



**PESQUISA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO DE CERÂMICAS
REASSENTADAS APÓS DESCOLAMENTO E CERÂMICAS NÃO
DESCOLADAS EM FACHADA EXTERNA DE PRÉDIO RESIDENCIAL**

BELO HORIZONTE

2014



CARLOS FELIPE DE OLIVEIRA BARBOSA

LUIZ CARLOS AVELAR MATOSO

RAFAEL REIS VIEIRA

**PESQUISA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO DE CERÂMICAS
REASSENTADAS APÓS DESCOLAMENTO E CERÂMICAS NÃO
DESCOLADAS EM FACHADA EXTERNA DE PRÉDIO RESIDENCIAL**

Projeto de pesquisa desenvolvido para
apresentação de Trabalho de Conclusão do Curso
de Pós Graduação em Patologia nas Obras Civis
para obtenção do grau de especialista.

Prof. Orientador: Dr. Rodrigo Moysés Costa.

BELO HORIZONTE

2014

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, a todos os nossos familiares e amigos que nos apoiaram durante todo o curso de patologia de obras.

Agradecemos aos professores altamente qualificados que nos repassaram muitas informações e conhecimento de extrema importância em nossa carreira.

Agradecemos as empresas Matoso engenharia, Labcon pelo apoio durante a realização deste trabalho.

E finalmente ao professor Rodrigo Moysés pela orientação neste processo.

RESUMO

Este trabalho visa confrontar e verificar a resistência a arrancamento de pastilhas cerâmicas reassentadas e pastilhas cerâmicas antigas, em prédio residencial, com o objetivo de atestar a viabilidade técnica na substituição de peças soltas, constatadas em teste de percussão, em detrimento da troca de toda a fachada.

Palavras chave: cerâmicas, fachada, arrancamento, percussão

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Argamassa.....	26
Figura 2 - Argamassa na cerâmica	27
Figura 3 - Espaçadores	28
Figura 4 - Rejunte	28
Figura 5 - Posicionamento das placas cerâmicas sobre os cordões de argamassa colante.....	41
Figura 6 - Panorâmica do prédio	46
Figura 7 - Balança eletrônica.....	47
Figura 8 - Célula de carga e "volante" de tração	47
Figura 9 - Peça fixada.....	48
Figura 10 - Peça fixada.....	48
Figura 11 - Preparação para arrancamento	49
Figura 12 - Início do ensaio.....	49
Figura 13 - CP03.....	50
Figura 14 - CP02.....	50
Figura 15 - CP01.....	50
Figura 16 - CP04.....	51
Figura 17 - CP05.....	51
Figura 18 - CP06.....	51
Figura 19 - CP08.....	52
Figura 20 - CP07.....	52
Figura 21 - CP09.....	52
Figura 22 - CP10.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Regras de aplicação	26
Tabela 2 - Tolerância.....	43
Tabela 3 - Resultados obtidos.....	54

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	II
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS.....	IV
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.2.1. <i>Objetivo geral</i>	1
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	1
1.3. HIPÓTESE	2
1.4. JUSTIFICATIVAS.....	2
1.4.1. <i>Tecnológicas</i>	2
1.4.2. <i>Econômicas</i>	2
1.4.3. <i>Sociais</i>	2
1.4.4. <i>Ecológicas</i>	2
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. PANORAMA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA	3
2.2. CERÂMICAS.....	3
2.2.1. <i>Etapas de Fabricação</i>	6
2.2.2. <i>Tipo</i>	8
2.2.2.1. Cerâmica tradicional.....	8
2.2.2.2. Cerâmicas industrial	8
2.2.2.3. Cerâmica artística	8
2.3. ARGAMASSA COLANTE	9
2.3.1. <i>Definição</i>	9
2.3.2. <i>Qualidade</i>	13
2.3.3. <i>Definições de uso</i>	14
2.3.4. <i>Tipos</i>	16
2.3.4.1. Argamassas para assentamento de alvenaria	17
2.3.4.2. Argamassas para revestimento	17
2.3.4.3. Argamassa para assentamento de revestimentos	18
2.3.4.4. Argamassas industrializadas.....	18
2.3.4.5. Argamassas poliméricas	18
2.3.4.6. Propriedades das argamassas	19
2.4. REJUNTE.....	20
2.4.1. <i>Definição</i>	20
2.4.2. <i>Qualidade</i>	20
2.4.3. <i>Tipos</i>	21
2.4.3.1. Rejunte Lixado	22
2.4.3.2. Não Lixado ou Rejunte de Parede	22
2.4.3.3. Rejunte de Látex Modificado	23
2.4.3.4. Rejunte de Epóxi	23
2.4.3.5. Rejunte Furan	23

2.5.	MÃO OBRA.....	23
2.5.1.	<i>Procedimento de assentamento</i>	23
2.5.1.1.	Planejamento	24
2.5.1.2.	Aplicação da argamassa colante	25
2.5.2.	<i>Qualificação</i>	30
2.5.3.	<i>Fiscalização</i>	30
2.5.4.	<i>Conferência final</i>	31
2.6.	FACHADAS	31
2.6.1.	<i>Definição</i>	31
2.6.2.	<i>Manifestações patológicas</i>	32
2.6.3.	<i>Manutenção preventiva</i>	36
2.6.4.	<i>Procedimentos corretivos</i>	39
2.7.	TESTE DE ARRANCAMENTO	39
2.7.1.	<i>Procedimentos</i>	39
2.7.2.	<i>Qualificação</i>	40
2.7.2.1.	Execução do ensaio	41
2.7.3.	<i>Resultados</i>	43
2.7.4.	<i>Emissão de relatórios e testes</i>	45
3.	METODOLOGIA	46
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	54
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA NOVOS TRABALHOS	56
5.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
5.2.	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	56
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
7.	ANEXOS	58

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho será verificada a eficiência do reassentamento de peças cerâmicas em fachadas que apresentaram algum tipo de patologia recorrente de má execução ou devido a ação do tempo sobre as mesmas, aliadas a falta ou má manutenção dos revestimentos.

O intuito é verificar a eficiência de recuperação parcial de uma fachada com manifestações patológicas, comparando resultados de testes de arrancamento de trechos íntegros (não apresentaram som cavo durante os testes a percussão) com os trechos recém recuperados evitando assim a troca total das peças cerâmicas de uma fachada externa em detrimento de pequenos trechos ou pontos com deslocamento do revestimento.

1.1. PROBLEMA

É viável tecnicamente recuperar pontualmente uma fachada que apresenta descolamentos de cerâmica após teste de percussão?

1.2. OBJETIVOS

Verificar através de ensaios físicos se o processo pontual de recuperação de revestimento em fachadas externas com manifestação patológica é mesmo eficaz em comparação ao processo de total retirada de peças cerâmicas das fachadas e posterior recuperação da mesma.

1.2.1. Objetivo geral

Verificar se a resistência de aderência a tração das peças cerâmicas recém assentadas (trechos que apresentaram deslocamento) e de peças de trechos que não indicaram necessidade de reassentamento atendem aos requisitos de resistência mínima a tração.

1.2.2. Objetivos específicos

Comprovar a viabilidade e a segurança de reparo pontual em fachadas que não estejam com mais da metade do seu revestimento cerâmico comprometido em função de manifestações patológicas.

1.3. HIPÓTESE

Considerando que a fachada externa de uma edificação requer inspeção periódica, é possível que algumas fachadas mesmo que com deslocamentos pontuais, apresentem em sua maior área, vida útil superior as previstas em normas sem necessidade de nenhuma intervenção para troca de peças desde que as mesmas se mantenham impermeáveis, livre de tensões cisalhantes e devidamente rejuntadas.

1.4. JUSTIFICATIVAS

1.4.1. Tecnológicas

Adoção de um novo critério para recuperação de fachadas.

1.4.2. Econômicas

Menor investimento na recuperação da fachada com a redução do volume dos serviços e consequente redução de prazo dos trabalhos gerando economia de equipamentos locados e mão de obra.

1.4.3. Sociais

Diminuição do tempo de obra com menor impacto aos moradores, redução do volume de entulho e consequentemente menor emissão de ruídos e poeira.

1.4.4. Ecológicas

Menor utilização de materiais para recuperação da fachada (cimento, areia, água, materiais cerâmicos, energia elétrica) e menor geração de resíduos.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Será executada uma revisão bibliográfica e posteriores ensaios de arrancamento de peças cerâmicas em um determinado prédio residencial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste trecho do trabalho iremos abordar e detalhar algumas das definições necessárias para o entendimento do tema escolhido.

Será realizado um breve histórico falando sobre o uso da cerâmica, procedimento executivo para assentamento, as diversas etapas do processo construtivo até o rejuntamento e ainda falaremos sobre os testes realizados com intuito de verificarmos a resistência do revestimento cerâmico quanto ao arrancamento.

2.1. PANORAMA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

O uso intenso do revestimento cerâmico aderido em edifícios residenciais, comerciais e industriais é uma realidade entre as maiores construtoras brasileiras. O motivo é que o material mantém o status de bom, bonito e relativamente barato.

Essas vantagens explicam o grande crescimento na utilização do revestimento cerâmico, usado cada vez mais em todos os ambientes residenciais e comerciais das construções modernas e fachadas de edifícios, além de alguns ambientes industriais.

Conforme dados da ANFACER, o Brasil destaca-se entre os principais produtores de revestimento cerâmico além de ser um dos primeiros em consumo deste material.

Em 2013, foram gerados dentre empregos diretos e indiretos pelas 93 empresas produtoras de cerâmica, cerca de 225 mil postos de trabalho.

Estamos em 2º lugar em consumo com mais de 837 milhões de m² e em produção de 872 milhões de m², nos rendendo o 2º lugar além de sermos o 6º maior exportador com cerca de 63,3 milhões de m².

Das 93 empresas produtoras, a maior parte está instalada na região nordeste do país.

FONTE: www.anfacer.org.br

Anfacer – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmicas para Revestimento

2.2. CERÂMICAS

A cerâmica usada para revestimento de paredes e pisos, nada mais é do que uma mistura de argila e outras matérias-primas inorgânicas que após devidamente dosada com água, e transformando -se em uma argamassa e posteriormente moldada e queimada em altas temperaturas. Este material é utilizado em larga escala pela Arquitetura com função não só de arquitetura mas de revestir e impermeabilizar a fachada da edificação. Sua aplicação com esses fins teve início com as civilizações do Oriente Próximo e Ásia.

Na arquitetura europeia, a cerâmica de revestimento se fez presente desde que os primeiros edifícios de tijolo ou pedra foram erguidos. O seu uso na arquitetura foi dirigido tanto a um apelo decorativo, quanto prático. Em razão de suas características o azulejo torna as residências mais frescas e reduz os custos de conservação e manutenção, já que é refratário à ação do sol e impede a corrosão das paredes pela umidade. Com o tempo, as limitações iniciais da técnica vêm sendo superadas pela descoberta e implantação de novos usos e processos, determinados, basicamente, pela pesquisa e adoção de mudanças tecnológicas, por exemplo, na bitola e no formato das peças, nos métodos de queima, no tamanho e tipo de fornos, nas técnicas de esmaltação, entre outros.

Por muitos anos, as placas cerâmicas foram conhecidas como sinônimo de requinte e luxo. Após a segunda Guerra Mundial, houve um grande aumento da produção de revestimento cerâmico, por consequência do desenvolvimento de novas técnicas de produção. Isso fez com que os preços comesçassem a baixar, possibilitando a uma faixa maior de classes sociais a condição de adquirir o produto cerâmico. Nesta época, as placas cerâmicas eram utilizadas primordialmente em banheiros e cozinhas.

Com o passar dos anos, a indústria cerâmica se desenvolveu com grande rapidez. Novas tecnologias, matérias-primas, formatos e design foram desenvolvidos, o que proporcionou a migração da cerâmica do banheiro e cozinha para outras partes da casa, aliás, acabou migrando também para fora dos portões das residências, indo para shoppings, aeroportos, hospitais, hotéis, entre outros locais. No tocante da tecnologia atual, o uso da cerâmica não se restringe apenas aos tijolos refratários, mas também em aplicações aeroespaciais e de tecnologia de

ponta, como na blindagem térmica de ônibus espaciais, na produção de nano filmes, sensores para detectar gases tóxicos, varistores de redes elétricas entre outros.

As principais matérias-primas são o Feldspato (particularmente os potássicos), a sílica e a argila. Além destes três principais componentes, as cerâmicas podem apresentar aditivos para o incremento de seu processamento ou de suas propriedades finais. Após submetida a uma secagem lenta à sombra para retirar a maior parte da água, a peça moldada é submetida a altas temperaturas que lhe atribuem rigidez e resistência mediante a fusão de certos componentes da massa, fixando os esmaltes das superfícies. A cerâmica pode ser uma atividade artística, em que são produzidos artefatos com valor estético, ou uma atividade industrial, através da qual são produzidos artefatos com valor utilitário. De acordo com o material e técnicas utilizadas, classifica-se a cerâmica em:

- Terracota - argila cozida no forno, sem ser vidrada, embora, às vezes, pintada.
- Cerâmica vidrada - o exemplo mais conhecido é o azulejo.
- Grés - cerâmica vidrada, às vezes pintada, feita de pasta de quartzo, feldspato, argila e areia.
- Faiança - louça fina obtida de pasta porosa cozida a altas temperaturas, envernizada ou revestida de esmalte sobre o qual pintam-se motivos decorativo.

Com possível exceção do fabrico de tijolos e telhas, geralmente utilizados na construção desde a antiguidade na Mesopotâmia, desde muito cedo a produção cerâmica deu importância fundamental à estética, já que seu produto, na maioria das vezes, destinava-se ao comércio. Talvez por esta razão a maioria das culturas, desde seus albores, acabou por desenvolver estilos próprios que com o passar do tempo consolidavam tendências e evoluíam no aprimoramento artístico, a ponto de se poder situar o estado cultural de uma civilização através do estudo dos artefatos cerâmicos que produzia. Afora a cerâmica para a construção, a cerâmica meramente industrial só ocorreu na Antiguidade em grandes centros comerciais, iniciando vigorosa etapa com a Revolução industrial.

A indústria cerâmica é responsável pela fabricação de pisos, azulejos e revestimento de larga aplicação na construção civil, bem como pela fabricação de tijolos, lajes, telhas, entre outros. Ainda, o setor denominado cerâmica tecnológica, é responsável pela fabricação de componentes de alta resistência ao calor e de grande resistência à compressão. Atualmente a cerâmica é objeto de intensa pesquisa tendo em vista o aproveitamento de várias das propriedades físicas e químicas de um grande número de materiais, principalmente a semi-condutividade, supercondutividade e comportamento adiabático.

2.2.1. Etapas de Fabricação

O processo de produção da Cerâmica de Revestimento é bastante automatizado, utilizando equipamentos de última geração, mas existe interferência humana nas atividades de controle do processo, inspeção da qualidade do produto acabado, armazenagem e expedição.

Os materiais utilizados para a fabricação da cerâmica de revestimento são basicamente a massa que pode ser moldada por extrusão ou ainda prensada e o esmalte que irá proporcionar a cobertura vitrificada que proporciona a peça sua característica impermeável e resistência superficial a abrasão.

Na fabricação por extrusão, utiliza-se uma pasta homogênea com cerca de 15% de água que através de uma máquina extrusora, irá prensar a massa.

A massa é introduzida na extrusora e através da aplicação de uma pressão é empurrada por uma abertura devidamente modelada de maneira, a reproduzir a seção transversal do revestimento. A extrusora é dotada de uma câmara a vácuo para facilitar a dessa reação da massa, na qual sai em uma fita contínua e é cortada conforme o tamanho especificado do revestimento.

Na fabricação por prensagem, a massa com cerca de 4 a 6% de água, é submetida a uma pressão de punção, que pressiona para reassentar e colocar os grãos da massa em íntimo contato, resultando assim, em um produto compactado e cru.

Após moldada, a peça é posta para secagem garantindo a integridade e regularidade dimensional do produto, prevenindo quebras e distorções durante o processo de queima.

Os tipos de secadores mais difundidos são os de funcionamento através de ar quente. O ar quente é utilizado para favorecer a difusão da água de dentro para fora e para a evaporação da água da superfície da peça.

A última etapa do processo é a queima do revestimento, aonde este irá adquirir as suas características mecânicas adequadas e estabilidade química para as diversas utilizações.

Existem dois processos principais de queima: *monoqueima* e *biqueima*:

- A *monoqueima* é um procedimento na qual são queimados, simultaneamente, a base e o esmalte, em temperaturas que giram em torno de 1000°C a 1200°C. Esse processo determina maior ligação do esmalte ao suporte (base), conferindo-lhe melhor resistência à abrasão superficial, dependendo das características técnicas do esmalte aderido e maior resistência mecânica à flexão. A baixa ou alta absorção de água depende do produto produzido, pois pode-se ter tanto um porcelanato esmaltado e queimado nas condições de monoqueima, com um %Aa de 0,05, quanto uma monoporosa que tem %Aa acima de 10%.
- A *biqueima* é o processo mais obsoleto, no qual o tratamento térmico é dado apenas ao esmalte, pois o suporte já foi queimado anteriormente.

Uma outra técnica utilizada hoje por algumas empresas é a *terceira queima*, que consiste em criar efeitos de decoração sobre o esmalte já queimado e recolocá-lo no forno sob temperaturas mais baixas, para obter o design definitivo.

É na etapa da queima que adiciona-se a cobertura de esmalte conferindo a superfície vitrificada da peça.

Na produção da cerâmica de revestimento são utilizadas materiais primas classificadas como plásticas e não plásticas.

As principais matérias-primas plásticas são:

- Argilas Plásticas (queima branca ou clara);
- Argilas fundentes (queima vermelha);
- Caulim

Dentre as matérias não plásticas, destacam-se:

- Filitos
- Feldspato
- Talco
- Carbonatos

Cada matéria-prima exerce uma função específica durante o processo produtivo, porém as plásticas são essenciais na fase de conformação, pois fornecem à massa a plasticidade necessária, para se obter um revestimento de alta qualidade mecânica. Já os materiais não plásticos, atuam principalmente na fase do processamento térmico e nas misturas com argilas, para a produção da massa.

2.2.2. Tipo

Atualmente existem três tipos de cerâmicas subdivididas conforme seu processo de fabricação e uso.

2.2.2.1. Cerâmica tradicional

No seu processo para retirar a maior parte da água usou uma secagem lenta à sombra, por último para aumentar a sua rigidez e resistência é preciso ser submetida a altas temperaturas mediante a fusão de certos componentes da massa.

2.2.2.2. Cerâmicas industrial

Técnica é produzida em indústria cerâmica que através de equipamentos sofisticados e controle tecnológico além de controle de produção, é responsável pela fabricação de pisos, azulejos e cerâmica de revestimento de larga aplicação na construção civil, bem como pela fabricação de tijolos, lajes, telhas, entre outros. Ainda, o sector denominado cerâmica tecnológica, é responsável pela fabricação de componentes de alta resistência ao calor e de grande resistência à compressão.

2.2.2.3. Cerâmica artística

Desde muito cedo a produção cerâmica deu importância fundamental à estética, já que seu produto, na maioria das vezes, destinava-se ao comércio.

Para os materiais cerâmicos de revestimento de parede, a normas utilizadas são:

NBR 15463:2013 – Placas Cerâmicas para Revestimento – Porcelanato;

NBR 13755:1997 Errata 1:1997 - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento;

NBR 13818:1997 Errata 2:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios;

NBR 13818:1997 Errata 1:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios;

NBR 13816:1997 - Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia;

NBR 13817:1997 – Placas cerâmicas para revestimentos – Classificação;

NBR 13818:1997 – Placas Cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios;

NBR 13755:1996 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante –Procedimento.

2.3. ARGAMASSA COLANTE

2.3.1. Definição

Conforme definido na norma ABNT - NBR 13281 ¹ , **argamassa** é considerada uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições cujas propriedades visam aumentar a aderência e acelerar o endurecimento da mistura, podendo ainda esta ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

Segundo esta mesma norma, as argamassas preparadas em obra são aquelas cuja medição e mistura dos materiais ocorrem no próprio canteiro de obras. Os materiais neste caso são medidos em volume ou massa podendo ser compostos por um ou mais aglomerantes (simples ou mistas).

Já as argamassas industrializadas são aquelas provenientes da dosagem controlada em instalações industriais, de aglomerantes, agregados e ocasionalmente aditivos em estado seco e homogêneo, compondo assim uma mistura seca a qual somente no momento da sua aplicação, se faz a adição de água em quantidade recomendada para tornar a mistura trabalhável sem perder suas propriedades.

Para o nosso trabalho, iremos adotar a argamassa industrializada. Segue os conceitos de agregados, aglomerantes e aditivos para melhor entendermos sobre argamassa industrializada.

Pela norma ABNT NBR 9935/2005, que determina a terminologia dos agregados, o termo agregado é definido como material sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassas e de concreto sendo este último excluído do nosso trabalho por não ter relação com o presente tema.

Os agregados são classificados quanto ao tamanho de suas partículas da seguinte forma:

1. Agregado graúdo: aquele que passa na peneira com abertura de 2" (50,8 mm) e fica retido na peneira Nº 10 (2,0 mm); → o agregado graúdo é o pedregulho natural, ou a pedra britada proveniente do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam pela peneira ABNT 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT 4,8 mm
2. Agregado miúdo: material que passa na peneira Nº 10 (2,0 mm) e fica retido na peneira Nº 200 (0,075 mm); e miúdo → Areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT de 4,8 mm (peneira de malha quadrada com abertura nominal de "x" mm, neste caso 4,8 mm) e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm
3. Agregado de enchimento ou material de enchimento (fíler): material que passa pelo menos 65% na peneira Nº 200 (0,075 mm). Exemplos de fíleres são: Cal extinta, cimento Portland, pó de chaminé. Costuma-se chamar de

fino o agregado miúdo juntamente com o fíler, isto é, o material que passa na peneira N° 10 (2,0 mm).

Podemos classificar ainda os agregados pelas suas origens podendo estes estar subdivididos em:

Naturais → já são encontrados na natureza sob a forma definitiva de utilização (areia de rios, seixos rolados, cascalhos, pedregulhos).

Artificiais → são obtidos pelo britagem de rochas (pedrisco, pedra britada).

Industrializados → aqueles que são obtidos por processos industriais (argila, expandida, escória britada).

Deve-se observar aqui que o termo artificial indica o modo de obtenção e não se relaciona com o material em si.

Além do tamanho e da origem, podemos também classificar os agregados quanto à sua massa específica como leves, médios e pesados.

Classificação dos agregados em leves, médios e pesados:

1. Leves M.E. < 1000 kg/m³
2. Médios $1000 \leq \text{M.E.} \leq 2000$ kg/m³
3. Pesados M.E. > 2000 kg/m³

Aglomerante é o material ativo, ligante, em geral pulverulento, cuja principal função é formar uma pasta que promove a união entre os grãos do agregado. São utilizados na obtenção das argamassas e concretos, na forma da própria pasta.

As pastas são, portanto, misturas de aglomerante com água. São pouco usadas devido aos efeitos secundários causados pela retração. Podem ser utilizadas nos rejuntamentos de azulejos e ladrilhos.

Os aglomerantes podem ser classificados, quanto ao seu princípio ativo, em: aéreos: são os aglomerantes que endurecem pela ação química do CO₂ no ar, como por exemplo a cal aérea.

- Hidráulicos: são os aglomerantes que endurecem pela ação exclusiva da água, como por exemplo a cal hidráulica, o cimento Portland, etc. Este fenômeno recebe o nome de hidratação.
- Poliméricos: são os aglomerantes que tem reação devido a polimerização de uma matriz.

Quanto ao tipo, os aglomerantes são divididos em:

- Cal - É o produto obtido pela calcinação de rochas calcárias a temperaturas elevadas. Existem três tipos de cales: cal aérea (cal virgem e cal hidratada) e a cal hidráulica. Cal Virgem - É o aglomerante resultante da calcinação de rochas calcárias (CaCO_3) numa temperatura inferior a de fusão do material (850 a 900 °C). Além das rochas calcárias, a cal também é obtida de resíduos de ossos e conchas de animais. Cal Hidratada - Cal hidratada é um produto manufaturado que sofreu em usina o processo de hidratação. É apresentada como um produto seco, na forma de um pó branco de elevada finura. Cal Hidráulica - Este tipo de cal é um aglomerante hidráulico, ou seja endurece pela ação da água, e foi muito utilizado nas construções mais antigas, sendo posteriormente, substituído pelo cimento Portland. Por causa da elevada finura de seus grãos (2 μm de diâmetro), e conseqüente capacidade de proporcionar fluidez, coesão (menor suscetibilidade à fissuração) e retenção de água, a cal melhora a qualidade das argamassas. A cal confere uma maior plasticidade as pastas e argamassas, permitindo que elas tenham maiores deformações, sem fissuração, do que teriam com cimento Portland somente. As argamassas de cimento, contendo cal, retêm mais água de amassamento e assim permitem uma melhor aderência.
- Gesso - Dos aglomerantes utilizados na construção civil, o gesso é o menos utilizado no Brasil. No entanto, ele apresenta características e propriedades bastante interessantes, dentre as quais, pode-se citar o endurecimento rápido, que permite a produção de componentes sem tratamento de aceleração de endurecimento. A plasticidade da pasta fresca e a lisura da superfície endurecida são outras propriedades importantes. O gesso é um aglomerante de pega rápida, obtido pela desidratação total ou parcial da gipsita, seguido de moagem e seleção em frações granulométricas em conformidade com sua utilização. A

gipsita é constituída de sulfato de cálcio mais ou menos impuro, hidratado com duas moléculas de água. As rochas são extraídas das jazidas, britadas, trituradas e queimadas em fornos.

- Cimento Portland - Cimento Portland é a denominação técnica do material usualmente conhecido na construção civil como cimento. O cimento Portland foi criado e patenteado em 1824, por um construtor inglês, chamado Joseph Aspdin. Naquela época, era moda na Inglaterra construir com uma pedra, de cor acinzentada, originária da ilha de Portland, situada ao sul do país. Como o resultado da invenção de Aspdin se assemelhava, na cor e na dureza a pedra de Portland, foi patenteada com o nome de cimento Portland. O cimento é um pó fino com propriedades aglutinantes, que endurece sob ação da água, sendo, portanto, um aglomerante hidráulico. Depois de endurecido, mesmo sob ação da água, não se decompõe mais. O cimento é hoje, sem dúvida, o mais importante dos aglomerantes, sendo de fundamental importância conhecer bem suas propriedades, para poder aproveitá-las da melhor forma possível.

2.3.2. Qualidade

O uso de argamassas vem a milhares de anos sendo associado à construção, porém, somente após o início da elaboração em escala industrial das argamassas, é que sua aplicação começou a ter expressão significativa desde os meados do século passado.

Foi em Portugal que as primeiras argamassas industrializadas começaram a ser produzidas no início dos anos 90, constituindo desta forma, um conceito relativamente recente.

O avanço tecnológico na produção de argamassas, resultante do crescente desenvolvimento da construção civil, tem contribuído para aceitação destes produtos por parte do mercado.

Seguidamente, estudaram-se os materiais utilizados na sua formulação, destacando-se os adjuvantes e aditivos responsáveis pela modificação das

propriedades, ajustando-as a determinadas condições de uso e desempenho pré estabelecidos. Esta é uma das distinções entre as argamassas industriais e as tradicionais.

No entanto, as diferenças de umas e de outras argamassas não se extinguem na utilização de adições. As argamassas industriais, ao serem produzidas em unidades fabris, dotadas de equipamentos e tecnologia adequada, são capazes de se apresentarem com as formulações rigorosas e com garantia de qualidade das suas matérias-primas.

2.3.3. Definições de uso

De alguns anos para cá, as empresas da construção civil têm se tornado cada vez mais competitiva. Não só a maior exigência de qualidade pelos consumidores e o próprio código de defesa do consumidor tem se mostrado meios fundamentais que vem obrigando o setor a buscar a evolução do processo construtivo tradicional de produção de edifícios.

Mas também a constante busca pela redução dos custos de produção dos empreendimentos além da obrigatoriedade da qualidade final do imóvel são fatores importantes para a sobrevivência das empresas no mercado.

Sendo assim, alguns pontos devem ser considerados na hora de construir, tais como: controle dos custos; redução do desperdício aumento da produtividade; compatibilização de projetos; articulação entre projeto, produção e manutenção; implantação de novas técnicas e métodos construtivos; melhoria da organização e gestão da mão-de-obra, buscando a racionalização da produção.

A adoção de tecnologias construtivas racionalizadas, industrializadas e a gestão da qualidade e da produtividade são soluções para substituir modelos ultrapassados de produção que geram desperdícios em especial de materiais, recursos humanos e financeiros, deixando assim as empresas mais competitivas se comparando aos processos construtivos tradicionais. Este avanço tecnológico e melhoria da mão de obra visando não só os aspectos racionalidade, mas também assegurando um produto com boa qualidade e destaque no mercado, tem levado as empresas investirem especialmente em revestimentos.

A argamassa na construção civil tem grande importância comprovada pelo seu grande número de aplicações, como no assentamento de alvenarias e nas etapas de revestimentos, em emboço, reboco ou revestimento de camada única de paredes e tetos; além de contra pisos para a regularização de pisos e em assentamento de revestimentos cerâmicos, sendo este último o de maior interesse ao nosso trabalho.

A argamassa industrializada surgiu como solução a uma prática empírica de dosagem e também na esperança de diminuição das patologias nos revestimentos onde a mesma é aplicada. Atrativos, como este, impulsionam algumas construtoras a adotarem a argamassa industrializada em seus canteiros de obras (AGUIAR, 2004).

A argamassa industrializada de qualidade se destina a atender os construtores dos novos tempos, que entendem o quanto é importante o controle tecnológico dos produtos que usam em suas obras.

Homogeneidade do traço, controle tecnológico, menor desperdício, maior rendimento, produtos específicos para cada utilização, redução do risco de patologias, produtos normalizados, controle de estoque, rastreabilidade do produto, racionalização do canteiro, maior produtividade, diminuição da interferência da mão de obra na qualidade do produto, são algumas das vantagens em se utilizar argamassas industrializadas (OLIVEIRA, 2006).

Entretanto, no Brasil, novos conceitos de execução e novos materiais lançados no mercado sempre encontraram resistência para sua utilização na construção civil e para a argamassa de assentamento não é diferente. Apesar da disponibilidade de produtos manufaturados para as argamassas, tal como a argamassa industrializada, ainda há empresas do ramo que utilizam técnicas manuais em sua produção.

Segundo Silva (2008), há uma idéia de que os custos de utilização da argamassa industrializada são superiores aos seus gastos com a argamassa elaborada na obra. Mas, verificando os critérios adotados para este cálculo, percebe-se que estes avaliam apenas o gasto com materiais, excluindo, portanto, valores de mão-de-obra e desperdícios de matéria-prima que ocorrem dentro do canteiro de obras. As argamassas manufaturadas apresentam um custo de mão-de-

obra bem menor que as convencionais. Apresenta ainda, como são produtos que já vêm com um controle tecnológico de fábrica, menores chances de cometer erros de dosagem e desperdício de materiais no canteiro de obras, o que afeta diretamente a qualidade e o custo final do empreendimento.

Construir de forma sustentável tem sido um grande desafio para a maioria das empresas. A construção precisa ser mais racional e econômica, o que pode ser alcançado com a aplicação cada vez maior de materiais que reduzam as perdas, diminuam a quantidade de entulho e, sobretudo, causem menor impacto ambiental.

2.3.4. Tipos

As argamassas são usadas dentro das obras, com as seguintes finalidades:

Assentar tijolos e blocos, azulejos, ladrilhos, cerâmica e tacos de madeira; impermeabilizar superfícies; regularizar (tapar buracos, eliminar ondulações, nivelar e aprumar) paredes, pisos e tetos; dar acabamento às superfícies (liso, áspero, rugoso, texturizado, etc.).

As argamassas mais comuns traçadas em obra, são constituídas basicamente por cimento, areia e água. Em alguns casos, costuma-se adicionar outro material como cal, saibro, barro, caulim, e outros para a obtenção de propriedades especiais.

Já as argamassas industrializadas utilizam não só cimento e areia mas em especial aditivos para obterem propriedades específicas cuja argamassa comum não apresentam.

No caso de argamassas poliméricas, os aglomerantes são normalmente resinas sintéticas e o agregado o pó de pedra.

Assim como o concreto, as argamassas também se apresentam em estado plástico nas primeiras horas de confecção, e endurecem com o tempo, ganhando resistência, resiliência e durabilidade. Este processo chama-se cura da argamassa.

A argamassa é uma cola que permite unir diversos materiais de construção. Em muitos casos, pode-se utilizar argamassas com características especiais para melhorar as características de adesão. Também são importantes as características

de impermeabilização, embora haja necessidade de adição de produtos especiais para obter as propriedades impermeabilizantes da argamassa.

Tipos de Argamassa.

As argamassas são classificadas, segundo a sua finalidade, em argamassas para assentamento de alvenarias, para revestimento e para assentamento de revestimentos.

2.3.4.1. Argamassas para assentamento de alvenaria

As argamassas para assentamento são usadas para unir blocos ou tijolos das alvenarias. Dependendo do tipo de bloco ou tijolo, podem ser utilizadas diversas técnicas de assentamento com argamassa. Normalmente ela é colocada com colher de pedreiro, mas podem ser utilizadas também bisnagas.

As três primeiras fiadas de uma parede de blocos ou tijolos devem ser revestidas inicialmente com uma camada de argamassa de impermeabilização, que protege a parede contra a penetração da umidade.

2.3.4.2. Argamassas para revestimento

Usualmente são aplicadas três camadas de argamassa em uma parede a ser revestida:

- Chapisco: primeira camada fina e rugosa de argamassa aplicada sobre os blocos das paredes e nos tetos. Sem o chapisco, que é a base do revestimento, as outras camadas podem descolar e até cair.
- Emboço: sobre o chapisco é aplicada uma camada de massa grossa ou emboço, para regularizar a superfície.
- Reboco: é a massa fina que dá o acabamento final. Em alguns casos não é usado o reboco, por motivo de economia. Geralmente tem em seu traço areias mais finas, pois servem para dar o acabamento ao revestimento.

Em alguns casos, como em muros, o chapisco pode ser o único revestimento.

Por sobre as argamassas de revestimentos podem ser aplicados outros acabamentos como textura, massa corrida, pintura, areias quartzo, estuque veneziano etc.

O acabamento destes revestimentos pode ser sarrafeado ou desempenado.

2.3.4.3. Argamassa para assentamento de revestimentos

Revestimentos como azulejos, ladrilhos e cerâmicas são aplicados sobre o emboço. Para esta aplicação, também são utilizadas argamassas.

No piso, utiliza-se uma camada de contrapiso e pode-se dar o acabamento por sobre esta camada. Este acabamento é conhecido como cimentado. O contrapiso é uma camada de argamassa de regularização e de nivelamento.

2.3.4.4. Argamassas industrializadas

Atualmente está sendo cada vez mais comum o uso de argamassas industrializadas, ou seja, a mistura dos componentes secos é realizada em uma planta industrial. Assim, na obra, apenas deve ser acrescentada água à mistura prévia. As argamassas industrializadas para aplicação de revestimentos cerâmicos são conhecidas como argamassas colantes. Estas são a de maior interesse em nosso trabalho e como todo e qualquer serviço da construção, possui norma orientativa não só para seu uso, mas ensaio e preparo.

Elas apresentam os tipos AC-I, AC-II, AC III e ACIIIE, segundo a norma NBR 140812.

A AC-I é recomendada para o revestimento interno com exceção de saunas, churrasqueiras e estufas.

A AC-II é recomendada para pisos e paredes externos com tensões comuns de cisalhamento.

A AC-III é recomendada para pisos e paredes externos com elevadas tensões de cisalhamento e piso sobre piso.

A AC-IIIE é recomendada para ambientes externos, muito ventilados e com insolação intensa³.

2.3.4.5. Argamassas poliméricas

Outro tipo de argamassa industrializada é a argamassa polimérica. O seu principal uso se dá no assentamento de tijolos ou blocos na construção de alvenarias (paredes). Por necessitar de uma quantidade relativamente pequena de material para unir os blocos ou tijolos, uma parede construída com argamassa polimérica apresenta juntas mais finas do que uma parede construída com argamassa convencional.

Ao contrário das argamassas convencionais, que são comercializadas em pó, a argamassa polimérica é comercializada em estado pastoso e pronto para a utilização, sem nem mesmo necessitar a adição de água. Por se tratar de um produto elastomérico, a argamassa polimérica também apresenta elevada flexibilidade, o que pode proporcionar vantagens estruturais ao sistema construtivo.

2.3.4.6. Propriedades das argamassas

Para a obtenção de uma argamassa de boa qualidade, deve-se levar em conta:

- a qualidade do cimento e da cal, principalmente verificando se é de um fabricante certificado;
- a qualidade da areia, que deve apresentar grãos duros e limpeza, livre de torrões de barro, galhos, folhas e raízes antes de ser usada (areia lavada).
- a água, que também deve ser limpa, livre de barro, óleo, galhos, folhas e raízes.

Outro ponto a ser observado é a forma como se faz a mistura, que pode ser feita de forma manual, em betoneiras ou em centrais de mistura. Para a obtenção de uma boa mistura, devem-se utilizar preferencialmente meios mecânicos (betoneira ou centrais).

Uma característica importante da argamassa ainda fresca é a trabalhabilidade, que é uma composição da plasticidade com o tipo uso da argamassa e com a sua capacidade de aderência inicial. Em alguns usos, como no revestimento, é adicionado um quarto componente à mistura, que pode ser cal, saibro, barro, caulim ou outros, dependendo da disponibilidade e uso na região. De

todos esses materiais, chamados de plastificantes, o mais recomendado é a cal hidratada.

Quando endurecida, a argamassa deve apresentar resistência e resiliência, de forma a suportar adequadamente os esforços sem se romper.

2.4. REJUNTE

2.4.1. Definição

Rejunte é todo material de construção com uso específico para preenchimento das juntas executivas resultantes de assentamento de peças cerâmicas, conhecidas como azulejos, na parede ou no piso com a função de impermeabilizar as laterais das peças cerâmicas.

Este material é composto por produtos básicos como: cimento, agregados minerais, pigmentos, aditivo celulósico, aditivo hidrofugante e polímeros, que recebendo água e devidamente homogeneizados transformam-se em uma argamassa com propriedade cremosa, própria para preencher juntas de assentamento entre peças cerâmicas possibilitando assim a impermeabilização das peças

Os rejuntas são oferecidos em várias cores e para vários tipos de aplicação: anti-mofo, impermeabilizantes, áreas externas e internas, etc. e a espessura de aplicação varia em função do tamanho da peça assentada, seu uso e local de assentamento (variando entre 1 a 15mm).

2.4.2. Qualidade

Nas fachadas o revestimento cerâmico é responsável pela estética, durabilidade, proteção e estanqueidade da edificação. A estanqueidade é uma das funções mais importantes que este revestimento deve desempenhar, sendo que a infiltração da água destaca-se como causa de muitas das manifestações patológicas de fachadas. Tais manifestações têm sua origem, principalmente, na execução deficiente e na má especificação dos materiais.

Quando este material é aplicado de maneira errada, ou seu uso está em desacordo com o local de aplicação ou com as condições de exposição, ele deixa

de desempenhar suas funções. Com isso, as exigências dos usuários deixam de ser atendidas e há a desvalorização das edificações.

Nos revestimentos cerâmicos, os materiais responsáveis pela estanqueidade são as placas cerâmicas e o material de rejuntamento. As cerâmicas têm como principal propriedade, sua absorção de água bastante reduzida, deixando assim o rejunte como o ponto mais vulnerável do sistema.

Desta forma, o desempenho deste deve ser analisado e controlado, de modo a evitar problemas nas edificações. Quando aplicados e expostos às condições do ambiente externo, os materiais de rejuntamento apresentam desempenho muito abaixo do que quando aplicados em ambientes internos e em especial locais sem acúmulo de água. O desempenho do material nas condições reais é bem abaixo dos exigidos em norma.

Além disso, pode-se observar que quanto maior o tempo de exposição da fachada maior é a absorção de água e que em locais onde o material está em condições mais desfavoráveis, quanto à insolação e ao vento, ele degrada mais rapidamente, apresentando mais fissuras, descoloração e, conseqüentemente, maior infiltração de água. Esta infiltração, porém, não ocorre apenas por deficiências ou envelhecimento do material, mas também pela má execução, quando é misturado de forma incorreta, com adição de muita água, ou quando, durante a aplicação, são deixadas falhas e juntas mal preenchidas.

2.4.3. Tipos

O rejunte normalmente é feito de um material a base de cimento e é usado para preencher os espaços entre os ladrilhos (de cerâmica, de pedra, etc.). Este material pode ser produzido em uma variedade de cores. Existem ainda diversos tipos de látex que podem ser adicionados ou misturados ao rejunte durante a instalação proporcionando assim maior resistência as manchas.

Além de rejuntas a base de cimento existem os rejuntas epóxicos, que são feitos de resina de plástico de epóxi e devem ser misturados no momento da instalação. Eles são normalmente mais caros que os rejuntas a base de cimento,

mas oferecem muito mais resistência as manchas e são disponíveis em muitas cores.

Os tipos básicos de rejunte são:

2.4.3.1. Rejunte Lixado

Este é o tipo mais usado para ladrilhos cerâmicos, de pedras ou qualquer ladrilho com dimensões iguais ou maiores que estes. Composto de cimento Portland, areia e outros elementos aditivos, se mistura com água e se aplica diretamente nas juntas dos ladrilhos, onde levará aproximadamente 24 horas para secar. Embora este rejunte fique tão duro quanto concreto, quando completamente curado, poderá apresentar vários problemas. É muito absorvente, e se não for impermeabilizado, trará para cima da superfície todo tipo de manchas, sujeiras e qualquer líquido derramado no ladrilho. Devemos tomar cuidado escolhendo um bom impermeabilizante para prevenir manchas de absorção de água. Embora muitos rejuntas podem ser aditivados na hora da instalação com um elemento aditivo de látex que reduz a absorção, ainda assim nós recomendaríamos o uso de impermeabilizante. Outro problema surge quando for usado com mármore. Uma vez que o rejunte é feito com areia, riscará o polimento de mármore no momento da instalação. Este é um problema comum entre instaladores de ladrilhos que não estão familiarizados com a instalação de pedras (mármore e granitos). Nunca use rejunte lixado em mármore polido! Mármore polido deve ser instalado com um rejunte de menor largura que a normal.

2.4.3.2. Não Lixado ou Rejunte de Parede

Rejunte não lixado, e comumente chamado de "Rejunte de Parede", é basicamente o mesmo rejunte lixado, porém sem areia. É usado em ladrilhos cerâmicos e de mármore polido com juntas mais estreitas. Todos os problemas de limpeza associado com os rejuntas lixados também se aplicam ao rejunte de parede, que deve ser impermeabilizado depois da instalação para reduzir a absorção.

2.4.3.3. Rejunte de Látex Modificado

Vários aditivos de látex estão disponíveis e podem ser adicionados a rejuntas lixado e não lixado. Estes elementos aditivos são misturas de resinas acrílicas e látex, e diminuirão a absorção de água, aumentando a resistência e melhorarão a retenção de cor. Alguns rejuntas possuem o pó (seco) de látex acrescentado a eles desde a fábrica e, portanto, não requerem elementos aditivos adicionais. Vários fabricantes também incluem anti-fungicidas e elementos aditivos de resistência ao mofo.

2.4.3.4. Rejunte de Epóxi

Este tipo de rejunte é uma fórmula de duas partes sem água, que consiste em resinas de epóxi (Parte A) e um endurecedor (Parte B). Estes componentes só serão misturados no local, antes de rejuntar. Quando completamente curado, o rejunte de epóxi é anti-manchas e anti-mofo; ele também é menos absorvente que o rejunte a base de cimento e é mais fácil de limpar. Este tipo de rejunte deveria ser usado em ladrilhos cerâmicos, pedras, em balcões de cozinha, aparadores e banheiros. O rejunte de epóxi é difícil de aplicar, e pode causar bastante sujeira durante a sua aplicação; esteja seguro de contratar um instalador qualificado para esta tarefa. Estes rejuntas não requerem nenhum impermeabilizante adicional.

2.4.3.5. Rejunte Furan

O rejunte Furan é semelhante aos polímeros de "Álcool de Furfuryl" que é altamente resistente a ação química. Este rejunte é raramente usado para instalação residencial, mas é empregado freqüentemente em projetos industriais, como laboratórios, laticínios, frigoríficos, etc. O rejunte Furan só está disponível em preto, e são requeridas habilidades especiais para uma instalação apropriada.

2.5. MÃO OBRA

2.5.1. Procedimento de assentamento

A mão de obra dentro de um canteiro, apesar da constante evolução das características dos materiais empregado no revestimento de uma fachada, sempre foi um item de grande preocupação por parte dos construtores.

Tal preocupação é perfeitamente justificável, quando temos neste item o de maior variação que depende do grau de treinamento até o grau de satisfação do colaborador com a atividade realizada.

Nas normas e recomendações dos fabricantes de materiais, encontramos orientações mínimas para assegurar o bom desempenho dos materiais empregados. Porém nada adianta se não buscarmos constantemente o aperfeiçoamento e valorização da nossa mão de obra. Lembrando que de nada adianta comprar um piso ou revestimento cerâmico de alta qualidade, se não for assentado corretamente.

Para assentamento de revestimentos cerâmicos devemos seguir alguns procedimentos por ordem:

1. *PLANEJAMENTO*
2. *APLICAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE*
3. *ASSENTAMENTO DAS PLACAS CERÂMICAS*
4. *REJUNTE*
5. *CURA*
6. *LIMPEZA*

2.5.1.1. Planejamento

- Verificar o esquadro e as dimensões da base a ser revestida para definição da largura das juntas entre as peças, buscando reduzir o número de recortes e o melhor posicionamento destes.
- Local, sobre a superfície a ser revestida, as juntas horizontais e verticais entre as peças cerâmicas.

- Marcar os alinhamentos das primeiras fiadas, nos dois sentidos, com linhas de nylon, servindo então de referência para as demais fiadas, ou então a partir da fixação de uma régua de alumínio junto à base.
- Arranjar as peças de forma que sejam feitos cortes iguais nos lados opostos à superfície a ser revestida.
- Planejar a colocação das peças com relação: à decoração das peças, ao encaixe preciso dos desenhos, à colocação em diagonais e perpendiculares.
- Para o caso de assentamento de paisagens ou mosaicos, desenhar com giz as figuras a serem formadas, colocando entre as linhas desenhadas o formato e a cor das peças que fazem parte do desenho.

2.5.1.2. Aplicação da argamassa colante

Preparo:

Preparar a argamassa manualmente ou em misturador mecânico limpo, adicionando-se água na quantidade recomendada na embalagem do produto até que haja homogeneidade da mistura. A quantidade preparada deverá ser a suficiente para se consumir no prazo indicado pelo fabricante nunca excedendo o tempo indicado nas orientações do produto, evitando que a argamassa entre em seu período de início de pega. Após a mistura, a argamassa deve ficar em repouso pelo período de tempo indicado na embalagem, para que ocorram as reações dos aditivos, sendo a seguir reamassada. Neste período, deve-se atentar para que não seja adicionada água, mesmo em quantidades pequenas. As argamassas industrializadas possuem aditivos que garantem sua trabalhabilidade sem necessidade de adição de água em excesso. No caso de preparo manual, utilizar um recipiente plástico ou metálico limpo, para fazer a mistura.

Aplicando:

O método de aplicação da argamassa colante depende da área da placa cerâmica a ser assentada. Para peças cerâmicas com área igual ou menor que 900cm², a aplicação da argamassa pode ser feita pelo método convencional, ou seja, a aplicação da argamassa é somente na parede, estando a peça cerâmica limpa

e seca para o assentamento. O posicionamento da peça deve ser tal que garanta contato pleno entre seu tardo e a argamassa. Para áreas maiores que 900cm² a argamassa deve ser aplicada tanto na parede quanto na própria peça (dupla colagem). Os cordões formados nessas duas superfícies devem se cruzar em ângulo de 90°, e a cerâmica deve ser assentada de tal forma que os cordões estejam perpendiculares entre si.

Tabela 1 - Regras de aplicação

Área da superfície das placas cerâmicas (cm ²)	Formato dos dentes da desempenadeira (mm)	Procedimento
Menor que 400	Quadrados 6 x 6 x 6	Convencional
Entre 400 e 900	Quadrados 8 x 8 x 8	Convencional
Maior ou igual a 900	Quadrados 8 x 8 x 8	Dupla colagem

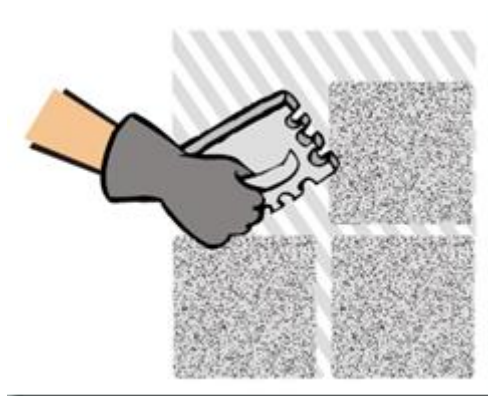


Figura 1 - Argamassa

A argamassa deve ser espalhada com o lado liso da desempenadeira, comprimindo-a contra a parede num ângulo de 45°, formando uma camada uniforme. A seguir, utilizar o lado denteado da desempenadeira sobre a camada de argamassa, para formar cordões que facilitarão o nivelamento e a fixação das peças cerâmicas. Durante a colocação das peças os cordões de cola devem ser totalmente esmagados, formando uma camada uniforme, e garantindo o contato pleno da argamassa com todo o verso da peça. A espessura da camada final de argamassa colante deve ser de 4 a 5mm, podendo chegar a 12mm em pequenas áreas isoladas, onde existam irregularidades superficiais na base. As reentrâncias de altura maior

que 1mm, eventualmente presentes no tardo das peças cerâmicas, devem ser preenchidas com argamassa colante no momento do assentamento.

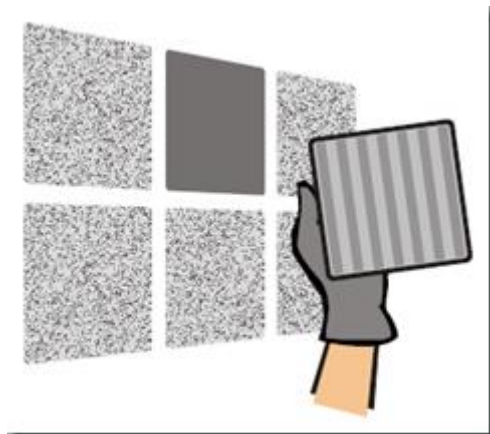


Figura 2 - Argamassa na cerâmica

Devem sempre ser respeitados os tempos de uso, tempo em aberto e tempo de ajuste, indicados na embalagem do produto, levando-se em conta que em dias secos, quentes e com muito vento, estes tempos são diminuídos. O final do tempo em aberto da argamassa é indicado pela formação de uma película esbranquiçada sobre os cordões de cola. A partir deste momento as condições de assentamento ficam prejudicadas, podendo favorecer o descolamento precoce da peça cerâmica. Periodicamente durante o assentamento, deve-se arrancar peças aleatoriamente (1% das peças), verificando se estão com o verso totalmente preenchido com argamassa. Este procedimento é denominado de Teste de Arrancamento e se destina a avaliar a qualidade do assentamento, e fazer ajustes caso seja necessário.

Assentamento das placas

O tardo da placa cerâmica a ser assentada deve estar limpo, isento de pó, gorduras, ou partículas secas e NÃO deve ser molhado antes do assentamento. A colocação das placas cerâmicas deve ser feita de baixo para cima, uma fiada de cada vez. As placas cerâmicas devem ser colocadas ligeiramente fora de posição, sobre os cordões de cola. O posicionamento da peça é então ajustado e o revestimento cerâmico é fixado através de um ligeiro movimento de rotação. Para a retirada do excesso de argamassa, devem ser dadas leves batidas com um martelo de borracha sobre a face da cerâmica, ou mesmo batidas com cabos de madeira de

martelos comuns e colher de pedreiro. A argamassa que escorrer deve ser limpa antes do seu endurecimento, evitando que esta prejudique o rejunte.



Figura 3 - Espaçadores



Figura 4 - Rejunte

Rejunte

O preenchimento das juntas de assentamento pode ser iniciado no mínimo 3 dias após concluído o assentamento das peças. Verifique, primeiramente, se existe alguma cerâmica onde não há argamassa embaixo. Para isto, dê leves pancadas com os dedos sobre a superfície das cerâmicas, se alguma delas apresentar um barulho oco, esta deve ser removida e reassentada. A seguir, limpar as juntas, eliminando toda a sujeira existente e umedecê-las, somente em locais com muito sol, ventos constantes ou baixa umidade do ar. Utilizar somente argamassas de rejunte industrializadas, especiais para rejuntamento e com impermeabilidade garantida. A argamassa de rejunte deve ser misturada em um

recipiente metálico, ou de plástico, limpo, obedecendo as recomendações do fabricante quanto à quantidade de água, até a obtenção de uma mistura homogênea.

No caso de argamassas industrializadas, a mistura deve permanecer em repouso por 15 minutos após o processo de mistura. Após o período de repouso, a argamassa deve ser remisturada e espalhada nas juntas com auxílio de uma desempenadeira com base de borracha flexível, em movimentos alternados, de modo que ela penetre uniformemente no espaço entre as cerâmicas. Após secagem inicial da argamassa, remover o excesso com pano, esponja ou estopa úmidos. Após transcorrido mais algum tempo, que garanta princípio de endurecimento da argamassa, frisar as juntas, obtendo assim acabamento liso e regular. Esta operação pode ser feita com instrumentos de madeira, desenhados especialmente para esse fim, ou com auxílio de cabos elétricos dobrados. Limpar novamente com estopa ou pano secos, para remoção de quaisquer resíduos de argamassa aderidos sobre o revestimento cerâmico.

Limpeza

Esta é a operação final e tem a finalidade de eliminar resíduos de argamassas ou outros materiais usados no processo de assentamento. A limpeza de revestimentos com ácido é contra-indicada, pois pode prejudicar tanto a superfície da peça cerâmica como o rejunte. Entretanto, quando for necessária a limpeza com ácido, deve-se usar uma parte de ácido para dez partes de água (1:10). Neste caso, deve-se proteger previamente com vaselina os componentes susceptíveis ao ataque pelo ácido. Após a limpeza, que deve ser feita com água em abundância, utiliza-se uma solução neutralizante de amônia (uma parte de amônia para cinco partes de água) e se enxágua com água em abundância. Finalmente, enxuga-se com um pano para remover a água presente nas juntas.

Cura

Após a limpeza, as operações para o revestimento da parede estão completas, muito embora a parede ainda não esteja adequada para uso. É necessário esperar aproximadamente 15 dias para que as reações físicas e químicas, que ocorrem com as argamassas, possam acontecer. Estas reações são

fundamentais para a qualidade da aderência entre as diversas camadas que compõe a parede revestida com placas cerâmicas

2.5.2. Qualificação

A qualificação dos colaboradores pode ser feita diretamente pela empresa construtora ou até mesmo por intermédio de escolas profissionalizantes ou ainda realizada por empresas que forneçam materiais para fachada em especial as de argamassa que para terem um diferencial, costumam oferecer treinamento e orientações técnicas com acompanhamento no canteiro de obras.

Algumas empresas com certificado de qualidade, além de fazer cursos frequentemente para capacitar e reciclar sua mão de obra, tem criado folhetins de instrução de trabalho com intuito não só de treinamento mas também de homogeneizar a qualidade da mão de obra evitando assim que em um mesmo pano de fachada, haja grande variação na qualidade dos serviços quando este for executado por mais de um colaborador.

2.5.3. Fiscalização

De nada adianta uma mão de obra executora bem treinada se não existe uma fiscalização competente para acompanhamento e verificações dos serviços. Esta por sua vez, deverá ser composta por técnicos ou graduados com conhecimento e acesso as normas e recomendações dos fabricantes e ainda estarem aptos a identificarem e corrigir qualquer falha no processo construtivo que possam futuramente gerarem patologias desagradáveis ao revestimento como um todo.

Nesta fase, é importante o acompanhamento deste a execução da alvenaria, seu chapisco e emboço, assegurando que não só o assentamento seja executado de forma satisfatória.

Um acompanhamento bem feito, evita problemas futuros ao detectar e corrigir falhas pontuais. Testes de preenchimento de argamassa no tardo das peças e de suma importância. Escolhidas aleatoriamente, recomenda-se a remoção de algumas peças a fim de verificar se houve o preenchimento correto da superfície entre a peça pela argamassa de assentamento.

Vale apenas frisar que não só a mão de obra deve ser acompanhada, mas também o material usado. Recomenda-se fazer um mapeamento da fachada, indicando o local de aplicação das cerâmicas em caso de mais de um lote e o mesmo para a argamassa, pois em caso de materiais com qualidade baixa sejam rastreados e a fachada reparada.

2.5.4. Conferência final

Nesta etapa, não só aspectos de limpeza e aparência deverão ser observadas, mas também a qualidade dos rejuntas, locação e correta execução de juntas, além da planicidade e verificação de cerâmicas com indicação de mau assentamento.

Peças com suspeita ou trechos maus executados deverão ser retiradas e refeitas.

2.6. FACHADAS

2.6.1. Definição

O termo fachada está relacionado diretamente com a arquitetura e significa cada uma das faces exteriores de um edifício. Este termo também pode ser sinônimo de aparência do exterior da edificação.

Um equívoco bastante comum é considerarmos que o termo fachada remete sempre para a parte da frente de um imóvel. A fachada frontal, também conhecida como fachada principal, é apenas uma das fachadas. Existe também a **fachada posterior** e as **fachadas laterais**.

Dentre estas, a fachada frontal é a mais importante, porque tem maior visibilidade e pode ser a única fachada de frente para a rua, tornando assim o ponto de maior destaque a edificação.

As fachadas podem possuir diversos estilos diferentes (fachadas clássicas, modernas etc.) e podem ser construídas com diferentes tipos de materiais sendo os mais comuns, os materiais cerâmicos, rochas (granito e mármore, dentre outras) e os revestimentos em argamassa com acabamento em pintura acrílica ou texturas. Outros revestimentos que também tem sido bastante utilizados, são o vidro o aço e até mesmo placas de alumínio. As fachadas são ainda passíveis de personalização

uma vez que estas são criadas com base no reflexo do estilo dos proprietários conferindo a edificação um estilo único e diferenciado das fachadas no entorno.

No sentido figurado do termo fachada, este corresponde ao aspecto exterior de alguém, podendo ser sinônimo de **semblante**. Fachada também pode ser um termo usado para descrever um negócio que serve para encobrir uma determinada **atividade ilícita**. Muitas organizações criminosas usam certos negócios como uma fachada para lavagem de dinheiro. Relativamente à grafia da palavra fachada, muitas pessoas cometem erros, escrevendo erradamente faxada ou faixada.

2.6.2. Manifestações patológicas

As fachadas não são apenas um cartão de visita de um empreendimento mas também respondem pela função de proteção e durabilidade da edificação, uma vez que estas servem de barreira contra as intempéries e as bruscas mudanças de temperatura no ambiente externo, evitando assim a perda de calor ou o ganho no interior das edificações tornando o interior das mesmas insalubres para a habitação.

Por estes motivos, as patologias associadas às fachadas são certamente um dos problemas mais temidos por todos os construtores, em especial os de edificações residenciais. Esta preocupação aumenta ainda mais ao se tratar de fachadas com revestimento cerâmico ou de qualquer outro tipo de revestimento aderido uma vez que o deslocamento deste coloca em risco a integridade dos usuários em torno das fachadas.

Embora as vantagens das fachadas revestidas com cerâmicas ou pedras sejam inegáveis por apresentar grande durabilidade e menor necessidade de manutenção, quando comparadas a outras soluções de revestimento que não ofereçam risco de deslocamento, estas ultimamente tem sido alvo de grandes discussões e debates, devido ao grande aumento nas ocorrências de casos de descolamentos do revestimento.

Conforme alguns consultores, de fato os problemas de queda de revestimento existem mas não podem ser considerados generalizados pois por serem considerados como situações específicas, mais comuns para determinados

tipos de placas cerâmicas e variam conforme situações de uso. “Nesses casos, como a incidência de problemas é elevada, pode-se concluir que cerâmica em fachada é sempre perigoso. Isso não é verdade”, esclarece Jonas Silvestre Medeiros, diretor técnico da Inovatec Consultores Associados.

As patologias identificadas em revestimento de fachada podem ter ligações com o substrato ou até mesmo com aumento de tensões ocasionadas por movimentações térmicas e dinâmicas da estrutura.

No que diz respeito as patologias em revestimento cerâmico em fachada, as que mais nos interessa são:

- Descolamento de placas cerâmicas extrudadas esmaltada e não esmaltadas causadas por movimentação higroscópica (infiltrações causando aumento das tensões entre o revestimento e o substrato) e até mesmo devido a falha na aderência do revestimento com o substrato devido ao mau espalhamento da argamassa colante, sem que seja cumprida a técnica de dupla colagem. Além destes, a falha executiva ou falta de juntas de movimentação adequadas, geram aumento de tensões que também causam deslocamento do revestimento. As variações de temperatura também causam alterações das tensões entre substrato e revestimento. Em suma, o deslocamento está ligado ao aumento das tensões diferentemente das suas origens;
- Presença de fungos e algas que se proliferaram na argamassa de rejunte, causados pelo uso de argamassa de rejunte com porosidade elevada e sem adição de agentes resistentes a esses microorganismos;
- Movimentações da estrutura, embora não haja dados concretos, porem existem indícios de que as estruturas mais esbeltas e deformáveis têm exigido mais dos revestimentos aderidos devido as movimentações oriundas de cargas externas em especial as de vento. Tal fenômeno ocorre porque edifícios altos são mais suscetíveis ao

encurtamento e sofrem maiores deformações devido ao efeito do vento. Sem contar que as condições de trabalho nos andaimes suspensos também são mais severas, dificultando, dessa forma, o controle da execução;

- Falha no tratamento da junta de movimentação com selante pode implicar ocorrência de futura infiltração;
- Falhas nas dimensões do corte ou locação de juntas de movimentação;
- Falta de juntas.

Em resumo, o descolamento de placas cerâmica é causado não só por falhas na execução mas também por falta de um projeto que especificasse corretamente os materiais, técnicas e controle de execução.

Podemos também atribuir ao surgimento de patologias, fissura da base de alvenaria e falhas nas ligações entre dois materiais (encontro de alvenaria com concreto) que ausência de reforço no emboço permite a migração da fissura entre alvenaria e pilar para a camada externa, afetando desta maneira o revestimento cerâmico.

Devido aos vários tipos de placas de revestimento, no nosso caso apenas os cerâmicos, a forma como são produzidas (prensadas ou extrudadas, esmaltadas ou não grandes ou pequenas e ainda com diferente grau de absorção de água), também afetam na qualidade e durabilidade da fachada, retardando ou não o surgimento de patologias.

Podemos também ligar o surgimento de patologias em fachadas aos problemas de vazamentos nas paredes internas dos imóveis, que normalmente ocorrem devido a falhas ou rompimento de tubulações hidro sanitárias ou pluviais.

Vale ressaltar ainda, que cada cerâmica exige uma técnica de execução e uma argamassa colante flexível - embora a flexibilidade não seja contemplada na norma nacional - adequadas. Em geral, o ideal é a especificação de uma argamassa colante flexível, capaz de dissipar as deformações diferenciais que poderão ocorrer entre a camada de acabamento e a base.

Aliado a esses fatores, o uso de placas maiores também tem exigido técnicas e materiais compatíveis com essa nova realidade da construção.

Outro ponto chave e que recebe menos atenção, é o rejunte das cerâmicas que por tratar-se de uma camada de acabamento, o conjunto rejunte e placa pode não resistir aos elevados esforços da base, que por ser de magnitude muito superiores ao que ela é capaz de suportar acabam gerando fissuras que possibilitam a entrada de água, o que causará alterações nas tensões internas e respectivo deslocamento da placa do substrato. Antes de especificar a cerâmica na fachada, portanto, é imprescindível que sejam devidamente consideradas as deformações globais do edifício como o encurtamento devido à fluência e à retração da estrutura de concreto e os deslocamentos de cada elemento em particular. Situações de balanços de lajes e vigas, grandes vãos, vigas submetidas à torção e fortes efeitos de dilatação térmica nas coberturas também são pontos que merecem atenção especial para o posicionamento de reforços e juntas e a correta especificação dos materiais de fixação.

Segundo Carlos Borges, diretor técnico da construtora Tarjab, a especificação da cerâmica em fachadas envolve desde a escolha correta dos materiais até a forma de execução - como, por exemplo, a aplicação com projeção ou de forma manual da argamassa de emboço, a sequência de execução, o tempo de pega do material, entre outros detalhes construtivos.

Um projeto adequado, que preveja as diferentes juntas de assentamento e de movimentação, as características da estrutura e dos materiais a serem usados, complementado por uma execução criteriosa, portanto, são indispensáveis para evitar problemas de destacamento e outras patologias inerentes à má aplicação da cerâmica.

No entanto, a compatibilização de todos os componentes do sistema de revestimento de fachada, tais como chapisco, emboço, telas de reforço, argamassa colante e de rejunte, materiais de juntas e a própria cerâmica em condições reais, sobre estruturas mais ou menos deformáveis e alvenarias convencionais é, segundo especialistas, o ponto mais crítico de qualquer projeto.

Embora uma grande diversidade de placas possa ser aplicada em fachadas, cada tipo requer critérios de aplicação e cuidados particulares, sobretudo placas com áreas acima de 400 cm², como os porcelanatos, por exemplo, e as pastilhas de porcelana, que não se aplicam à normalização nacional de execução de revestimentos com placas cerâmicas em fachadas.

Placas esmaltadas com índice de absorção superior a 3% devem ser usadas com critério, pois possuem maior potencial de movimentação higroscópica. “Esta movimentação é cíclica, se sobrepõe à movimentação térmica e normalmente exige maior resistência para suportar as perdas por fadiga ao longo do tempo. No caso de placas esmaltadas, o fenômeno passa a ser mais crítico quando as placas sofrem gretamento os rejuntamentos e as juntas perdem estanqueidade”, adverte Medeiros.

A paginação adotada pelo arquiteto também deve ser compatível com o projeto do revestimento. Embora qualquer tamanho de placa seja suscetível ao problema de destacamento, quanto menor a peça, mais confortável a situação de uso em função da maior quantidade de juntas existentes para dissipar as tensões internas do revestimento. Por outro lado, quanto maiores as placas cerâmicas, maiores os esforços de cisalhamento induzidos na interface de aderência e maiores serão os riscos de destacamento, em virtude da diminuição da quantidade de juntas de assentamento.

A absorção de água pelo revestimento é um item que deve ser levado em conta na hora da escolha do revestimento. Segundo a norma mais respeitada de projeto e execução do mundo, a britânica, o ideal é que a cerâmica usada em fachadas não ultrapasse o índice de 3% de absorção de água. Embora não haja recomendação clara na norma brasileira para fachadas, o Centro Cerâmico do Brasil aconselha o uso de placas que obedeçam a limites de absorções de água inferiores a 6%, e inferiores a 3% em regiões sujeitas à neve.

2.6.3. Manutenção preventiva

O uso correto das edificações e de suas respectivas unidades autônomas pelos seus usuários requer um mínimo de instruções evitando assim ações danosas

e que possam reduzir a vida útil de projeto da edificação. Um programa de manutenção preventivo é necessário para que as manutenções ocorram dentro do período previsto, assegurando desta forma que a vida útil esperada para aquela edificação na concepção do seu projeto, seja atingida.

Para que tais manutenções possam ser feitas, cabe aos construtores elaborar e entregar aos usuários, um manual básico contendo informações mínimas e descritivo dos serviços que periodicamente devem ser realizados para que seus usuários possam realizar a correta inspeção dentro de um período de uso. Estes manuais devem conter também o espaço de tempo entre as inspeções, ficando a cargo dos usuários, a criação de um arquivo com os registros e observações destas manutenções. Estes registros deverão ter data da realização da inspeção, os itens inspecionados e em caso de anormalidades e correções, citar as mesmas e descrever quem as executou e como as executou, ficando este material como registro para qualquer ação futura.

Temos que ter em mente que uma edificação não possui “vida infinita” e está requer manutenções temporárias e que o seu uso e operação ocorram da maneira correta.

Por não fazer parte do objeto do nosso trabalho, não iremos detalhar a fundo os manuais e muito menos suas respectivas normas de embasamento, mas apenas citar até mesmo pela importância do assunto e pela forma pela qual este afeta a vida útil das fachadas.

A norma técnica brasileira que regulamenta a elaboração de manuais de uso, operação e manutenção de edificações e suas unidades autônomas, trata-se da NBR 14.037 (ABNT, 2011).

Além da referida norma temos a NBR 5674 (ABNT, 2012) que refere-se a Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Julho de 2012.

Além destas duas, existe ainda a NBR 15.575: Edificações habitacionais – Desempenho. Julho de 2013, que caracteriza o desempenho das edificações de uso residencial.

Para garantir a boa conservação da edificação, assim como a sua vida útil de projeto é necessário estabelecer um conjunto de regras a serem seguidas pelos usuários. Estas regras devem estar contidas no manual de uso, operação e manutenção da unidade autônoma e da edificação, que devem ser entregues ao usuário para unidades autônomas, e para as edificações ao síndico ou a empresa responsável pela administração da edificação. Estes devem ao utilizar, para obter informações de como proceder em cada caso como, por exemplo, furar uma parede para fixação de um espelho ou qual o procedimento em caso de incêndio.

Segundo Vitório (2003) a não observação e cumprimento das normas, bem como as deficiências em materiais e/ou na mão-de-obra, aliadas a eventual negligência de construtores, podem ocasionar vícios e defeitos construtivos, estes o autor define como:

- Vícios construtivos: são anomalias na construção. Por exemplo: um pequeno defeito na pintura, alguma pequena falha no rejuntamento dos azulejos, ou seja, são pequenos problemas que não tornam a edificação ou unidade impróprio para o uso e nem lhe diminuem o valor;
- Defeitos: são falhas que podem afetar a saúde, bem estar e a segurança do usuário. São de fácil constatação e percepção pelos usuários, como por exemplo o desnivelamento excessivo entre placas cerâmicas do piso, que pode ocasionar tropeços e quedas;
- Danos: são as conseqüências dos vícios e defeitos que, na construção civil, afetam a própria edificação, ou edificações vizinhas, ou os seus respectivos usuários e visitantes. Por exemplo, o deslocamento de revestimentos cerâmicos que tiveram má aderência, ou mau rejuntamento ou ainda que não tiveram a devida manutenção.

São previstos por norma três tipos de manutenção, sendo definidas a seguir:

- a) Manutenção Rotineira: Caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, como por exemplo: Limpeza geral, manutenção de jardins, lavagem de áreas comuns.
- b) Manutenção Preventiva: Serviços cuja realização seja programada com antecedência, a fim de manter a vida útil de projeto dos sistemas e componentes,

assim como as solicitações dos usuários, exemplo: limpeza de reservatórios de água potável, relatório RIA dos elevadores, laudos e relatórios para inspeção predial.

c) Manutenção Corretiva: serviços que demandam ação ou intervenção imediata a fim de permitir continuidade ao uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou proprietários, exemplo: substituição de lâmpadas queimadas.

2.6.4. Procedimentos corretivos

É importante que tão logo que se identifique na edificação um ponto que requer manutenção, seja realizado tal reparo.

No caso de fachadas, problemas decorrentes de vazamentos, falhas nos rejuntas ou até mesmo choque físico, pode evoluir, aumentando a proporção das patologias, no nosso caso o deslocamento das cerâmicas.

Não só a necessidade e periodicidade dos reparos devem ser observados, mas também a forma correta e o uso adequado de material e mão de obra para tal serviço, evitando assim que em curto espaço de tempo, o problema volte a ocorrer ou ainda evoluir e causar transtornos maiores.

2.7. TESTE DE ARRANCAMENTO

2.7.1. Procedimentos

Como todo ensaio relacionado a produtos para construção civil, o teste de arrancamento também possui norma específica. Além disto, existem outras normas que também devem ser seguidas na realização de testes. Porém as normas mencionam testes em ambiente fechado com controle de variáveis que podem comprometer os resultados.

Diferente do nosso ensaio que foi realizado em ambiente externos semelhante as condições reais de trabalho. Isto é, com incidência de ventos, variações de temperatura e umidade. Vale destacar ainda que os procedimentos de assentamento de cerâmica nas fachadas são os usuais feito por mão de obra

convencional de canteiro de obras e não de laboratório ou pelo menos sequer treinadas pelos fabricantes de argamassa.

Sendo assim, quando tomamos referência de valores de resultado de testes fixados em norma, estes são apenas referenciais por não retratar a realidade das condições de execução do serviço.

Neste caso, a norma que trata do teste de arrancamento e que iremos nos balizar é a norma NBR 14084 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da resistência de aderência à tração.

Esta Norma fixa um método para determinação da resistência de aderência, medida através de arrancamento por tração simples, para argamassa colante industrializada, destinada ao assentamento de placas cerâmicas em pisos e paredes, utilizando o método da camada fina.

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação.

Como toda norma está sujeita à revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir.

ABNT NBR 13817:1997 – Placas cerâmicas para revestimento – Classificação.

ABNT NBR 14081:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Requisitos.

ABNT NBR 14082:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Execução do substrato-padrão e aplicação de argamassa para ensaios.

2.7.2. Qualificação

O teste em questão deverá ser feito por mão de obra qualificada e com conhecimento técnico das normas relacionadas aos testes além de conhecimento do aparelho e das orientações do fabricante do mesmo.

Os testes de arrancamento seguem o procedimento abaixo extraído da norma NBR 14 084.

2.7.2.1. Execução do ensaio

Estender a argamassa preparada conforme ABNT NBR 14082 na direção longitudinal sobre o substrato-padrão, seguindo as prescrições indicadas na seção 8 da ABNT NBR 14082:2004, e ao final da operação acionar o cronômetro.

Transcorridos 5 min da operação descrita acima, posicionar 10 placas cerâmicas, conforme figura 5, sobre a argamassa colante estendida em cordões, de modo que haja uma separação de aproximadamente 50 mm entre elas e de no mínimo 25 mm entre as suas arestas e a borda mais próxima do substrato-padrão.

Carregar cada placa, centralizadamente, com massa-padrão, durante 30 s. O intervalo de tempo entre a colocação da primeira placa cerâmica e a última massa-padrão não pode exceder 30 s.

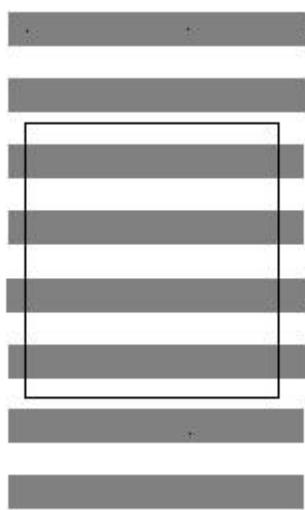


Figura 5 - Posicionamento das placas cerâmicas sobre os cordões de argamassa colante

Após a retirada das massas-padrão, deixar aproximadamente 1,0 cm de cordão ao redor da placa cerâmica e retirar os cordões excedentes.

Os conjuntos formados por substratos-padrão – argamassa – placa cerâmica, preparados conforme itens acima devem permanecer na posição horizontal no mínimo por 24 h. Após este período podem ser estocados na posição vertical ao serem submetidos às diversas condições de cura, em função do tipo de

argamassa colante e de acordo com os requisitos apresentados na tabela 1 da ABNT NBR 14081:2004.

Cura normal

O conjunto deve ser submetido, durante 28 dias, às condições ambientais do laboratório descritas na NBR 14082:2004.

A partir de 72 h antes da data do arrancamento, colar em cada placa cerâmica uma peça metálica de arrancamento, utilizando adesivo, de maneira que as suas superfícies fiquem sobrepostas.

Aguardar o instante de ensaio de arrancamento por tração simples, a ser realizado no 28º dia do posicionamento das placas cerâmicas, conforme descrito anteriormente.

Cura com imersão em água

O conjunto deve ser submetido, durante sete dias, às condições ambientais de laboratório descritas na ABNT NBR 14082:2004; a seguir deve ser imerso em água a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, no tanque definido em 4.4, onde deve permanecer durante 20 dias. A partir das 72 h antes da data do arrancamento, deve-se retirar o conjunto da água, secar a face de cada placa cerâmica e realizar a colagem das peças metálicas nas placas cerâmicas, de maneira que suas superfícies fiquem sobrepostas. Após o enrijecimento do adesivo, o conjunto deve ser novamente imerso em água.

O ensaio de arrancamento deve ser realizado no 28º dia do posicionamento das placas cerâmicas, conforme item 1, e deve ser iniciado num prazo máximo de 30 min após a retirada da água.

Cura com aquecimento em estufa

O conjunto deve ser submetido, durante 14 dias, às condições ambientais de laboratório descritas na ABNT NBR 14082:2004; a seguir o conjunto deve ser colocado em uma estufa do tipo definido em 4.5 a uma temperatura de $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Decorridos 14 dias, deve-se retirar o conjunto da estufa, deixar esfriar e realizar a colagem das peças metálicas nas placas cerâmicas, de maneira que suas superfícies fiquem sobrepostas.

O ensaio de arrancamento, realizado, portanto, no 28º dia do posicionamento das placas cerâmicas conforme item 2, deve ser iniciado no máximo em 4 h, a partir do momento que o conjunto foi retirado da estufa. Deve ser utilizado um adesivo com tempo de enrijecimento inferior ao início do arrancamento.

Tolerâncias

As tolerâncias na duração das diversas etapas de cura descritas acima são as constantes na tabela 2.

Tabela 2 - Tolerância

Duração do condicionamento	<i>Tolerância admissível</i>
7 dias	± 3 h
14 dias	± 6 h
28 dias	± 12 h

Executar o ensaio de arrancamento por tração, aplicando carga a uma velocidade uniforme de (250 ± 50) N/s até a ruptura. Registrar a carga máxima (T) aplicada.

Examinar cada placa e descrever o tipo de ruptura e sua porcentagem aproximada, conforme a seguir:

- a) Ruptura do substrato (S);
- b) Ruptura na interface argamassa e substrato (S/A);
- c) Ruptura da camada de argamassa colante (A);
- d) Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P);
- e) Ruptura da placa cerâmica (P);
- f) Falha na colagem da peça metálica (F).

2.7.3. Resultados

Os resultados obtidos com o teste de arrancamento deverá ser tratado conforme trecho abaixo extraído da NBR 14 084.

Expressão do resultado

Calcular a tensão de ruptura f_t de cada placa cerâmica, mediante a seguinte equação:

$$f_t = \frac{T}{A}$$

onde:

f_t é a tensão de ruptura, em megapascals, arredondado à segunda decimal;

T é a força de ruptura, em newtons;

A é a área da placa cerâmica, em milímetros quadrados, considerada igual a 2 500 mm².

Calcular a tensão média de ruptura por tração das placas correspondentes a cada série assentada, sem arredondamento, desconsiderando os resultados obtidos com rupturas dos tipos S, P e F, descritas acima.

Para médias iguais e superiores a 0,30 MPa, descartar todos os resultados que se distanciarem mais de 20% da média. Para média inferior a 0,30 MPa, descartar os resultados que se distanciarem da média mais que 0,06 MPa.

Os limites calculados para a realização dos descartes devem ser arredondados à segunda decimal.

Com os resultados remanescentes, calcular a média final arredondada à primeira decimal.

Se restarem cinco ou mais resultados, a média final é a tensão de ruptura do ensaio.

Se restarem menos de cinco resultados, repetir o ensaio uma única vez.

Na repetição devem ser utilizados os mesmos critérios de descarte, conforme descrito acima.

Restando cinco ou mais resultados individuais, considera-se como resultado do ensaio a média final obtida na repetição.

Restando menos que cinco resultados individuais na repetição, considera-se o ensaio como não conclusivo, devendo-se informar este fato no relatório, assim como o valor das médias dos dois ensaios, calculados arredondados à primeira decimal.

Expressar os resultados dos ensaios de resistência de aderência nos diferentes tipos de cura, como sendo a média calculada na seção 7.2.2.1.

2.7.4. Emissão de relatórios e testes

Não só os trabalhos de teste de arrancamento mas também o relatório contendo os resultados deverá ser realizado seguindo recomendações normativas. Abaixo, segue trecho extraído da norma NBR 14084 descrevendo o relatório a ser emitido após realizado os testes.

Relatório do ensaio

O relatório deve indicar expressamente os seguintes dados e informações:

- a) Tipo do material submetido aos ensaios e seu prazo de validade;
- b) Marca comercial do fabricante;
- c) Identificação da amostra: sua coleta, remessa e preparo (data, local e método de coleta);
- d) Identificação do(s) lote(s) do substrato(s)-padrão utilizado(s) nos ensaios, com resultados da absorção capilar e resistência de aderência superficial, conforme anexo B da ABNT NBR 14082:2004;
- e) Identificação do grupo de absorção de água ao qual pertençam as placas cerâmicas utilizadas, segundo ABNT NBR 13817;
- f) Informações sobre as condições de ensaio: data de cada determinação e das condições termoigrométricas de cada ensaio durante a aplicação;
- g) Apresentação dos resultados individuais e média final, nos diferentes tipos de cura;
- h) Descrição dos tipos de ruptura e suas porcentagens;
- i) Citação desta Norma.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em um prédio residencial construído a aproximadamente 15 anos e localizado na zona sul da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Possui 16 andares em dois blocos totalmente revestidos em cerâmica Eliane 10x10 e assentadas em emboço de cimento e areia e argamassa AC-2.

O prédio sofreu uma reforma a aproximadamente 6 meses, onde foi executado o teste de percussão das cerâmicas existentes e posterior reassentamento das peças ocas ou descoladas do emboço.

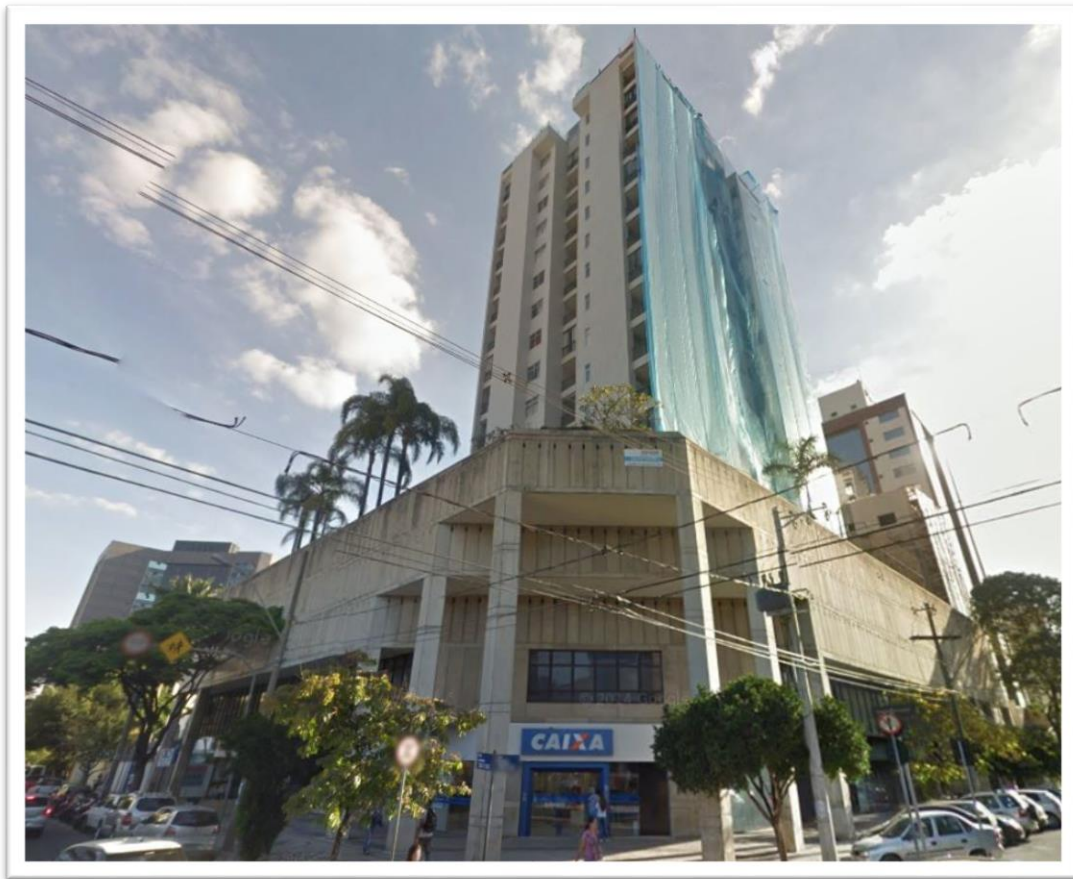


Figura 6 - Panorâmica do prédio

O teste de arrancamento foi realizado em 12 cerâmicas espalhadas em todas as fachadas externas. Foi contratada para o ensaio a empresa LabCon, que utilizou a balança eletrônica do fabricante Alfa, modelo 3105C (ver relatórios de calibração nos anexos).



Figura 7 - Balança eletrônica



Figura 8 - Célula de carga e "volante" de tração

As peças metálicas para fixação da célula de carga foram coladas com argamassa de alta resistência denominada Sikadur, do fabricante SIKA.



Figura 10 - Peça fixada



Figura 9 - Peça fixada

O ensaio foi executado no dia 24 de Novembro de 2014, com a temperatura no local de 23° C e umidade do ar aproximada de 92%.

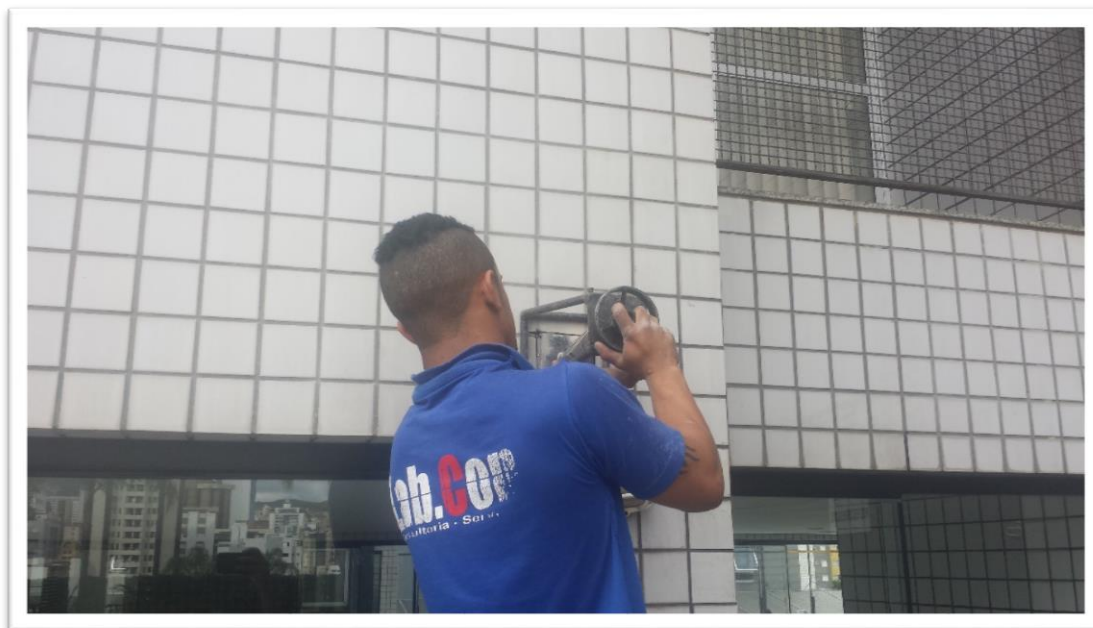


Figura 11 - Preparação para arrancamento



Figura 12 - Início do ensaio

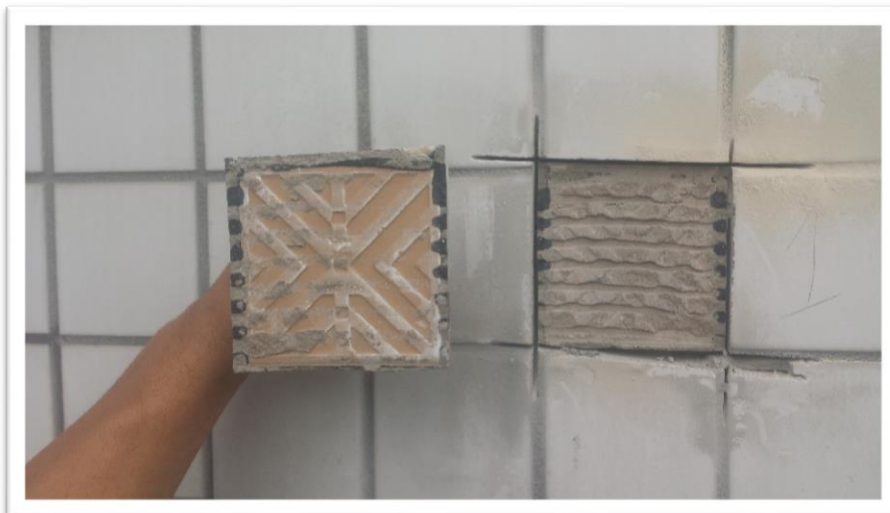


Figura 15 - CP01



Figura 14 - CP02



Figura 13 - CP03



Figura 16 - CP04



Figura 17 - CP05



Figura 18 - CP06



Figura 20 - CP07



Figura 19 - CP08



Figura 21 - CP09



Figura 22 - CP10

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados se apresentaram como tabela abaixo:

Tabela 3 - Resultados obtidos

CP	Carga (KGF)	Seção (mm²)	Resistência à tração (MPa)
1	2570,0	10.000	0,26
2	9105,0	10.000	0,91
3	2820,0	10.000	0,28
4	2680,0	10.000	0,27
5	2640,0	10.000	0,26
6	3795,0	10.000	0,38
7		10.000	0,00
8	3180,0	10.000	0,32
9	4330,0	10.000	0,43
10	360,0	10.000	0,04
11			
12			
Média			0,32
Desvio Padrão			0,25
Coeficiente de Variação (%)			78,9

Os corpos de prova de número 5,6,8,10,11,12, são peças reassentadas recentemente e os corpos de prova de número 1,2,3,4,7,9 são as peças cerâmicas antigas, que não foram retiradas das fachadas externas.

Os corpos de prova de número 10,11,12 sofreram ruptura na interface pastilha/cola e foram descartados.

O corpo de prova 7 apresentou um valor “zero” pois aparentemente foi assentado sem utilização de chapisco antes do emboço em um pilar, sendo que no primeiro esforço na célula de carga o mesmo se destacou, não registrando nenhum valor na célula de carga.

A média da resistência dos corpos de prova foi de 0,32 MPa e segundo a norma NBR 14 084, os resultados com diferença acima ou abaixo de 20% desta

média devem ser descartados, restando para análise os corpos de prova 1,3,4,5,6,8 demarcados em verde na tabela 3 e com tensão de arrancamento média de 0,30 MPa, sendo este o resultado final do ensaio.

As cerâmicas reassentadas recentemente são os corpos de prova 5,6,8 com tensões de 0,26 MPa, 0,27 MPa e 0,32 MPa respectivamente.

As cerâmicas originais e não reassentadas recentemente são os corpos de prova 1,3,4, com tensões de 0,26 MPa, 0,26 MPa e 0,28 MPa respectivamente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA NOVOS TRABALHOS

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos pode-se dizer que as cerâmicas originais e reassentadas recentemente possuem resistência a tração semelhante, porém a média de resistência das cerâmicas originais e não reassentadas é de 0,27 MPa e a média das cerâmicas reassentadas recentemente é de 0,32 MPa, representando uma diferença de 18,5%.

Entende-se pelos valores de tensão de arrancamento encontrados, que as cerâmicas reassentadas recentemente possuem uma resistência maior que as originais, justificando a opção através do resultado do teste de arrancamento, pela permanência das cerâmicas originais e pela remoção das cerâmicas ocas ou descoladas do emboço e reassentamento das peças.

Esta escolha trouxe ao condomínio do prédio uma economia significativa de recursos, em comparação se a opção fosse a remoção completa de todas as cerâmicas e assentamento de novas cerâmicas.

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Pode-se complementar este trabalho, executando uma quantidade maior de ensaios de arrancamento em prédios de diferentes idades e com diferentes tipos de cerâmicas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 14084 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da resistência de aderência à tração.

ABNT NBR 13817:1997 – Placas cerâmicas para revestimento – Classificação

ABNT NBR 14081:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Requisitos

ABNT NBR 14082:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Execução do substrato-padrão e aplicação de argamassa para ensaios

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAuQgAD/agregados-classificacao-ensaios-caracterizacao>

<http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/14878/material/Agregados%202012-2%20Jana%C3%ADna.pdf>

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAANEEAE/aglomerantes?>

<https://ria.ua.pt/handle/10773/4713>

<http://www.abai.org.br/images/ganhos%20potenciais.pdf>

<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1177/691>

<http://construtop.com.br/blog/revestimentos-tintas/como-assentar-revestimentos-ceramicos>

<http://www.significados.com.br/fachada/>

<http://techne.pini.com.br/engenharia>

<http://www.pergamum.udesc.br/dados-bu/000019/000019fb.pdf>

NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Julho de 2012.

NBR 13.752: Perícias de Engenharia na Construção Civil. Dezembro de 1996.

NBR 14.037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Julho de 2011.

NBR 15.575: Edificações habitacionais – Desempenho. Julho de 2013.

7. ANEXOS