



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PEDRO ITALO DE LIMA MACHADO

PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS

FORTALEZA

2018

PEDRO ITALO DE LIMA MACHADO

PATOLOGIAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L71p Lima Machado, Pedro Italo de.
Patologias em revestimentos cerâmicos / Pedro Italo de Lima Machado. – 2018.
76 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho.
1. Patologias. 2. Revestimentos. 3. Cerâmicos. I. Título.

CDD 620

PEDRO ITALO DE LIMA MACHADO

PATOLOGIAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Aprovada em: __/__/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. M.e Aldo de Almeida Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Marisete Dantas de Aquino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, por tudo.

Às pessoas que estão ao meu lado.

Aos Estados Unidos, pelo melhor ano da vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por tudo.

Aos que estão ao meu lado.

Aos Estados Unidos, pela oportunidade de viver um ano inesquecível.

Aos grandes professores que tive.

Ao meu orientador, por sua dedicação ao desenvolver o presente trabalho.

Aos membros da banca, pelo esforço investido em compor a banca.

“Se você for sortudo, quer dizer, se você for a pessoa mais sortuda desse mundo inteiro, a pessoa que você ama decide te amar de volta...”

(Nathan Scott – One Tree Hill)

RESUMO

Os revestimentos cerâmicos são uma marca da cultura construtiva do Brasil, pois são capazes de valorizar a edificação, devido ao incremento estético que agregam, além de serem utilizados nas construções nacionais há décadas. Por isso, esses revestimentos devem ser escolhidos e executados de acordo com processos bem controlados para garantir a qualidade final do sistema. Esse trabalho tem como finalidade caracterizar, individualmente, os materiais envolvidos no sistema de revestimento cerâmico, incluindo a forma correta de armazenar e manusear esses componentes, além de descrever o processo adequado de manuseio e aplicação da argamassa e da colagem das placas cerâmicas, incluindo as ferramentas envolvidas no processo e pequenos testes úteis durante o processo. Com base nesse conhecimento agregado, então, serão descritas e caracterizadas as patologias mais comuns em revestimentos cerâmicos, além de incluir possíveis explicações para a origem de cada uma das patologias e como elas estão ligadas às características individuais dos elementos e/ou ao processo executivo e/ou às ações das intempéries às quais o sistema de revestimento estará submetido.

Palavras-chave: Revestimentos. Cerâmicos. Patologias.

ABSTRACT

Ceramic covering is part of Brazil's constructive culture, because they are capable of aggregating value to the building, due to the esthetic increment they add, besides the fact that they have been used in national construction for decades. That is why the covering must be chosen and executed according to well controlled processes to guarantee the system's final quality. This paper has the intention to individually describe the materials involved in the ceramic covering system, including the correct manner of storing and handling these components, besides describing the proper manner of handling and applying grout and setting ceramic plaques, including the necessary tools and useful tests for the process. Based on the aggregated knowledge, then, the most common pathologies will be described and characterized, including possible explanations to the origin of each one of the pathologies and how they are connected to the individual characteristics of the elements and/or to the executive process and/or to the weather actions to which the covering will be submitted to.

Keywords: Coverings. Ceramic. Pathologies.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Bloco cerâmico, Rio de Janeiro, 2017 | 20 |
| Figura 2 - Cristalização do cimento, Belo Horizonte, 2016 | 21 |
| Figura 3 – Ancoragem, Belo Horizonte, 2016..... | 21 |
| Figura 4 – Chapisco, São Paulo, 2015..... | 24 |
| Figura 5 - Chapisco industrializado, São Paulo, 2015..... | 24 |
| Figura 6 - Chapisco rolado, São Paulo, 2015 | 25 |
| Figura 7 - Emboço antes da regularização, São Paulo, 2015 | 25 |
| Figura 8 - Taliscas, São Paulo, 2013..... | 26 |
| Figura 9 - Sarrafeamento, São Paulo, 2013 | 27 |
| Figura 10 - Emboço regularizado, São Paulo, 2015 | 27 |
| Figura 11 - Reboco, São Paulo, 2016 | 29 |
| Figura 12 – Camadas finalizadas, Rio de Janeiro, 2014..... | 30 |
| Figura 13 - Revestimento com massa única, Rio Grande do Norte, 2014 | 30 |
| Figura 14 - Desempenadeira de aço, São Paulo, 2017 | 31 |
| Figura 15 - Desempenadeira de esponja, São Paulo, 2017..... | 31 |
| Figura 16 - Argamassa aplicada, Paraná, 2016..... | 33 |
| Figura 17 – Trincas no esmalte, São Paulo, 2013..... | 37 |
| Figura 18 - Componentes do Revestimento Cerâmico, Rio de Janeiro, 2017..... | 41 |
| Figura 19 - Galgas, São Paulo, 2013 | 43 |
| Figura 20 - Serra elétrica com disco diamantado, São Paulo, 2017 | 44 |
| Figura 21 - Riscador manual, São Paulo, 2017 | 44 |
| Figura 22 - Preparação de argamassa colante, Rio de Janeiro, 2017..... | 45 |
| Figura 23 - Argamassa colante, São Paulo, 2017 | 46 |
| Figura 24 – Espaçamento e alinhamento, São Paulo, 2013..... | 46 |
| Figura 25 - Assentamento com martelo, São Paulo, 2017..... | 47 |
| Figura 26 - Espalhamento de rejunte, São Paulo, 2015..... | 49 |
| Figura 27 - Limpeza de rejunte, São Paulo, 2013 | 49 |
| Figura 28 - Gretamento em Placa Cerâmica, Brasília, 2014 | 51 |
| Figura 29 - Gretamento, Padrão Circular, Manaus, 2016..... | 52 |
| Figura 30 - Gretamento Contínuo, Paraná, 2015..... | 53 |
| Figura 31 - Gretamento, São Paulo, 2015 | 53 |
| Figura 32 - Mancha d'água no rejunte, João Pessoa, 2015 | 54 |

| | |
|--|----|
| Figura 33 - Mancha d'água em cerâmicas, Brasília, 2014..... | 55 |
| Figura 34 – Eflorescência, Paraná, 2016 | 55 |
| Figura 35 - Eflorescência, São Paulo, 2013 | 56 |
| Figura 36 - Eflorescência em Cantos, Espírito Santo, 2016..... | 57 |
| Figura 37 - Eflorescência em Fachada, Piauí, 2014 | 58 |
| Figura 38 - Bolor de tonalidade escura, São Paulo, 2014 | 59 |
| Figura 39 - Bolor escuro, Brasília, 2014 | 60 |
| Figura 40 - Bolor esverdeado, São Paulo, 2014 | 60 |
| Figura 41 - Descolamento inicial, São Paulo, 2015 | 61 |
| Figura 42 - Descolamento crescente, São Paulo, 2016..... | 62 |
| Figura 43 - Descolamento visível, São Paulo, 2015..... | 62 |
| Figura 44 - Descolamento de origem biológica, Paraná, 2014..... | 64 |
| Figura 45 - Desplacamento, São Paulo, 2013..... | 64 |
| Figura 46 - Esmagamento incompleto dos cordões de argamassa, São Paulo, 2014 | 65 |
| Figura 47 - Esmagamento dos cordões de argamassa, Fortaleza, 2018 | 66 |
| Figura 48 - Esmagamento inadequado da argamassa, Paraná, 2015 | 66 |
| Figura 49 - Esmagamento incompleto da argamassa, Paraná, 2015 | 67 |
| Figura 50 - Tardoz praticamente limpo, Fortaleza, 2018..... | 67 |
| Figura 51 - Preenchimento inadequado das reentrâncias, Paraná, 2015 | 68 |
| Figura 52 - Preenchimento incompleto das reentrâncias, São Paulo, 2014..... | 69 |
| Figura 53 - Descolamento por vencimento de tempo de abertura, São Paulo, 2016..... | 70 |
| Figura 54 – Teste de aptidão da argamassa, Fortaleza, 2018..... | 70 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Grupos de absorção de água | 36 |
| Tabela 2 - Codificação dos grupos em função dos métodos de fabricação | 36 |
| Tabela 3 - Classificação das cerâmicas pelo grupo de absorção | 37 |
| Tabela 4 - Resistência à abrasão (PEI) | 38 |
| Tabela 5 - PEI e locais de uso | 38 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|--|
| m | Metro |
| m ² | Metro quadrado |
| mm | Milímetro |
| mm/m | Milímetro por metro |
| AC-I | Argamassa Colante Tipo I |
| AC-II | Argamassa Colante Tipo II |
| AC-III | Argamassa Colante Tipo III |
| AC-III-E | Argamassa Colante Tipo III Especial |
| ANFACER | Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento |
| EPU | Expansão Por Umidade |
| IAU | Instituto de Arquitetura e Urbanismo |
| IFRN | Instituto Federal do Rio Grande do Norte |
| MPa | Mega Pascal |
| NBR | Norma Brasileira |
| PEI | <i>Porcelain Enamel Institute</i> |
| PVA | Acetato de Polivinila |
| SINDUSCON | Sindicato da Indústria da Construção Civil |
| UNAMA | Universidade da Amazônia |
| UNB | Universidade de Brasília |
| USP | Universidade de São Paulo |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 Objetivo..... | 15 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 15 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 15 |
| 1.1.3 Justificativa | 16 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 2.1. Componentes do revestimento cerâmico | 19 |
| 2.1.1 <i>Bloco cerâmico</i> | 19 |
| 2.1.1.1 <i>Histórico do bloco cerâmico</i> | 19 |
| 2.1.1.2 <i>Caracterização do bloco cerâmico</i> | 20 |
| 2.1.2 <i>Base</i> | 21 |
| 2.1.3 <i>Argamassa</i> | 22 |
| 2.1.3.1 <i>Chapisco</i> | 23 |
| 2.1.3.2 <i>Emboço</i> | 25 |
| 2.1.3.3 <i>Reboco</i> | 29 |
| 2.1.3.4 <i>Massa única</i> | 30 |
| 2.1.3.5 <i>Argamassa colante</i> | 32 |
| 2.1.4 Placas cerâmicas | 33 |
| 2.1.4.1 <i>Histórico das placas cerâmicas</i> | 34 |
| 2.1.4.2 <i>Características físicas e químicas das placas cerâmicas</i> | 35 |
| 2.1.4.3.1 <i>Absorção de água</i> | 36 |
| 2.1.4.3.2 <i>Expansão por umidade (EPU)</i> | 37 |
| 2.1.4.3.3 <i>Resistência à abrasão</i> | 38 |
| 2.1.4.3.4 <i>Resistência ao manchamento</i> | 39 |
| 2.1.4.4 <i>Armazenamento das placas cerâmicas</i> | 39 |
| 2.1.5 <i>Rejuntas e juntas</i> | 40 |
| 2.2. Processo de execução do revestimento cerâmico | 41 |
| 2.2.1 <i>Planejamento inicial</i> | 42 |
| 2.2.2 <i>Processo executivo</i> | 43 |
| 2.3 <i>Patologias em cerâmicas</i> | 50 |
| 2.3.1 <i>Patologias Estéticas</i> | 51 |
| 2.3.1.1 <i>Gretamento</i> | 51 |

| | |
|---|----|
| 2.3.1.2 <i>Manchas d'água</i> | 54 |
| 2.3.1.3 <i>Eflorescência</i> | 55 |
| 2.3.1.4 <i>Bolor</i> | 58 |
| 2.3.2 <i>Patologias Funcionais</i> | 61 |
| 2.3.2.1 <i>Descolamento e deslocamento</i> | 61 |
| 2.3.2.2 <i>Esmagamento incompleto dos cordões de argamassa</i> | 65 |
| 2.3.2.3 <i>Preenchimento incompleto das reentrâncias do tardo</i> | 67 |
| 2.3.2.4 <i>Argamassa com tempo de abertura vencido</i> | 69 |
| 3. METODOLOGIA | 71 |
| 4. CONCLUSÃO | 72 |
| REFERÊNCIAS | 73 |

1. INTRODUÇÃO

O uso de revestimento cerâmico é uma cultura bastante forte no Brasil. O que se observa é que esse tipo de revestimento é amplamente utilizado em todas as regiões do país, com o objetivo de valorizar a edificação.

No entanto, apesar de ser esteticamente atraente, o sistema de revestimento cerâmico está sujeito às patologias que podem apresentar diferentes origens, podendo ser causadas pela escolha inadequada dos materiais, por erros no processo de execução, pelo surgimento de esforços internos elevados após as reações químicas dos materiais e/ou pela ação das intempéries e esforços externos aos quais o sistema de revestimento cerâmico estará exposto.

Neste trabalho, foi desenvolvida uma avaliação das patologias mais comuns em revestimentos cerâmicos, incluindo fotos e possíveis explicações para a origem de cada uma das patologias avaliadas.

Para melhor compreender as patologias e as suas causas, é preciso avaliar individualmente os materiais componentes do sistema de revestimento cerâmico, fazendo uma adequada caracterização de cada um, observando suas propriedades, o seu manuseio correto e a maneira mais adequada de se utilizar cada componente.

Também se torna importante compreender o processo adequado para a montagem do sistema de revestimento cerâmico, avaliando desde a produção da argamassa, a armazenagem dos materiais, o uso correto das ferramentas e a maneira correta de se fazer a colagem das placas cerâmicas.

Assim, é possível não somente compreender a maneira certa de se executar o processo, mas, também, entender porque determinadas patologias podem surgir no sistema de revestimento cerâmico.

Com base no conhecimento agregado, é possível, então, avaliar individualmente as patologias mais comuns em revestimentos cerâmicos, incluindo nessas análises, fotos que mostrem claramente o que está sendo descrito, além da construção de possíveis explicações para determinar a origem das patologias em questão.

O que se obtém, portanto, é um conjunto de conhecimentos interligados, incluindo informações sobre materiais, técnicas construtivas e patologias com suas possíveis origens.

1.1 Objetivo

Apresentada a introdução, é possível traçar os objetivos, o geral e os específicos, que serão parte do trabalho a ser desenvolvido.

1.1.1 Objetivo Geral

Descrever o processo adequado para aplicação de revestimento com material cerâmico sobre superfícies, além de avaliar patologias que podem surgir nesses revestimentos, descrevendo como cada patologia pode ser caracterizada e quais as suas prováveis causas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar os revestimentos cerâmicos quanto à absorção de água, os métodos de fabricação, suas nomenclaturas comerciais, expansão por umidade, resistência à abrasão e sua resistência ao manchamento;
- ✓ Avaliar os materiais envolvidos no processo de colagem dos revestimentos cerâmicos, quanto à sua armazenagem, manuseio e aplicação;
- ✓ Apresentar as ferramentas envolvidas no processo de colagem dos revestimentos cerâmicos, especificando qual ferramenta deve ser utilizada nas etapas determinadas e a forma mais adequada para isso;
- ✓ Descrever o processo de colagem dos revestimentos cerâmicos, especificando os componentes do revestimento cerâmico, passando pelo planejamento inicial e fazendo a descrição do processo propriamente dito, além de incluir a preparação da argamassa, a sua aplicação com as placas cerâmicas e o espalhamento do rejunte;
- ✓ Levantar patologias observadas em revestimentos cerâmicos, incluindo imagens, descrevendo suas características mais comuns, além de avaliar as possíveis causas que provocam o surgimento dessas patologias.

1.1.3 Justificativa

Com o advento da revolução industrial e a produção de riquezas pelos indivíduos, foi possível satisfazer as demandas de consumo da crescente população mundial, além de gerar novas demandas próprias para cada classe social.

É nesse contexto de crescente competitividade que os processos de produção tiveram que ser modernizados, pois, com o passar do tempo, os antigos métodos aplicados à indústria foram substituídos por processos mais modernos, que fossem capazes de utilizar menos matéria prima e menos energia, de forma a gerar um produto final com preço mais baixo e, portanto, mais acessível aos consumidores.

Com os processos relacionados à construção civil não foi diferente, seja na exploração de materiais (como rochas, aço e madeira), seja na produção de concreto, argamassas e blocos cerâmicos ou até mesmo no funcionamento da logística envolvida no processo construtivo e, também, nas técnicas de execução das etapas da construção, tudo teve e tem de ser modernizado de alguma forma para garantir processos mais eficientes.

É nessa linha de raciocínio que é possível levantar as diversas fontes de gastos existentes em uma obra, podendo se destacar: o custo com funcionários, a compra de materiais, o desenvolvimento de projetos e os impostos, além de outras fontes possíveis. Junto a isso, existe o custo do retrabalho de determinadas etapas da construção, seja pelo surgimento de patologias, por má execução de determinado processo ou pelo uso de produtos de baixa qualidade. Independente da razão, o fato é que problemas dessa natureza surgem e devem ser evitados, pois irão gerar um impacto desnecessário no custo final da obra.

No Brasil, existe uma cultura muito forte de utilizar revestimento cerâmico em casas e apartamentos, tanto em ambientes internos, quanto em áreas externas e fachadas de casas e edifícios. Isso que faz com que patologias específicas venham a surgir devido às características da região do país que está a ser analisada.

Em Fortaleza, é esperado que surjam muitas patologias relacionadas ao calor e à maresia, pois essa é uma cidade que fica exposta ao sol por muitas horas do dia, fazendo com que os revestimentos sejam submetidos a altas temperaturas por longas horas. Além de ser, também, uma cidade litorânea, o que faz com que a maresia seja uma possível causa de patologias, principalmente, nas edificações com maior proximidade do mar.

Então, ao entender mais sobre as patologias que podem surgir, analisar as características e possíveis causas dessas patologias, é possível reduzir o surgimento desses problemas, minimizando a necessidade do retrabalho nos revestimentos e, portanto, reduzir os custos e os atrasos derivados da correção das patologias.

Portanto, é com base na necessidade de garantir a qualidade dos serviços prestados que esse trabalho será desenvolvido.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os componentes de revestimento cerâmico serão descritos de forma conceitual, incluindo o próprio bloco cerâmico, seu histórico e sua caracterização normatizada.

Será incluída a caracterização da base, com a descrição do processo de ancoragem e como esse processo pode afetar a qualidade final da camada de revestimento cerâmico por ser diretamente responsável pela colagem da argamassa.

Também será incluída uma descrição do substrato e as aplicações da argamassa no assentamento, caracterizando a camada de chapisco, o emboço, o reboco, a massa única e a argamassa colante. Além de descrever o processo de sarrafeamento e a finalização das camadas de argamassa.

As placas cerâmicas propriamente ditas, seu histórico e suas propriedades físicas e químicas serão descritas com o objetivo de caracterizar esse material, além dos tipos de juntas e rejuntas que podem ser aplicados no processo.

Em seguida, serão descritas as etapas do processo de revestimento cerâmico, incluindo as especificações de cada componente do sistema de revestimento, o planejamento inicial a ser atendido, a execução do processo e a utilização adequada da mão de obra que será envolvida no trabalho a ser executado.

Também serão acrescentadas sugestões de procedimentos de teste para avaliar a qualidade do serviço executado, incluindo o teste do som que consiste em bater nas placas cerâmicas para procurar “sons ocos” e, assim, identificar placas com problemas de assentamento.

Junto a isso será descrito o processo de rejuntamento das placas cerâmicas, incluindo a limpeza das placas, os materiais e ferramentas a serem utilizados e a maneira adequada de aplicação do rejunte.

Então, serão as patologias serão descritas, incluindo imagens que melhor representem cada problema. Também serão incluídas avaliações das possíveis causas que levem ao aparecimento de determinado problema e como isso pode estar relacionado com o processo de aplicação das camadas do sistema de revestimento, o mal uso das ferramentas, a baixa qualidade dos materiais utilizados, possíveis erros do aplicador e/ou as intempéries que atuam sobre o revestimento cerâmico.

2.1. Componentes do revestimento cerâmico

Os projetistas devem especificar o tipo de revestimento a ser utilizado de acordo com as necessidades estéticas e de desempenho que sejam necessárias ao revestimento. Dessa forma, é preciso conceber o sistema de revestimento levando em consideração as características técnicas de cada camada e como cada uma contribui para a qualidade do serviço finalizado.

De forma geral, cada camada deve apresentar o melhor de suas características particulares para garantir que, ao ser combinada com as outras camadas, o sistema possa atuar de maneira eficiente, proporcionando ao revestimento e, conseqüentemente, à edificação como um todo, as melhores condições para que o desempenho do revestimento seja satisfatório.

Nesse contexto, os elementos que compõem o revestimento cerâmico serão descritos a seguir, de acordo com a função que cada um exerce dentro sistema, incluindo as suas características particulares.

2.1.1 Bloco cerâmico

O bloco cerâmico será descrito nos tópicos a seguir, incluindo o histórico do elemento e a caracterização desta peça.

2.1.1.1 Histórico do bloco cerâmico

O uso de blocos foi observado há 12000 anos, quando grupos nômades utilizaram pedras para cercar e proteger os seus assentamentos de possíveis ataques de animais selvagens e grupos rivais. Quando o homem se tornou capaz de substituir a caça e a coleta pelo cultivo da terra e a criação e domesticação de animais, foi possível tornar esses acampamentos permanentes, tendo o bloco cerâmico como elemento fundamental nesse processo. Isso aconteceu no ano 5000 a.C., no Oriente Médio. Dois milênios depois, os assentamentos passaram a ser substituídos por palácios, templos e casas, abrigando pessoas que dependiam e também aqueles que não dependiam das atividades ligadas à exploração da terra.

É nesse contexto de invenções importantes que se encontra o bloco cerâmico. Foi por meio desse elemento que as primeiras cidades puderam surgir e se desenvolver. O bloco cerâmico cozido foi utilizado na construção dos zigurates, que eram os templos que surgiram

na Macedônia em torno do ano de 3000 a.C., os mesmos blocos também foram utilizados na construção de casas onde moravam os sacerdotes e servidores Mesopotâmios e, com o passar do tempo, essas regiões de povoaamentos se tornaram centros políticos, virando também morada dos reis. (RIZZO, 2016)

2.1.1.2 Caracterização do bloco cerâmico

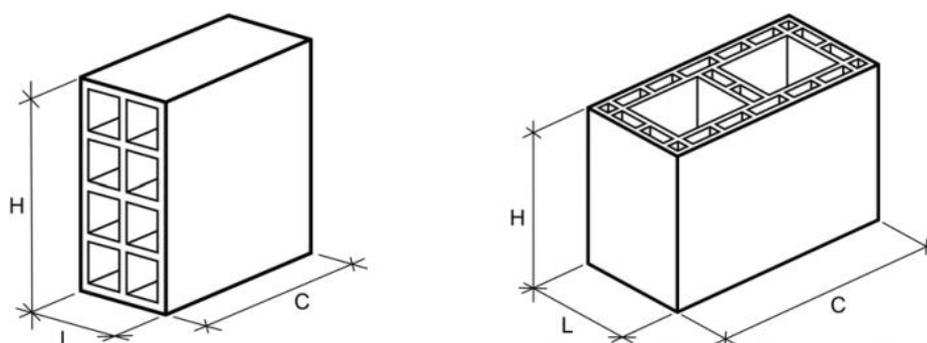
O bloco cerâmico pode ser descrito como um elemento vazado, feito de argila, com furos em formato prismático, dispostos perpendicularmente às faces. Esses elementos possuem baixa variação de volume ao absorver e expelir água e são, também, de fácil manuseio, mas são razoavelmente inconvenientes, pois precisam ser quebrados de acordo com as necessidades de encaixe dos blocos.

Normalmente, esses blocos devem resistir apenas ao próprio peso e a pequenas cargas que possam chegar a este elemento. Essas peças, juntas, formam a alvenaria.

Para avaliar a qualidade do bloco cerâmico, é necessário seguir a norma NBR 15270 que define termos, especifica dimensões para os blocos, limites de tolerância para avaliação de cada face do bloco, além de estabelecer requisitos gerais quanto à fabricação, identificação, características físicas, visuais e geométricas do bloco.

Ainda na norma NBR 15270, são considerados dois tipos de blocos quanto à direção dos furos, o bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal e na vertical, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Bloco cerâmico, Rio de Janeiro, 2017



Fonte: NBR 15270

2.1.2 Base

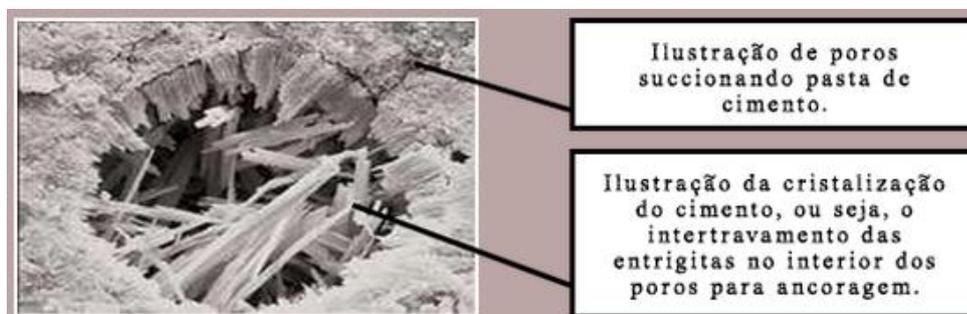
Nas obras mais convencionais, é utilizada uma base composta por alvenaria de blocos cerâmicos e também pelos elementos estruturais de concreto (vigas e pilares).

As características dos materiais mais importantes e que influenciam diretamente no desempenho do revestimento são a capacidade de sucção de água e a rugosidade.

A capacidade de sucção de água é importante, pois as camadas que serão aplicadas sobre a base, descritas nos tópicos subsequentes, possuem água em sua composição e, ao serem aplicadas, parte dessa água será perdida para o ambiente devido à evaporação, parte permanecerá na própria mistura e a outra parte será absorvida pela base. (UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO - UCPE, 2014)

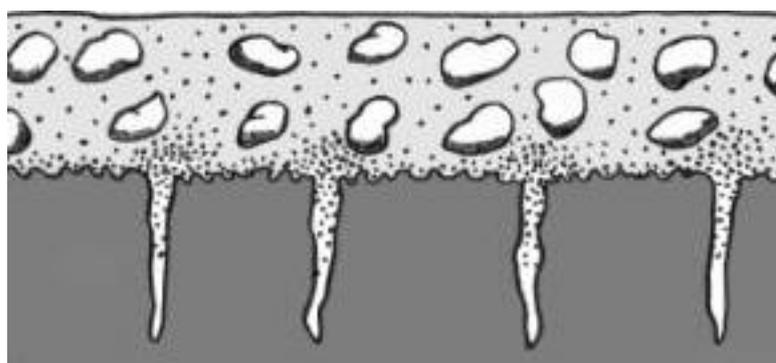
A parcela da água sugada pela base arrasta partículas de cimento e, depois de ocorridas as reações químicas iniciadas pela hidratação, ocorre a formação de uma ancoragem física, ou mecânica, como se observa na Figura 2 entre os componentes do sistema, criando os embricamentos que promovem a fixação entre os elementos, como se observa na Figura 3.

Figura 2 - Cristalização do cimento, Belo Horizonte, 2016



Fonte: www.cimentarebh.com.br – Acesso em: 22/10/2017

Figura 3 – Ancoragem, Belo Horizonte, 2016



Fonte: www.cimentarebh.com.br – Acesso em: 22/10/2017

Nesse momento, é importante garantir que a base esteja limpa, livre de graxas, óleos, pó, entre outros contaminantes, pois esse processo depende do contato direto entre as camadas para a passagem da água, então, se pontos específicos dificultam ou impedem esse processo de movimentação da água, podem surgir deficiências na ancoragem entre a base e as camadas que serão aplicadas sobre a mesma. (NBR 13755, 2017)

Assim, um problema que pode ser observado é causado pela diferença entre a absorção de água dos materiais que compõem a base. As regiões de blocos cerâmicos possuem uma maior absorção de água que as áreas das peças de concreto, pois os blocos são mais porosos e, portanto, absorvem mais água que os elementos estruturais de concreto, menos porosos.

Quanto à rugosidade da base, também é de se esperar uma diferença como a que foi descrita anteriormente, pois as áreas cobertas por blocos cerâmicos tendem a ser mais rugosas que as áreas compostas por elementos estruturais de concreto. Isso faz com que a textura da área composta por blocos determine uma maior aderência entre as camadas aplicadas sobre a base, onde também se inclui um aumento de resistência ao cisalhamento. (UCPE, 2014)

2.1.3 Argamassa

A argamassa pode ser entendida como um material de construção composto por uma mistura homogênea de, ao menos, um aglomerante (cimento ou cal, dependendo do que for especificado em projeto e das condições do ambiente onde a argamassa será utilizada), agregado miúdo (areia) e água.

Ainda de acordo com as necessidades, aditivos podem ser acrescentados na mistura para permitir que a argamassa desenvolva determinadas propriedades. (NBR 13755, 2017)

Na prática, existem dois tipos de argamassa, a produzida em obra e a industrializada. De acordo com as proporções entre os materiais que constituem a mistura e a sua aplicação no revestimento, as camadas recebem diferentes nomes especificados pela norma NBR 13529. (NBR 13529, 2013)

2.1.3.1 Chapisco

O chapisco é produzido por uma mistura de cimento, areia e aditivos, sendo aplicado com a finalidade de uniformizar a absorção de água e dar maior rugosidade e aderência à superfície da base. É sugerido o uso do traço de 1:3.

Na verdade, o chapisco pode ser visto não como uma camada do revestimento, mas, na prática, como uma preparação da superfície com o intuito de uniformizar as características da base.

No geral, é possível adotar dois traços diferentes de chapisco, um que contenha mais cimento para ser aplicado nas áreas de concreto e um segundo traço que contenha menos cimento para ser aplicado nas áreas de blocos. Essa prática contribui para reduzir a diferença entre a capacidade de absorção de água da superfície de base e a consequente aderência entre as camadas seguintes e a base onde elas serão aplicadas.

Ainda no que concerne à aderência, é possível incluir aditivos como emulsão de polímeros PVA, acrílicos ou estirênicos para que seja possível melhorar a aderência entre as camadas subsequentes e a base, mas essa adição, no geral, ocorre em casos onde a base é bastante lisa e exige maior aderência. (UCPE, 2014)

Como já mencionado, é imprescindível a limpeza prévia da superfície de aplicação para garantir melhores resultados.

Na prática, existem três tipos de chapisco mais comuns, o convencional, o industrializado e o rolado.

O chapisco tradicional é aquele em que a mistura é produzida no local da obra e simplesmente lançada, com colher de pedreiro, diretamente sobre a base. Apesar de gerar consideráveis desperdícios de argamassa pela forma como a mistura é lançada sobre a base e também possuir um baixo rendimento do trabalho devido à lentidão na execução, esse método é o mais convencional, principalmente em obras de baixo padrão. (PINI, 2013)

É possível observar uma camada desse tipo de chapisco convencional sendo aplicada na Figura 4.

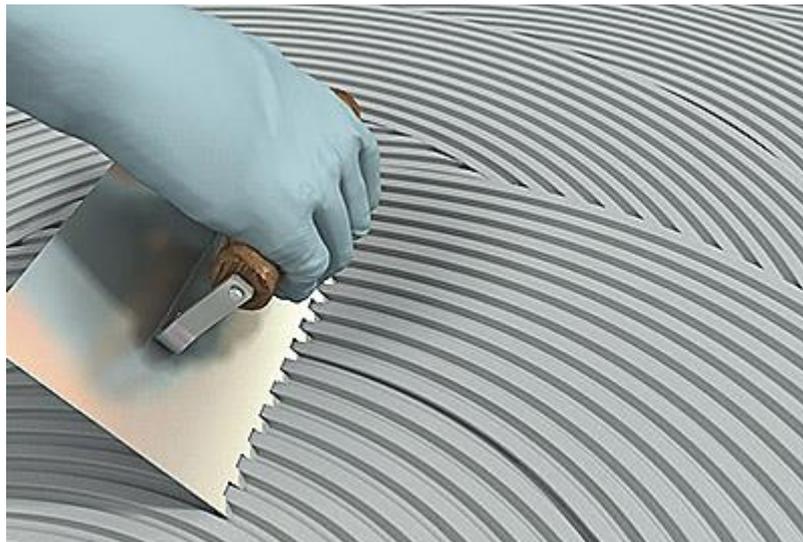
Figura 4 – Chapisco, São Paulo, 2015



Fonte: www.vaicomtudo.com – Acesso em: 14/10/2017

O chapisco industrializado é aquele em que a mistura é comprada pronta e é usualmente aplicado sobre as áreas de estruturas de concreto. A aplicação, nesse caso, é feita com o uso de uma desempenadeira dentada. Esse tipo de chapisco é vantajoso, pois permite uma maior racionalização no processo de execução, com maior economia de material e redução no tempo necessário para a execução. É possível observar uma camada desse tipo de chapisco sendo aplicada na Figura 5. (PINI, 2013)

Figura 5 - Chapisco industrializado, São Paulo, 2015



Fonte: www.brasilengenharia.com – Acesso em: 29/10/2017

O chapisco rolado é uma mistura industrializada aplicada com o uso de um rolo. Esse tipo de chapisco é vantajoso, pois permite uma maior racionalização no processo de execução, maior economia de material e redução no tempo necessário para a execução. (PINI, 2013)

É possível observar uma camada de chapisco rolado sendo aplicada na Figura 6.

Figura 6 - Chapisco rolado, São Paulo, 2015



Fonte: www.brasilengenharia.com – Acesso em: 29/10/2017

2.1.3.2 Emboço

Em seguida, é feita a camada do emboço, uma mistura de cimento, cal e areia de rio. Essa camada tem como função cobrir e regularizar a superfície, minimizando as imperfeições da camada de base, fazendo com que a camada de reboco seja aplicada adequadamente. É sugerido o uso do traço variando de 1:1/2:5 a 1:2:8. A Figura 7 mostra a camada de emboço logo após o lançamento da mistura sobre a base.

Figura 7 - Emboço antes da regularização, São Paulo, 2015



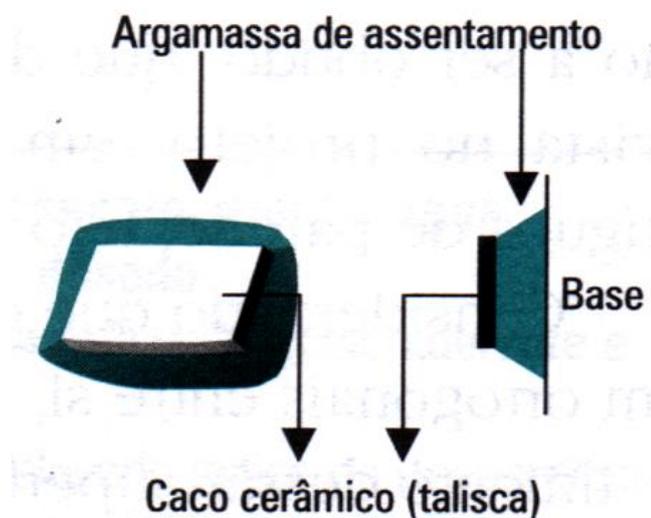
Fonte: www.henriplan.com.br – Acesso em: 14/10/2017

Sobre a camada irregular de reboco é preciso executar um processo conhecido como sarrafeamento. Esse processo consiste na regularização da superfície, fazendo com que a mesma fique uniformemente plana e pronta para receber a próxima camada. Para isso, é utilizada uma régua de alumínio que permite maior firmeza no processo, garantindo uma melhor execução. Quando mal feito, podem surgir fissuras na camada que podem vir a ser prejudiciais ao desempenho do emboço. (VOTORANTIM CIMENTOS, 2017)

Inicialmente, é preciso executar as taliscas que serão a referência para determinar a espessura final da camada. (VOTORANTIM CIMENTOS, 2017) Assim:

- ✓ São aplicadas pequenas quantidades de argamassa nos locais determinados como convenientes para a execução das faixas mestras. Os locais mais adequados são os pontos mais salientes da parede;
- ✓ Em seguida, são fixadas as taliscas, que são pequenos cacos de cerâmica, como visto que permitem a criação de um plano vertical;

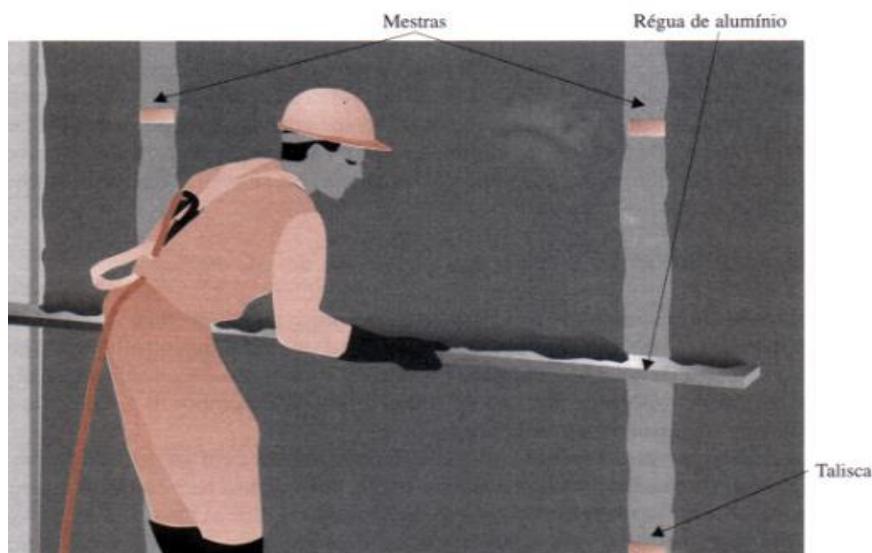
Figura 8 - Taliscas, São Paulo, 2013



Fonte: www.iau.usp.br – Acesso em: 27/10/2017

- ✓ As faixas mestras verticais devem ser executadas a cada 2 metros, com, aproximadamente, 15 cm de largura. Então, a argamassa é lançada e, com a régua de alumínio, a argamassa é desempenada por meio de lentos movimentos verticais, de baixo para cima. A Figura 9 mostra a execução do processo descrito.

Figura 9 - Sarrafeamento, São Paulo, 2013



Fonte: www.iau.usp.br – Acesso em: 27/10/2017

- ✓ Por fim, é recomendado aguardar, no mínimo sete dias para a cura do emboço, pois é nesse período que ocorre de 60% a 80% da retração da camada. Em casos onde é necessário aplicar mais de uma camada de emboço devido à necessidade de maiores espessuras da parede, também é recomendado um prazo de sete dias de cura para cada camada de emboço, além da execução de ranhuras e da molhagem da camada, pois aplicar a próxima camada antes do prazo seria o equivalente a aplicar as camadas ao mesmo tempo.

Finalizado o sarrafeamento, a camada de emboço deve estar regularizada e pronta para o processo de cura. A Figura 10 mostra a camada de emboço já finalizada.

Figura 10 - Emboço regularizado, São Paulo, 2015



Fonte: www.henriplan.com.br – Acesso em: 14/10/2017

O emboço deve agregar várias propriedades para garantir que, quando exigido, possa ter um desempenho adequado.

Dentre essas propriedades, é possível citar a trabalhabilidade que é de fundamental importância, pois influencia diretamente no processo de aplicação da camada de emboço e pode vir a facilitar ou dificultar a regularização da camada, interferindo assim na produtividade do trabalhador. Essa propriedade é influenciada pela quantidade de água aplicada na mistura, a granulometria dos materiais e a proporção adotada para cada componente da mistura.

Além da trabalhabilidade, outra propriedade importante é a resistência mecânica e, ligada à ela, a capacidade de absorver deformações. Esses dois conceitos devem ser analisados de forma conjunta, pois um está diretamente ligado ao outro.

Essa associação de propriedades é bastante importante, pois, devido às intempéries como chuva, vento e variações de temperaturas, as camadas aplicadas devem obedecer a determinados critérios, especialmente os revestimentos externos, pois estão sujeitos a mais solicitações.

Também é necessário citar a rigidez da argamassa, pois seria possível imaginar, pelo menos em uma análise inicial, que quanto mais cimento for adicionado à mistura, melhor será o resultado final dessa camada já que mais cimento significa maior rigidez. Entretanto, essa afirmação é falha e a rigidez da camada de emboço deve ser pensada de maneira um pouco mais complexa.

Assim, é importante observar que uma mistura mais flexível, tende a apresentar uma maior quantidade de microfissuras, porém elas tendem a apresentar menores amplitudes, gerando pouco dano à camada, não comprometendo o desempenho final do emboço. O contrário também é válido, pois em argamassas mais rígidas, também conhecidas como argamassas fortes, as microfissuras tendem a aparecer em menores quantidades, mas, ao mesmo tempo, apresentam maiores amplitudes, podendo representar um risco maior à qualidade do emboço.

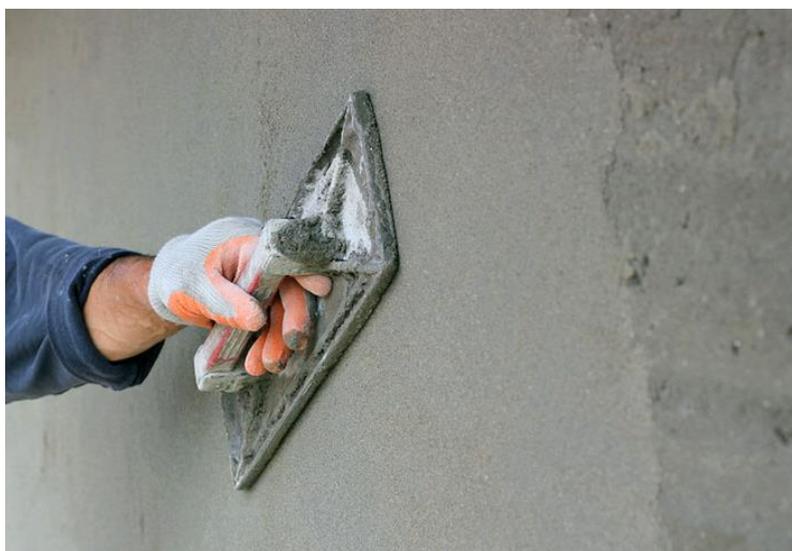
Por fim, é possível observar que a durabilidade e a qualidade do emboço dependem das propriedades que foram citadas e da correta execução do processo. (UCPE, 2014)

2.1.3.3 Reboco

O reboco é a camada de acabamento dos revestimentos de argamassa. Essa camada é aplicada sobre a camada de emboço e tem como função dar acabamento à superfície, além de cobrir quaisquer imperfeições ainda existentes na camada de emboço, fazendo com que o revestimento possa ser aplicado adequadamente. (PINI, 2013)

O processo de execução da camada de reboco é bastante parecido com a execução da camada de emboço. Aplica-se a mistura de reboco sobre a parede, é feito o sarrafeamento e, por fim, o alisamento com o uso da desempenadeira. A Figura 11 mostra um exemplo de camada de reboco finalizada, além do uso da desempenadeira.

Figura 11 - Reboco, São Paulo, 2016

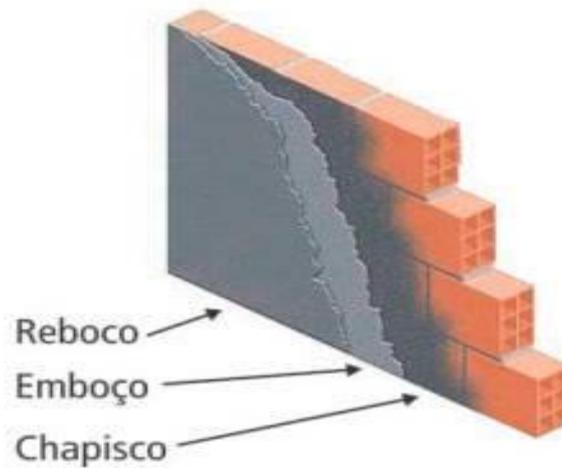


Fonte: www.mapadaobra.com.br – Acesso em: 14/10/2017

Na prática, a camada de reboco pode ser dispensável dependendo do uso planejado para a parede que foi rebocada. Em casos em que se pretende aplicar uma camada de revestimento cerâmico, onde o acabamento não precisa ser absolutamente perfeito, é possível aplicar as placas cerâmicas diretamente sobre a camada de emboço. Entretanto, no caso em que se pretende aplicar uma camada de pintura, é indicado finalizar com uma camada de reboco, pois essa camada é mais lisa devido à granulometria da areia na mistura. (PINI, 2013)

Finalmente, é possível observar as camadas finalizadas na Figura 12, nesse caso, incluindo a camada de reboco:

Figura 12 – Camadas finalizadas, Rio de Janeiro, 2014

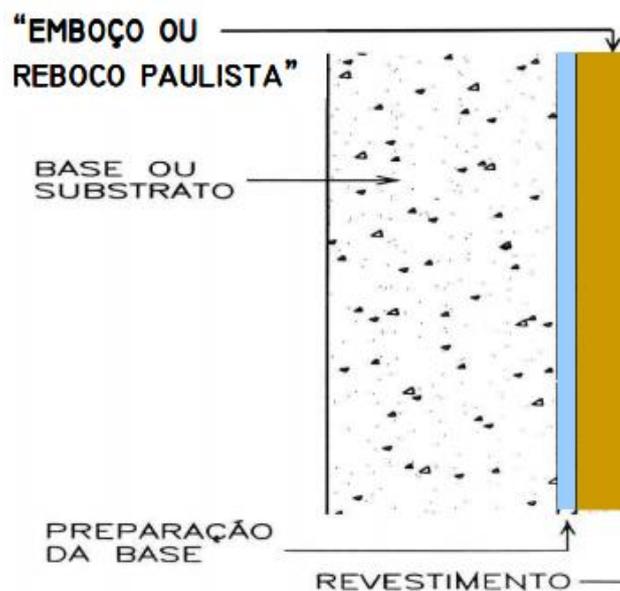


Fonte: www.construfacilrj.com.br – Acesso em: 14/10/2017

2.1.3.4 Massa única

É importante citar que a massa única, também conhecida como emboço paulista, tem função bastante parecida com a do emboço. Na prática, a diferença é observada na execução já que o emboço comum ainda recebe uma camada de reboco, ao contrário da camada de massa única que, após a execução, já está pronta para receber o revestimento cerâmico. (REVESTIMENTO COM ARGAMASSA, 2013).

Figura 13 - Revestimento com massa única, Rio Grande do Norte, 2014



Fonte: <http://docente.ifrn.edu.br> - Acesso em: 28/10/2017

Como a massa única irá substituir o emboço e o reboco, é preciso que essa camada seja desempenada, ou seja, é preciso que a camada de massa única seja alisada com desempenadeira.

Esse acabamento poderá ser liso, caso seja utilizada uma desempenadeira de aço (Figura 14), ou poderá ser camurçado, caso seja utilizada uma desempenadeira de esponja (Figura 15).

Figura 14 - Desempenadeira de aço, São Paulo, 2017



Fonte: <http://www.ferro.com.br> - Acesso em: 28/10/2017

Figura 15 - Desempenadeira de esponja, São Paulo, 2017



Fonte: <http://www.ferro.com.br> - Acesso em: 28/10/2017

O que se pode esperar como resultado final é que a camada tenha uma aparência mais grosseira do que teria se tivesse sido aplicada uma camada de reboco. Isso acontece porque a mistura de reboco utiliza grãos mais finos, permitindo um acabamento mais liso. Como consequência, caso se tenha a intenção de aplicar uma camada de pintura sobre a massa única, deve-se esperar um maior consumo de tinta para cobrir a superfície já que esta será mais áspera do que seria caso tivesse sido rebocada. (REVESTIMENTO COM ARGAMASSA, 2013)

É com base nessa informação que o sistema de massa única é escolhido como solução para situações em que a aspereza não tenha tanto importância, por exemplo, em muros e paredes de áreas de serviço, ou, também, para situações onde a aspereza não será tão perceptível, como em fachadas. Ainda no mesmo raciocínio, pode-se observar que para paredes internas, onde a aspereza é mais perceptível, é preferível utilizar o acabamento com uma camada de reboco convencional. (REVESTIMENTO COM ARGAMASSA, 2013)

Como alternativa para minimizar a aspereza da camada de massa única, esta pode ser feita com o uso de argamassa industrializada que contém areia com granulometria mais fina em sua composição.

2.1.3.5 Argamassa colante

Além das argamassas já descritas anteriormente, existe a argamassa adesiva que tem como função o assentamento de um acabamento decorativo, tal como, cerâmicas, placas de rocha e pastilhas. Esse tipo de argamassa pode ser industrializada ou produzida no canteiro de obra.

A argamassa colante é um tipo de argamassa à base de cimento, areia e aditivos que é comprada em pacotes e o preparo exige somente a mistura de água na proporção que for determinada pelo fabricante, fazendo, assim, com que o uso desse tipo de argamassa seja mais produtivo para a obra. (NBR 13755, 2017).

A mistura industrializada também é caracterizada por apresentar mais resistência de aderência (que significa maior capacidade de resistência aos esforços normais à placa e tangenciais, de cisalhamento) e maior retenção de água. (UCPE, 2014)

Ainda com relação à retenção de água, existe uma característica da argamassa colante com a qual ela está diretamente relacionada que é conhecida como “tempo de abertura” que é o tempo decorrido desde o fim da mistura da argamassa colante com água até o momento em que a mistura não for mais capaz de apresentar uma resistência de ancoragem da cerâmica que seja satisfatória, gerando uma resistência de aderência inferior a 0,5 MPa. (UCPE, 2014)

Essa característica é função também do ambiente onde se encontra, pois maiores exposições à insolação e à ventilação representam um menor tempo de abertura. A medição da propriedade descrita pode ser feita em laboratório utilizando a metodologia que é descrita em norma.

Essas características de maior aderência e retenção de água são obtidas por meio da inclusão de aditivos na mistura. Um dos aditivos utilizados tem como função aumentar a retenção da água, proporcionando um maior tempo de abertura para a mistura, já o segundo tipo de aditivo utilizado tem como função aumentar a resistência de aderência. (UCPE, 2014)

A argamassa adesiva deve ser aplicada em camada fina de 3 a 5 mm de espessura, utilizando desempenadeira dentada, formando cordões e sulcos para garantir boa aderência, como ilustrado na Figura 16.

Figura 16 - Argamassa aplicada, Paraná, 2016



Fonte: <http://www.argamassamassaforte.com.br> - Acesso em: 14/10/2017

2.1.4 Placas cerâmicas

A placa cerâmica utilizada com fins de revestimento é fabricada a partir de matérias primas naturais e não naturais. As naturais são do tipo argilosas e não argilosas e são utilizadas para a composição da massa; as não naturais são incluídas nos vidrados e corantes. Após a preparação da massa, ela é conformada, por meio de prensagem ou extrusão, seguida pelas etapas de queima do biscoito e aplicação do vidrado. Essa ordem depende do processo de fabricação que escolhido, pois ele pode envolver uma ou duas queimas.

As placas cerâmicas são submetidas a esforços normais e tangenciais, mas também estão sujeitos a tipos distintos de movimentações, as irreversíveis, que são causadas pela absorção de água que gera uma expansão volumétrica (também conhecida como expansão por umidade - EPU) nas placas e as reversíveis, que são causadas pela variação de temperatura. (UCPE, 2014)

O revestimento com peças cerâmicas é bastante utilizado, pois apresenta diversas vantagens, tais como (UCPE, 2014):

- ✓ A valorização do imóvel, pois cria um efeito estético para casas e apartamentos, de acordo com o tipo de placa cerâmica escolhida e a qualidade do produto;
- ✓ O conforto térmico e acústico, pois cria uma camada extra que gera um maior isolamento do imóvel, quando comparado com a pintura;
- ✓ Leveza no revestimento, pois cria uma camada mais leve quando comparado com um revestimento de placas de rocha, por exemplo;
- ✓ Durabilidade, pois cria uma camada de proteção sobre as demais camadas de revestimento, mas essa característica está diretamente ligada à qualidade da placa cerâmica escolhida, da qualidade do processo de assentamento e das intempéries às quais o revestimento está submetido;

2.1.4.1 Histórico das placas cerâmicas

O uso de cerâmica é bastante antigo, acredita-se que ela começou a ser produzida há cerca de 10-15 mil anos atrás.

À medida que evoluía, o homem percebeu que precisava buscar abrigo, mas também, precisava de artefatos para armazenar água e alimentos. Nesse contexto, a argila se tornou o material ideal, pois, à temperatura ambiente e umedecida, era bastante maleável e moldável e, depois de seca e submetida a altas temperaturas, o material adquiria elevada resistência e durabilidade.

Com o passar do tempo, essas características permitiram que a cerâmica fosse utilizada na construção de casas, mas também na produção de vasilhames para uso doméstico e para o armazenamento de água, alimentos, perfumes e até urnas funerárias.

No Brasil, as cerâmicas tem seu início na ilha de Marajó, diretamente ligada à cultura indígena que existia no lugar. Estudos arqueológicos indicam também que uma cerâmica mais simplista teria sido criada na região amazônica, aproximadamente, cinco mil anos atrás.

Assim, o que se observa é que a cerâmica não chegou ao Brasil com os portugueses nem com os escravos. Na verdade, a cultura do uso de cerâmica já existia no Brasil quando os portugueses chegaram, o que os colonizadores fizeram, na prática, foi

estruturar a produção das cerâmicas e concentraram o uso de mão de obra para este fim produtivo.

A grande novidade trazida pelos portugueses foi a modernização dos processos, instalando olarias, engenhos e fazendas jesuítas para a produção de materiais cerâmicos como tijolos, telhas e louça de barro, permitindo um melhor acabamento e processos que demandavam menos tempo de trabalho.

O uso da cerâmica como revestimento começou com os árabes que levaram a arte do azulejo para a Espanha e, de lá, difundiram a técnica por toda a Europa.

Já no século 15, em Portugal, era possível encontrar palácios reais com interiores revestidos com azulejos e no século 16, com a produção regular de cerâmicas já instalada no país, o uso desse produto se torna altamente difundido, sendo aplicado em igrejas, conventos e palácios de membros da alta burguesia.

Seu uso era restrito a interiores, em forma de tapetes, ou somente como material decorativo. Quando utilizado nos exteriores, limitava-se ao revestimento de cúpulas de igrejas, pois o seu custo ainda era consideravelmente elevado para que fosse utilizada com o fim de revestir áreas externas maiores.

No século 18, em Portugal, é implantado um projeto de industrialização manufatureira do país, com o intuito de aumentar a produção de cerâmicas e, conseqüentemente, reduzindo os preços e permitindo o acesso à esse produto a um público maior.

No Brasil independente, o uso do azulejo se tornou mais frequente no século 19, pois se mostrou um bom revestimento para o clima local, tornando-se bastante popular e sendo difundido para os mais diversos fins. (ANFACER, 2017)

2.1.4.2 Características físicas e químicas das placas cerâmicas

As placas cerâmicas são diversificadas em suas características físicas e químicas com o objetivo de atender a diversos tipos de uso, fazendo com que uma análise mais detalhada acerca dessas características seja necessária para uma escolha adequada.

2.1.4.3.1 Absorção de água

A absorção de água pela placa cerâmica está diretamente ligada à porosidade da peça e resulta no aumento do volume das placas. Nesse quesito, as peças são divididas de acordo com a Tabela 1. (NBR 13817, 1997)

Tabela 1 - Grupos de absorção de água

| GRUPOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Grupos | Absorção de água (%) |
| Ia | $0 < \text{Abs} < 0,5$ |
| Ib | $0,5 < \text{Abs} < 3,0$ |
| IIa | $3,0 < \text{Abs} < 6,0$ |
| IIb | $6,0 < \text{Abs} < 10,0$ |
| III | Abs acima de 10,0 |

Fonte: Adaptado - ABNT NBR 13817:1997

Então, os grupos são codificados de acordo com o método de fabricação e a sua absorção de água, como é possível observar na Tabela 2. (NBR 13818, 1997)

Tabela 2 - Codificação dos grupos em função dos métodos de fabricação

| CODIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DOS MÉTODOS DE FABRICAÇÃO | | | |
|---|------------------------------|---------------------|-------------------|
| Absorção de água (%) | Métodos de fabricação | | |
| | Extrudado – A | Prensado – B | Outros – C |
| $0 < \text{Abs} < 0,5$ | AI | BIa | CI |
| $0,5 < \text{Abs} < 3,0$ | | BIb | |
| $3,0 < \text{Abs} < 6,0$ | AIIa | BIIa | CIIa |
| $6,0 < \text{Abs} < 10,0$ | AIIb | BIIb | CIIb |
| Abs acima de 10,0 | AIII | BIII | CIII |

Fonte: Adaptado - ABNT NBR 13818:1997

Então, as cerâmicas são divididas em diferentes grupos de absorção que determinam as nomenclaturas comerciais, como é possível observar na Tabela 3. (NBR 13818, 1997)

Tabela 3 - Classificação das cerâmicas pelo grupo de absorção

| CLASSIFICAÇÃO DAS CERÂMICAS PELO GRUPO DE ABSORÇÃO | | |
|---|----------------|--------------------------|
| Absorção de água (%) | Produto | Grupo de absorção |
| Abs < 0,5 | Porcelanato | Quase nula |
| 0,5 < Abs ≤ 3,0 | Grês | Baixa |
| 3,0 < Abs ≤ 6,0 | Semi Grês | Média |
| 6,0 < Abs ≤ 10,0 | Semi Poroso | Média alta |
| Abs > 10,0 | Poroso | Alta |

Fonte: Adaptado - ABNT NBR 13818:1997

É também por meio da absorção da cerâmica que é possível definir o tipo de argamassa a ser utilizada para colagem da placa. Assim, com a classe de absorção definida, o fabricante poderá especificar o melhor tipo de argamassa para um tipo específico de placa. Uma cerâmica de porcelanato, por exemplo, demanda uma argamassa do tipo AC3 e dupla camada de argamassa colante, uma na parede e outra sobre a placa cerâmica. (NBR 13755, 2017)

2.1.4.3.2 Expansão por umidade (EPU)

A expansão por umidade é resultante da absorção de água pela placa cerâmica é uma característica de alta importância, pois esse aumento de volume resulta no aumento das tensões internas, podendo gerar fissuras sobre o esmalte da cerâmica, como observado na Figura 17. (SINDUSCON - MG, 2014)

Figura 17 – Trincas no esmalte, São Paulo, 2013



Fonte: <http://www.iau.usp.br> - Acesso em: 05/11/2017

O valor da expansão deve ser menor ou igual a 0,6 mm/m, pois, caso seja maior, além do trincamento do esmalte, as tensões crescerão a ponto de destacar a cerâmica, podendo causar acidentes. (SINDUSCON - MG, 2014)

2.1.4.3.3 Resistência à abrasão

Representa a capacidade que o esmalte possui de resistir ao desgaste provocado pela abrasão. (SINDUSCON - MG, 2014) Para placas esmaltadas, é adotado o PEI (Instituto da Porcelana e do Esmalte). A Tabela 4 relaciona os grupos com a sua respectiva resistência.

Tabela 4 - Resistência à abrasão (PEI)

| RESISTÊNCIA À ABRASÃO (PEI) | |
|------------------------------------|--------------------|
| Abrasão | Resistência |
| PEI 0 | Baixíssima |
| PEI 1 | Baixa |
| PEI 2 | Média |
| PEI 3 | Média alta |
| PEI 4 | Alta |
| PEI 5 | Altíssima |

Fonte: Adaptado - ANFACER

A resistência à abrasão faz com que placas mais resistentes sejam mais caras e indicadas para locais de maior circulação. A Tabela 5 relaciona o PEI com os locais de uso.

Tabela 5 - PEI e locais de uso

| RESISTÊNCIA À ABRASÃO (PEI) E LOCAIS DE USO | | |
|--|----------------|---|
| PEI | Tráfego | Prováveis locais de uso |
| PEI 0 | - | Paredes somente. |
| PEI 1 | Baixo | Banheiros residenciais, quartos de dormir. |
| PEI 2 | Médio | Cômodos sem portas para o exterior e banheiros. |
| PEI 3 | Médio alto | Cozinhas, corredores, halls, sacadas residenciais e quintais. |
| PEI 4 | Alto | Residências, garagens, lojas, bares, bancos, restaurantes, hospitais, hotéis e escritórios. |
| PEI 5 | Altíssimo | Residências, áreas públicas, shoppings, aeroportos, padarias e <i>fast-foods</i> . |

Fonte: Adaptado - ANFACER

A importância da escolha da placa cerâmica com a resistência à abrasão adequada é importante, pois permite se obtenha um equilíbrio entre o custo econômico e a qualidade das placas assentadas.

2.1.4.3.4 Resistência ao manchamento

Esse índice representa a facilidade para a remoção de manchas da superfície da placa cerâmica, como descrito a seguir (SINDUSCON - MG, 2014):

- ✓ Classe 5: a mancha pode ser facilmente removida, utilizando água quente;
- ✓ Classe 4: a mancha pode ser removida com o uso de um produto de limpeza fraco, um multiuso ou similar;
- ✓ Classe 3: a mancha pode ser removida com o uso de um produto de limpeza forte, que contenha amoníaco ou similar;
- ✓ Classe 2: a mancha pode ser removida com o uso de ácido clorídrico;
- ✓ Classe 1: não é possível remover as manchas.

2.1.4.4 Armazenamento das placas cerâmicas

Para garantir a manutenção das características das placas cerâmicas, é preciso armazená-las de maneira adequada. Por esse motivo, existem sugestões de como fazer a estocagem (SINDUSCON - MG, 2014):

- ✓ Armazenar as caixas com as placas cerâmicas em pilhas amarradas, de acordo com as especificações de altura máxima, temperatura e umidade do local de estocagem, encontradas na embalagem;
- ✓ Dar preferência para que seja feita a armazenagem próximo ao local onde será feito o transporte vertical para que as caixas tenham o mínimo de deslocamento e, portanto, seja reduzido o risco de danos ao material;
- ✓ Armazenar as caixas separadas de acordo com suas especificações de tamanho, cor e demais características, garantindo que a face de identificação das caixas esteja voltada para fora, de forma a facilitar a identificação dos lotes;
- ✓ É desejável que o local para armazenamento já esteja pronto com antecedência para receber os lotes com o intuito de evitar o pré-armazenamento em outros locais que não sejam a área definitiva de estocagem do produto, evitando

também o transporte horizontal interno;

- ✓ Quando as caixas forem estocadas em lajes, é preciso avaliar as relação de carga por área da laje para evitar cargas que possam causar danos à estrutura e até provocar acidentes.

2.1.5 Rejuntas e juntas

Os rejuntas e as juntas de movimentação têm como função dividir a superfície coberta por placas cerâmicas em diversas regiões para, dessa forma, promover um alívio das tensões geradas sobre o conjunto, reduzindo o risco de surgimento de trincas no revestimento ou até mesmo o destacamento das placas.

A argamassa utilizada como material para rejunte é composta por resinas, com o objetivo de tornar a mistura menos rígida, além de reduzir a sua permeabilidade. Para garantir essas propriedades, normalmente é utilizada a argamassa industrializada.

É importante citar que pastas de cimento e argamassas simples compostas por cimento e areia não são recomendadas para uso como material de rejunte, pois essas misturas apresentam grande rigidez e baixa elasticidade, de forma que o propósito do material de rejunte não é cumprido adequadamente.

Além do que já foi citado, os rejuntas também servem para corrigir imperfeições nas dimensões das placas cerâmicas e, também, para facilitar a substituição de peças que possam vir a ser danificadas.

Já as juntas de movimentação têm como função aliviar as tensões geradas não somente pelas movimentações das placas cerâmicas, mas também das camadas que compõem o revestimento. É por esse motivo que as juntas de movimentação devem atingir uma profundidade que alcance a base.

Quanto ao uso do selante, é preciso garantir que ele não tenha qualquer interação com o material de enchimento interno, pois existe o risco de romper na ligação com alguma das cerâmicas. Por essa razão, é utilizada a espuma de polietileno expandido como material de enchimento, pois é um material inerte e tem como função limitar a profundidade do selante, evitar a adesão com o fundo da junta e uniformizar a base, dessa maneira, facilitando a aplicação.

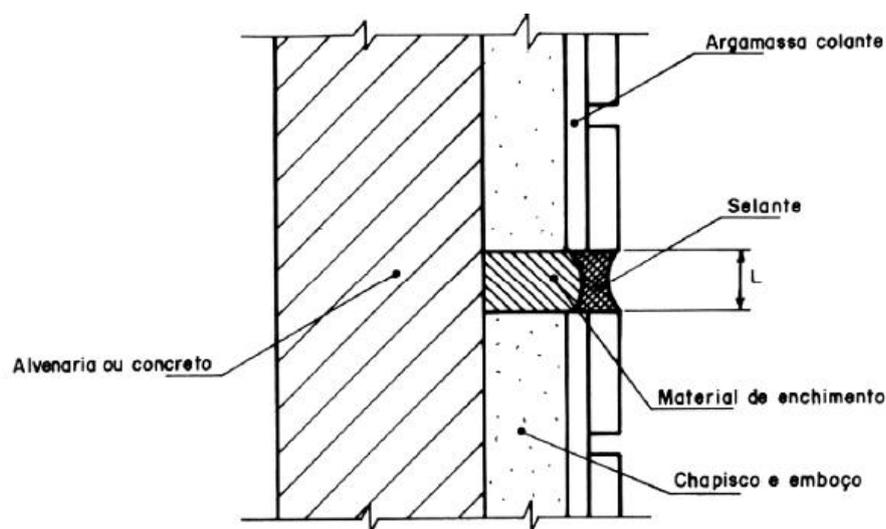
Outro fator que exige atenção é a durabilidade do produto, pois a sua vida útil é bem inferior quando comparada à dos materiais cerâmicos. Dessa forma, é o selante que irá determinar as previsões de execução das atividades ligadas à manutenção da fachada.

Em casos em que se pretende utilizar os revestimentos porosos, como placas de rocha e cerâmicas, é recomendado o uso de silicones de base neutra, pois não apresentam manchas causadas pelas reações com materiais porosos.

Os selantes de silicone são vendidos em diversas cores, mas não podem ser pintados com tintas acrílicas ou PVA, ao contrário dos selantes de poliuretano que não são vendidos em tantas cores, mas podem ser pintados e não apresentam manchas. (UCPE, 2014)

A composição final do revestimento cerâmico é mostrada na Figura 18.

Figura 18 - Componentes do Revestimento Cerâmico, Rio de Janeiro, 2017



Fonte: NBR 13755

2.2. Processo de execução do revestimento cerâmico

Todo o processo de execução do revestimento cerâmico será baseado na norma NBR 13755 que descreve o processo de revestimento de paredes externas com placas cerâmicas e utilizando a argamassa colante.

2.2.1 Planejamento inicial

Antes de se iniciar o processo propriamente dito de execução do revestimento cerâmico, é preciso que sejam atendidas determinadas condições iniciais especificadas. (NBR 13755, 2017).

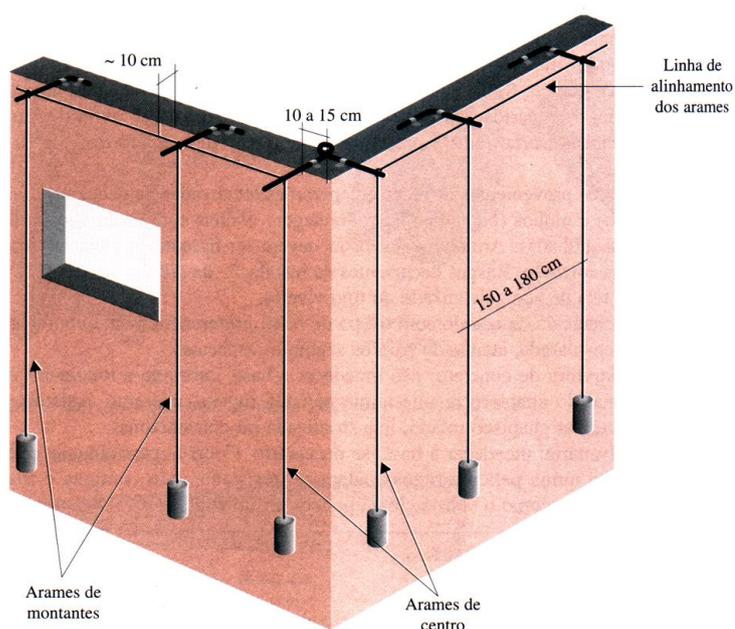
- ✓ O emboço da fachada deve ter sido concluído há pelo menos 14 dias, devendo apresentar uma textura áspera e plana obtida por sarrafeamento com madeira;
- ✓ A superfície do emboço deve estar seca, limpa, bem nivelada e aprumada;
- ✓ Todas as instalações elétricas e hidráulicas que possuem alguma ligação com a fachada devem estar devidamente concluídas e testadas, para evitar que seja necessário interferir na fachada com o objetivo de fazer reparos em quaisquer instalações;
- ✓ Os contramarcos devem estar instalados e conferidos já com a folga prevista para o assentamento da cerâmica;
- ✓ Os fios de prumo devem estar instalados em cantos e arestas, no alinhamento das janelas e em intervalos de, aproximadamente, 1,50 m;
- ✓ As cerâmicas devem ser conferidas, verificando-se a tonalidade e a quantidade das placas, de forma que o número disponível de peças seja suficiente para que o serviço seja executando, já considerando uma quantidade extra para cobrir eventuais quebras, reparos, cortes ou peças defeituosas que possam vir a surgir durante a execução;
- ✓ É recomendado que o processo seja executado quando a temperatura ambiente estiver entre 5°C e 40°C e as temperaturas da base do revestimento estejam entre 5°C e 27°C;
- ✓ Por fim, é proibido executar o revestimento antes que a estrutura que dá suporte já esteja completamente solicitada por seu peso próprio e todas as outras sobrecargas que virão a atuar. Dessa forma, é possível prevenir a retração da argamassa utilizada nas alvenarias.

2.2.2 Processo executivo

Cumpridos os pré-requisitos iniciais, descritos anteriormente, é possível começar a descrição do processo propriamente dito. (CONSTRUTORA RRG, 2013)

- ✓ Inicialmente, é necessário garantir que a superfície esteja completamente limpa e seca. Para isso, é possível utilizar lixas, escovas e vassouras para remover poeira, partículas soltas, graxas e quaisquer outros resíduos. Caso seja necessário, é possível utilizar água ou outros produtos para remoção de gordura da superfície, esperando a completa secagem da camada de emboço para que, então, o processo possa ser continuado;
- ✓ Em seguida, é preciso definir um padrão de medidas (galga) de, aproximadamente, 1,50 m que seja capaz de encaixar um número inteiro de placas a serem assentadas. Nesse cálculo é necessário considerar a medida que será adotada para as juntas que devem seguir as orientações dos fabricantes, considerando a variação de tamanho das peças fabricadas;
- ✓ Utilizando o extremo do balancim, pode-se marcar na vertical a medida da galga. Para a referência horizontal, pode-se utilizar o platibanda; para a referência vertical, pode-se utilizar uma das arestas da fachada. A estrutura descrita pode ser observada na Figura 19;

Figura 19 - Galgas, São Paulo, 2013



- ✓ Em seguida, utilizando uma mangueira de nível, deve-se transferir o nível marcado para a outra extremidade do balancim. Utilizando um lápis e uma régua de alumínio, é possível unir os pontos marcados e definir a primeira fiada a ser assentada. Partindo dessa referência, as fiadas deverão ser assentadas de baixo para cima, até que seja alcançado o topo do trecho a ser revestido;

Para o assentamento das peças cerâmicas, é preciso realizar um estudo inicial para avaliar a necessidade de se fazer cortes nas placas. Para isso, é utilizada uma serra elétrica com disco adiamantado, Figura 20, e riscador manual, Figura 21, que permitem arremates adequados. O processo de corte deve estar concluído antes do início do assentamento, necessitando de novos cortes somente quando for preciso substituir peças.

Figura 20 - Serra elétrica com disco diamantado, São Paulo, 2017



Fonte: <http://www.casasbahia.com.br> - Acesso em: 09/11/2017

Figura 21 - Riscador manual, São Paulo, 2017



Fonte: <http://www.dutramaquinas.com.br> - Acesso em: 09/11/2017

- ✓ Antes de iniciar o assentamento propriamente dito das placas cerâmicas, é preciso iniciar a preparação da argamassa colante. Para isso, é preciso preparar a mistura em um caixote limpo de plástico, obedecendo as especificações do fabricante, indicadas na própria embalagem do produto;
- ✓ Essa quantidade a ser preparada deve ser compatível com a produtividade do assentador, mas o sugerido é que o número de sacos misturados seja inteiro, para que o produto não perca suas propriedades mesmo não estando misturado com água. Por questões de segurança, deve acrescentar a água sobre o pó, nunca o contrário;

Figura 22 - Preparação de argamassa colante, Rio de Janeiro, 2017



Fonte: <http://www.sanitariamarbella.com> - Acesso em: 09/11/2017

- ✓ Feito isso, é preciso deixar que a mistura descanse por 15 minutos para que as reações químicas possam ser iniciadas e, então, mistura-se novamente a argamassa para que o assentamento seja iniciado. Não é recomendado acrescentar mais água à mistura, pois esse acréscimo pode prejudicar as propriedades da argamassa, podendo causar problemas futuros;
- ✓ Nesse momento, deve-se espalhar uma quantidade de argamassa colante sobre a superfície onde as placas cerâmicas serão aplicadas. A extensão dessa área depende do tempo de abertura e da eficiência do operário que estiver executando o processo de assentamento. Entretanto, é sugerido que essa área não seja maior que 1 m²;

- ✓ Para iniciar o assentamento, aplica-se a argamassa colante exercendo uma compressão contra o substrato da placa, com a parte lisa de uma desempenadeira de aço ou pvc. Em seguida, a desempenadeira é passada novamente sobre a camada de argamassa, mas, agora, com o lado dentado, formando cordões que facilitam a fixação e o nivelamento das placas;

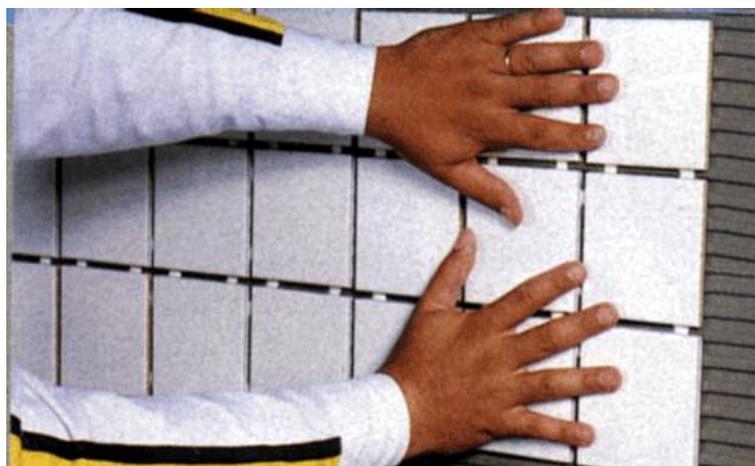
Figura 23 - Argamassa colante, São Paulo, 2017



Fonte: <http://blog.construbasico.com.br> - Acesso em: 27/11/2017

É sugerido que o assentamento das placas seja feito de cima para baixo, de andar por andar, do pavimento térreo até chegar à cobertura. Ao assentar as placas cerâmicas sobre a argamassa recentemente aplicada, é preciso ficar atento para garantir o espaçamento adequado entre elas e o seu alinhamento.

Figura 24 – Espaçamento e alinhamento, São Paulo, 2013



Fonte: <http://www.iau.usp.br> - Acesso em: 09/11/2017

- ✓ Além disso, também é necessário garantir que as placas estejam planas ao serem aplicadas sobre a argamassa. Para assegurar esses requisitos de ajuste de posicionamento e de fixação das placas, é possível dar pequenas batidas com um martelo de borracha sobre a placa cerâmica, como observado na Figura 25, com cautela para evitar que a placa afunde na argamassa e fique desnivelada com relação às outras peças ou possa até sofrer trincas e quebras;

Figura 25 - Assentamento com martelo, São Paulo, 2017



Fonte: <http://www.usinafortaleza.com.br> - Acesso em: 09/11/2017

- ✓ O processo de assentamento das peças deve ser executado como descrito anteriormente, até o início do fim do tempo de abertura da argamassa da argamassa, que é o momento a partir do qual a aderência fica prejudicada, reduzindo a qualidade do serviço e podendo levar a futuras patologias no revestimento cerâmico. O controle do tempo de abertura da argamassa pode ser avaliado por um processo simples: se aplica a argamassa sobre a placa cerâmica como descrito anteriormente, então, se faz uma pressão com os dedos sobre os cordões de argamassa. Caso a argamassa não se mostre pegajosa e não suje a ponta dos dedos é sinal de que o tempo de abertura da argamassa já se esgotou. Numa situação como essa, a argamassa deve ser removida da placa cerâmica, a mistura com o tempo de abertura vencido deve ser descartada e uma nova mistura deve ser utilizada no assentamento e o processo deve seguir normalmente;

- ✓ Durante o assentamento, é preciso executar procedimentos de controle de qualidade. Para isso, deve-se utilizar o chamado teste de arrancamento, que consiste em escolher uma determinada quantidade de placas aleatórias e arrancá-las para verificar se o verso dessas placas está totalmente preenchido com argamassa, é sugerido utilizar um número de placas equivalente a 1% do total de peças assentadas;
- ✓ Ainda no quesito de controle de qualidade, é possível fazer o teste de som, também conhecido como exame de percussão. Esse teste consiste em bater o cabo de um martelo ou também uma haste de madeira sobre as cerâmicas para ouvir o som resultante. Se surgirem “sons ocos”, é possível identificar placas com problemas de assentamento. Esse processo deve ser executado com cautela para evitar trincas e outros possíveis danos às peças. Além disso, também é necessário que seja executado após 24 horas do assentamento das placas, pois o processo químico envolvido na colagem leva tempo para ser concluído;
- ✓ Passadas, no mínimo, 72 horas do assentamento, é possível iniciar o processo de rejuntamento das placas cerâmicas. Para isso, é preciso limpar as juntas com uma vassoura ou uma escova de piaçaba, eliminando toda a sujeira, como poeira e restos de argamassa colante. Então, a argamassa colante de rejunte deve ser preparada em um recipiente de plástico adequado e limpo, obedecendo às orientações do fabricante, indicadas na embalagem do produto;
- ✓ As juntas entre as placas cerâmicas devem ser umedecidas para garantir uma boa hidratação e uma adequada aderência do rejuntamento. Quando são utilizadas argamassas colantes industrializadas, como no caso aqui descrito, as juntas só precisam ser previamente molhadas nos casos em que o processo esteja sendo executado em ambiente sob sol intenso, ventos fortes e/ou baixa umidade relativa do ar;
- ✓ Então, deve-se espalhar a argamassa de rejunte com movimentos alternados, para garantir a penetração da mistura nas juntas sem excesso ou falta de material, como na Figura 26;

Figura 26 - Espalhamento de rejunte, São Paulo, 2015



Fonte: <http://www.aecweb.com.br> - Acesso em: 09/11/2017

- ✓ Após 15 minutos, faz-se a limpeza do excesso de argamassa de rejunte com uma esponja, pano úmido, estopa ou sisal, como na Figura 27. Após mais 15 minutos, deve ser feita uma nova limpeza, dessa vez utilizando um pano seco;

Figura 27 - Limpeza de rejunte, São Paulo, 2013



Fonte: <http://policenter.wordpress.com> - Acesso em: 09/11/2017

- ✓ É preciso incluir também as juntas horizontais e verticais de movimentação. As verticais devem ser executadas a cada 3 metros, na região do encunhamento e entre pavimentos, por exemplo. As juntas verticais deverão ser analisadas de acordo com o projeto da fachada e, então, será possível definir o local mais adequado para essas juntas. No entanto, é recomendado que sejam executadas com espaçamento de 6 metros, no máximo;

2.3 Patologias em cerâmicas

Patologias são danos que podem surgir nas diversas etapas envolvidas no processo construtivo.

Os sistemas de revestimento cerâmico estão sujeitos ao surgimento de patologias que podem ser prejudiciais tanto a aparência das placas cerâmicas quanto ao seu uso e funcionamento.

O aparecimento dessas patologias possui causas diversificadas, tais como:

- ✓ A escolha de materiais construtivos inadequados. Nesses casos, o problema está na etapa de projeto, onde o material não é escolhido de acordo com uso ao qual será destinado ou com o ambiente onde será aplicado;
- ✓ A escolha de materiais construtivos de baixa qualidade. Nesses casos, o material é escolhido levando em consideração, apenas, o seu preço, sendo desconsiderada a sua qualidade;
- ✓ Erros na execução e no controle da montagem do sistema de revestimento cerâmico. Nesses casos, o problema está na etapa construtiva, onde a mão de obra, seja por desatenção ou por falta de preparo adequado, não executa o processo de maneira correta. Ou ainda, o controle sobre a aplicação dos materiais e da execução dos processos é falho;
- ✓ As condições do ambiente onde o sistema de revestimento está inserido, podendo ser atingido por elementos químicos ou biológicos. Nesses casos, o problema está na etapa de uso, onde o sistema de revestimento poderá ser atacado por agentes externos, como fungos, bactérias, elementos químicos e/ou umidade.

No geral, o que se observa é que as causas que originam as patologias não atuam isoladamente, fazendo com que essas “doenças” do sistema de revestimento sejam causadas por fatores que atuam em conjunto.

As patologias aqui tratadas serão divididas em dois grupos, as estéticas e as funcionais. Cada grupo será descrito e as patologias que se enquadram em cada um serão descritas quanto às suas características e às suas possíveis causas.

2.3.1 Patologias Estéticas

As patologias estéticas, geralmente, não apresentam riscos para a estabilidade da construção, nem para a segurança dos usuários que transitam pela edificação. Essas patologias prejudicam a aparência da construção, gerando um prejuízo estético e, ao mesmo tempo, gerando a desvalorização da edificação.

Esse tipo de patologia abrange, principalmente, as manchas, incluindo eflorescência, bolor e a mancha de água. (SILVA, 2014)

2.3.1.1 Gretamento

O gretamento é caracterizado pelo surgimento de pequenas fissuras, semelhantes a um fio, na superfície esmaltada da placa de cerâmica. Essas fissuras podem apresentar padrões diversificados. (SILVA, 2014)

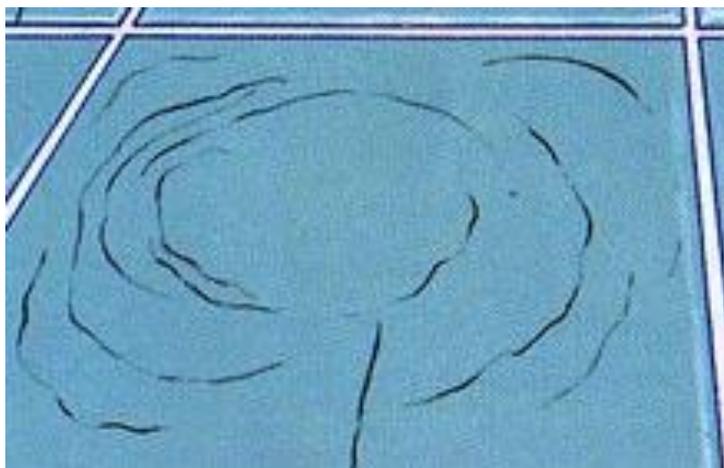
Figura 28 - Gretamento em Placa Cerâmica, Brasília, 2014



Fonte: Universidade da Brasília – UnB (Arquivo Fotográfico), 2014

O gretamento pode ser classificado em dois tipos. O imediato que pode ser originado ainda durante o processo de fabricação das placas cerâmicas ou o retardado, que surge com o tempo, devido ao uso da cerâmica. (OLIVEIRA, 2013)

Figura 29 - Gretamento, Padrão Circular, Manaus, 2016



Fonte: Universidade da Amazônia – UNAMA (Arquivo Fotográfico), 2016

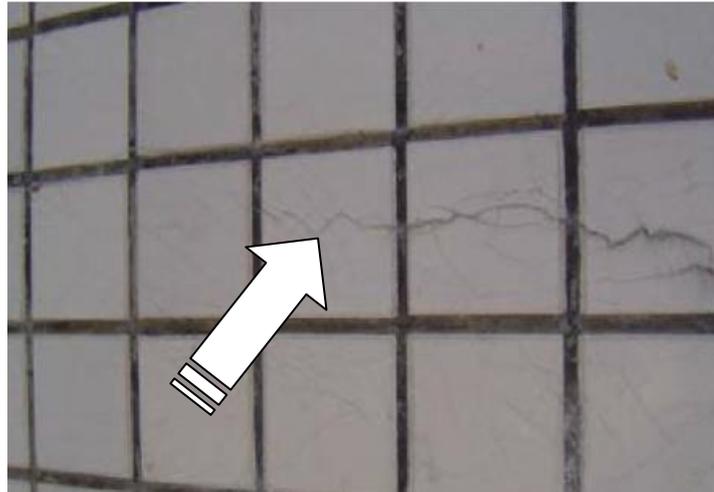
O gretamento imediato pode surgir durante o processo de fabricação das placas cerâmicas e da conseqüente aplicação do esmalte sobre a superfície. Esse problema surgirá em casos onde o processo de aplicação do esmalte seja mal executado e, por conseqüência, o gretamento venha a superar os limites impostos pela norma que é de 0,6 mm/m. Dessa maneira, o gretamento imediato é considerado um defeito de fabricação e não representa uma patologia de uso da placa cerâmica.

No entanto, o gretamento retardado é originado pelo uso das placas cerâmicas e pelos ataques dos agentes externos que agem sobre o revestimento cerâmico. Essa patologia pode ser gerada por dois fatores principais, separados ou em conjunto, a umidade e a variação de temperatura.

Se tratando de umidade, o que pode ocorrer é um processo denominado de dilatação higroscópica. Esse processo ocorre quando a água, na forma líquida ou de vapor, entra em contato direto com as placas do revestimento cerâmico, gerando uma expansão volumétrica das placas. Em geral, essa expansão é relativamente pequena e, se ficar dentro de um determinado limite de expansibilidade, pode ser considerada como inofensiva à estética da placa, não gerando o gretamento.

Entretanto, a dilatação volumétrica devido às variações de temperatura requer mais atenção, pois os revestimentos cerâmicos podem estar expostos à incidência solar por longas horas do dia. Fachadas oeste podem ser ainda mais prejudicadas, pois estão expostas aos raios solares por maior duração de tempo, essa situação pode ser ainda mais agravada nos casos em que as placas cerâmicas forem escuras, já que essas cores tem maior capacidade de absorção de calor, gerando maiores dilatações volumétricas.

Figura 30 - Gretamento Contínuo, Paraná, 2015

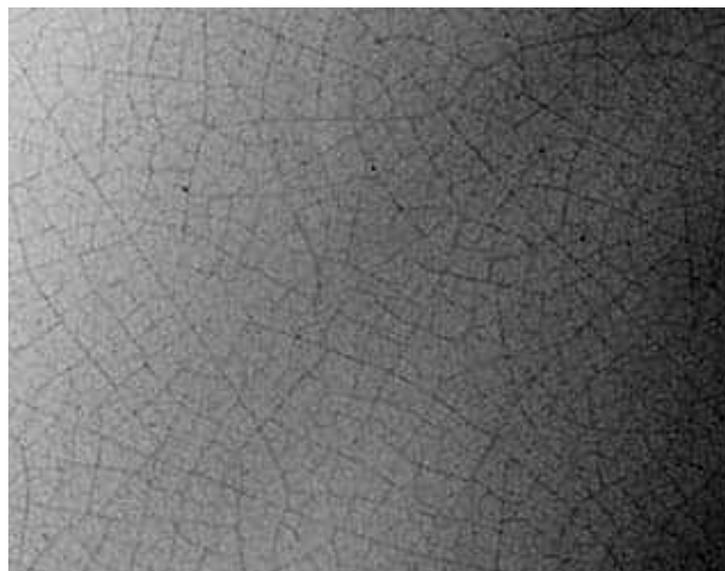


Fonte: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR (Arquivo Fotográfico), 2015

Então, devido às diferenças entre as características físicas dos componentes da placa cerâmica, essas variações de volume geram tensões nas placas que provocam o gretamento da superfície esmaltada.

Esse efeito ainda pode ser intensificado pela retração da argamassa que compõe o sistema de revestimento, principalmente nos casos em que a argamassa possua alto teor de cimento. (SILVA, 2014)

Figura 31 - Gretamento, São Paulo, 2015



Fonte: <http://www.aecweb.com.br> - Acesso em: 26/03/2018

2.3.1.2 *Manchas d'água*

As manchas d'água que podem surgir nas fachadas possuem duas origens possíveis.

A primeira delas está ligada à fase de execução do sistema de revestimento, principalmente se esse procedimento for feito durante dias muito chuvosos, permitindo maior absorção de água pelos componentes do revestimento.

A outra possibilidade está ligada diretamente ao uso do edifício, nesse caso, existem algumas possíveis formas de fixação da umidade no revestimento: a absorção de água por capilaridade, por infiltração, por condensação, por meio da umidade presente no ar, ou até mesmo por vazamentos das instalações hidráulicas. (SILVA, 2014)

Figura 32 - Mancha d'água no rejunte, João Pessoa, 2015



Fonte: <http://revistaedificar.com.br> - Acesso em: 30/03/2018

Inicialmente, a mancha d'água é um problema somente estético. No entanto, com o tempo, outras patologias ligadas aos danos que a umidade pode causar no sistema de revestimento podem surgir, gerando problemas estéticos, como eflorescências e bolores; podem surgir também patologias funcionais, como o descolamento e o deslocamento.

Existem possibilidades de minimizar a absorção de água nas fachadas. Para isso, é necessário dar preferência à placas menos porosas, além de utilizar barreiras contra a penetração de água, como pingadeiras e frisos. (SILVA, 2014)

Figura 33 - Mancha d'água em cerâmicas, Brasília, 2014

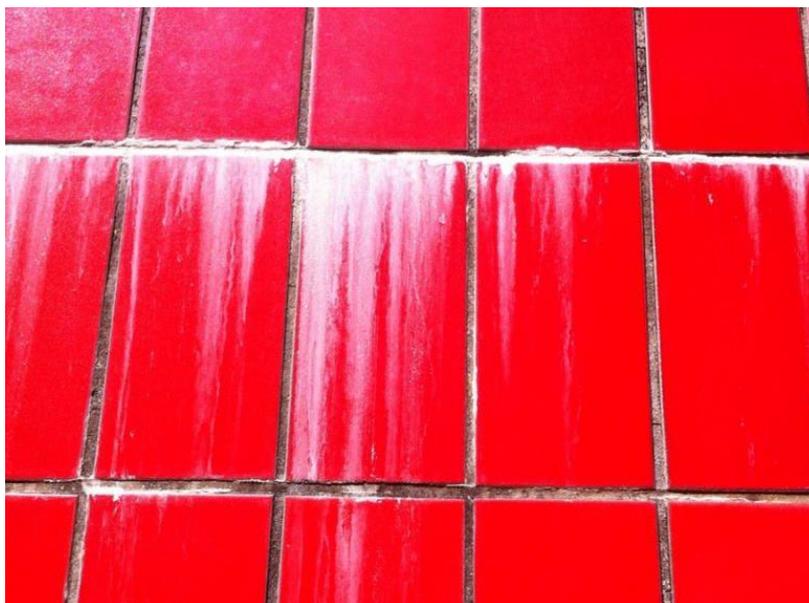


Fonte: Universidade da Brasília – UnB (Arquivo Fotográfico), 2014

2.3.1.3 Eflorescência

Essa patologia pode ser caracterizada como um tipo de mancha que surge na superfície do revestimento ou entre o revestimento e o seu suporte, formado a partir do depósito de sais solúveis, tais como, sulfatos, cloretos, nitratos e carbonatos. Essa patologia é originada a partir da evaporação da água.

Figura 34 – Eflorescência, Paraná, 2016



Fonte: <http://www.performance.eco.br> - Acesso em: 29/03/2018

As eflorescências surgem quando as superfícies ficam umedecidas por longos períodos e os sais solúveis presentes na argamassa, ou até mesmo no tijolo, são dissolvidos e, então se depositam nos poros dos materiais do sistema que compõe o revestimento. Com o passar do tempo, os sais dissolvidos são levados à superfície, resultando assim, no depósito desses sais na superfície do revestimento.

O que se observa, portanto, é o aparecimento de manchas sobre a superfície do revestimento cerâmico.

Figura 35 - Eflorescência, São Paulo, 2013



Fonte: <http://www.iau.usp.br> - Acesso em: 29/03/2018

A presença de sais no suporte pode ser originada de algumas formas (SANTOS, 2017):

- ✓ Em reboco novo, a partir do hidróxido de cálcio que é arrastado para a superfície e reage com o dióxido de carbono encontrado na atmosfera. Assim, produzindo o carbonato de cálcio que, ao se depositar na superfície do revestimento cerâmico, causa manchas esbranquiçadas, características desse tipo de patologia;

- ✓ Por meio da água que ascende ao interior da parede, pelo processo de capilaridade. Nesse caso, a água transporta sais existentes no solo para dentro da parede;
- ✓ Através das águas pluviais que, ao entrarem em contato com contaminantes presentes na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO_2), o dióxido de enxofre (NO_2) e o dióxido de nitrogênio (NO_2), arrasta esses elementos para o sistema de revestimento, gerando condições para reações químicas com os materiais presentes nas paredes, permitindo a formação dos sais solúveis que originam a eflorescência;

É fundamental impedir que a água entre em contato com esses sais solúveis ou até mesmo que eles sejam produzidos por meio de reações químicas, para evitar que as eflorescências surjam. Assim, é necessário garantir a boa execução da vedação de platibandas, evitar que surjam falhas ou fissuras na argamassa de rejunte, além de garantir a instalação adequada dos sistemas de impermeabilização de coberturas.

Figura 36 - Eflorescência em Cantos, Espírito Santo, 2016



Fonte: <http://www.fenixrepresentacoes-es.com.br> - Acesso em: 29/03/2018

No geral, essa patologia representa um dano à aparência da superfície do revestimento cerâmico e da edificação como um todo, gerando uma desvalorização da construção. Assim, inicialmente, é causada somente uma alteração estética, mas em casos mais graves, a patologia pode ser mais agressiva, provocar o enfraquecimento da argamassa, e causar danos que afetem a funcionalidade do revestimento, causando o descolamento e até mesmo o deslocamento. (SANTOS, 2017)

Figura 37 - Eflorescência em Fachada, Piauí, 2014



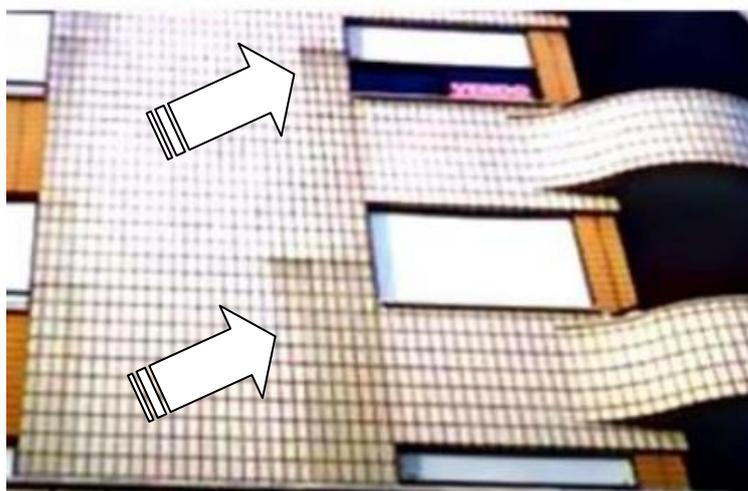
Fonte: <http://www.oitomeia.com.br> - Acesso em: 29/03/2018

2.3.1.4 Bolor

Essa patologia surge em superfícies onde existe longa permanência de água, mas pouca exposição ao sol. Caso ocorra a presença de material orgânico (nutrientes), será observado o surgimento de microrganismos que virão a gerar essa patologia. O acúmulo de bolor pode ser caracterizado pelo surgimento de manchas escuras, com cores como preto, marrom ou tonalidades esverdeadas. Em casos mais incomuns, podem surgir manchas de tonalidades mais claras e esbranquiçadas.

Esses microrganismos podem ser bactérias e fungos, mas macrorganismos, como cupins, insetos e roedores, também podem ser os causadores desse problema. Essa patologia pode se desenvolver através da excreção que esses organismos geram durante seus processos reprodutivos, como ácidos, por exemplo. Esses processos envolvem a produção de substâncias agressivas, como os ácidos inorgânicos, por exemplo, o ácido sulfúrico; ou ácidos orgânicos, como o ácido acético, oxálico ou cítrico. Também é possível que esses organismos causem a deterioração do sistema de revestimento por meio do consumo direto dos componentes. (SANTOS, 2017)

Figura 38 - Bolor de tonalidade escura, São Paulo, 2014



Fonte: Arquiteta Monica Kofler (Arquivo Fotográfico), 2014

Fungos e bactérias são capazes de deteriorar diferentes tipos de materiais. Pedra, concreto e tijolo costumam ser mais resistentes ao crescimento de fungos, mas poeira e substâncias orgânicas acumuladas nas superfícies de revestimentos são mais suscetíveis às ações desses microrganismos, facilitando o surgimento do bolor.

O bolor é resultado da alta proliferação de fungos e bactérias sobre as superfícies de revestimento. Para que isso seja possível, é preciso que ocorra um ambiente que envolve temperatura e umidade adequada ao tipo de organismo, nutrientes e o tempo de exposição ao agente causador da patologia. Alguns fungos precisam de temperaturas mais baixas para se proliferar, enquanto outros demandam temperaturas mais elevadas, no entanto, a maioria desses microrganismos necessita de temperaturas entre 25 °C e 30 °C.

Figura 39 - Bolor escuro, Brasília, 2014



Fonte: Universidade da Brasília – UnB (Arquivo Fotográfico)

Figura 40 - Bolor esverdeado, São Paulo, 2014



Fonte: Arquiteta Monica Kofler (Arquivo Fotográfico), 2014

As argamassas podem ser consideradas como um meio de alcalinidade elevada e, por esse motivo, são um meio desfavorável ao crescimento de fungos, mas, com o passar do tempo, sofrem o processo de carbonatação, reduzindo gradativamente a sua alcalinidade e, portanto, se tornando um meio favorável ao crescimento de fungos que podem vir a gerar o bolor, caso encontrem as condições adequadas. (SANTOS, 2017)

2.3.2 Patologias Funcionais

As patologias funcionais apresentam riscos para a estabilidade da construção e, também, para a segurança dos usuários que transitam pela edificação. Essas patologias prejudicam não somente a aparência da construção, mas também a funcionalidade do sistema de revestimento cerâmico.

Esse tipo de patologia pode surgir, também, a partir da evolução de defeitos estéticos. (SILVA, 2014)

2.3.2.1 Descolamento e deslocamento

O descolamento pode ser entendido como um processo em que ocorre uma falha na ligação entre as interfaces que ligam as placas cerâmicas e qualquer uma das outras camadas que compõem o sistema de revestimento cerâmico. Isso ocorre devido ao surgimento de tensões entre os componentes do sistema de revestimento que ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre as camadas.

O primeiro sinal observado devido a essa patologia é o surgimento de um som “oco” em determinadas áreas da camada externa de revestimento cerâmico. Isso significa que as ligações em algum ponto do sistema foram enfraquecidas ou até mesmo que essas ligações já foram rompidas. O que se pode entender é que ocorreu uma perda de aderência entre a placa cerâmica e a camada de emboço ou, também, entre a camada de emboço e a base.

Figura 41 - Descolamento inicial, São Paulo, 2015



Fonte: <http://www.aecweb.com.br> - Acesso em: 25/03/2018

Figura 42 - Descolamento crescente, São Paulo, 2016



Fonte: <http://terzaghiengenharia.com.br> - Acesso em: 25/03/2018

O que se pode esperar em seguida é que o descolamento das placas seja mais evidente, sendo observadas deformações claras. É possível que ocorra, por fim, o deslocamento, onde as placas cerâmicas simplesmente caem, podendo provocar acidentes com os usuários da edificação, além dos prejuízos financeiros. (SILVA, 2014)

Figura 43 - Descolamento visível, São Paulo, 2015



Fonte: <http://renatosahade.eng.br> - Acesso em: 25/03/2018

As causas possíveis para o surgimento dessa patologia podem ser estruturais, naturais ou biológicas. (SANTOS, 2017)

Quando a causa é estrutural, a base sofre deformações decorrentes das interações físicas com os outros materiais componentes do sistema de revestimento, a acomodação do edifício, as flechas que ocorrem na estrutura, além da deformabilidade dos elementos estruturais curvos.

As tensões decorrentes da deformação da base são transferidas para o sistema de revestimento cerâmico que trabalha como um sistema aderido. Caso a resistência de aderência da camada seja superada, ocorrerá o desprendimento das placas, em alguma das camadas do sistema.

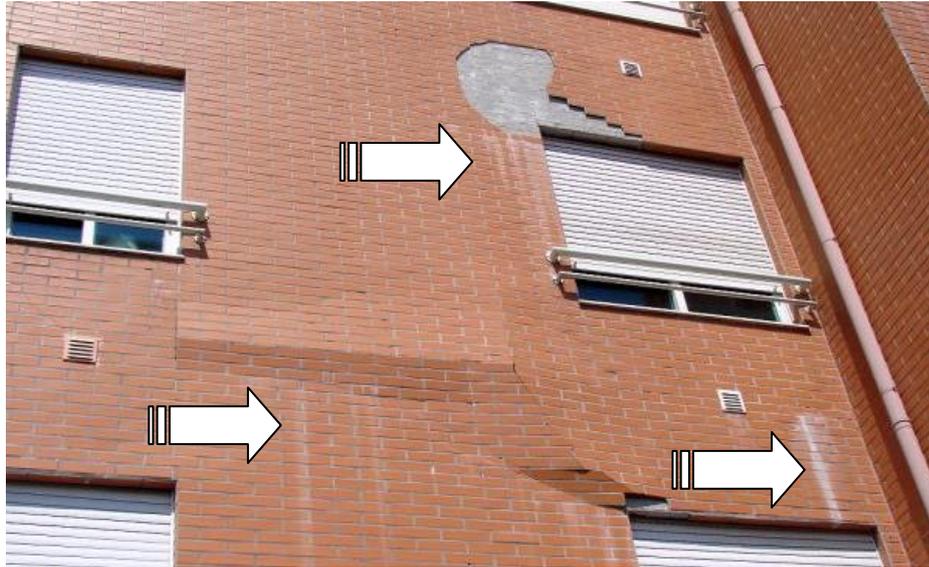
É possível também que tensões internas sejam geradas devido à diferença das propriedades mecânicas dos materiais utilizados, argamassa, rejunte e placas cerâmicas. Além do efeito do peso próprio, principalmente em sistemas de revestimento cerâmico formados por camadas muito espessas, essa pode ser a causa geradora da patologia. Nessa situação, o peso das camadas é responsável por criar tensões elevadas, que podem superar a capacidade de aderência entre os elementos componentes do sistema de revestimento.

A causa também pode ser natural. Nesse caso, as variações de temperatura provocam a contração e a expansão dos elementos componentes do sistema estrutural. Isso é observado, principalmente, em camadas de revestimento que são expostas ao sol por longas horas. Esse efeito pode ser intensificado caso as placas cerâmicas sejam de cor escura, que possuem maior capacidade de absorção de calor. Essas mudanças de temperatura provocam deformações constantes nos elementos componentes do revestimento, gerando esforços internos e, assim, podendo provocar o surgimento dessa patologia.

Vento e chuva podem ser outros fatores externos que atacam diretamente a aderência entre as camadas, contribuindo para o surgimento da patologia juntamente com o efeito das variações de temperatura.

Outro fator importante nesse contexto são os agentes biológicos que podem se desenvolver na argamassa, passando pela argamassa de rejunte com alta porosidade, principalmente nas argamassas que não possuem adição de químicos para combate de agentes biológicos que podem vir a ser prejudiciais. Ao se multiplicarem na argamassa, fungos e bactérias podem prejudicar a aderência entre as camadas do sistema de revestimento, gerando o descolamento, além de poder provocar o surgimento de patologias estéticas.

Figura 44 - Descolamento de origem biológica, Paraná, 2014



Fonte: <http://cimentoitambe.com.br> - Acesso em: 25/03/2018

Em outras situações, o mesmo problema pode surgir devido à limpeza inadequada da base que, ao receber as camadas de argamassa e placas cerâmicas, terá a capacidade de aderência prejudicada devido à existência de poeira, líquidos, óleos ou qualquer outro agente que esteja na base devido a uma limpeza inadequada.

Figura 45 - Deslocamento, São Paulo, 2013



Fonte: <http://construliga.com.br> - Acesso em: 25/03/2018

2.3.2.2 Esmagamento incompleto dos cordões de argamassa

O descolamento e o deslocamento podem ocorrer por diferentes motivos. Durante o processo de colagem das placas cerâmicas, a argamassa é aplicada e, com o uso da desempenadeira, são feitos sulcos na camada aplicada, com o objetivo de garantir a aderência entre a placa cerâmica e a camada de argamassa.

Existem recomendações normativas para garantir o desempenho adequado do sistema de revestimento. É aconselhável o uso de argamassa adesiva do tipo AC-II, no mínimo, para o revestimento cerâmico de fachadas.

É recomendado por norma que, quando utilizada uma desempenadeira com dentes de 6 mm x 6 mm x 6 mm, a espessura da camada de argamassa deve ser uma camada uniforme de 3 mm a 4 mm de espessura; em caso de desempenadeira com dentes de 8 mm x 8 mm x 8 mm, a espessura da camada de argamassa deve ser uma camada uniforme de 5 mm a 6 mm de espessura. (NBR 13755, 2017)

Além disso, os cordões de argamassa devem ser completamente esmagados durante o processo de assentamento das placas cerâmicas, preenchendo o tarso das placas cerâmicas.

Figura 46 - Esmagamento incompleto dos cordões de argamassa, São Paulo, 2014



Fonte: <http://www.direcionalcondominios.com.br> - Acesso em: 02/04/2018

Essa recomendação visa garantir a aderência entre a placa e a camada de argamassa.

Figura 47 - Esmagamento dos cordões de argamassa, Fortaleza, 2018



Fonte: <http://lawtonparente.blogspot.com.br> - Acesso em: 02/04/2018

O que se observa é que o esmagamento inadequado dos cordões de argamassa está, geralmente, ligado à outra patologia do processo executivo do assentamento, o preenchimento inadequado do tarso da cerâmica. Logo, a aderência também é prejudicada.

Figura 48 - Esmagamento inadequado da argamassa, Paraná, 2015



Fonte: Argamassa Santa Rita (Arquivo Fotográfico), 2015

Figura 49 - Esmagamento incompleto da argamassa, Paraná, 2015



Fonte: Argamassa Santa Rita (Arquivo Fotográfico), 2015

2.3.2.3 Preenchimento incompleto das reentrâncias do tardez

A patologia de descolamento incompleto das reentrâncias do tardez está ligada à erros no processo executivo de assentamento das placas cerâmicas. Essa patologia é caracterizada por uma placa cerâmica praticamente “limpa”, após o deslocamento.

Figura 50 - Tardez praticamente limpo, Fortaleza, 2018

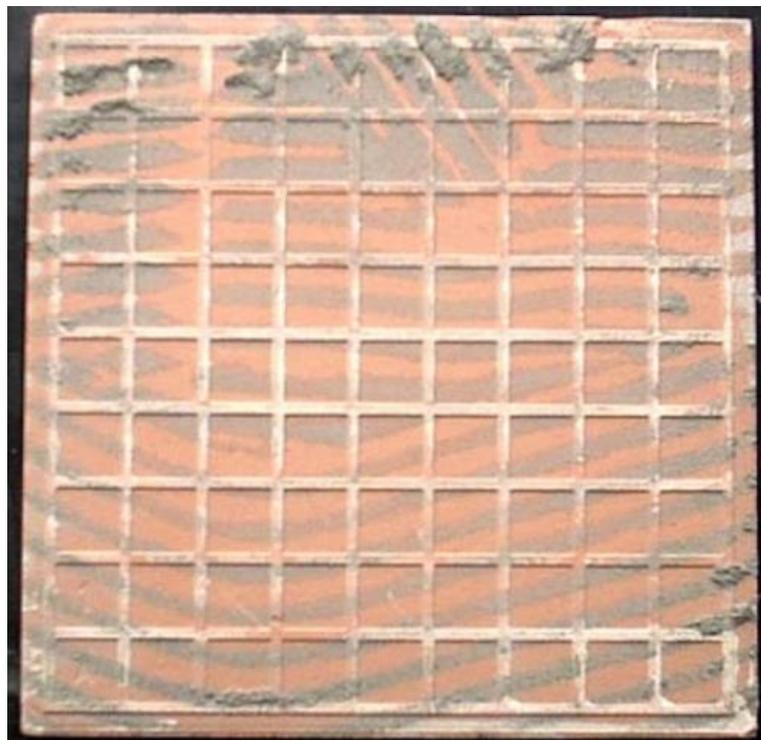


Fonte: <http://lawtonparente.blogspot.com.br> - Acesso em: 02/04/2018

Essa patologia pode ser originada por diferentes causas que prejudiquem a aderência entre a placa cerâmica e a camada de argamassa colante.

Uma possível causa seria a limpeza inadequada do tardo do da placa cerâmica. Nesse caso, as placas se encontram com o tardo do sujo por poeiras, óleos, graxas ou qualquer outro elemento que possa vir a sujar a placa cerâmica. Assim, se a placa for colada sem a limpeza adequada, não ocorrerá o processo correto de colagem, prejudicando a aderência e provocando o descolamento e, também, o deslocamento.

Figura 51 - Preenchimento inadequado das reentrâncias, Paraná, 2015

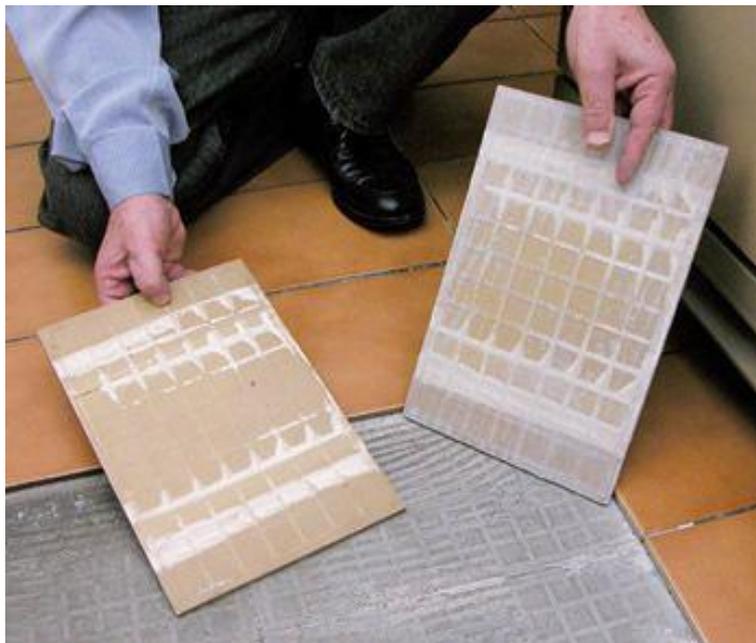


Fonte: Argamassa Santa Rita (Arquivo Fotográfico), 2015

Outra possibilidade seria a molhagem do tardo do da placa cerâmica. Alguns operários, durante o processo de colagem da placa cerâmica, tem o costume de molhar o tardo do da placa cerâmica com o objetivo de facilitar a aderência entre a placa e a argamassa colante. Entretanto, essa prática é prejudicial à aderência, pois a água utilizada na molhagem do tardo do é absorvida pela camada de argamassa colante, reduzindo a sua capacidade colante e, portanto, prejudicando a aderência.

Assim, a prática que procura melhorar a colagem acaba produzindo um efeito contrário e pode gerar patologias no futuro.

Figura 52 - Preenchimento incompleto das reentrâncias, São Paulo, 2014



Fonte: <http://techne17.pini.com.br> - Acesso em: 02/04/2018

Uma terceira possibilidade está ligada ao descumprimento da recomendação que diz que, durante o processo de assentamento, deve ser aplicado um pano máximo de 1 m² de argamassa colante. Alguns operários, com o intuito de acelerar o processo, aplicam panos de argamassa grandes demais. Nesse caso, ao ser exposta às intempéries, a argamassa colante tem sua capacidade aderente prejudicada.

Em caso de chuva, a quantidade de água é aumentada na mistura de argamassa, enfraquecendo a argamassa colante e produzindo o mesmo efeito, causado pelo processo de molhagem do tardoz, já descrito anteriormente. Em caso de um dia bastante quente, o espalhamento de um grande pano de argamassa faria com que ocorresse grande evaporação de água contida na mistura, novamente, prejudicando a capacidade aderente da argamassa.

2.3.2.4 Argamassa com tempo de abertura vencido

Também é necessário considerar a possibilidade de a camada de revestimento ter sido executada com argamassa colante com tempo de abertura vencido. O tempo de abertura é o tempo que vai desde o momento em que a embalagem é aberta até o momento em que essa argamassa não pode mais ser utilizada devido à perda de capacidade de aderência.

Existem casos em que, para não descartar a argamassa colante, o funcionário responsável pela execução da camada de revestimento cerâmico continua utilizando a argamassa colante que já está com o tempo de abertura vencido.

Em situações como essa, o que se observa é que o descolamento da camada de revestimento ocorre em uma área localizada, justamente no local onde foi aplicada a argamassa com tempo de abertura vencido.

Figura 53 - Descolamento por vencimento de tempo de abertura, São Paulo, 2016



Fonte: <http://drfaztudo.com.br> - Acesso em: 25/03/2018

Durante o processo de colagem, é possível determinar, por meio de um teste simples, se a argamassa está apta para uso. Para isso, após a aplicação do pano de argamassa, a argamassa deve ser pressionada. Caso os cordões de argamassa sejam desfeitos e os dedos fiquem sujos, a argamassa ainda está apta para uso, caso contrário, a argamassa está inapta.

Figura 54 – Teste de aptidão da argamassa, Fortaleza, 2018



Fonte: <http://lawtonparente.blogspot.com.br> - Acesso em: 02/04/2018

3. METODOLOGIA

Os componentes de revestimento cerâmico serão descritos de forma conceitual, incluindo base, substrato, os tipos de argamassa que podem ser utilizadas para o assentamento, as placas cerâmicas propriamente ditas e os tipos de juntas e rejuntas que podem ser aplicados.

Em seguida, serão descritas as etapas do processo de revestimento cerâmico, incluindo especificações, execução e mão de obra que serão envolvidos no trabalho a ser executado.

Então, as patologias serão descritas quanto à sua origem e às suas causas. Nessa etapa, serão incluídas fotos como ilustração.

Por fim, será desenvolvida uma conclusão com base no que foi desenvolvido nas etapas anteriores deste trabalho.

4. CONCLUSÃO

Por meio do desenvolvimento desse trabalho foi possível obter diferentes conclusões acerca dos revestimentos cerâmicos e suas patologias.

Com relação às características próprias dos materiais, foi possível analisar, individualmente, os componentes do sistema de revestimento cerâmico. Desde o bloco cerâmico e suas propriedades, passando pelas camadas de argamassa (chapisco, emboço e reboco) e as suas funções dentro do sistema de revestimento, até chegar às placas cerâmicas e suas formas corretas de manuseio e armazenagem. Assim, foram caracterizados esses elementos para que o entendimento dos componentes individualizados pudesse facilitar a compreensão do sistema de revestimento cerâmico como um conjunto, além de permitir que essas características atuando sistematicamente explicassem o surgimento de determinadas patologias.

Também foi possível descrever o processo adequado de colagem das placas cerâmicas, desde a produção da argamassa, seja ela produzida em obra ou comprada pronta, passando pela escolha adequada das ferramentas utilizadas no processo, até a forma correta de se fazer o assentamento das placas cerâmicas e como verificar se a camada de argamassa aplicada ainda está em condições de uso. Dessa maneira, é possível explicar o método correto de assentamento das placas cerâmicas, além de justificar o surgimento de patologias ligadas ao processo descrito e, também, incluir observações acerca de possíveis erros que podem acontecer durante o processo.

Por fim, foram caracterizadas as patologias mais comuns observadas em sistemas de revestimentos cerâmicos, incluindo imagens ilustrativas desses processos. Com base no conhecimento fundamentado acerca das características individuais dos elementos componentes e do processo adequado de execução do revestimento, foi possível apontar causas plausíveis para o surgimento das patologias descritas.

O que se fez foi um levantamento de conhecimentos envolvendo os elementos componentes do sistema de revestimento cerâmico, passando pela descrição do processo de colagem até a caracterização das patologias que podem vir a surgir e as suas possíveis fontes de origem. Dessa forma, buscando ligar os conhecimentos de forma a facilitar o entendimento acerca do surgimento de patologias em revestimentos cerâmicos.

REFERÊNCIAS

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

ABNT NBR 13755: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT NBR 13817: Placas cerâmicas para revestimento - Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT NBR 15270-1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ANFACER. Associação nacional dos fabricantes de cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres. **Site da ANFACER**, 2017. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>>. Acesso em: 01 Dezembro 2017.

CONSTRUTORA RRG. **Procedimento de execução de serviço**. Construtora RRG. São Paulo. 2013.

OLIVEIRA, G. B. D. A. **Estudo de Caso de Patologias em Revestimento Cerâmico em Fachada de um Edifício em Brasília-DF**. UNICEUB. Brasília, p. 89. 2013.

PINI. Equipe de obra. **Site da PINI**, 2013. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br>>. Acesso em: 01 Dezembro 2017.

REVESTIMENTO COM ARGAMASSA. Revestimento com argamassa. **Revestimento com argamassa**, 2013. Disponível em: <<http://trabalhoc2-grupo7.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 01 Dezembro 2017.

RIZZO, S. Agradeça ao tijolo. **Revista Superinteressante**, São Paulo, Outubro 2016.

SANTOS, M. J. B. O. **Catlogação de Patologias em Fachadas de Edifícios Residenciais de Brasília**. Universidade de Brasília. Brasília, p. 212. 2017.

SILVA, M. D. N. B. D. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida útil de Revestimentos de Fachada - Aplicação ao Caso de Brasília/ DF**. Universidade de Brasília. Brasília, p. 198. 2014.

SINDUSCON - MG. **Placas cerâmicas para revestimento**. SINDUSCON - MG. Belo Horizonte. 2014.

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO. **Revestimentos**. Universidade Católica de Pernambuco. Recife. 2014.

VOTORANTIM CIMENTOS. Mapa da obra. **Site da empresa Votorantim Cimentos**, 2017. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br>>. Acesso em: 01 Dezembro 2017.