecânica. Quanto mais a absorção de água pela placa, menor será a resistência mecânica.

A tabela 1 mostra os percentuais de absorção de água de alguns tipos de revestimento com sua respectiva resistência mecânica.

Tabela 1- Porcentagem de absorção de água nos revestimentos

Tipos	Absorção	Resistência Mecânica	Porcentagem de Absorção
Porcelanatos	Baixa	Alta	0 a 0,5
Grês	Baixa	Alta	0,5 a 3
Semi-grês	Média	Média	3 a 6
Semi-porosos	Alta	Baixa	6 a 10
Porosos	Alta	Baixa	acima de 10

Fonte: ABNT

É de extrema importância constar pelo fabricante de forma clara a informação sobre o grupo de absorção classificado para o produto, pois para cada área diferente onde será aplicado o revestimento existe umidade diferente. Quando existe muita umidade (banheiros, piscinas etc.), menor deverá ser o índice de absorção de água.

2.3.2.2 RESISTÊNCIA A ABRASÃO SUPERFICIAL (PEI)

“A resistência à abrasão está relacionada ao desgaste superficial do material em decorrência do trânsito de pessoas e do contato com objetos. A resistência à abrasão pode ser classificada em abrasão superficial para produtos esmaltados e, em abrasão profunda, para produtos não esmaltados.” Silva et al (2015).

Segundo informações técnicas da Ceusa (2022), quanto maior o PEI, maior a resistência ao desgaste do esmalte. Produtos não esmaltados, tipo o porcelanato técnico, não é feito o ensaio de PEI e, essa classificação não se aplica, utilizando-se o ensaio de abrasão profunda das placas cerâmicas.

Rebelo (2010), o Índice PEI- Porcelain Enamel Institut estabelece critérios de classificação da cerâmica de acordo com a resistência do esmalte. A Cerâmica Portobello mostra na tabela 2 o PEI com sua absorção respectiva e orientações para especificações.

Tabela 2- Resistência à abrasão-PEI

PEI	Absorção	Orientações para especificação
0	-	Somente paredes.
1	muito leve	Paredes e detalhes de pisos com pouco uso
2	muito leve	Paredes e detalhes de pisos com pouco uso
3	leve	Residencial: pisos de banheiros e dormitórios, salas e varandas com pouco uso
4	moderado	<u>Residencial</u> : pisos de cozinhas e salas com saída para a rua, calçadas e garagens <u>Comercial</u> : pisos de boutique, ambientes administrativos de empresas, escritórios, hotéis, bancos, supermercados, hospitais etc
5	intenso	<u>Comercial</u> : ambientes de atendimento ao público, praças e passeios públicos, cozinhas industriais, pisos de fábricas sem tráfego de veículos pesados

Fonte: Cerâmica Portobello

2.3.2.3 RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICO

As superfícies esmatadas têm tolerâncias diferentes a certos produtos e, isso determinará a sua capacidade de permanecer no seu estado original. Ambientes diferentes utilizam produtos de limpeza diferente: piscinas suportam o cloro, logo

possuem cerâmicas que conseguem suportar bem a este determinado produto, porém ambientes domésticos, por exemplo, utilizam apenas produtos de limpeza para ambientes residenciais.

2.3.3 CONSTITUINTES DO REVESTIMENTO CERÂMICO

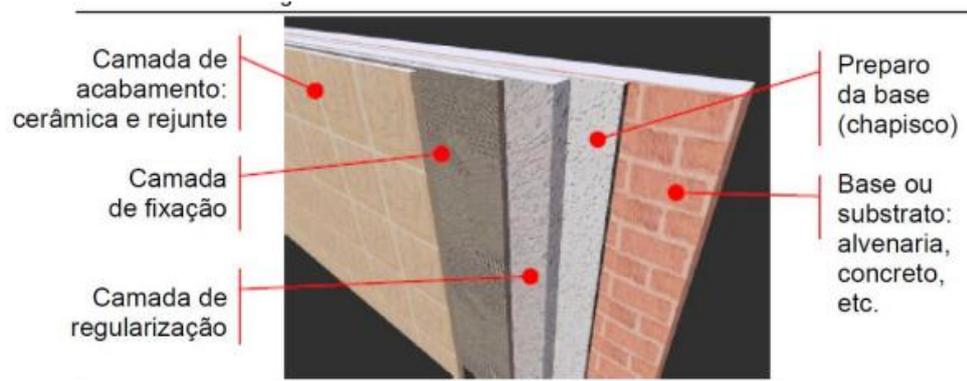
Segundo Jungiger (2003) apud Barros; Sabbatini; Lordleen (1998, p.5) e Medeiros (1999), o revestimento cerâmico será um sistema de característica monolítico entre as camadas internas e ligadas e fixadas à uma base e, por cima as placas cerâmicas assentadas e unidas por rejunte argamassado ou outro material de característica adesiva.

Silva (2018) apud Jungiger (2003) ilustra e descreve as características deste sistema monolítico assim:

- Substrato ou base: sustentação dos revestimentos, formado por elementos de alvenaria ou estrutural;
- Chapisco: aplicado sobre a base com função de uniformizar a absorção da superfície melhorando assim a aderência da camada que venha a seguir;
- Emboço ou camada de regularização: tem como função o cobrimento e a regularização da superfície, permitindo o recebimento de outra camada de reboco ou do próprio revestimento;
- Argamassa colante: possibilita a formação de uma pasta viscosa, plástica e aderente;
- Revestimento cerâmico: tem como constituintes argila e outras matérias primas inorgânicas, utilizado para revestir pisos e paredes.

A figura 27 ilustra partes constituintes do revestimento cerâmico.

Figura 27-Partes constituintes do revestimento cerâmico aderido



Fonte: JUNGIGER (2003)

As normas ABNT NBR 13.755:1996 e ABNT NBR 13.754:1996 irão estabelecer todos os requisitos necessários para a execução, fiscalização e recebimento do revestimento de paredes internas, externas e fachadas com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante.

O sistema construtivo parede de concreto moldada in loco possibilita uma redução de algumas etapas construtivas durante a fase de acabamento, não existindo exigência de determinado tipo de revestimento, sendo apenas necessário que se cumpram as especificações dos fabricantes durante o processo executivo sobre estas paredes (ABCP,2007).

Os revestimentos mais usados nas paredes de concreto são a pintura e a própria cerâmica, que serão aplicados sem a necessidade do chapisco, emboço e reboco, procedimentos utilizados pelos sistemas construtivos tradicionais.

2.4 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL NA ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADO NA PAREDE DE CONCRETO

Segundo Oliveira (2020) apud Garbacz, Górka e Courard (2005), faz-se necessário fazer toda a limpeza da superfície do concreto para que não ocorra interferência na aderência, e também poder proporcionar um possível aumento da área de contato da superfície gerado pelo rugosidade.

Ceotto et al.(2005) menciona a importância de observar antes da aplicação do revestimento como foi feito o preparo da base, como está a limpeza da superfície, se há presença de desmoldante, observar a rugosidade do substrato, pois estes pontos podem interferir ou não na aderência entre a parede de concreto e a aplicação do

revestimento.

Em um estudo realizado por Carasek e Cascudo (2005) observou-se alguns fatores que interferem no descolamento de revestimentos aplicados em substratos de concreto. A baixa aderência entre a base e o revestimento foi um deles e isso pode ter acontecido pela falta de limpeza do substrato.

De acordo com Veiga (2003) a falta de aderência dos revestimentos está relacionada à falta de tratamento nos substratos lisos e pouco porosos, como é o caso do concreto. Com base nisso, tem-se a necessidade de se tratar essa superfície lisa com o objetivo de alcançar uma maior rugosidade à superfície na tentativa de melhorar a ancoragem mecânica da interfase substrato revestimento.

A NBR 8214 (1983) recomenda que, quando as superfícies são lisas, pouco absorventes ou possuem absorção heterogênea, elas devem ser rigorosamente preparadas antes do revestimento para assim garantir aderência do revestimento e maior vida útil ao empreendimento.

2.4.1 TIPOS DE TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Segundo Pretto (2007) apud Silfwerbrand (1990) e Belair (2005), a aderência criada pelos reparos em concreto pode vir também pela rugosidade da superfície, mostrando que, quando as superfícies são lixadas, elas oferecem uma melhor aderência quando comparada com a hidrodemolição das superfícies, isso em decorrência desse menor tratamento feito que gerou essa rugosidade.

“Existem diversos métodos para a realizar a preparação da superfície. A escolha por um método depende não somente da importância do trabalho de preparação da superfície e da textura desejada, mas do tipo de elemento de concreto a ter a superfície tratada” (PRETTO, 2007 apud BÉLAIR, 2005).

Cada substrato possui condições específicas e, em decorrência disso, a sua superfície pode ser obtida por diferentes maneiras após o lixamento, escovação, jato de areia, hidro-jateamento, dentre outras técnicas presentes no mercado da construção civil (PRETTO, 2007).

De acordo com Helene (1992) o lixamento da superfície é um técnica que pode ser realizada de forma manual quando é indicação de superfícies reduzidas, dispensando equipamentos de grande porte, porém exige um controle na hora da execução para obter excelência no acabamento da superfície, ou de forma mecânica.

Durante o lixamento mecânico faz-se o uso de um disco diamantado de lixa acoplado a uma lixadeira eletromecânica, como mostra a figura 28.

Figura 28- Lixamento mecânico em parede de concreto



Fonte: Maxxima Diamantados

O processo de escovação é feito também por meio manual utilizando-se a escova de cerdas de aço, indicado para ser realizado em pequenos espaços. Quando se escolhe a escovação mecânica, indicado para áreas maiores e de grande produtividade, é importante ter cuidado para não desgastar de mais a base e obter um efeito contrário do esperado, que é de criar rugosidade. As figuras 29 e 30 mostram exemplos de escovas de aço ofertadas no mercado para a utilização no processo de escovação.

Figura 29: Escova de cerdas de aço



Fonte: Autora

Figura 30: Jogo de escovas de aço mecânica



Fonte: Super PRO Atacado

Oliveira (2020) apud Pretto (2007) afirma que o tipo de tratamento de superfície utilizando o hidrojateamento é recomendado após a escovação na tentativa de eliminar toda a poeira acumulada e para desobstrução dos poros da superfície.

2.5 ARGAMASSA

Camacho (2006) afirma que argamassa é uma pasta da mistura de cimento, areia, água e cal, pronta para o recebimento de aditivos de acordo com a necessidade. Ele também afirma que: “Não se deve usar argamassa que tenha resistência à compressão superior à exigida pelo projeto estrutural e, entre as que sejam compatíveis com as exigências de desempenho da obra, deve-se selecionar sempre a mais fraca”.

O Portal do Concreto afirma que, conforme a influência de características regionais, outros materiais têm sido utilizados na sua composição, como o saibro, o barro e o caulim, entre outros.

Em obras utilizam diferentes tipos de argamassa e as mais comuns são compostas de agregados miúdos (areia natural lavada) e os aglomerantes são o cimento Portland e a cal hidratada (FIORITO, 2009).

As funções das argamassas estão diretamente ligadas às suas propriedades e ao desempenho do seu estado endurecido.

A argamassa tem como finalidade prender os blocos e distribuir uniformemente as tensões e para isso, a argamassa necessita ter boa facilidade de manuseio e de espalhamento sobre a superfície das unidades, boa capacidade de reter água contra a sucção exercida pelas unidades de alvenaria e, possuir excelente aderência de interface bloco-argamassa para absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) a ela, sem causar rompimento.

De acordo com a NBR13281/2005 (Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos), as argamassas são classificadas quanto à função principal ou utilização, conforme descrito:

- Argamassa para assentamento em alvenaria de vedação: argamassa indicada para ligação de componentes de vedação (como blocos e tijolos) no assentamento em alvenaria, com função de vedação;
- Argamassa para assentamento em alvenaria de estrutural: argamassa indicada para ligação de componentes de vedação (como blocos e tijolos) no assentamento em alvenaria, com função estrutural;
- Argamassa para complementação de alvenaria (encunhamento):

argamassa indicada para fechamento da alvenaria de vedação, após a última fiada de componentes;

- Argamassa para revestimento interno: argamassa indicada para revestimento de ambientes internos da edificação, caracterizando-se como camada de regularização (emboço ou camada única);
- Argamassa para revestimento externo: argamassa indicada para revestimento de fachadas, muros e outros elementos da edificação em contato com meio externo, caracterizando-se como camada de regularização (emboço ou camada única);
- Argamassa de uso geral: argamassa indicada para assentamento de alvenaria sem função estrutural e revestimento de paredes e tetos internos e externos;
- Argamassa para reboco: argamassa indicada para cobrimento de emboço, propiciando uma superfície fina que permita receber o acabamento, também denominado massa fina;
- Argamassa decorativa em camada fina: argamassa de acabamento indicada para revestimento com fins decorativos, fina camada fina;
- Argamassa decorativa em monocamada: argamassa de acabamento indicada para revestimento de fachadas, muros e outros elementos de edificação em contato com o meio externo, aplicado em camada única e com fins decorativos.

As argamassas colantes estão bem presentes e possuem grande importância na construção civil, seja na parte externa, como nas fachadas, seja em áreas internas, como pisos, piscinas e paredes. São amplamente consumidas e devem possuir excelência durante o processo de fabricação, pois elas assumem os mais diferentes tipos de tensões e estão sujeitas à várias intempéries, tais como, mudanças de temperatura, umidade, microorganismos, carbonatação e outros, ao longo da vida útil.

Não se pode falar em argamassa colante e não mencionar o grande problema de deslocamento de cerâmica de fachadas e pisos que surgem em decorrência da má qualidade da argamassa, execução incorreta por parte do operário, ou até mesmo em decorrência de deformações sofridas acima de

seus limites de resistência.

Cada vez mais a construção civil faz uso da argamassa industrializada com a finalidade de aumentar a qualidade do desempenho do material. São argamassas fabricadas com o rigor de dosagens de materiais e aditivos, o que pode não acontecer se fabricadas no canteiro de obra.

A NBR 14081-1/2012 (Argamassa Colante Industrializada para Assentamento de Placas Cerâmicas), define que as argamassas colantes industrializadas são designadas pela sigla AC, seguidas dos algarismos romanos I, II ou III, indicativos de seu tipo:

- argamassa colante industrializada tipo I- AC I: típicas para revestimentos internos;
- argamassa colante industrializada tipo I- AC II: indicadas para revestimentos de pisos e paredes internos e externos;
- argamassa colante industrializada tipo I- AC III: argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas tipo I e II.

A tabela 3 mostra a matéria prima e o percentual de cada tipo de argamassa colante presente.

Tabela 3- Composição das argamassas colantes

Matérias Primas	Tipos de argamassas colantes		
	ACI	ACII	ACIII
Cimento	20%	23%	28%
Areia fina	79,80%	75,77%	69,92%
Celulósico	0,20%	0,23%	0,28%
Polímero	0,00%	1,00%	1,80%

Fonte: VITORINO (2013)

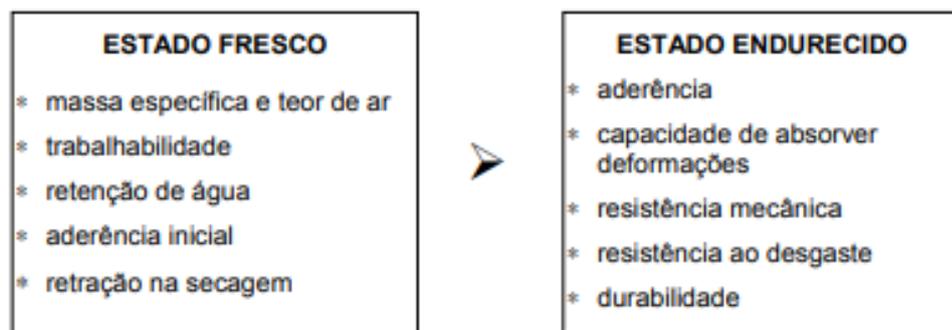
A norma também descreve uma subcategoria destas argamassas colantes, argamassa colante industrializada com tempo em estendido (E) ou argamassa colante industrializada com deslizamento reduzido (D).

2.5.1. PROPRIEDADES IMPORTANTES PRESENTES NAS ARGAMASSAS

As argamassas para cumprir suas características e funções específicas, devem cumprir as normas estabelecidas. Estas características são garantidas por meio do controle das propriedades de dois estados diferentes da argamassa: o estado fresco onde são necessários boa trabalhabilidade, boa capacidade de retenção de água, boa velocidade de endurecimento e outras e, estado endurecido onde as características são boa aderência, resistência a compressão adequada e baixa retração (ALVENARIA ESTRUTURAL).

Existem propriedades que conferem qualidade às argamassas como mostra a figura 31 abaixo:

Figura 31- Propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido



Fonte: <http://impermeabilizacaoemcasa.blogspot.com/>

2.5.1.1 Argamassa no estado fresco

2.5.1.2 Massa específica e teor de ar

Importante característica na produção das argamassas em obra, para a convenção do traço em massa para o traço em volume. Uma propriedade que mostra a relação entre a massa da argamassa e o seu volume. Quando não se considera os vazios existentes no volume da argamassa, fala-se em determinação de massa específica absoluta., enquanto que a relativa, os

vazios são levados em consideração.

Já o teor de ar incorporado mostra quanto de ar existe em um determinado volume de argamassa. Quando o teor de ar cresce, a massa específica relativa da argamassa diminui. O quantitativo de ar da argamassa pode ser aumentado pela adição de incorporadores de ar.

Uma argamassa que apresente uma menor massa específica e maior teor de ar irá apresentar melhor trabalhabilidade, característica essa das argamassas no estado fresco.

2.5.1.3: Trabalhabilidade

É facilidade com que o operador tem de manusear e a facilidade de espalhamento sobre a superfície. Vários fatores interferem nesta característica entre eles, a consistência, a quantidade de água envolvida no processo, o tipo do aglomerante, dentre outros.

Segundo a NBR13276/2005, a trabalhabilidade da argamassa pode ser verificada por meio do ensaio de consistência (NBR 8798 para blocos vazados de concreto), medindo o diâmetro do espalhamento da argamassa de um cone.

2.5.1.4: Retenção de água

Importante característica, pois é responsável por manter a consistência das argamassas. Se faz necessária a presença de água nas argamassas para que o transporte dos produtos de hidratação do cimento para os poros do substrato aconteça, propiciando melhor ancoragem mecânica entre a argamassa e a base (CARASEK, CASCUDO e SCARTEZINI, 2001).

A velocidade de perda de água, pode comprometer a aderência, a capacidade de absorver deformações, a resistência mecânica e, principalmente, a durabilidade e a estanqueidade do revestimento.

2.5.1.5: Aderência inicial

A aderência inicial é um fenômeno mecânico e ocorre em superfícies porosas, através da ancoragem na base, a medida que a pasta vai entrando nos poros e logo em seguida, ocorrendo o processo natural de endurecimento da pasta.

2.5.1.6: Retração na secagem

Propriedade que está relacionada com a formação ou não de fissuras, ocorrendo em função da evaporação da água de amassamento das argamassas, ou até mesmo pelas reações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes.

2.5.2 Argamassa no estado endurecido

2.5.2.1 Aderência

A definição de aderência é a propriedade do revestimento de manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface substrato-revestimento; este substrato, geralmente é representado pela alvenaria, podendo ser de tijolos cerâmicos, blocos de concreto, bem como pela estrutura de concreto moldada “in loco”.

A aderência depende das propriedades da argamassa no estado fresco, do modo de execução do revestimento, da tipologia e características do substrato.

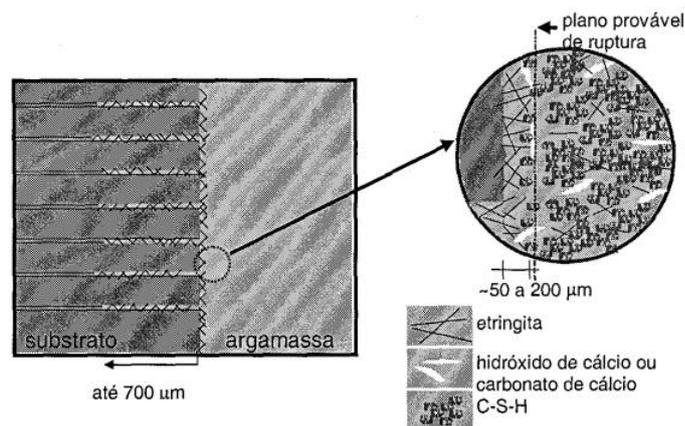
Carasek, 1996 apud Carasek; Cascudo; Scartezini, 2001 afirma que a aderência da argamassa endurecida ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico, pois ocorre a penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros entre as rugosidades da base de aplicação. Ela continua a afirmar que, quando a argamassa se encontra no estado plástico, ela entra em contato com a superfície do substrato e, parte da água de amassamento, que contém em dissolução ou estado coloidal os componentes do aglomerante, irá penetrar pelos poros e cavidades desse

substrato.

“Estudos a nível microestrutural, através de microscopia eletrônica de varredura, foi observado que, a aderência é desencadeada quando ocorre o intertravamento da etringita (produto de hidratação do cimento) nos poros do substrato. Quando ocorre a mistura do cimento Portland com a água, a gipsita colocada como reguladora de pega do cimento dissolve-se e libera íons sulfato e cálcio; estes íons serão os primeiros a entrar em solução, seguidos dos íons aluminato e cálcio provenientes da dissolução do C_3A do cimento. A base porosa proporciona uma sucção capilar e desencadeia o transporte destes íons para regiões mais internas da base, formando no interior dos poros o trissulfoaluminato de cálcio hidratado, também denominado de etringita” (CARASEK, 1996 apud CARASEK; CASCUDO; SCARTEZINI, 2001).

A figura 32 irá mostrar uma representação esquemática do mecanismo de aderência entre as interfaces.

Figura 32: Representação esquemática do mecanismo de aderência entre argamassa de cimento e de cimento e cal e os blocos cerâmicos



Fonte: CARASEK apud CASCUDO; SCARTEZINI, 2011

2.5.2.2 Resistência à compressão

A quantidade de cimento usada na mistura da argamassa (relação água/cimento) confere a característica de resistir aos esforços de compressão. Uma boa argamassa deve ser capaz de resistir o suficiente para suportar os esforços a que a parede estará sujeita.

A NBR 13276 estabelece as diretrizes para a obtenção de uma boa resistência à compressão através do ensaio de corpos-de-prova prismáticos submetidos primeiramente a ensaio de tração por flexão e após as duas partes restantes são submetidas a ensaio de compressão. Vale lembrar que o valor obtido no ensaio não irá representar diretamente a resistência da argamassa, uma vez que, os corpos-de-prova não reproduzem o estado real das tensões a que o material está sujeito quando compondo o estado real das tensões a que o material está sujeito quando compondo uma junta de alvenaria. Um aumento na resistência à compressão da argamassa não implica em um aumento da resistência da parede. Para cada resistência de bloco, existe uma resistência ótima de argamassa.

2.5.2.3 Resistência de aderência à tração

O ensaio de arrancamento por tração é utilizado para medir a resistência de aderência à tração do revestimento. Segundo a NBR 13749/1996, o limite de resistência de aderência à tração (R_a) para o revestimento de argamassa (emboço e massa única) varia de acordo com o local de aplicação e tipo de acabamento, de acordo com a tabela 4 abaixo.

Tabela 4- Limite de resistência de aderência à tração (ABNT, 1996)

Local		Acabamento	R_a (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
	Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,30$
		Cerâmica	$\geq 0,30$
Teto			$\geq 0,20$

Fonte: ABNT, 1996

A Associação Brasileira das Normas Técnicas (ABNT), estabelece através de alguns ensaios normativos quais os requisitos necessários para cada característica. O quadro abaixo apresenta um resumo destes requisitos.

Quadro 1- Requisitos de ensaios normativos

Características	Requisito	Norma
Trabalhabilidade	Uma consistência padrão de 255 ± 10 mm	NBR 13276
Resistência à compressão	Deve ser especificada no projeto.	NBR 13279
Resistência de aderência	Deve ser especificada no projeto.	ASTM E518
Retenção de água	80% < normal < 90% 90% < alta	NBR 13277
Teor de ar incorporado	Grupo a < 8% 8% < Grupo b < 18% 18% < Grupo c	NBR 13278

Fonte: Alvenaria Estrutural

CAPÍTULO 03

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

No capítulo a seguir serão apresentados os materiais, equipamento e a metodologia utilizados para a conclusão da pesquisa. A parte prática desta pesquisa foi realizada em uma obra de um conjunto habitacional na cidade de São Lourenço da Mata/ PE. Para a legitimidade do ensaio foi realizado pelo LETMACC (Laboratório de Ensaio Tecnológicos de Materiais da Construção Civil) - SENAI/PE, um ensaio de caracterização das argamassas colantes utilizadas conforme norma.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Placas Cerâmicas para Revestimento

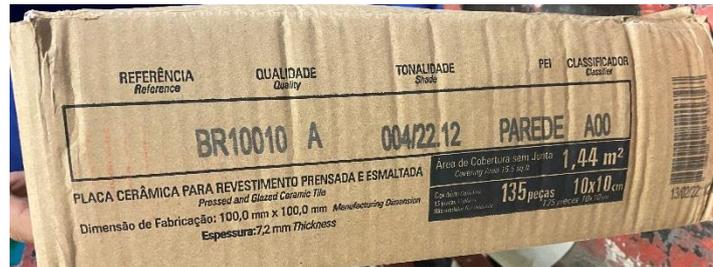
Na parte prática do trabalho foi utilizada a placa cerâmica do fabricante TecnoGres com dimensões 10x10 cm esmaltada na cor branca. As figuras 33, 34 e 35 mostram respectivamente as características, especificações e dimensões da cerâmica utilizada no estudo.

Figura 33: Característica da cerâmica utilizada



Fonte: Autora

Figura 34: Especificações do fabricante da cerâmica utilizada



Fonte: Autora

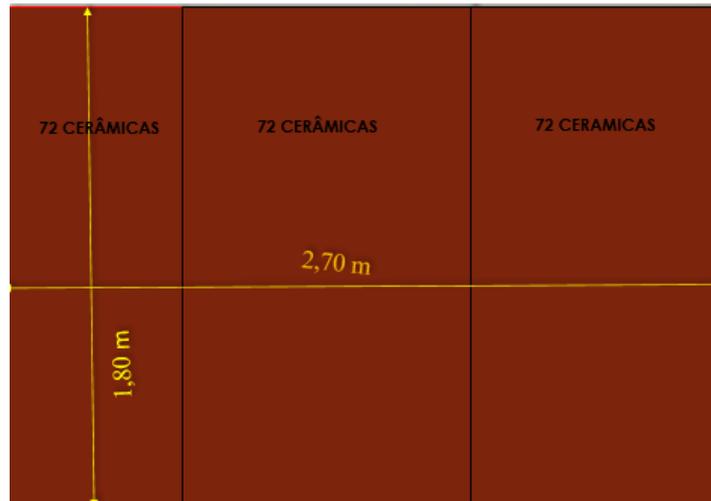
Figura 35: Cerâmica 10cm x 10cm utilizada



Fonte: Autora

Aplicou-se 2,16m² de cerâmica, um total de 216 placas assentadas. Uma parede de 1,80m x 2,70m foi dividida em três painéis, sendo que: um painel sem nenhum tratamento, outro com escovação com escova de aço e posterior lavagem com água e, por fim, e no outro utilizou-se o desbaste mecânico. Em cada um deles foram assentadas 72 placas cerâmicas, como mostra a figura 36 abaixo:

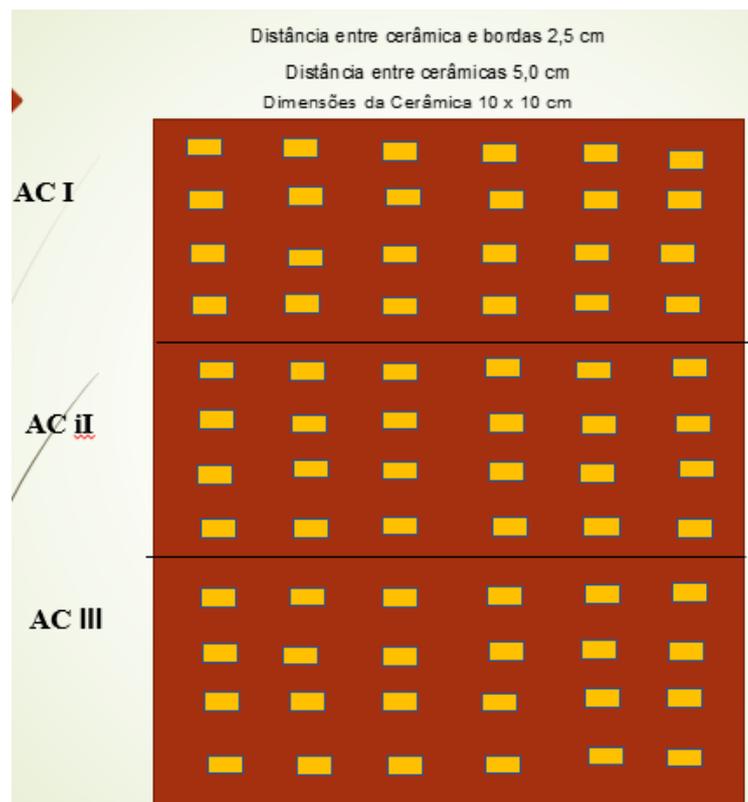
Figura 36: Esquema da parede de concreto mostrando o quantitativo das cerâmicas



Fonte: Autora

Nesta parede foi obedecido a distância entre cerâmica e borda de 2,5 cm e a distância entre cerâmicas de 5,0 cm. Foi feita uma divisão de 24 placas para cada tipo de argamassa, conforme a figura 37 esquemática abaixo mostra:

Figura 37: Esquema mostrando a distribuição das cerâmicas ao longo da parede



Fonte: Autora

A figura 38 e 39 abaixo mostram 24 placas cerâmicas sendo assentadas apenas com a argamassa tipo AC I.

Figura 38: Início do assentamento das placas cerâmicas com argamassa tipo AC I



Fonte: Autora

Figura 39: Placas cerâmicas assentadas com argamassa tipo AC I



Fonte: Autora

A figura 40 abaixo mostra 24 placas cerâmicas sendo assentadas apenas com a argamassa tipo AC II.

Figura 40: Placas cerâmicas assentadas com argamassa tipo AC II



Fonte: Autora

A figura 41 abaixo mostra as placas cerâmicas assentadas na parede de concreto moldada in loco.

Figura 41: Placas cerâmicas assentadas na parede de concreto moldada in loco



Fonte: Autora

3.1.2 Argamassa Colante Industrializada

Figura 43: Argamassa VitalMassa tipo AC II e suas características de fabricante



Fonte: Autora

Figura 44: Argamassa VitaMassa tipo AC III e suas características do fabricante



Fonte: Autora

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS COLANTES

O LETMACC (Laboratório de Ensaios Tecnológicos de Materiais da Construção Civil)- SENAI/PE analisou através do ensaio de caracterização as argamassas do fabricante VitalMassa utilizadas durante a pesquisa. Foram realizados os ensaios para determinação do deslizamento, tempo em aberto teórico e resistência de aderência à tração. As tabelas 5, 6 e 7 a seguir irão mostrar os valores obtidos para os três tipos de argamassa nos ensaios de tempo em aberto, deslizamento, resistência à tração com cura normal e resistência à tração com imersão em água.

Tabela 05- Resultados do tempo em aberto

CP	Tensão (MPa)		
	ACI	ACII	ACIII
1	0,49	0,39 *	0,77
2	0,45	0,34	0,75
3	0,49	0,31	1,11 *
4	0,54	0,28	0,66
5	0,40	0,30	0,85
6	0,41	0,35	0,61 *
7	0,43	0,28	0,70
8	0,47	0,29	0,80
9	0,55	0,40	1,01 *
10	0,41	0,25	0,63
Média	0,5	0,3	0,8
DP	0,05	0,05	0,16
CV	10,0%	16,7%	20,0%

Fonte: LECMATT/2022

Tabela 06- Resultado da resistência à tração com a cura normal

Tipo de Cura	CP	Tensão (MPa)		
		ACI	ACII	ACIII
28 dias em cura ao ar cura normal	1	0,37	0,33	0,55*
	2	0,42	0,34	0,56*
	3	0,33	0,32	0,7
	4	0,41	0,35	0,71
	5	0,43	0,3	0,9*
	6	0,37	0,29	1,08*
	7	0,34	0,35	0,8
	8	0,28*	0,3	0,6
	9	0,54*	0,29	0,6
	10	0,18*	0,23	0,64
	Média	0,4	0,3	0,7
	DP	0,04	0,02	0,07
	CV	10,0%	8,0%	10,0%

Fonte: LETMACC/2022

Tabela 07- Resultados de resistência à tração com imersão em água

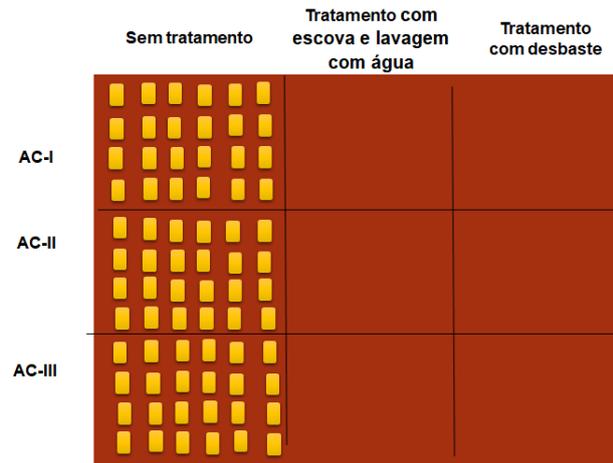
Tipo de Cura	CP	Tensão (MPa)		
		ACI	ACII	ACIII
28 dias em cura ao ar cura normal	1	0,37	0,33	0,55*
	2	0,42	0,34	0,56*
	3	0,33	0,32	0,7
	4	0,41	0,35	0,71
	5	0,43	0,3	0,9*
	6	0,37	0,29	1,08*
	7	0,34	0,35	0,8
	8	0,28*	0,3	0,6
	9	0,54*	0,29	0,6
	10	0,18*	0,23	0,64
	Média	0,4	0,3	0,7
	DP	0,04	0,02	0,07
	CV	10,0%	8,0%	10,0%

Fonte: LETMACC/2022

3.2.2 TRATAMENTOS SUPERFICIAIS REALIZADOS NA PAREDE DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizados dois tipos de tratamentos superficiais na parede de concreto moldada in loco. A parede de concreto foi dividida didaticamente em três painéis e, designados da seguinte forma: sem tratamento, escova de aço e água e por último, desbaste mecânico. Os dois procedimentos foram realizados pelo mesmo funcionário. A figura 45 abaixo mostra a disposição dos painéis com os dois tipos de tratamentos.

Figura 45: Esquema de divisão da parede de concreto e seus respectivos tratamentos superficiais



Fonte: Autora

3.2.2.1 Escovação manual com escova de aço

Para a realização deste tratamento foi utilizado uma escova com cerdas de aço. A escovação se deu no painel do meio, de acordo com a divisão proposta. A superfície foi escovada em todas as direções do trecho marcado na tentativa de gerar a rugosidade em toda a superfície. Após a escovação, a superfície foi lavada com água proveniente da obra, com a finalidade de retirar toda poeira gerada pela escovação. A figura 46 abaixo mostra o tipo de escova utilizado.

Figura 46: Escova utilizada no tratamento



Fonte: Autora

3.2.2.2 Desbaste mecânico

Neste tratamento foi utilizada uma lixadeira com disco de desbaste para a parede de concreto. Este processo foi realizado no último painel, de acordo com a divisão proposta. A figura 47 mostra um exemplo de lixadeira mecânica utilizada durante o tratamento superficial.

Figura 47: Exemplo de lixadeira mecânica utilizada no tratamento superficial



Fonte: Site Loja do Mecânico

A superfície foi desbastada em todas as direções do trecho marcado na tentativa de gerar a rugosidade em toda a superfície. Após o desbaste, a superfície foi lavada com água, com a finalidade de retirar toda poeira gerada pelo processo. A figura 48 abaixo mostra o painel sendo desbastado com uma lixadeira.

Figura 48: Parede de concreto sendo desbastada



Fonte: Autora

3.2.3 ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE PLACAS CERÂMICAS

Este ensaio tem como objetivo avaliar a aderência das argamassas colantes quando assentadas na parede de concreto. Aderência abaixo do valor de referência pode levar ao surgimento de manifestações patológicas e possíveis prejuízos sociais e econômicos.

O ensaio irá analisar qual a tensão máxima suportada por um corpo de prova, quando ele é submetido ao esforço normal de tração simples. As placas são assentadas na parede de concreto moldada in loco e, após 28 dias de assentadas, elas serão submetidas ao ensaio de arrancamento. Pastilhas de tamanho 10x10mm possuindo dispositivo em seu centro para acoplamento do equipamento de tração e são coladas com cola tipo epóxi sika 31 nas cerâmicas que serão analisadas e após 4 horas de cura da cola serão arrancadas com um equipamento de tração chamado dinamômetro. No presente ensaio foram analisadas 216 placas cerâmicas.

As figuras 49, 50 e 51 a seguir mostram respectivamente o dinamômetro utilizado durante o ensaio e as pastilhas metálicas de 10 x 10 mm sendo acopladas às cerâmicas para o início do arrancamento e obtenção dos resultados da resistência à tração.

Figura 49: Dinamômetro utilizado durante o ensaio de arrancamento



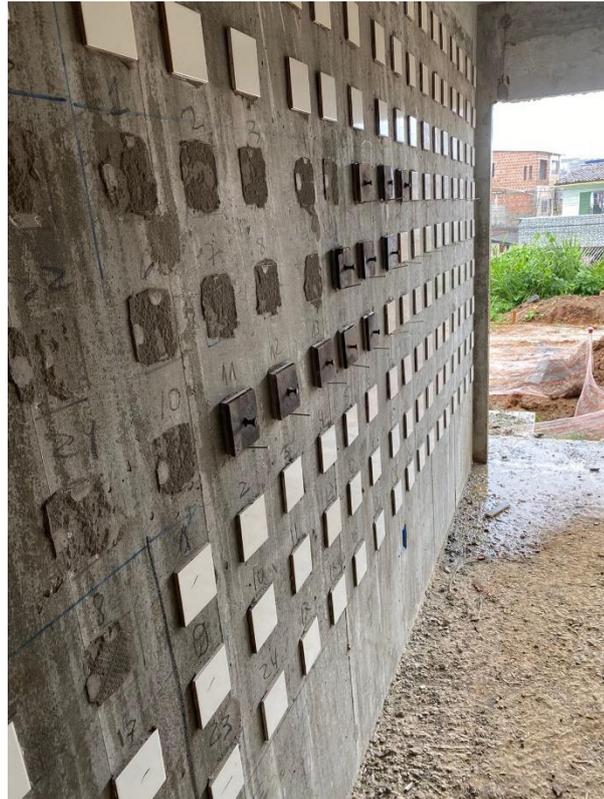
Fonte: Autora

Figura 50: Momento da aplicação das pastilhas metálicas



Fonte: Autora

Figura 51: Pastilhas metálicas acopladas às cerâmicas



Fonte: Autora

Segundo Oliveira (2020) a realização do ensaio se dá por meio de uma sequência indicada pela NBR13754 (ABNT, 1996) descrita logo abaixo:

- 1.) o dinamômetro é fixado à pastilha metálica e aplica-se uma carga de forma lenta e progressiva, com uma velocidade de carregamento tal de 250 ± 50 N/s;
- 2.) será aplicado um esforço de tração sempre perpendicular ao corpo-de-prova até que ocorra a ruptura;
- 3.) será feita a anotação da respectiva carga gerada do corpo de prova em newtons;
- 4.) importante a verificação do estado da pastilha metálica do corpo de prova arrancado, para assim ficar ciente de possíveis falhas de colagem da pastilha metálica;
- 5.) fazer a medição e o registro da seção onde deve ter ocorrido a ruptura do

corpo-de-prova e, esta ruptura pode ocorrer em diferentes momentos:

- interface placa cerâmica/argamassa;
- interior da argamassa colante;
- interface argamassa colante/substrato;
- interior da argamassa do substrato;
- interface substrato/base;
- interior da base;
- interface pastilha/cola;
- interface cola/placa cerâmica.

A resistência de aderência (R_a) será medida em Mpa (megapascal), e seu cálculo é obtido utilizando a seguinte expressão matemática:

$R_a = P / a$, sabendo que:

R_a = resistência de aderência à tração (MPa);

P = carga de ruptura (N);

a = área da pastilha metálica (mm²);

A norma fala que os resultados apresentados devem possuir valores de resistência de aderência à tração iguais ou maiores que 0,30 Mpa.

As figuras abaixo mostram o momento do arrancamento das placas cerâmicas depois do arrancamento pelo dinamômetro.

As figuras 52 e 53 abaixo mostram o momento em que as cerâmicas foram

arrancadas e feita a aferição da resistência de aderência à tração.

Figura 52: Dinamômetro acoplado registrando os valores de resistência de aderência



Fonte: Autora

Figura 53: Cerâmicas arrancadas após aferição com o dinamômetro



Fonte: Autora

CAPÍTULO 04

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

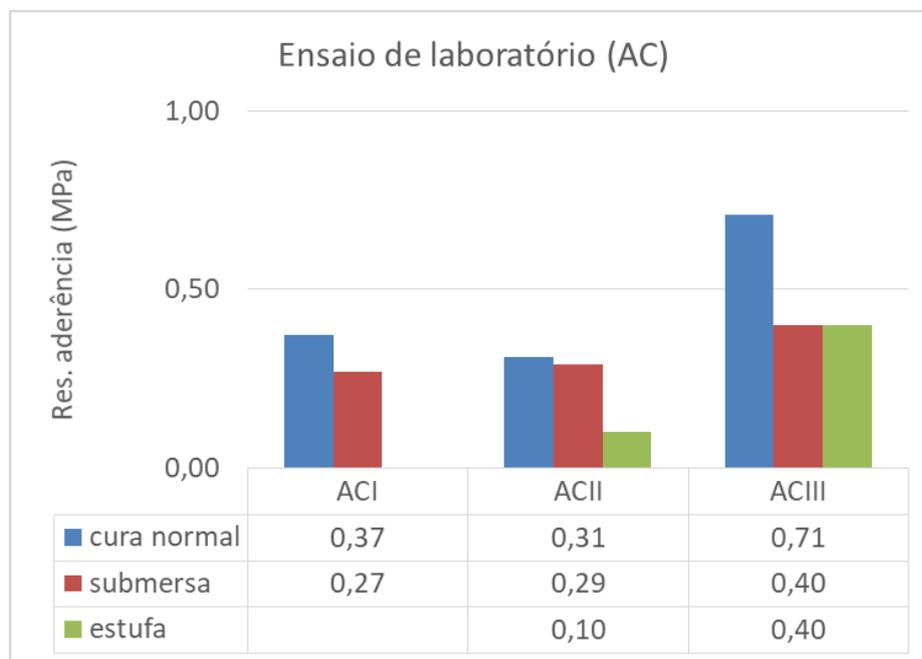
4.1 RESULTADOS DAS ARGAMASSAS COLANTES ANALISADAS EM LABORATÓRIO (NÃO APROVADAS)

Tabela 08-Argamassas colantes não aprovadas

		ACI		ACII		ACIII	
Resistência aderência (MPa)	cura normal	0,37	0,50	0,31	0,50	0,71	1,00
	submersa	0,27	0,50	0,29	0,50	0,40	1,00
	estufa			0,10	0,50	0,40	1,00

Fonte: LETMACC(Laboratório de Ensaios Tecnológicos de Materiais da Construção Civil)- SENAI/PE.

Gráfico 01- Resultado do ensaio em laboratório das argamassas colantes (não aprovadas)



Fonte: LETMACC(Laboratório de Ensaios Tecnológicos de Materiais da Construção Civil)- SENAI/PE.

4.2 RESULTADOS PARA PAREDE SEM TRATAMENTO

Os ensaios de acordo com a normativa NBR 13754:2013 foram realizados em 24 repetições. A tabela 08 evidencia os valores de R_a - Resistência a aderência a tração (MPa) da argamassa colante dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

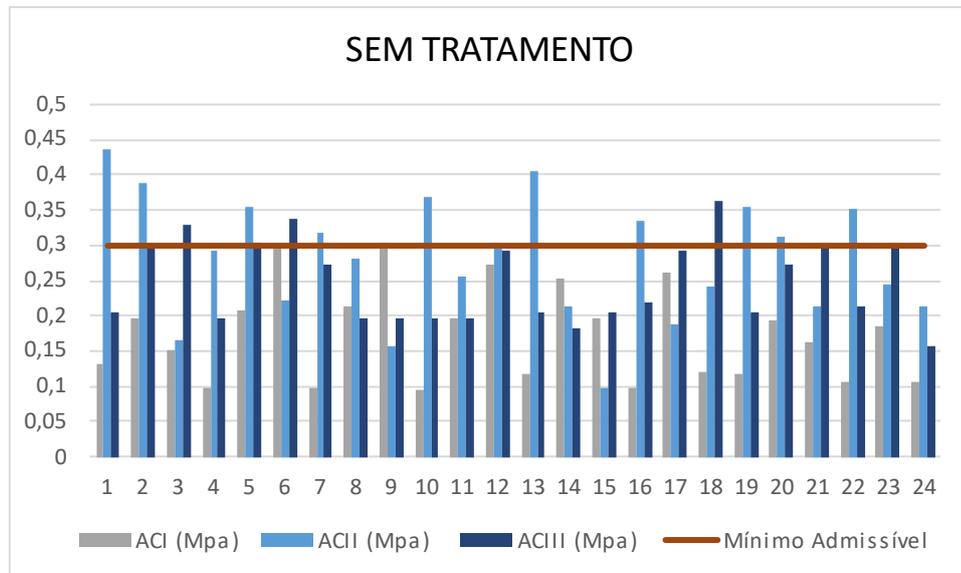
Tabela 09 – Resultado dos ensaios para parede de concreto sem tratamento

Ensaio	SEM TRATAMENTO			
	ACI (Mpa)	ACII (Mpa)	ACIII (Mpa)	Mínimo Admissível
1	0,13	0,44	0,20	0,30
2	0,20	0,39	0,30	0,30
3	0,15	0,17	0,33	0,30
4	0,10	0,29	0,20	0,30
5	0,21	0,35	0,30	0,30
6	0,29	0,22	0,34	0,30
7	0,10	0,32	0,27	0,30
8	0,21	0,28	0,20	0,30
9	0,29	0,16	0,20	0,30
10	0,10	0,37	0,20	0,30
11	0,20	0,26	0,20	0,30
12	0,27	0,30	0,293	0,30
13	0,12	0,41	0,20	0,30
14	0,25	0,21	0,18	0,30
15	0,20	0,10	0,21	0,30
16	0,10	0,34	0,22	0,30
17	0,26	0,19	0,292	0,30
18	0,12	0,24	0,36	0,30
19	0,12	0,36	0,20	0,30
20	0,19	0,31	0,27	0,30
21	0,16	0,21	0,30	0,30
22	0,11	0,35	0,21	0,30
23	0,19	0,24	0,30	0,30
24	0,11	0,21	0,16	0,30
MÉDIA	0,17	0,28	0,25	
DP	0,07	0,09	0,06	
CV	38,2%	30,9%	23,8%	

Fonte: Autora

O gráfico 2 irá mostrar os resultados dos ensaios de resistência à tração (Ra) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto sem tratamento.

Gráfico 02- Resultado dos ensaios de resistência à tração (R_a) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto sem tratamento



Fondu: Autora

De acordo com a referência bibliográfica e através de conhecimentos prévios, sabe-se que aderência dos tipos de argamassas colantes AC-I, AC-II e AC-III possuem maior aderência de maneira crescente, respectivamente. Porém, este fato não pode ser afirmado diante do ensaio de aderência realizado com os três tipos de argamassas colantes deste fabricante. Observando a tabela 08 pode-se confirmar que a argamassa do tipo AC-II, apesar de não ter atendido o que prescreve a norma NBR, obteve o melhor desempenho tendo 11(onze) amostras que atenderam a norma, referente a um percentual de 45,8%, além da média dos valores ter dado 0,28 MPa bem próximo dos 0,30 MPa exigido pela citada norma. A argamassa do tipo AC- I, nenhum dos corpos de prova ensaiados atendeu a norma, além da média dos ensaios ter dado 0,17 MPa quase 50% do valor exigido pela norma. Finalmente a argamassa do tipo AC-III obteve o segundo melhor desempenho tendo 7 (sete) amostras que atenderam a norma, referente a um percentual de apenas 29,2%.

Sendo assim verificou-se que nenhuma das argamassas utilizadas no experimento atendeu a norma para a parede de concreto sem tratamento.

4.3 RESULTADOS PARA PAREDE COM TRATAMENTO DE ESCOVA E LAVAGEM COM ÁGUA

Os ensaios de acordo com a normativa NBR 13754:2013 foram realizados em 24 repetições. A tabela 09 evidencia os valores de R_a - Resistência a aderência a tração (MPa) da argamassa colante dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

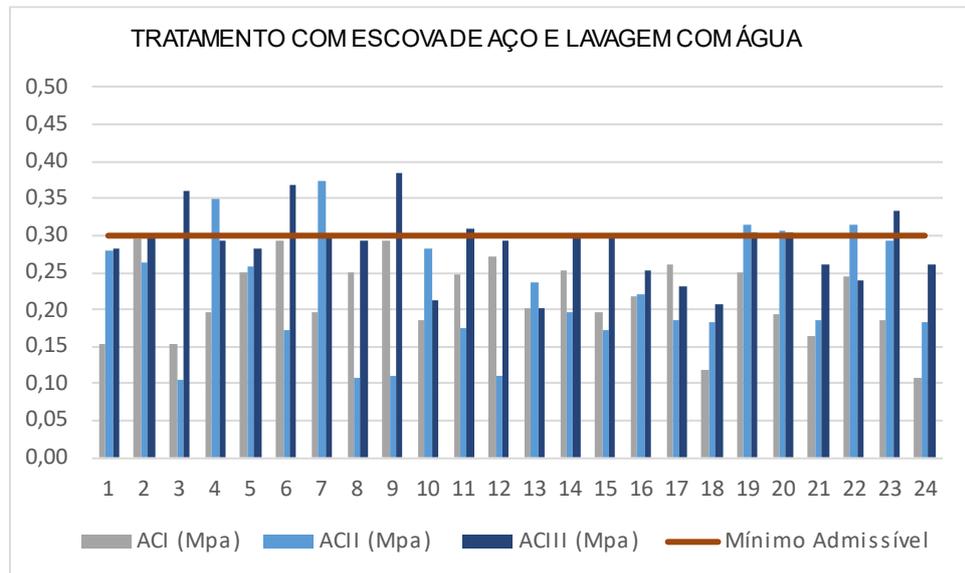
Tabela 10 – Resultado dos ensaios para parede de concreto com escova de aço e lavagem com água

Ensaio	ACI (Mpa)	ACII (Mpa)	ACIII (Mpa)	Mínimo Admissível
1	0,15	0,28	0,28	0,3
2	0,30	0,26	0,30	0,3
3	0,15	0,11	0,36	0,3
4	0,20	0,35	0,29	0,3
5	0,25	0,26	0,28	0,3
6	0,29	0,17	0,37	0,3
7	0,20	0,37	0,30	0,3
8	0,25	0,11	0,29	0,3
9	0,29	0,11	0,39	0,3
10	0,19	0,28	0,21	0,3
11	0,25	0,17	0,31	0,3
12	0,27	0,11	0,29	0,3
13	0,20	0,24	0,20	0,3
14	0,25	0,20	0,30	0,3
15	0,20	0,17	0,30	0,3
16	0,22	0,22	0,25	0,3
17	0,26	0,18	0,23	0,3
18	0,12	0,18	0,21	0,3
19	0,25	0,32	0,30	0,3
20	0,19	0,31	0,30	0,3
21	0,16	0,18	0,26	0,3
22	0,24	0,32	0,24	0,3
23	0,19	0,29	0,33	0,3
24	0,11	0,18	0,26	0,3
MÉDIA	0,21	0,18	0,29	
DP	0,05	0,08	0,05	
CV	25,6%	43,1%	16,3%	

Fonte: Autora

O gráfico 3 irá mostrar os resultados dos ensaios de resistência à tração (R_a) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto com escova de aço e posterior lavagem com água.

Gráfico 03- Resultado dos ensaios de resistência à tração (R_a) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto com escova de aço e lavagem com água



Fonte-Autora

Diante da tabela 10 pode-se constatar que a argamassa do tipo AC - I só obteve no ensaio uma única amostra com o valor 0,30 Mpa, atendendo o que prescreve a norma NBR 13749 (2013), representando apenas 4,2% dos CP's ensaiados, enquanto os outros 23 não atenderam a citada norma, tendo a média dos ensaios apresentado o valor de apenas 0,21 MPa. Já a argamassa AC - II, teve um melhor desempenho do que a argamassa AC-I, foram cinco (5) CP's atendendo a norma, representando 20,8% dos CP's ensaiados, porém a média apresentou o valor de apenas 0,18 Mpa. No que diz respeito a argamassa AC-III obteve o melhor desempenho das três argamassas, apesar de também não ter atendido o que prescreve a norma NBR 13749 (2013), apresentando nove (9) CP's o que representa 37,5%, enquanto a média dos valores apresentou 0,29 Mpa bem próximo dos 0,30 Mpa exigidos pela norma.

Sendo assim verificou-se que nenhuma das argamassas utilizadas no experimento atendeu a norma para a parede de concreto com tratamento de escova de aço e lavagem com água.

4.4 RESULTADOS PARA PAREDE COM TRATAMENTO DE DESBASTE MECÂNICO

Os ensaios de acordo com a normativa NBR 13754:2013 foram realizados em 24 repetições. A Tabela 11 evidencia os valores de R_a - Resistência a aderência a tração (MPa) da argamassa colante dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

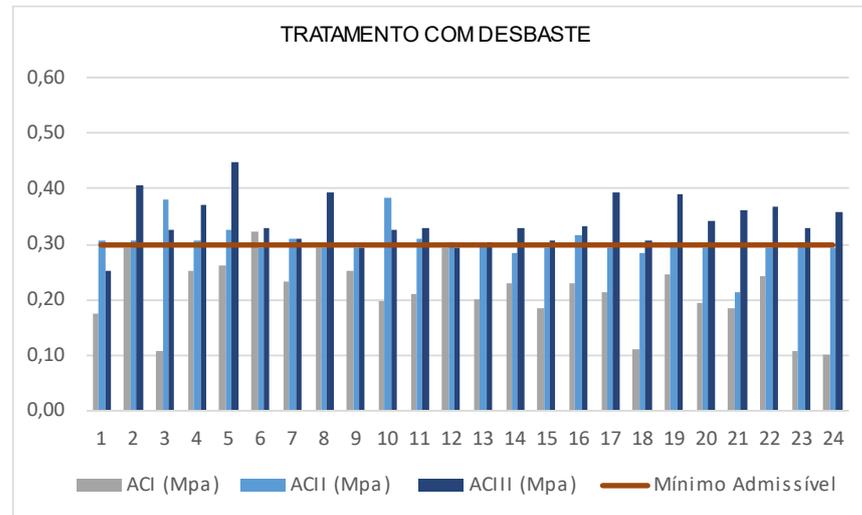
Tabela 11 – Resultado dos ensaios para parede de concreto com desbaste mecânico

Ensaio	ACI (Mpa)	ACII (Mpa)	ACIII (Mpa)	Mínimo Admissível
1	0,18	0,30	0,25	0,3
2	0,29	0,31	0,41	0,3
3	0,11	0,38	0,32	0,3
4	0,25	0,31	0,37	0,3
5	0,26	0,33	0,45	0,3
6	0,32	0,29	0,33	0,3
7	0,23	0,31	0,31	0,3
8	0,29	0,29	0,39	0,3
9	0,25	0,30	0,30	0,3
10	0,20	0,38	0,33	0,3
11	0,21	0,31	0,33	0,3
12	0,29	0,30	0,29	0,3
13	0,20	0,30	0,30	0,3
14	0,23	0,28	0,33	0,3
15	0,19	0,29	0,31	0,3
16	0,23	0,31	0,33	0,3
17	0,21	0,29	0,39	0,3
18	0,11	0,28	0,31	0,3
19	0,24	0,30	0,39	0,3
20	0,20	0,29	0,34	0,3
21	0,19	0,21	0,36	0,3
22	0,24	0,30	0,37	0,3
23	0,11	0,30	0,33	0,3
24	0,10	0,30	0,36	0,3
MÉDIA	0,22	0,30	0,33	
DP	0,06	0,03	0,04	
CV	28,3%	10,7%	13,3%	

Fonte: Autora

O gráfico 4 irá mostrar os resultados dos ensaios de resistência à tração (R_a) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto que sofreu desgaste mecânico.

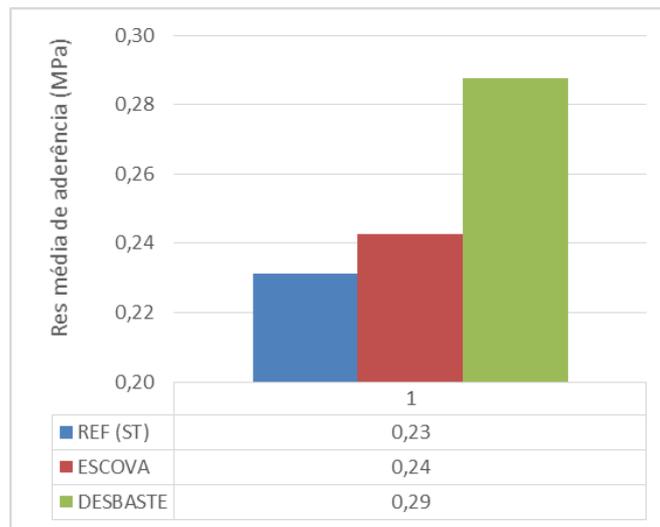
Gráfico 04- Resultado dos ensaios de resistência à tração (R_a) de todas as argamassas utilizadas na parede de concreto com desgaste mecânico



Fonte-Autora

Observando o gráfico 5 abaixo constatou-se, quanto o tratamento da base que, o tratamento resultou no incremento da aderência, em comparação com a base de referência (sem tratamento). Quanto ao desgaste mecânico apresentou o melhor resultado de aderência, em comparação com a escovação.

Gráfico 05- Resultados de aderência quanto ao tratamento da base



Fonte: Autora

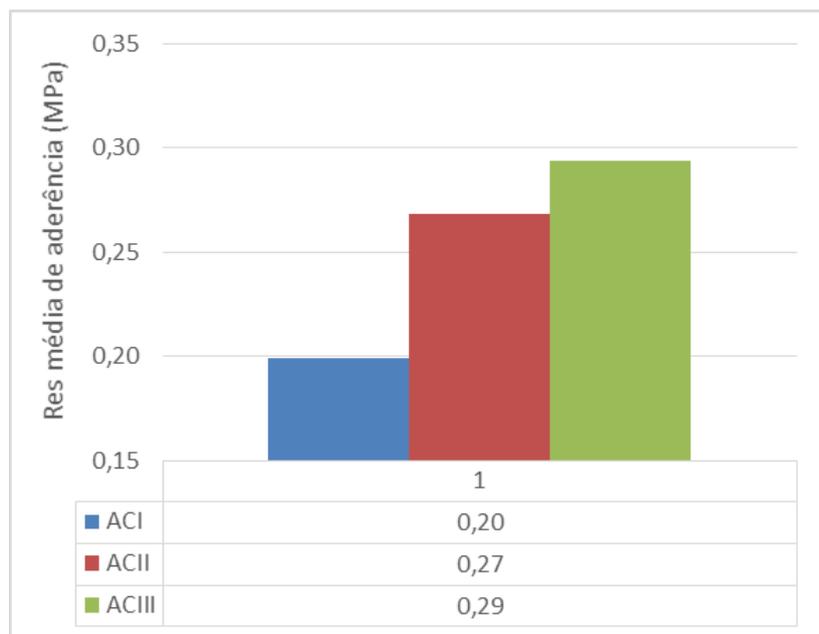
Diante da tabela 11, pode-se constatar que a argamassa do tipo AC -I só obteve um ensaio com o valor 0,30 Mpa, portanto não atendeu o que prescreve a norma NBR 13749(2013), representando apenas 4,2% dos CP's ensaiados, enquanto os outros 23 não atenderam a citada norma, tendo a média dos ensaios apresentado o valor de apenas 0,22 MPa. Já a argamassa AC -II, teve um melhor desempenho do que a argamassa AC-I, foram dezesseis (16) CP's atendendo a norma, representando 66,7% dos CP's ensaiados, com o valor de 0,30 Mpa, portanto atendendo aos 2/3 dos corpos ensaiados preconizado pela norma citada.

Finalmente a argamassa AC-III obteve o melhor desempenho das três argamassas e por ter atendido o que prescreve a norma NBR 13749(2013), essa argamassa apresentou vinte e dois CP's atendendo a norma o que representa 91,7%, enquanto a média dos valores apresentou o valor de 0,33 Mpa ultrapassando os 0,30 Mpa exigidos pela norma.

Sendo assim verificou-se que as argamassas dos tipos AC-II e AC-III utilizadas no experimento atenderam a norma NBR 13749 (2013) para a parede de concreto com tratamento de desbaste mecânico.

O gráfico 6 mostra os valores de aderência quanto ao tipo de argamassa colante. O uso da argamassa colante AC III indicou valores de aderência superiores ao da AC II, e da AC II melhores do que AC I (em geral).

Gráfico 06- Valores de aderência quanto ao tipo de argamassa



Fonte: Autora

CAPÍTULO 05

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se faz necessário a academia realizar estudos experimentais como este aqui apresentado, para que os profissionais e as empresas de engenharia disponham de informações sobre os melhores materiais a serem utilizados no assentamento de revestimento cerâmico, em vários tipos de substratos, no intuito que se tenha uma otimização na aplicação desses materiais.

A partir das análises dos dados de resistência á aderência á tração (NBR NBR13749 (2013), estimativa do tempo em aberto (NBR 14081-3:2012) e observações e inferências das maneiras como ocorreram os arrancamentos e as rupturas das argamassas colantes comerciais, pode-se que afirmar que as normas em conjunto foram essenciais, pois se complementaram para determinar quais as argamassas colantes e seus tipos possuem maior desempenho e qualidade quando aplicadas ao revestimento cerâmico assentado a parede de concreto.

Analisando a parede sem tratamento observou-se que a argamassa colante AC-I obteve a média da tensão de arrancamento de 0,17 MPa correspondendo com 100% dos ensaios com valor de ruptura maior do que 0,30 MPa exigido pela norma, com DP igual a 0,07 e CV igual a 38,2%. Em relação a argamassa colante AC-II observou-se a média de 0,28 MPa com DP igual a 0,09 e CV igual a 30,9%. A argamassa colante AC-III obteve a média de 0,25 Mpa com DP igual 0,06 e CV igual a 23,8%.

Analisando a parede que obteve tratamento com escova de aço e lavagem com água, a argamassa AC-I obteve a média da tensão de arrancamento de 0,21 Mpa com DP igual a 0,05 e CV igual a 25,6%. Os dados com a argamassa AC-II obteve média de tensão de arrancamento de 0,18 Mpa com DP igual a 0,08 e CV igual a 43,1%. A argamassa AC-III apresentou a média de tensão de arrancamento de 0,29 Mpa com DP igual a 0,05 e CV igual a 16,3%.

Na parede que obteve o tratamento com desbaste mecânico, a argamassa AC-I obteve média de tensão de arranamento de 0,22 com DV igual a 0,06 Mpa e CV igual

a 28,3%. A argamassa AC-II obteve média de tensão de arrancamento de 0,30 Mpa com DV igual a 0,03 e CV igual a 10,7%. A argamassa AC-III obteve a média de tensão de arrancamento de 0,33 Mpa com DP igual a 0,04 e CV igual a 13,3%.

Diante da determinação dos valores de aderência nas condições determinadas, pode-se dizer que as três argamassas não atenderem a norma no que se refere as paredes sem tratamento e com tratamento escova de aço e lavagem com água.

Contudo, verificou-se que as argamassas dos tipos AC – II e AC – III utilizadas no experimento atenderam a norma NBR 13749 (2013) para a parede de concreto com tratamento de desbaste.

5.2 SUGESTOES PARA TRABALHOS FUTUROS

Visando um aprofundamento científico, sugerimos abaixo algumas intervenções para os próximos trabalhos, visando obter mais rigor nos resultados que contribuirão para o desenvolvimento da tecnologia e conhecimento científico a respeito dos sistemas de revestimento em alvenaria de paredes de concreto:

- Caracterizar a cerâmica utilizada;
- Utilizar cerâmica de diferentes dimensões;
- Utilizar argamassas de mais fabricantes;
- Avaliar técnicas para melhorias de aderência de substratos;

REFERÊNCIAS

AECweb,2023. Disponível em:<<https://www.aecweb.com.br/revista/artigos/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-paredes-de-concreto-in-loco/19196>>. Acesso em: 06 fev 2023.

ALVENARIA ESTRUTURAL. Argamassa de assentamento. Disponível em:<<https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/argamassa.php>> Acesso em: 18 fev 2023.

ALVENARIA ESTRUTURAL. **Propriedades de argamassa**. Disponível em:<https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenariaestrutural/propriedades_de_argamassa.php> Acesso em: 18 fev 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). COLETÂNEA DE ATIVOS: PAREDE DE CONCRETO, 2007/2008. Disponível em:<[Coletanea_PC2007-2008.pdf \(abcp.org.br\)](#)>. Acesso em: 08fev 2023.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 15.575:2021: Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. NBR 15.575:2021, [s. l.], 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 16.055:2012: Paredes de concreto moldada no local para a construção de edificações-Requisitos e Procedimentos. NBR 16.055:2012, [s. l.], 2012.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8214. **Assentamento de Azulejos**. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-1: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO – São Paulo, 2002. Apresenta gráficos de desempenho de produção do setor cerâmico. Disponível em: . Acesso em: 17 nov. 2002.

AUZIER, Junior; GALVAO, Mateus. **DESCRIÇÃO DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS DE PAREDES DE CONCRETO**. 2020. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

CAMACHO, J. S., **Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural**, 2006. 53 f. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo. 2006.

CARASEK, H. (2007). “**Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**”. São Paulo, IBRACON.

CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos- avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação**. Tese (doutorado). São Paulo, 1996. Escola Politécnica da USP.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. (2005). “**Descolamento de Revestimentos de Argamassa Aplicados sobre Estruturas de Concreto- Estudo de Casos Brasileiros**.” Goiás, 2005.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L.M. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 4º, Brasília, 23 a 25 de maio de 2001. Anais. Brasília, PECC/ANTAC, 2001. p.43-67.

CARASEK, H.; JAPIASSÚ, P; CASCUDO, O.; VELOSA, A. **BOND between 19th Century lime mortars and glazed ceramic tiles**. *Construction & Building Materials*, v.59,p. 85-98, 2014.

CEOTTO, L. H.;BANDUCK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimento de Argamassa: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre, 2005. 96p.

CEUSA (2022). Disponível em:< <https://www.ceusa.com.br>>. Acessado em:02 março de 2023.

COLETÂNIA DE ATIVOS PAREDE DE CONCRETO (2007/20080). Disponível em:< <https://abcp.org.br/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2007-2008/>>. Acessado em 27 fevereiro de 2023.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. (C) **Parede de Concreto – Fundações**, 2012. Disponível em:<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/fundacoes/execucao/30/fundacoes.html>>. Acesso em: 08 fev 2023.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Paredes de Concreto - Vantagens**. 2011. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html>>. Acesso em: 08 fev 2023.

FIORITO, Antonio J.S.I. **Manual de Argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009.

GAIL BLOG. **A HISTÓRIA DA CERÂMICA NO BRASIL** (2020). Disponível em: <<https://blog.gail.com.br/a-historia-da-ceramica-no-brasil/>>. Acesso em 27 fevereiro de 2023.

GÓES, B. P. **Paredes de Concreto Moldadas “in loco”, Estudo do Sistema Adotado em Habitações Populares**. 2013. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GUILHERME, Marcos Roberto. **Apostila de escoramento (material interno Mecan industria e locação de equipamentos para construção civil)**. 2004

<https://docplayer.com.br/1653308-Como-construir-paredes-de-concreto.html>. Acesso em: 06 fev 2023.

JUNGIGER, MAX. **Rejuntamento de Sistema Cerâmico: Influência das Juntas de Assentamento na Estabilidade de painéis**. Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP. 2003. 141p.

MACÊDO, Julianne. **Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local**. TCC (Graduação) - Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 2016. Disponível em: <[um-estudo-sobre-o-sistema-construtivo-formado-por-paredes-de-concreto-moldadas-no-local.pdf](https://www.ufpb.br/portal/imagens/2016/08/23/um-estudo-sobre-o-sistema-construtivo-formado-por-paredes-de-concreto-moldadas-no-local.pdf) (ufpb.br)> . Acesso em: 08 fev 2023.

MAYOR, Arcindo. **Paredes de concreto contribuem para rapidez e economia na obra**. AECWEB, 2012. Disponível em: <[Paredes de concreto contribuem para rapidez e economia na obra | AECweb](https://www.aecweb.com.br/pt-br/artigos/paredes-de-concreto-contribuem-para-rapidez-e-economia-na-obra)> . Acesso em: 08 fev. 2023.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. **Paredes de concreto**. Revista TÉCNICA, São Paulo, v. 17, n. 147, p. 74-80, 2009. Acesso em: 08 fev 2023

MORES, Cezar Augusto. **Sem usar tijolos, novo sistema construtivo acelera obra**. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/sem-usar-tijolos-novo-sistema-construtivo-acelera-obras/29147>. Acesso em: 08 fev 2023.

NAKAMURA, J (2019). **Parede de concreto: vantagens e características**. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/parede-de-concreto/>>. Acesso em: 08 fev 2023.

OLIVEIRA, P. V. (2020). **“Influência dos Tratamentos Superficiais Executados na Parede de Concreto no Desenvolvimento da Aderência com Revestimento Cerâmico Interno”**. Tese de Mestrado em Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Minas Gerais.

PORTA DO CONCRETO. Argamassa. Disponível em: <<https://www.portaldoconcreto.com.br/argamassa>> Acesso em: 09 fev 2023.

PORTAL GLOBO PE. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/paranaguano/noticia/2022/08/22/duas-mulheres-ficam-feridas-apos-queda-de-placas-de-revestimento-de-fechada-de-empresa-no-recife.ghtml>. Acessado em 27 fevereiro de 2023.

PRETTO, M. E.J. **Influência da rugosidade gerada pelo tratamento superficial do substrato de concreto na aderência do revestimento de argamassa**. 180f. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

SALVADOR, Paulo Fernando. **Investigação teórica e experimental da transferência de cargas entre pavimentos de concreto escorados**. Porto Alegre: PPGEC/UFRGS, 2013. Tese de Doutorado.

SANTOS, Everton de Britto. **Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2013.

SILVA, Anne Caroline Melo. **Contribuição ao estudo da Influência da área de contato na aderência da interface argamassa colante-cerâmica**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco, PE. 2018. 122p.

SILVA, Cláudio Oliveira. **Análise crítica dos requisitos e critérios de qualidade de argamassa colante**. 2003. 222 f. (Dissertação) – Mestrado em Engenharia, Engenharia de construção civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, M, N, P et al. **Revestimentos Cerâmicos e Suas Aplicabilidades**. Caderno de graduação em engenharia civil. 2015. Maceió- AL. Editora Tiradentes. Disponível em: < Ciências exatas e tecnológicas | Maceió | v. 2 | n.3 | p. 87-97 | Maio 2015 | periodicos.set.edu.br >. Acessado em 01 março de 2023.

TECNOSIL, 2023. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>. Acesso em: 06 fev2023.

UCHÔA, J. C. B. (2015). **Análise Numérica e Experimental da Fadiga Termomecânica em Argamassas Colantes no Sistema de Revestimento Cerâmico**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E. TD-005 A/15, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 214p.

UCHÔA, João Carlos Barleta. **Análise Numérica e Experimental da Fadiga Termomecânica em Argamassas Colantes no Sistema de Revestimento Cerâmico**. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Distrito Federal, 2015.

VAQUERO, Arcindo y MAYOR. **O concreto e o sistema parede de concreto**, 2017. Disponível em:<<https://nucleoparededeconcreto.com.br/o-concreto-e-o-sistema-paredes-de-concreto/>> . Acesso em: 08 fev 2023.

VEIGA. M. R. **Comportamento de Argamassa de Revestimento de Paredes**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas – V SBTA. ANTAC. São Paulo. 2003.

VIRTUHAB. Disponível em:<<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/formas-plasticas-para-parede-de-concreto/>>. Acesso em 08 fev 2023.

VITORINO, Stefane Jardim. **Argamassas colantes** – NBR 14081/2012. Trabalho apresentado na disciplina de Materiais de Revestimento (Mestrado do Departamento de Materiais de Construção Civil). UFMG, Minas Gerais, 2013.

WEBENGENHAR MAIS. **Desmoldante para concreto**. Disponível em:<<https://webengenharmais.wordpress.com/2016/06/07/desmoldante-para-concreto/>>, publicado em 07 de junho de 2016. Acesso em 08 fev 2023.

WENDLER, Arnaldo. NBR 16055 – **Parede de concreto moldada no Local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos. Núcleo Parede de Concreto**, 2012. Disponível em: <<https://nucleoparededeconcreto.com.br/nbr16055-parede-de-concreto-moldada-no-local-para-a-construcaode-edificacoes-requisitos-e-procedimentos/>>. Acesso em: 08 fev. 2023