



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Curso de Graduação em Engenharia Civil



Nathália Bianchi Paladini

Juntas de dilatação em revestimentos de fachada – Estudo de caso: Prédio da Escola de Minas/UFOP.

Ouro Preto

2015

Nathália Bianchi Paladini

Juntas de dilatação em revestimentos de fachada – Estudo de caso: Prédio da
Escola de Minas/UFOP.

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Civil da Universidade Federal
de Ouro Preto como parte dos requisitos
para a obtenção do Grau de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Me. Geraldo Donizetti de Paula

Orientador: Prof. Me. Guilherme Jorge Brigolini Silva

Ouro Preto

2015

P153j

Paladini, Nathália Bianchi.

Juntas de dilatação em revestimentos de fachada [manuscrito]: estudo de caso: Prédio da Escola de Minas/UFOP/ Nathália Bianchi Paladini.
– 2016.

75f.; il., color., tab.

Orientadores: Prof. Dr. Geraldo Donizetti de Paula, Prof. Me. Geraldo Donizetti de Paula e Prof. Me. Guilherme Jorge Brigolini Silva

Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil.
Área de concentração: Engenharia Civil.

1. Engenharia civil. 2. Revestimentos. 3. Fachadas. 4. Juntas (Engenharia) I. Universidade Federal de Ouro Preto. II. Título.

CDU:624

Fonte de catalogação: bibem@sisbin.ufop.br

Nathália Bianchi Paladini

Juntas de dilatação em revestimentos de fachadas – Estudo de caso: Escola de Minas

Monografia de conclusão de curso para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto, defendida e aprovada em 30 de janeiro de 2018, pela banca examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Geraldo Donizetti de Paula – Orientador – UFOP



Prof. Dr. Guilherme Jorge Brigolini Silva – Orientador – UFOP



Prof. Dr. Jaime Florêncio Martins – Avaliador – UFOP

Agradeço primeiramente aos meus pais, Paulo e Rosa, pelo apoio e por sempre estarem ao meu lado independentemente da dificuldade.

À minha filha Ana Carolina por ser a minha inspiração, por me fazer querer ser sempre melhor.

Ao meu irmão pelo carinho e amizade.

À minha família por serem sempre presentes, não importando a distância.

Aos amigos, agradeço pelo companheirismo.

Agradeço aos meus mentores Geraldo Donizetti de Paula e Guilherme Jorge Brigolini Silva pelo suporte acadêmico.

Agradeço à Universidade Federal de Ouro Preto, aos mestres e aos funcionários, que sempre trabalharam arduamente para que eu pudesse ter a melhor formação.

Todo esse processo só se fez possível devido às pessoas que me apoiaram e me acompanharam nessa jornada, de forma direta ou indireta.

RESUMO

Nessa monografia, foi feita uma revisão bibliográfica com a finalidade de analisar as patologias recorrentes e as ações das quais, em revestimentos de fachada. Foram feitas abordagens sobre os problemas mais comuns nas edificações, aqueles que não permitem que o revestimento de fachada cumpra as funções para as quais foi designado, sendo essas: impermeabilização, isolamento termo-acústico, proteção contra os agentes deteriorantes, além de funções estéticas e de valorização econômica. A parte conceitual dos sistemas de revestimentos de fachada, junto à utilização de juntas de dilatação, foi especificada através de explicações: das camadas de revestimento, das patologias, das placas cerâmicas, das juntas de dilatação e das principais gerações de tensões na estrutura.

Em seguida foi apresentado um estudo de caso, em que foram analisadas fachadas de revestimento cerâmico presentes no prédio da Escola de Minas. Nesse estudo, foram apresentadas, através de fotos e análises, as patologias presentes nessas estruturas e as possíveis causas desses problemas.

Por fim, foram apresentadas observações sobre possíveis causas das patologias e a verificação de todas as fases da construção, principalmente na fase de projeto, é de extrema importância para evitar problemas na estrutura. Portanto, a sistematização das patologias permite o desenvolvimento de um programa que auxilia a execução de projetos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: Revestimento cerâmico; patologias; juntas de dilatação;

ABSTRACT

This paper presents a literature review in order to examine the conditions and actions that cause them, in ceramic cladding. Approaches about the common problems in buildings were made, those who do not allow the ceramic cladding to fulfill the functions for which it was designated: waterproofing, thermo-acoustic insulation, protection against spoilage agents as well as esthetic functions and economic value. The concept of the front covering systems, by the use of expansion joints is specified by explanations of: the coating layers, the pathologies, ceramic plates, expansion joints and the main stress in the structure generations.

Then it was presented a case study that analyzes front covering of ceramic tiles present in the building of the Escola de Minas. In this study, were presented the pathologies present in these structures and the possible causes of these problems, through photos and reviews.

Finally, comments were made about possible causes of the conditions and the verification that all construction phases are important to avoid problems in the structure, mainly in the design phase. Therefore the systematization of pathologies allows the development of a program that aims the implementation of future projects.

KEYWORD: Ceramic tiles; pathologies; expansion joints;

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. IMPORTÂNCIA DAS JUNTAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	8
1.2. OBJETIVOS.....	10
1.3. ESTRUTURAÇÃO DA MONOGRAFIA	10
2. REVESTIMENTO CERÂMICO	12
2.1. PATOLOGIAS	15
3. CAMADAS DE REVESTIMENTO	23
3.1. BASE	24
3.2. CHAPISCO	26
3.3. EMBOÇO	26
3.4. CAMADA DE FIXAÇÃO	27
3.5. CAMADA DE ACABAMENTO	29
4. REVESTIMENTO DE FACHADA.....	30
4.1. TENSÕES E MOVIMENTAÇÕES NOS REVESTIMENTOS DE FACHADA	30
4.1.1. VARIAÇÃO DE TEMPERATURA	31
4.1.2. UMIDADE	32
4.1.3. DEFORMAÇÕES DO SISTEMA	33
4.1.4. VENTO	35
4.2. PLACAS CERÂMICAS.....	36
4.2.1. QUALIFICAÇÃO QUANTO A QUALIDADE DOS MATERIAIS	37
5. JUNTAS DE DILATAÇÃO EM REVESTIMENTO DE FACHADA	44
5.1. PRINCIPAIS FUNÇÕES	44
5.2. FUNCIONAMENTO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO.....	45
5.3. CLASSIFICAÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO	46
5.3.1. JUNTA DE TRABALHO	46
5.3.2. JUNTA DE SUPERFÍCIE.....	47
5.3.3. JUNTA DE CONTORNO	47
5.3.4. JUNTA DE TRANSIÇÃO	48
5.3.5. JUNTA DE DESSOLIDARIZAÇÃO	48
5.4. JUNTAS DE DILATAÇÃO METÁLICAS	49
5.5. EXECUÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO	50

5.6. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	50
5.7. SELANTE	51
6. METODOLOGIA.....	54
7. ESTUDO DE CASO: PRÉDIO DA ESCOLA DE MINAS/UFOP	56
7.1. FACHADA PRINCIPAL	56
7.2. FACHADA LATERAL	59
7.3. ESTRUTURA PRÓXIMA A BIBLIOTECA	62
7.4. PORTARIA SECUNDÁRIA.....	66
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
8.1. CONCLUSÃO	70
8.2. SUGESTÕES	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

1. INTRODUÇÃO

1.1. IMPORTÂNCIA DAS JUNTAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil tem sido citado, por muitos anos, devido ao desperdício de materiais, sem se ater ao planejamento, detalhes de execução e a industrialização de serviços. Devido a esses motivos, a área de edificações tem passado uma evolução, motivada pelo contexto socioeconômico pelo qual está passando.

Tal evolução tem feito com que as empresas busquem a conciliação entre a qualidade do produto oferecido e o baixo custo de produção do mesmo. Com isso se faz necessária a valorização da execução dos projetos, que além de otimizar as atividades de execução, é a forma mais eficaz para diminuição do custo de produção e de ocorrências de falhas no produto e no processo de produção.

O projeto do revestimento cerâmico de fachadas está deixando de ser somente um objeto puramente arquitetônico e está se tornando fonte de estudo, em conjunto com os demais itens do sistema, a partir da junção de informações obtidas nos projetos: estrutural, de alvenaria, de esquadrias e impermeabilização. Essa camada tem sido motivo de preocupação devido à representação de seu custo, às patologias que são negativas tanto ao custo quanto à imagem da construtora, além de colocar vidas em risco.

As juntas de dilatação são mecanismos que tem como finalidade a absorção das tensões e deformações, apresentadas pelo sistema nos quais foram empregadas. Segundo pesquisa feita por Timoche-Esquivel (2002) esse tipo de estrutura deve apresentar eficácia quanto à impermeabilização, a fim de evitar problemas recorrentes como destacamento do revestimento, fissuras e infiltrações em fachadas. Sendo assim a manutenção estética da estrutura se mantém ao longo de sua vida útil, e para tal os materiais que compõem as juntas são mais suscetíveis ao desgaste que os demais elementos constituintes do sistema.

Basicamente, a junta de movimentação pode ser definida como uma separação entre duas partes da estrutura, para que essas possam deformar-se livremente,

permitindo assim as movimentações da edificação, que de acordo com Ribeiro e Barros (2010) podem ser causadas por: variação térmica, expansão hidráulica, pelas vibrações do edifício (vento, cargas dinâmicas, vibrações externas como carros) ou pela retração do revestimento. A aplicação de tal método está representada pela figura 1.1.



Figura 1.1: aplicação de juntas de dilatação em fachadas. Fonte: galeria site <http://adonaiengenharia.com.br/>.

Os países que dominam essa área fazem pesquisas do tema sob o ponto de vista estrutural e de aumento da vida útil dos materiais, tratando tal dispositivo como um sistema independente. No Brasil, ainda que recente, apresenta casos de sucessos, assim como insucessos, no selamento de juntas (Ribeiro e Barros, 2010).

A normalização técnica existente para execução de revestimentos cerâmicos de fachadas, NBR13755 (ABNT, 1996) apenas estabelece distâncias padronizadas onde se localizam as juntas de movimentação, independentemente do estudo do projeto no qual esse sistema será aplicado ou as condições às quais estará submetido. Além de não haver nessa norma parâmetros para especificação e dimensionamento das juntas.

Reconhecida a importância das juntas de movimentação e a falta de subsídios, para a sistematização da especificação, projeto e técnica das mesmas, percebe-se que os critérios que são tomados para a execução do projeto são: as experiências individuais (Ribeiro e Barros, 2010).

1.2. OBJETIVOS

Essa monografia tem como objetivo geral atingir os seguintes resultados:

- Estudar as principais características de revestimentos de fachada, apresentando informações relacionadas ao desempenho físico que quando estudado contribui para a racionalização das manutenções;
- Analisar as patologias que mais ocorrem, a fim de utilizar o material que melhor condiz com o tipo de movimentação que o sistema poderá sofrer;
- Apresentar o estudo de caso das juntas de dilatação empregadas nos revestimentos de pastilhas, no prédio da Escola de Minas. Em que será feita uma comparação entre a estrutura próxima à biblioteca, com as aplicadas na parte construída recentemente. Sendo quatro fachadas a serem estudadas: portaria principal, estrutura próxima a biblioteca, fachada lateral (próxima aos laboratórios) e portaria secundária.

1.3. ESTRUTURAÇÃO DA MONOGRAFIA

Esta monografia é composta por oito capítulos, incluindo esse de introdução ao tema a ser abordado.

No segundo capítulo, baseado na NBR13755 (ABNT, 1996), é feita uma explicação do que é revestimento cerâmico: suas funções, a influência das patologias e a origem das patologias. No subitem existente nesse capítulo é feita a divisão dos tipos de patologias em quatro grupos existentes e as principais patologias.

No capítulo terceiro, as teorias estão embasadas nas normas 13755 (ABNT, 1996), 13749 (ABNT, 1996) e 14081 (ABNT, 1998). Nesse capítulo é feita a

explicação do que são as camadas de revestimento e do que é constituída. Em seus subitens é explicado cada elemento (base, substrato, camada de fixação e camada de acabamento).

O quarto capítulo é baseado nas normas NBR13817 (ABNT, 1997) e NBR13818 (ABNT, 1997) e no livro “Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas”, das autoras Mercia Maria Semensato Bottera de Barros e Fabiana Andrade Ribeiro. Nesse, o primeiro subitem executa um estudo sobre as tensões e movimentações nos revestimentos de fachada e a forma como essas atuam seguido da explicação das formas que agem, cada fonte de movimentação (variação de temperatura, vento, umidade e deformações do sistema). No segundo subitem é realizada uma classificação das placas cerâmicas e também suas características.

No quinto capítulo, é desenvolvido a partir da explicação de juntas de dilatação, baseada na NBR13755 (ABNT, 1996). A explicação do assunto é composta pelos subitens que desenvolvem os seguintes assuntos: principais funções, forma de funcionamento das juntas, classificação e juntas metálicas, selante e membrana impermeabilizante.

No sexto capítulo é desenvolvida a metodologia utilizada para a realização dessa monografia.

O estudo de caso é feito no sétimo capítulo, envolvendo quatro estruturas do prédio da Escola de Minas (fachada principal, fachada lateral, biblioteca e edificação mais recente).

No capítulo final, de número oito, são feitas as conclusões a respeito do trabalho e do estudo de caso, além de sugestões para trabalhos futuros.

2. REVESTIMENTO CERÂMICO

A norma NBR 13755 (ABNT, 1996) define como revestimento: “conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassa e revestimento final, cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos, desgaste mecânico oriundo da ação conjunta do vento e partículas sólidas, bem como dar acabamento estético.”

O revestimento cerâmico de fachada tem a função de complementação da vedação vertical, juntamente com a alvenaria. Conseqüentemente o mesmo promove a impermeabilização, isolamento termo-acústico e a proteção contra os agentes deteriorantes, além de funções estéticas e de valorização econômica.

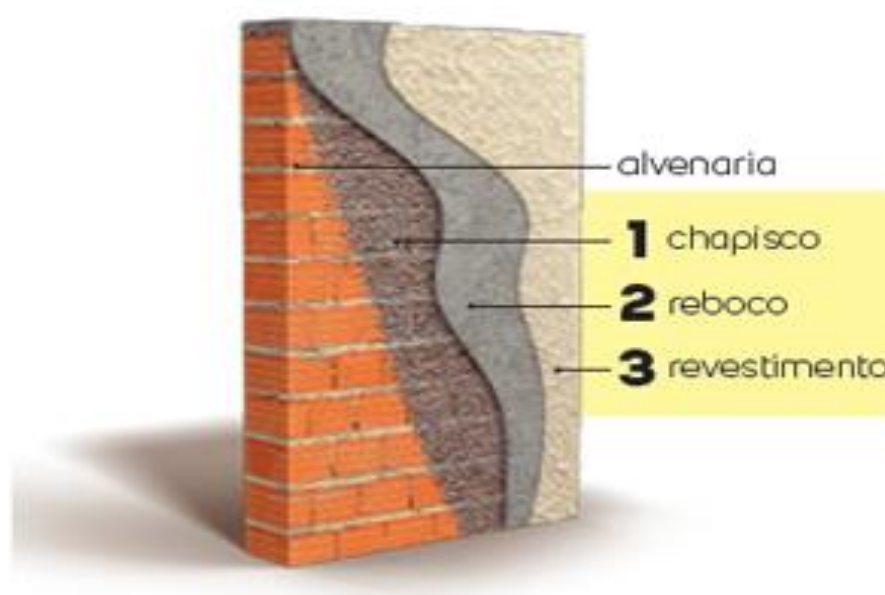


Figura 2.1: demonstração das camadas de revestimento. Fonte: <http://www.weber.com.br/fachadas>.

As funções de revestimento, segundo Sabbatini e colaboradores (1990), são:

- Proteger a edificação: resistindo a ação direta de agentes agressivos, e assim evitando a degradação precoce do sistema;

- Auxiliar as funções de vedação: proporcionando a estanqueidade da estrutura, ao ar e a água, além de seu desempenho termo-acústico e contra a ação do fogo;
- Acabamento: caracterização estética da estrutura, que por sua vez agrega valor econômico;
- Integração a base: acomoda pequenas movimentações diferenciais entre a alvenaria e a estrutura.

Devido a sua significativa participação no custo final da obra, por ser uma das principais causas de problema, por sua interferência na execução e no planejamento, os revestimentos têm sido estudados mais a fundo com a finalidade de reduzir futuras patologias (Barros, 1998).

Segundo a Comunidade da Construção (2003), em Porto Alegre, constatou-se que em 19% das obras ocorrem retrabalho pelos seguintes fatores:

- 41% correspondem a trincas e fissuras, representadas pela figura 2.2;
- 26% pelos destacamentos, representados pela figura 2.3.

Que serão problemas recorrentes na edificação durante toda a sua vida útil.



Figura 2.2: trincas e fissuras em fachadas. Fonte: <http://www.balbueno.com.br/>.



Figura 2.3: destacamento de pastilhas. Fonte: <http://www.fchconsultoria.com.br>.

Sendo o primeiro elemento da estrutura, o revestimento está mais suscetível às intempéries e variações do ambiente. Além das solicitações externas, o revestimento tem que suportar as solicitações da base, a qual está aderido, que são intrínsecas ao revestimento, como por exemplo: dilatação devido à variação da umidade e da temperatura. Nesse tipo de revestimento, as juntas se fazem necessárias na absorção das tensões devido às movimentações da estrutura, bem como as causadas pela concentração e dilatação dos materiais constituintes do sistema. Porém, nesse caso, as especificações de projeto e execução não são específicas para cada caso. O que ocorre é que há valores padronizados que estabelecem a distância em que as juntas serão executadas, sendo esses apresentados pela NBR13755 (ABNT, 1996), que trata dos procedimentos de execução de revestimentos com placas cerâmicas, mas que não diferem as situações de aplicação ou grau de exposição. Essa ocorrência é causada por procedimentos inadequados no processo construtivo, que gera uma alteração no desempenho de algum componente ou elemento da edificação.

Para CAMPANTE (2001), as manifestações patológicas podem ser entendidas como situações nas quais, em determinado momento da sua vida útil, deixam de apresentar o desempenho esperado, ou seja, não mais cumprem funções para os quais foram projetados, deixando de atender às necessidades do usuário.

As manifestações dos problemas patológicos ocorrem de diferentes formas e diferentes origens, pois existe no processo construtivo uma grande complexidade dos sistemas envolvidos. É preciso conhecer as características dos materiais, suas adequações de uso, posicionamento correto das juntas, utilizar mão-de-obra qualificada e prevenir o surgimento de manifestações patológicas.

Os problemas patológicos implicam a estrutura o comprometimento da segurança e a habitabilidade, através da degradação, em curto espaço de tempo, podendo comprometer o uso das edificações.

A tabela 2.1 demonstra as origens dos problemas patológicos:

ORIGENS DO PROBLEMA	ÍNDICE
PROJETOS	60
CONSTRUÇÃO	26,4
EQUIPAMENTOS	2,1
OUTROS	11,5
TOTAL	100

Tabela 2.1: Índice percentual dos problemas de revestimento de fachada. Fonte: Revista Técnica 14 (1995).

2.1. PATOLOGIAS

As patologias em revestimentos cerâmicos afetam notoriamente os aspectos: estético, de proteção e de isolamento. Sendo assim, a finalidade, para a qual o revestimento foi designado, não é cumprida de forma eficiente além de acarretar a desvalorização do imóvel. Os tipos de patologias, segundo Roscoe (2008), estão divididos em quatro grupos:

1. Congênitas: originárias da fase de projeto, ocorrem devido à falta de observância quanto a normas técnicas, erros ou omissões profissionais, acarretando falta de detalhamento e concepção dos revestimentos;

2. Construtivas: decorrente da fase de execução, resultante do emprego de mão de obra não qualificada, material sem procedência e falta de metodologia para a execução do assentamento das peças;
3. Adquiridas: são ocasionadas ao longo de sua vida útil, e estão relacionadas a agressividade do meio em que estão inseridas e da falta de manutenção adequada;
4. Acidentais: são caracterizados como consequência de uma solicitação atípica, como por exemplo: chuvas e ventos de intensidades anormais, recalques estruturais, incêndios, etc.

O planejamento das origens das patologias é de suma importância para a melhoria do desempenho da estrutura, ou seja, permitir o aumento de sua vida útil. Os itens abaixo explicam a ocorrência das principais patologias, baseado na pesquisas feitas por Roscoe (2008):

- Descolamento: caracterizados pela perda de aderência das placas cerâmicas em relação ao substrato (ou a argamassa colante), que ocorrem quando as tensões aplicadas no revestimento ultrapassam a capacidade de suporte das ligações entre placa e argamassa colante. Tal patologia tem como primeiro sinal o som oco, quando percutida a placa cerâmica ou nas áreas que apresentam estufamento da camada de acabamento. Esse problema está representado pela figura 2.4.



Figura 2.4: descolamento de peças cerâmicas. Fonte: <http://www.aecweb.com.br>.

- Estufamento: pode ocorrer quando há uma retração ou compressão da argamassa de assentamento (quando essa está muito espessa). Também ocorre em casos em que a cerâmica apresenta elevado índice de expansão por umidade, nesses casos esse índice se dá devido à capacidade reidratação de seus minerais. Demonstrado na figura 2.5;



Figura 2.5: Ocorrência de estufamento. Fonte: Revista Construindo. Belo Horizonte: EEUFMG, v. 4, n. 1, Jan/Jun. 2012.

- Manchas: podem ocorrer por problemas na produção do revestimento, além de falta de impermeabilização da base. Tais problemas podem acarretar o desenvolvimento de fungos, e conseqüentemente alterar o revestimento esteticamente, formando manchas de tonalidades escuras e indesejáveis (preta, marrom e verde) ou claras (esbranquiçadas e amareladas). Tal patologia está relacionada a infiltrações que também estão ligadas aos destacamentos e desagregações dos revestimentos. A penetração dessa água pode ter sido ocasionada pela impermeabilização feita de forma errônea ou até mesmo a falta da mesma. Exemplificado pela figura 2.6;



Figura 2.6: Manchamento de revestimento. Fonte: Ribeiro (2006).

- Esmagamento: sobrecargas de peso pós-assentamento podem provocar compressão na camada superior da peça e ocasionar o esmagamento. Como mostra a figura 2.7;

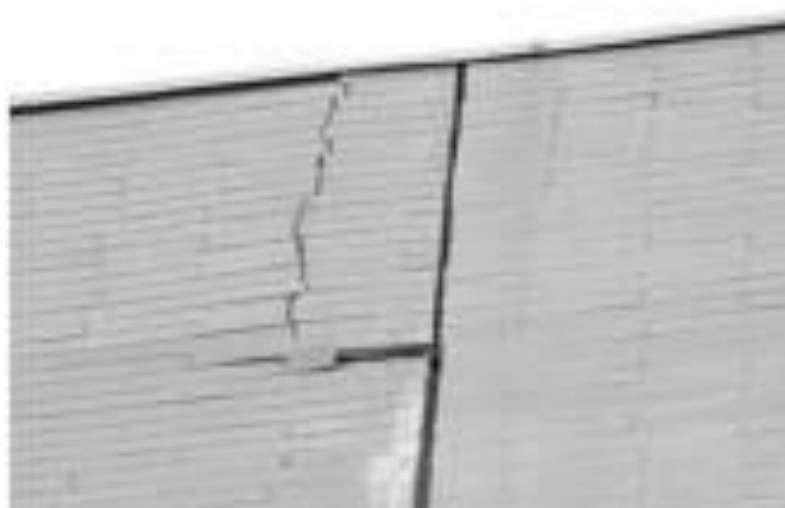


Figura 2.7: esmagamento do revestimento. Fonte: Silva e Abrantes (2007)

- Trincas e fissuras: podem ocorrer devido à retração e dilatação da peça que pode estar ligada à variação térmica, de umidade, absorção excessiva de

deformações do sistema, ausência de detalhes construtivos ou pela retração da argamassa convencional após a secagem. Apresentado na figura 2.8;



Figura 2.8: revestimento de fachada com trincas (fissuras). Fonte: <http://piniweb.pini.com.br/>.

- Deterioração da juntas: esse problema, afeta não só a argamassa de preenchimento das juntas de assentamento e de movimentação, mas também o desempenho dos revestimentos cerâmicos como um todo. Caracterizado pela perda de estanqueidade da junta e envelhecimento do material de preenchimento. A perda de estanqueidade se dá devido aos procedimentos inadequados de limpeza (uso de ácidos e bases concentrados), sendo que esses em conjunto com a ação dos agentes atmosféricos agressivos ou movimentações mecânicas, fazem com que ocorra a fissuração do revestimento, bem como infiltração de água e possivelmente sua ruína. Tal patologia está demonstrada na figura 2.9;



Figura 2.9: deterioração das juntas. Fonte: Revista Técnica. São Paulo: PINI, ed.116, nov. 2006.

- Gretamento: é caracterizado por aberturas de tamanho menor ou igual a 1 mm e que estão presentes em superfície esmaltada das placas, formando um aspecto de teia de aranha. Essa patologia pode ser decorrente da expansão por umidade, já que o esmalte da peça (material menos flexível) não absorve a variação de tamanho da placa cerâmica. Então a camada esmaltada sofre tensões progressivas de tração, sendo assim ocasionando a origem das fissuras características do gretamento. Esquematizado na figura 2.10.



Figura 2.10: Gretamento da placa cerâmica. Fonte: Revista Construindo. Belo Horizonte: EEUFMG, v. 4, n. 1, Jan/Jun. 2012.

- Eflorescência: caracterizado pelo aparecimento de formações salinas, podendo ser esse pulverulento ou crostas não solúveis em água. De acordo com Uemoto (1988), a eflorescência é considerada um dano a estrutura, seja pela alteração visual ou por provocar degradações profundas. O fenômeno é resultado da dissolução dos sais presentes na argamassa, nos componentes cerâmicos ou provenientes de contaminações externas (transportados pela água, através dos materiais porosos). Se durante esse processo houver o aumento da concentração de sais, esses poderão entrar em cristalização e dar origem ao processo de eflorescência. O local de seu aparecimento não é, necessariamente, seu local de ocorrência, já que há o transporte de material pela água. As formas de apresentação da eflorescência estão demonstradas na tabela 2.2 e na figura 2.11.



Figura 2.11: eflorescência presente no revestimento de fachada cerâmico. Fonte: <http://oazulejista.blogspot.com.br/>.

TIPO	LOCAIS DE FORMAÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS	REPAROS
Pó branco pulverulento solúvel em água.	<ul style="list-style-type: none"> • Superfície de concreto aparente; • Superfícies de alvenaria revestida; • Juntas de pisos cerâmicos ou azulejos; • Regiões próximas a caixilhos mal vedados; • Superfícies de ladrilhos não esmaltados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sais solúveis presentes nos materiais: água de assentamento, agregados ou aglomerantes; • Sais solúveis presentes nos materiais cerâmicos; • Sais solúveis presentes no solo; • Reação atmosférica; • Reação entre compostos do cimento e da cerâmica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação da fonte de umidade; • Em superfície externa aguardar a eliminação dos sais pela ação da chuva; • Lavagem com água; • Escovamento; • Limpeza com ácido clorídrico 10%.
Depósito branco com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água.	<ul style="list-style-type: none"> • Juntas das alvenarias assentadas com argamassa; • Superfície de concreto ou revestimento com argamassa; • Superfícies de componentes próximos a elementos de alvenaria ou concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbonatação da cal liberada na hidratação do cimento; • Carbonatação da cal constituinte da argamassa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação da percolação da água; • Lavagem com ácido clorídrico a 10%; • Escovamento mecânico se necessário.
Depósito branco, solúvel em água, com efeito de expansão.	<ul style="list-style-type: none"> • Em fissuras eventualmente presentes nas juntas das alvenarias; • Nas juntas de argamassa das alvenarias; • Em regiões da alvenaria muito expostas à ação da chuva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expansão devido a hidratação do sulfato de cálcio existente no tijolo ou reação dos compostos do tijolo e do cimento; • Formação do sal expansivo por ação do sulfato do meio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esperar a estabilização antes de efetuar reparos; • Reparar com uso de cimento isento de sulfatos.

Tabela 2.2: formas de manifestações da eflorescência. Fonte: Roscoe (2008).

3. CAMADAS DE REVESTIMENTO

Segundo a NBR13755 (1996), revestimento externo é o “conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassas e revestimento final, cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos, desgaste mecânico oriundo da ação conjunta do vento e partículas sólidas, bem como dar acabamento estético”. A tabela 3.1 apresenta os materiais relacionados a suas respectivas camadas. E a figura 3.1 faz uma demonstração das camadas de revestimento, que serão explicados nos itens subseqüentes.

MATERIAIS CONSTITUINTES	DENOMINAÇÃO DA CAMADA
Concreto armado Alvenaria de blocos cerâmicos Alvenaria de blocos de concreto Alvenaria de blocos de concreto celular Alvenaria de blocos sílico-calcários	BASE OU SUPORTE
Argamassa de cimento e areia, podendo ou não conter adesivos (chapisco)	PREPARAÇÃO DA BASE (CAMADA DE REGULARIZAÇÃO)
Argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição de um ou mais aditivos finos (emboço)	SUBSTRATO (CAMADA DE REGULARIZAÇÃO)
Argamassa adesiva ou colante, à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos com a adição de um ou mais aditivos químicos	ASSENTAMENTO OU FIXAÇÃO (CAMADA DE FIXAÇÃO)
Placa cerâmica Argamassa de rejunte à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos	CERÂMICA (CAMADA DE ACABAMENTO)

Tabela 3.1: “Materiais constituintes das camadas do revestimento cerâmico de fachada”. Fonte: Roscoe (2008).

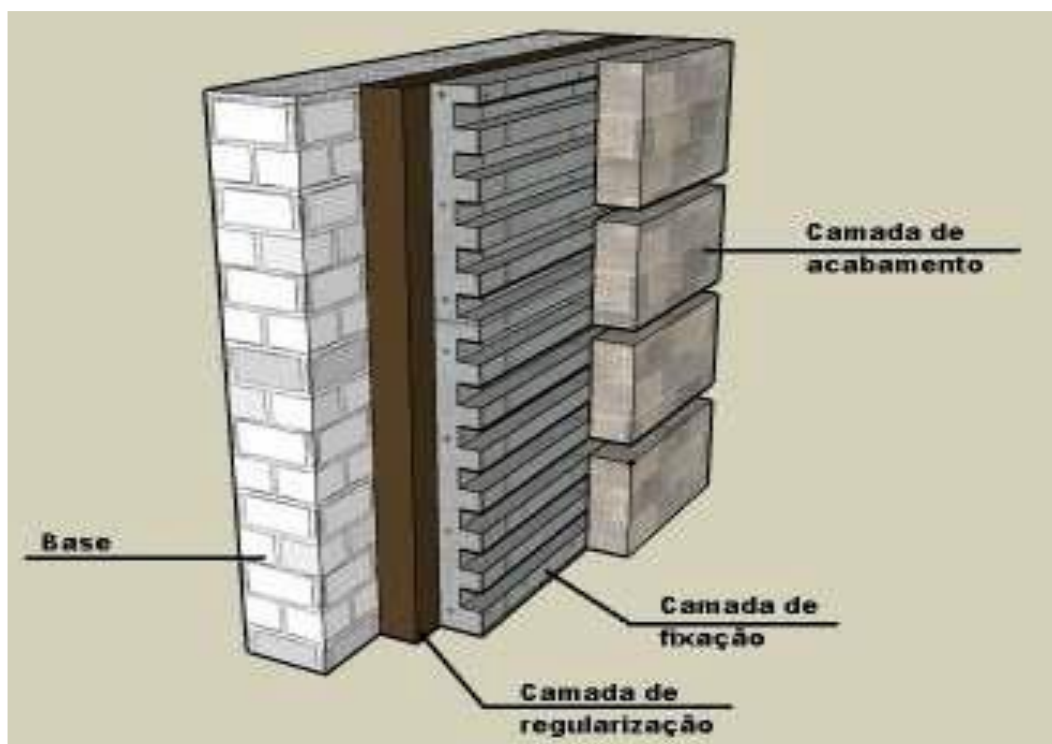


Figura 3.1: detalhamento do revestimento. Fonte: Roscoe (2008).

3.1. BASE

Como descrito na tabela 3.1, a base é composta por blocos, sendo esses de concreto ou cerâmicos, e elementos estruturais (como por exemplo: vigas e pilares). O desempenho de tal estrutura depende da rugosidade e da capacidade de absorção de água, assim como da presença de materiais contaminantes. A importância de tais características se dá devidos aos seguintes fatores (Roscoe, 2008):

- Absorção de água: sua importância se dá devido a quantidade de água que será perdida tanto para a base, quanto para o ambiente, durante a execução da argamassa do emboço;
- Rugosidade: quanto mais rugosa a superfície da base, maior sua resistência a aderência.

A base influi diretamente no desempenho do revestimento, mesmo não sendo considerada parte desse sistema, por isso suas movimentações e potencial de fissuração devem ser levados em consideração na elaboração do projeto.

Quando submetida a esforços que resultam em deformações significativas (como por exemplo: balanços, platibandas e pavimentos elevadiços), deve-se utilizar tela metálica, plástica, ou de material semelhante na junção dos materiais (concreto e alvenaria). Ou seja, haverá a separação dos revestimentos aplicados sobre os dois materiais, fazendo com que cada parte se movimente independentemente. A utilização dessa tela é mostrada pelo item 3.1 da figura 3.2.

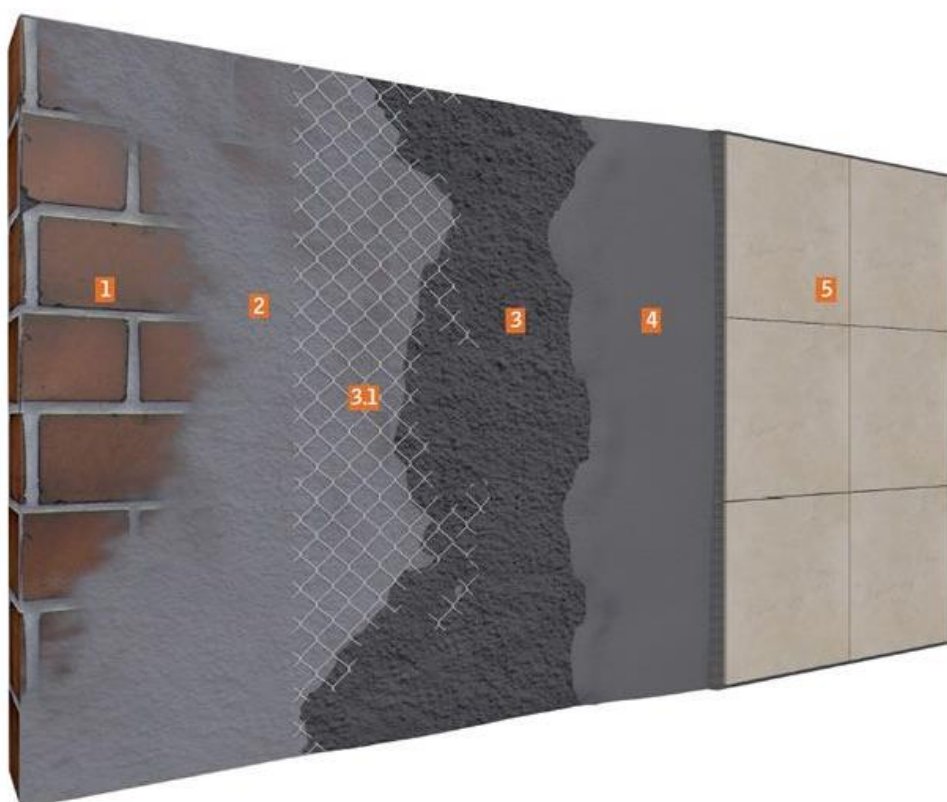


Figura 3.2: demonstração das camadas de revestimento de fachada. Fonte:

<http://equipedeobra.pini.com.br/>.

3.2. CHAPISCO

Formado por argamassa básica de cimento e areia grossa, bastante fluída, que aplicada sobre as superfícies previamente umedecidas tem a propriedade de produzir um véu impermeabilizante, além de criar um substrato que permite maior ancoragem do emboço em relação à base. O mesmo como descrito na tabela 3.1 é considerado uma preparação para a base.

A NBR13755 (ABNT, 1996b) define o traço como sendo 1:3, de forma fluída, em volume de cimento e areia grossa lavada.

3.3. EMBOÇO

Tem como finalidade a obtenção de uma superfície apta para aplicação das placas cerâmicas. Além de regularizar, também contribui com a estanqueidade da fachada e a absorção e dissipação das tensões oriundas das movimentações da base (Ribeiro e Barros, 2010).

Para que essa camada se adéqüe as suas funções, sem destacamento ou fissuração no conjunto, a mesma deverá apresentar elevada capacidade de absorção das deformações mantendo-se íntegra e com resistência de aderência à base.

Primordialmente, essa camada é constituída de argamassa de base cimentícia e deve apresentar, de acordo com a NBR13749 (1996):

- Compatibilidade com o acabamento decorativo;
- Rugosidade baixa e uniforme;
- Ausência de imperfeições;
- Espessura entre 20 e 30 milímetros.

3.4. CAMADA DE FIXAÇÃO

Responsável pela aderência entre as placas e o emboço, essa deve apresentar resistência às tensões de tração e cisalhamento que ocorrem na interface. Por estar localizada entre o emboço e as placas cerâmicas, sua aderência às duas camadas deve ser adequada às solicitações e aos esforços aos quais a estrutura será submetida. Sendo assim, se as tensões superarem o limite de resistência dessa camada de fixação do emboço (Ribeiro e Barros, 2010).

O processo de fixação pode ocorrer das seguintes formas:

- Aderência mecânica: em que ocorre a ancoragem da pasta de cimento nos poros do emboço e da placa cerâmica;
- Aderência química: o processo de adesão ocorre devido às forças eletrostáticas entre as moléculas do adesivo e dos materiais a serem fixados;
- Aderência por ambos.

Segundo Tile Council of America (TCA, 2008), os materiais indicados para a camada de fixação são: argamassas de areia e cimento, argamassas colantes de cimento, argamassas colantes cimentícias modificadas com látex ou resinas em pó. Em casos especiais, devido ao elevado preço e a necessidade de mão-de-obra extremamente qualificada, esse órgão também indica argamassas e adesivos epóxicos, além de argamassas de resina furânica que conferem resistência química e cura rápida, não obtidas nas argamassas cimentícias.

Segundo a NBR14081 (1998), as argamassas colantes industrializadas são definidas de acordo com a tabela 3.2.

TIPO DE ARGAMASSA	DESIGNAÇÃO NORMALIZADA	DEFINIÇÕES
AC-I	Interior	Resistência às solicitações mecânicas e termoigrométricas típicas de revestimentos internos. Obs.: com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.
AC-II	Exterior	Com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes externas decorrentes de ciclos de flutuação térmica e higrométrica, da ação da chuva e/ou vento, da ação de cargas como as decorrentes do movimento de pedestres em áreas públicas e de máquinas ou equipamentos leves sobre rodízios não metálicos.
AC-III	Alta Resistência	Apresenta propriedades de modo a resistir a altas tensões de cisalhamento nas interfaces substrato/adesivo e placa/cerâmica, juntamente com uma aderência superior entre interfaces em relação às argamassas do tipo I e II.
AC-III-E	Especial	Similar a AC-III, com tempo em aberto estendido.

Tabela 3.2: Argamassas colantes de acordo com suas definições. Fonte: NBR14081 (1998a).

3.5. CAMADA DE ACABAMENTO

A camada de acabamento é representada, em revestimentos decorativos, pelas placas cerâmicas, as juntas entre elas e o preenchimento feito por rejunte. As quais apresentam as seguintes características (Ribeiro e Barros, 2010):

- Placas cerâmicas: obtidas a partir de material cerâmico apresentam características como aspecto superficial, teor de absorção de água, resistência mecânica (ex.: módulo de resistência a flexão, carga de ruptura, resistência a abrasão, resistência ao risco), estabilidade química e física (ex.: expansão por umidade, resistência a água e fogo, resistência ao manchamento e ao ataque químico);
- Juntas de assentamento: localizadas entre placas adjacentes de um revestimento, e assim chamadas por resultarem do processo de assentamento dos componentes e que posteriormente são preenchidas por rejunte (Sabbatini et al, 1990; Junginger, 2003). Tem por características: o alívio de tensões (reduzindo o módulo de elasticidade dos planos de revestimento, aumentando assim a capacidade de absorção de deformações) e a otimização da aderência das placas cerâmicas (o contato do rejunte com o fundo da placa aumenta a área de contato das placas com emboço).

4. REVESTIMENTO DE FACHADA

4.1. TENSÕES E MOVIMENTAÇÕES NOS REVESTIMENTOS DE FACHADA

Segundo a BS 5385 (BSI, 1991), norma referente a aplicação de cerâmica em ambientes externos, os movimentos nas camadas de revestimento são ocasionados principalmente pela variação de temperatura, umidade e o vento e também por aqueles decorrentes da deformação da base à qual o revestimento está aplicado. Esses efeitos variáveis dos revestimentos podem originar tanto tensões de compressão como de tração, que conseqüentemente originam tensões de cisalhamento na interface das camadas do sistema. As tensões de cisalhamento também podem ser dar a partir do surgimento de tensões de compressão na camada de acabamento, originada pela expansão das placas, seja essa dada por umidade, variação de temperatura, encurtamento ou deflexão dos elementos do sistema (Ribeiro e Barros, 2010).

Por ser o elemento que recobre a edificação, é também o primeiro a sofrer ações de agentes agressivos ou oriundas da própria utilização, citadas a baixo:

- Movimentação higroscópica do revestimento e da base: que é um fenômeno que tem sua origem no deslocamento da água, umidade interior e de mecanismos de transportes;
- Movimentação térmica do revestimento e da base: se da em função das variações da temperatura do ambiente e da radiação solar, e cuja a amplitude depende do coeficiente de dilatação térmica da argamassa;
- Incidência de chuvas, ventos e insolação.

Os fatores que acarretam as movimentações e tensões nos revestimentos de fachada serão citados e explicados nos itens a seguir.

4.1.1. VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

A variação de temperatura implica à estrutura uma variação em suas dimensões, sendo na forma de expansão das camadas quando há aumento da temperatura, e retração quando reduz.

Por se tratar de movimentos rígidos, introduzem tensões de compressão, tração e cisalhamento entre a camada de revestimento e o substrato. Por essa variação de temperatura se dar de forma cíclica, os problemas ocasionados por essa também são, fazendo com que as ligações fadiguem ocasionando a perda de aderência. Além de o sistema estar em constante exposição à ação da variação de temperatura, esse se movimenta em maior ou menor grau de acordo com as propriedades físicas dos materiais constituintes e a com a intensidade da variação de temperatura à qual estão sujeitas. A variação linear que cada camada de revestimento está submetida em função da temperatura pode ser obtida pela equação (Ribeiro e Barros, 2010):

$$\Delta Lx = L * \Delta T * \alpha x \quad (4.1)$$

Em que:

ΔLx : variação dimensional linear (mm);

L: distância entre as juntas (mm);

ΔT : variação entre as temperaturas máxima e mínima no período de tempo considerado (°C);

αx : coeficiente de dilatação térmica linear (mm/mm/°C).

Portanto, (Ribeiro e Barros, 2010) quando se chega à conclusão de que a dilatação térmica do revestimento será elevada, deve-se estudar a aplicação de argamassas mais flexíveis e a especificação das juntas de movimentação. A

tensão aplicada a cada camada, devido a variação de temperatura, é equacionada através da lei de Hooke. Tal análise leva em consideração os materiais trabalhando na sua faixa elástica. Ao aplicar a variação de temperatura a formula fica:

$$\sigma = E * \varepsilon \quad (4.2)$$

Considerando que:

$$\varepsilon = \alpha * \Delta T \quad (4.3)$$

Substituindo a uma equação na outra tem-se que:

$$\sigma = E * \alpha * \Delta T \quad (4.4)$$

4.1.2. UMIDADE

As camadas de revestimento apresentam diversas magnitudes de contração, de acordo com as características de cada material, quando há uma perda de água no sistema. A movimentação higroscópica, dos itens da estrutura, pode ser caracterizada, de acordo com as autoras Ribeiro e Barros (2010), como:

- Irreversível: em que a redução volumétrica ocorre na secagem do material, logo após a sua fabricação úmida. Essa contração não recupera as dimensões iniciais ao serem novamente saturadas, tanto nos materiais de origem cimentícia, quanto cerâmica;

- Reversível: é a movimentação higroscópica nos materiais, que ocorre após a secagem. Em que o material cerâmico, após sua secagem, mantém uma parcela de retração e expansão, sendo essa reversível.

Segundo Selmo (1989) a parcela irreversível de retração gera tensões internas de tração na argamassa e de cisalhamento na interface argamassa/substrato, ocasionando fissuração da camada de revestimento, uma vez que a curta idade da estrutura apresenta menor resistência mecânica da camada.

4.1.3. DEFORMAÇÕES DO SISTEMA

Os movimentos estruturais estão relacionados com a retração e fluência do concreto devido às cargas do vento, além das térmicas e higroscópicas. Sendo que esses movimentos ocorrem em função das características geométricas e de produção dos elementos. Os fatores que influenciam as deformações estruturais são classificados pela NBR6118 (ABNT, 2003), como:

- Permanentes: são as cargas que agem durante toda a vida útil da estrutura, podendo ser permanente ou crescente ao longo do tempo. Dentro das cargas permanentes, há a divisão entre ações diretas, devido ao peso próprio da estrutura; e indiretas impostas pela retração e fluência do concreto;
- Variáveis: as ações das cargas acidentais, da ação do vento e da chuva caracterizam as cargas variáveis uniformes e não-uniformes de temperatura e pelas ações dinâmicas.
- Excepcionais: são situações incomuns de carregamento, em que não há controle. Por exemplo: choques e vibrações.

Apesar de ocorrer lentamente e ser relativamente pequena, pode comprometer a aderência das placas cerâmicas, pois se dá depois de as placas cerâmicas terem sido assentadas (Fiorito,1999). O deslocamento máximo, permitido pela norma NBR6118 (ABNT, 2003), é de 10 mm já que há possibilidade de colapso da alvenaria. Segundo Metha e Monteiro (1994), a deformação da estrutura é restringida pela mesma e não ocorre completamente. Há um desenvolvimento de

tensões no painel de vedação que podem causar fissuração. A adoção de medidas corretas para cada tipo de estrutura minimiza as deformações permanentes.

TIPO DE EFEITO	RAZÃO DA LIMITAÇÃO	EXEMPLO	DESLOCAMENTO A CONSIDERAR	DESLOCAMENTO LIMITE
Efeito em elementos não estruturais	Paredes	alvenaria, esquadrias e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500^1$ ou 10mm ou $\theta = 0,0017 \text{ rad}^2$
		Movimento lateral em edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação freqüente	$H/1.700$ ou $H_i/850^3$ entre pavimentos ⁴
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$l/400^5$ ou 15 mm

Tabela 4.1: limites para deslocamentos da estrutura. Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2003).

Notas da tabela 4.1:

1) o vão L deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve; **2)** rotação nos elementos que suportam paredes; **3)** H é a altura total do edifício e H_i é o desnível entre dois pavimentos adjacentes; **4)** Esse limite se aplica ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, que se deve à atuação de ações horizontais. Não devem ser incluídos os deslocamentos ocasionados pelas deformações axiais nos pilares. O limite também aplica para o deslocamento vertical

relativo das extremidades de lintéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando H, representa o comprimento do lintel; **5)** o valor L refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.

4.1.4. VENTO

As ações dinâmicas também atingem as estruturas, como a ação do vento, cargas acidentais, choques e vibrações no concreto. Tais ações devem ser avaliadas previamente no projeto do revestimento, pois nessa camada os maiores números de patologias ocorrem na fase de utilização da edificação, depois da aplicação do revestimento (Ribeiro e Barros, 2010).

É dito por Salvadori (2002) que a pressão que o vento implica à estrutura promove uma ligeira curvatura do sistema. Quanto mais alto o edifício, mais significativa essa curvatura é, não pode ser visto ou sentido, mas gera tensões de tração, deformação e cisalhamento entre as camadas de revestimento por causa da flexão das fachadas.

Sendo assim, o profissional deverá avaliar as deformações previstas para o edifício, quanto aos efeitos do vento. Caso o efeito seja significativo, se faz necessário o emprego de juntas de movimentações horizontais em cada pavimento do edifício.

Na figura 4.1 está demonstrada a atuação do vento na estrutura, além da forma que a estrutura se movimenta ao sofrer tal tensão.

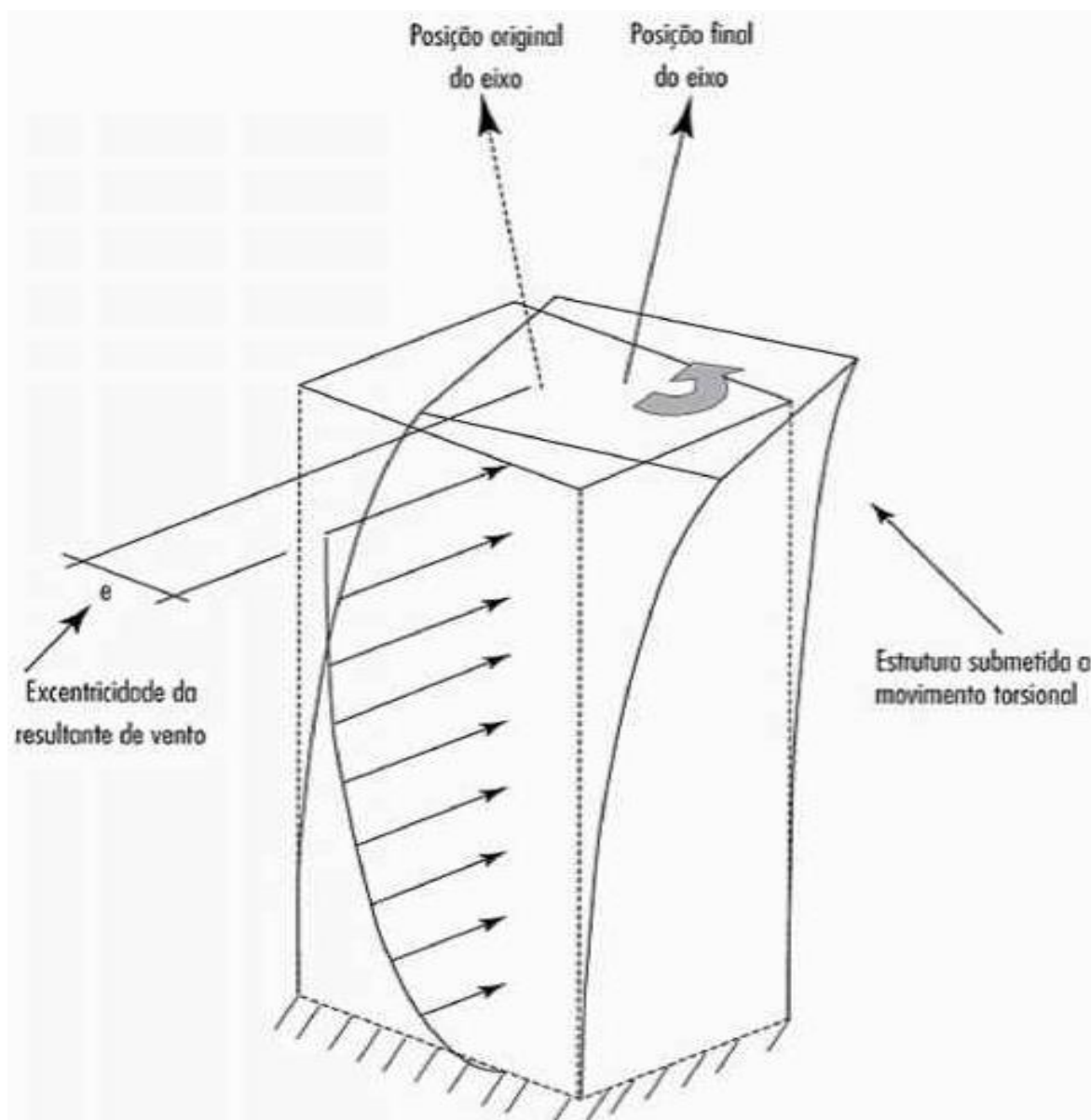


Figura 4.1: demonstração da movimentação de uma estrutura submetida à ação do vento. Fonte: Ribeiro e Barros (2010).

4.2. PLACAS CERÂMICAS

O revestimento cerâmico tem sido utilizado desde a antiguidade para revestir pisos e paredes. Sendo sua grande vantagem de utilização as seguintes características: a durabilidade, facilidade de limpeza, além do aspecto estético agradável. A baixa recorrência ou a ausência de patologias (como destacamentos) se dá devido à execução correta de seu assentamento.

São placas finas de material cerâmico, tradicionalmente obtido de misturas de argila, areia e outras substâncias naturais. Depois de misturados, apropriadamente, tem seu formato produzido de forma específica e queimados à alta temperatura (entre 1000°C e 1250°C), conferindo ao material suas características como dureza, resistência mecânica e estabilidade química e física (como resistência à água, ao fogo e substâncias químicas), de acordo com Timellini e Palmonari (2004).

Tais materiais são constituintes de : azulejos, pastilhas, porcelanatos, lajotas, pisos, etc. Como citado e explicado anteriormente a execução de um revestimento cerâmico de fachada se dá nas camadas: base, emboço, camada de fixação e camada de revestimento (placas cerâmicas e juntas de movimentação). A norma NBR 13817 (ABNT, 1997) faz a classificação das placas cerâmicas para revestimentos, promovendo corretamente a especificação para o seu uso. A classificação de placas cerâmicas se dá segundo os seguintes critérios: Esmaltadas e não-esmaltadas; Métodos de fabricação (exemplo: prensado, extrudado, etc.); Grupos de absorção de água; Classes de resistência à abrasão superficial; Classes de resistência ao manchamento; Classes de resistência ao ataque de agentes químicos; Aspecto superficial ou análise visual.

4.2.1. QUALIFICAÇÃO QUANTO A QUALIDADE DOS MATERIAIS

A NBR 13818 (ABNT, 1997) tem por finalidade a definição de características necessárias para fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem, ensaios opcionais complementares, métodos de ensaios e aceitação de placas cerâmicas. Tal norma se aplica a peças de dimensões inferiores a 7,5 cm x 7,5 cm. A mesma também qualifica as características do material, sendo os principais citados nos itens que seguem:

- 1- Esmaltadas e não-esmaltadas: também conhecidas pelo termo vidrado, em que o material aplicado sobre a cerâmica se assemelha a esse material. O esquema estrutural de cada tipo está demonstrado na figura 4.2.

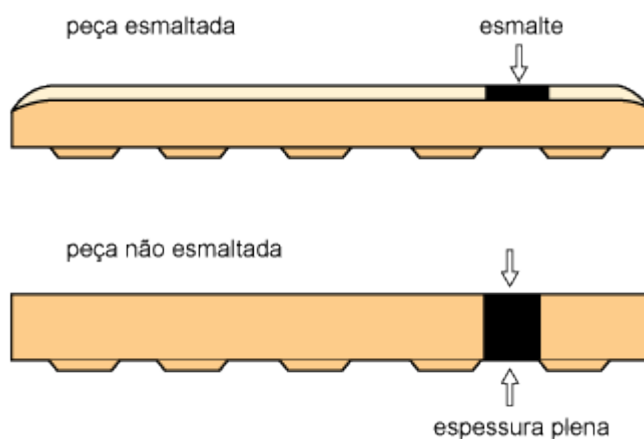


Figura 4.2: esquematização das placas cerâmicas esmaltadas e não-esmaltadas.

Fonte: <http://www.iau.usp.br/>.

2- Métodos de fabricação:

- Placas cerâmicas extrudadas (A): que podem ser divididas em tipo precisão e tipo artesanal. No tipo precisão a necessidade de cumprir exigências é maior e as imperfeições são menores, quando comparado ao tipo artesanal;
- Placas cerâmicas prensadas (B);
- Placas cerâmicas produzidas por outros processos (C).

3- Análise visual: Segundo a NBR 13817 (ABNT, 1997), uma boa qualificação de placas se dá quando um número de peças examinadas, não apresentar defeitos visíveis a uma distância padrão (definida no anexo A da NBR 13818), for igual ou superior a 95%.

No anexo A da NBR 13818, toma-se como amostra uma metragem de 2m² ou um mínimo de 30 peças. Deve então instalar o painel formando um ângulo de 70° +/- 5° com o plano horizontal. Ilumina-se então o centro da placa com uma quantidade de 300 +/- 30 lux. O observador deve ficar a 1m do painel, em pé, de modo que seu ponto de visualização fique de frente ao centro do painel. Ao examinar as placas deve-se observar: rachaduras, falhas ocorridas pela falha do vidro, depressões, crateras, bolhas, furos, pintas, manchas, entre outras características citadas nessa norma. Faz-se então a porcentagem, dividindo o número de placas sem defeitos aparentes pelo número total de placas observadas. Caso o número seja menor que 95%, dobra-se o número da amostra.

4- Grupos de absorção de água: A especificação quanto à absorção de água é feita conforme a tabela 4.3. Na tabela 4.4 tem-se a classificação quanto às tabelas de especificação da NBR 13818 (ABNT,1997), utiliza-se um código de acordo com sua forma de fabricação sendo ela: A, B ou C.

Para tal classificação são necessárias 10 peças. Seca-se o corpo-de-prova em estufa até que a massa seja constante (ou seja, a variação de sucessivas pesagens é menor que 0,1%). Então resfriar os corpos-de-prova em sílica-gel, quando atingir a temperatura ambiente, determina-se a massa M_1 de todos. Tem então a exatidão dada pela tabela 4.2.

MASSA DA PLACA (m)	EXATIDÃO DE PESAGEM
$50 < m \leq 100$	0,001
$100 < m \leq 500$	0,05
$500 < m \leq 1000$	0,10
$1000 < m \leq 3000$	0,30
$M > 3000$	1,00

Tabela 4.2: exatidão de pesagem (unidades de medidas em gramas). Fonte: NBR13818 (ABNT, 1997).

Imergir então os corpos-de-prova, verticalmente, sem que entrem em contato entre si de forma que o nível de água fique 5 cm acima das placas. Manter o nível de água, enquanto ferve a água à ponto de ebulição durante 2 horas.

Colocar os corpos em água corrente à temperatura ambiente, até que entrem em equilíbrio. Com uma camurça, ligeiramente umedecida, enxuga-se a superfície das placas e em seguida pesá-las (achando a massa M_2). A conta feita para achar o coeficiente de absorção de água (Abs) é:

$$Abs = \frac{M_2 - M_1}{M} \cdot 100 \quad (4.5)$$

GRUPOS	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
la	$0 < \text{Abs} \leq 0,5$
lb	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$
IIa	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$
IIb	$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$
III	Abs acima de 10,0

Tabela 4.3: grupos de classificação quanto à absorção de água. Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997).

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	MÉTODOS DE FABRICAÇÃO		
	EXTRUDADA (A)	PRENSADO (B)	OUTROS (C)
$\text{Abs} \leq 0,5$	AI	Bia	CI
$0,5 < \text{Abs} \leq 3$		Bib	
$3 < \text{Abs} \leq 6$	Alla	BIIa	CIIa
$6 < \text{Abs} \leq 10$	AIlb	BIIb	CIIb
$\text{Abs} > 10$	AIII	BIII	CIII

Tabela 4.4: classificação quanto ao método de fabricação. Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997).

5- Resistência a abrasão superficial: Desgaste causado pela abrasão em função do atrito causado por outros materiais, contendo sujeira abrasiva (como areia e terra), em contato com a superfície esmaltada. A especificação do ensaio dessa resistência pela norma NBR 13818 (ABNT, 1997) e seus valores estão representados na tabela 4.5.

Estágio de abrasão Número de ciclos para visualização	Classe de abrasão
100	0
150	1
600	2
750, 1500	3
2100, 6000, 12000	4
>12000	5 ¹

1) caso não haja desgaste visual a 12000 ciclos, com como caso as manchas não possam ser removidas por qualquer um dos procedimentos listados no anexo G, os pisos devem ser classificados como grupo 4. A classe PEI 5 abrange simultaneamente a resistência à abrasão a 12000 ciclos e a resistência ao manchamento após abrasão.

Tabela 4.5: estágios de abrasão. Fonte: NBR13818 (ABNT, 1997).

6- Classes de resistência ao ataque de agentes químicos: na NBR 13818 (ABNT, 1997) está presente a descrição do ensaio de resistência a agentes químicos, que leva a sua devida classificação. Como resultado desses, foi possível chegar a um esquema e uma tabela, presentes nessa mesma norma, facilitando suas respectivas classificações. A primeira letra faz referência quanto ao tipo de placa G ou U (esmalhada ou não-esmalhada). Na seqüência a concentração H ou L (alta ou baixa concentração, respectivamente). Por último a classe de resistência química A, B ou C (alta, média e baixa, respectivamente), que está explicada pela figura 4.3. Na tabela 4.6 estão apresentadas as classes dos reagentes, os tipos de agentes agressivos nesses presentes e o tempo de ataque previsto para cada elemento (tempo esse que será obedecido no ensaio de resistência a agentes químicos).

Classes de reagentes	Agentes agressivos	Tempo de ataque (h)
Produtos químicos domésticos	Cloreto de amônia, produtos de limpeza	24
Produtos para tratamento de água de piscina	Hipoclorito de sódio	24
Ácido e álcalis de baixa concentração e alta concentração	Ácido cítrico	24
	Ácido clorídrico e hidróxido de potássio	96

Tabela 4.6: tempo previsto ao ataque de acordo com cada elemento químico.

Fonte: NBR 13818 (1997).

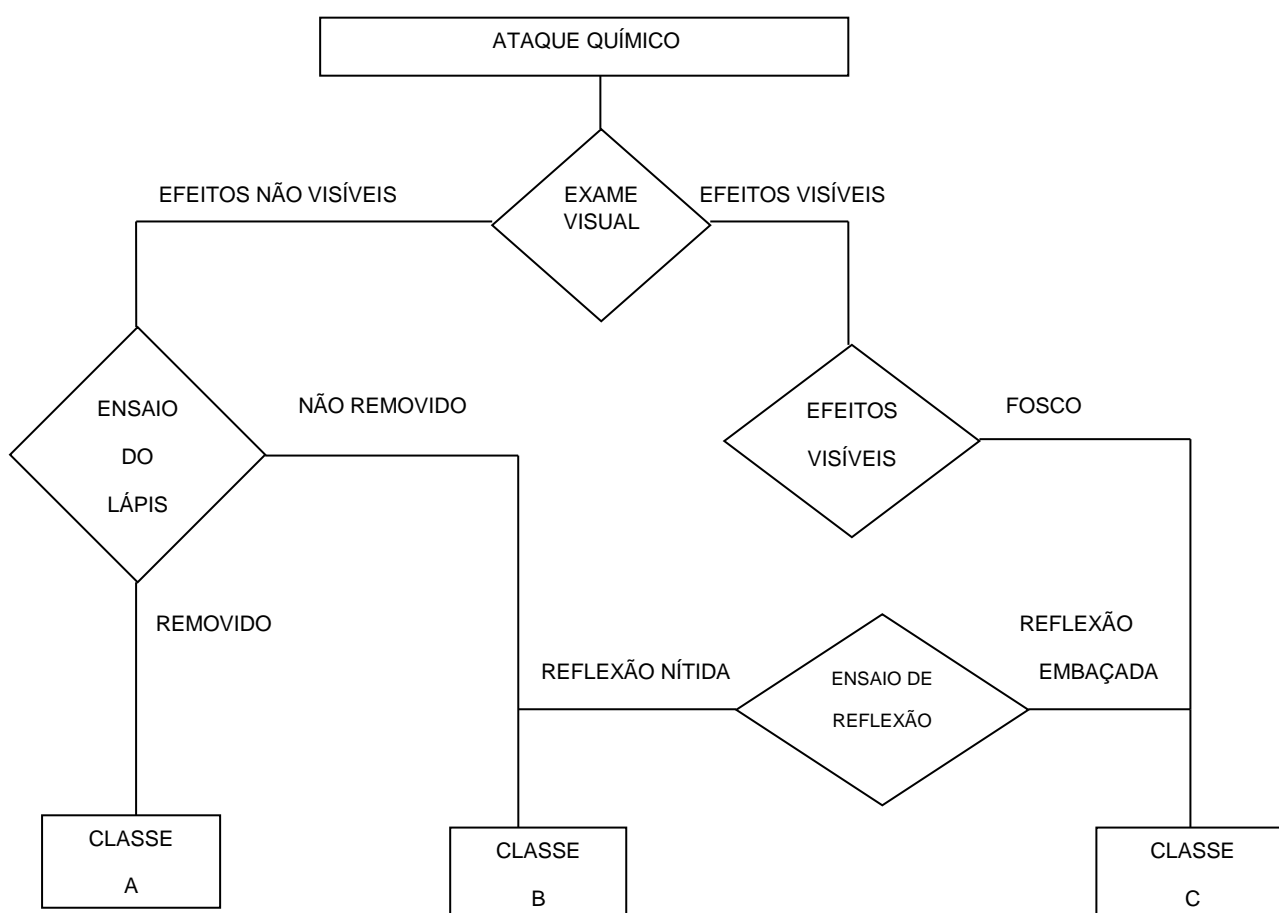


Figura 4.3: esquema referente à classificação das classes de resistência. Fonte: NBR13818 (ABNT, 1997).

7- Classes de resistência ao manchamento: tal classificação se faz de acordo com a facilidade de limpeza e o material detergente utilizado para remover a mesma, sendo 1 de mais difícil remoção e 5 maior facilidade de remoção. A classificação varia de 1 a 5, sendo elas apresentadas na tabela 4.7:

CLASSE	PRODUTO DETERGENTE
1	mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
2	mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
3	mancha removível com produto de limpeza forte
4	mancha removível com produto de limpeza fraco
5	máxima facilidade de remoção de mancha

Tabela 4.7: classes de resistência ao manchamento. Fonte: NBR13818 (ABNT,1997)

5. JUNTAS DE DILATAÇÃO EM REVESTIMENTO DE FACHADA

As juntas de dilatação podem ser definidas como a separação entre duas partes de uma estrutura para que essas possam movimentar-se, sem que haja a transmissão de esforços. Normalmente as juntas são reconhecidas blocos de um prédio, entre lances de uma ponte, separando placas de pavimentação, etc. Entretanto em revestimentos de fachada, as juntas estão localizadas entres as pastilhas (Ribeiro e Barros, 2010).

A principal função das juntas nos revestimento é, portanto, minimizar a propagação de esforços neles atuantes, resultantes da movimentação dos elementos conectados e das ações do meio ambiente (variação de temperatura, umidade, etc.).

Segundo a NBR13755 (ABNT, 1996) sua utilização deve ser feita verticalmente a cada 3 metros, ou a cada pé-direito, na região de encunhamento da alvenaria. E horizontalmente recomenda-se sua aplicação a cada 6 metros.

A falta da aplicação dessa técnica pode ocasionar sérios danos à estrutura, como o aparecimento de fissuras e destacamentos de partes da estrutura.

5.1. PRINCIPAIS FUNÇÕES

De acordo com as publicações de Sabbatini et al (1990), BS 5385: part.2 (BSI, 1991) e Goldberg (1998), entre as principais funções das juntas de dilatação em revestimento de fachada estão:

- Dissipar tensões geradas por movimentações da base dos revestimentos, comportamento resultante da interação estrutura-vedação;
- Dissipar tensões geradas por deformações intrínsecas aos revestimentos decorrentes da ação do meio ambiente;
- Separação de revestimentos e componentes do edifício que têm diferentes características térmicas ou higroscópicas.
- Impedir que a superfície revestida sofra com as discontinuidades do substrato (como por exemplo: o que ocorre na região das juntas estruturais.);

5.2. FUNCIONAMENTO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO

As movimentações do revestimento geram uma solicitação nas juntas tendendo a abri-las, fechá-las ou cisalhá-las, dependendo da ação a qual está sujeito (Ribeiro e Barros, 2010). Segundo Fiorito (1994), são demonstrados alguns movimentos diferenciais entre a base e a camada de revestimento, de forma a ser facilmente entendido os efeitos dos diversos movimentos nas juntas de dilatação. Exemplos dessas movimentações são: a retração que tende a abrir as juntas, provocando um esforço de tração nos materiais das mesmas; e a variação de umidade que causa a expansão das placas, em que ocorrerá o fechamento das juntas com conseqüente compressão no material de preenchimento. A excessiva retração, por secagem do concreto e da argamassa, e a excessiva expansão das placas cerâmicas leva à falha por cisalhamento na interface da camada de fixação e a placa cerâmica. Portanto, a união de juntas de movimentação com uma camada de fixação deformável pode auxiliar na não ruptura do sistema.

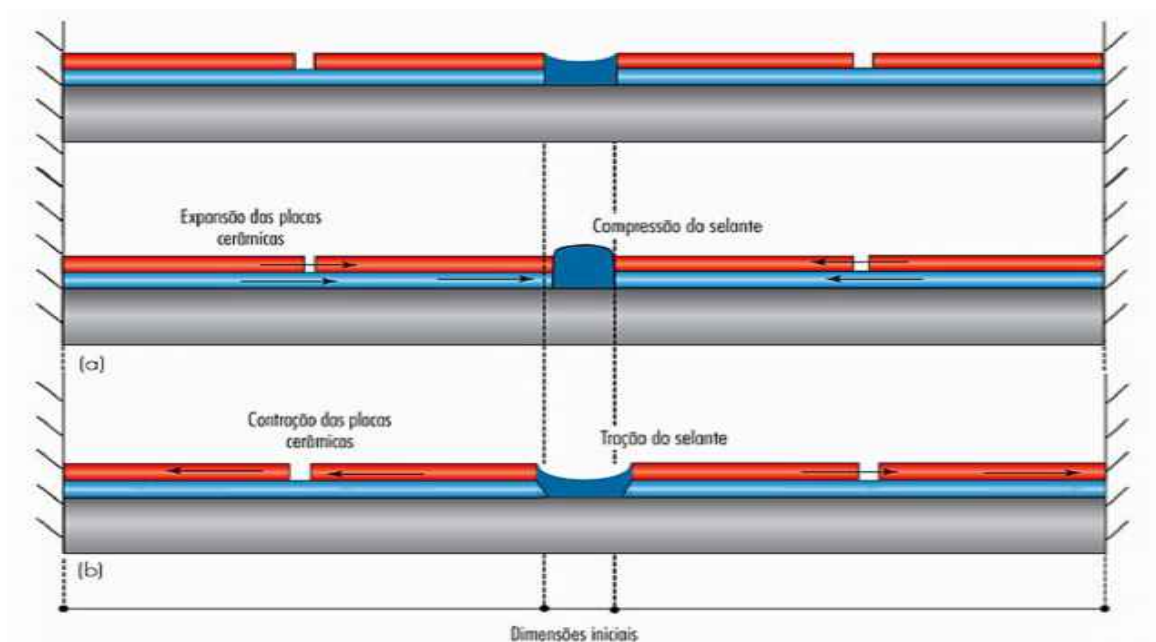


Figura 5.1: exemplo das movimentações em uma junta de superfície sob **(a)** compressão causada pela expansão das placas cerâmicas; **(b)** tração causada pela retração das placas. Fonte: Ribeiro e Barros (2010).

5.3. CLASSIFICAÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO

As diversas funções executadas pelas juntas de dilatação fazem com que existam diversos tipos das mesmas, já que os meios utilizados para o cumprimento de cada função determinam os distintos tipos das mesmas, sendo as mais importantes quanto: a sua função, ao tipo de material de preenchimento e à geometria. Os itens que segue de 5.3.1 a 5.3.5, são baseado na pesquisa realizada por Ribeiro (2006) em conjunto com Ribeiro e Barros (2010)

5.3.1. JUNTA DE TRABALHO

Tal tipo de estrutura cria painéis capazes de dissipar as tensões introduzidas no sistema pelo próprio revestimento, juntamente com as da própria base (relação vedo-estrutura). Funcionando como juntas de controle, as mesmas são colocadas em locais (entre a alvenaria e o concreto) passíveis do aparecimento de fissuras e trincas, de forma que com o dissipar das tensões, tais patologias não venham a ocorrer no revestimento.

Esse tipo de junta percorre todos os elementos do sistema, como mostrado na figura a seguir, na figura 5.2;

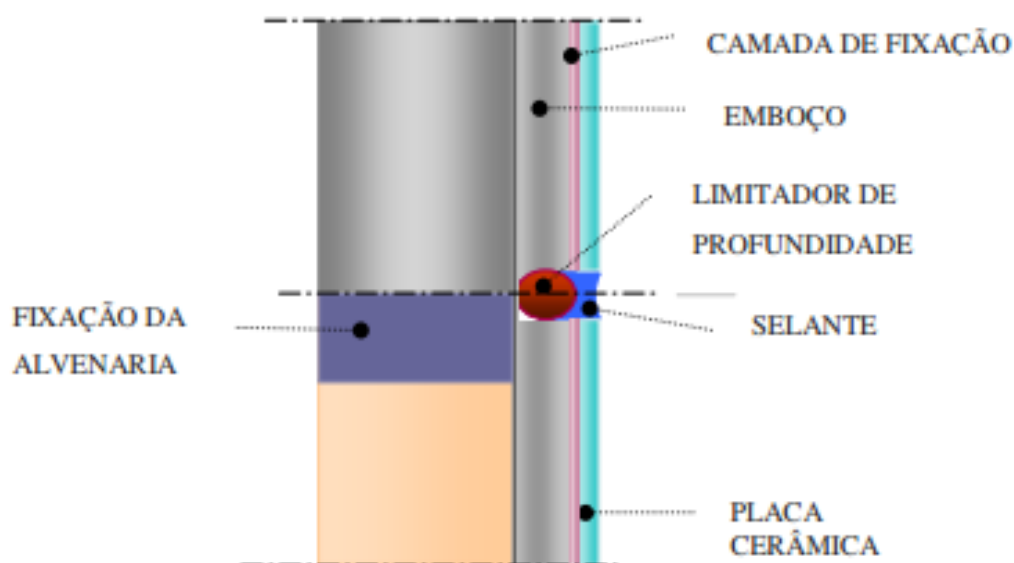


Figura 5.2: demonstração da aplicação das juntas de trabalho. Fonte: Ribeiro (2006).

5.3.2. JUNTA DE SUPERFÍCIE

Junta que tem como finalidade a acomodação dos movimentos ocasionados pelas deformações decorrentes das movimentações da estrutura, permitindo assim, a dissipação das tensões. Esse tipo de junta percorre a camada de acabamento e de fixação, como mostra a figura 5.3:

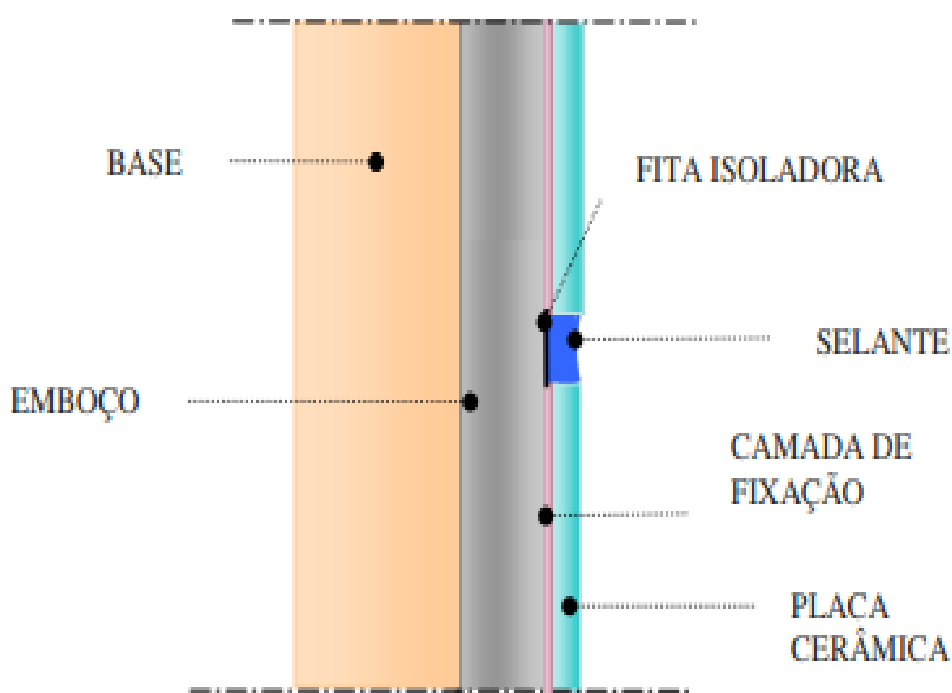


Figura 5.3: junta de superfície. Fonte: Ribeiro (2006).

5.3.3. JUNTA DE CONTORNO

Junta que separa as interfaces entre o revestimento e outros elementos adjacentes. Esse tipo de junta, usualmente, separa o acabamento da camada de fixação, podendo também ocorrer interceptando a camada de emboço (quando há necessidade de limitação de tensões). Como demonstra a figura 5.4:

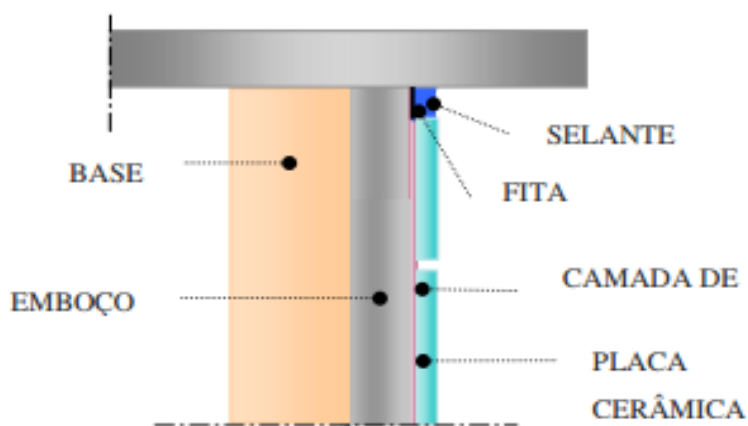


Figura 5.4: junta de contorno. Fonte: Ribeiro (2006).

5.3.4. JUNTA DE TRANSIÇÃO

Interrompe materiais de diferentes características térmicas, com a finalidade de lhes proporcionar uma transição adequada. Esquematizada na figura 5.5:

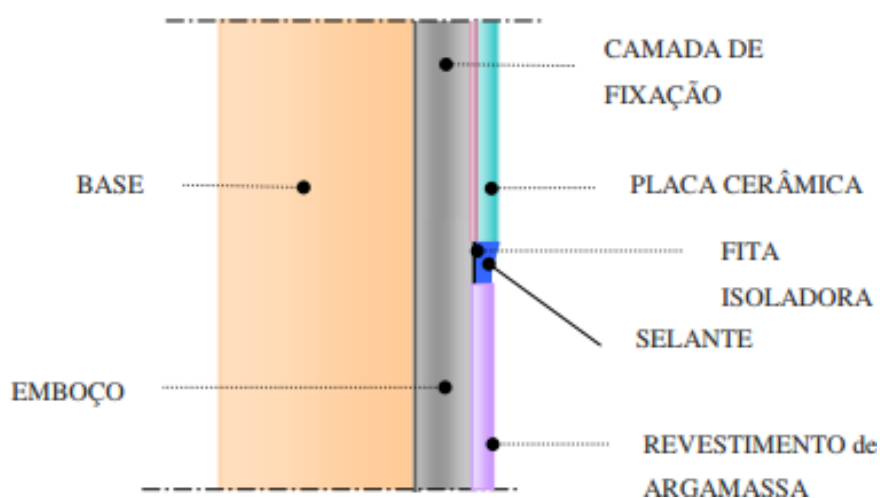


Figura 5.5: junta de transição. Fonte: Ribeiro (2006).

5.3.5. JUNTA DE DESSOLIDARIZAÇÃO

Espaço regular cuja função é separar planos de revestimentos perpendiculares, com a finalidade de aliviar as tensões causadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento. Como mostrado na figura 5.6.

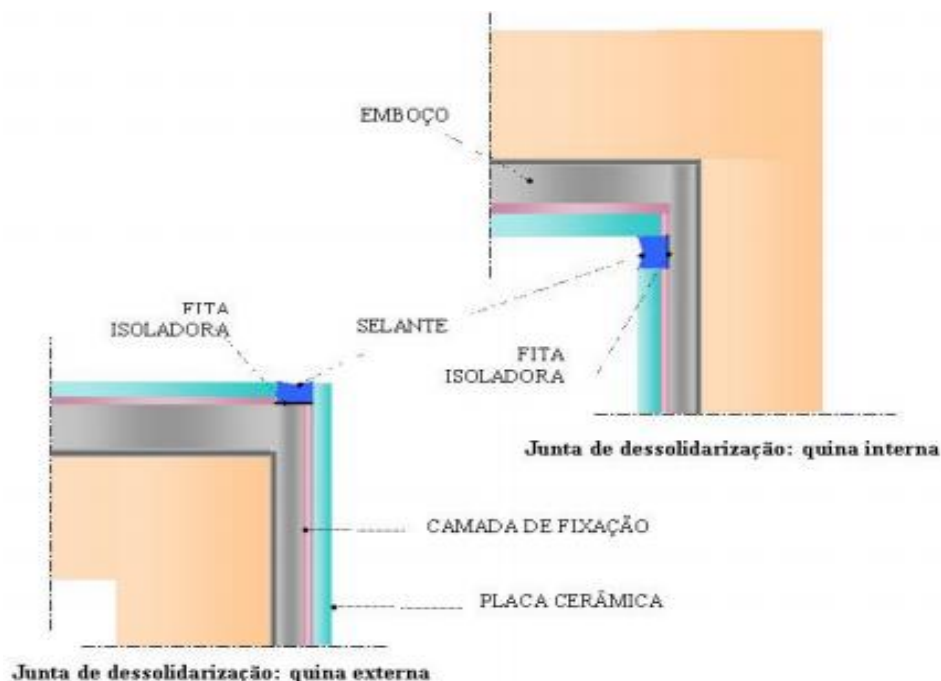


Figura 5.6: mudança de planos do revestimento. Juntas de dessolidarização.

Fonte: Ribeiro (2006).

5.4. JUNTAS DE DILATAÇÃO METÁLICAS

De acordo com o catálogo da Cosimo Cataldo, as juntas metálicas são utilizadas em cobertura e acabamento com materiais maleáveis para juntas construtivas ou juntas para dilatação térmica nas edificações. Tem por propriedades o suporte de movimentação horizontal, vertical ou transversal, sem deformação e sem perda das principais características. Permite também os movimentos de tração ou compressão, sem deformação ou danos permanentes. Além de apresentar estanqueidade e vedação de juntas de dilatação. Dispensam manutenção e são simples de fixar e instalar. Comprimentos: de 3,00 m ou 6,00 m, baseados nos limites da norma NBR13755 (ABNT, 1996).

5.5. EXECUÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO

De acordo com as análises de Ribeiro e Barros, a instalação das juntas inicia-se por sua marcação, feita de acordo com o projeto. Para a demarcação das juntas horizontais é necessária a utilização da mangueira de nível, e para as verticais os arames de referência. Quando há o encontro da alvenaria com a estrutura, o afastamento entre a parte inferior da viga e a superior da esquadria deve ser feito obedecendo às normas técnicas e executada com exatidão geométrica de acordo com o vão da esquadria. Recomenda-se ainda, para que não ocorra o funcionamento adequado da junta, que o afastamento entre a parte inferior da viga e a superior da esquadria não supere a metade da espessura do revestimento.

O corte do emboço deve ser realizado logo após a execução do mesmo, com o auxílio de uma régua dupla, cujo afastamento determinará a espessura da junta, de um frisador de seção transversal prevista (o qual tem as funções de corte da argamassa e de compactação da área da junta). A abertura da junta deve se apresentar uniforme, e não apresentar irregularidades que prejudiquem o ajuste e compressão do limitador de profundidade (TCA, 2008).

5.6. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE

A execução da membrana (Ribeiro e Barros, 2010), de material impermeável, é feita após a abertura da junta e posterior secagem do emboço. Sua realização é feita da seguinte forma, e está esquematizado pelas figuras 5.7 e 5.8:

- Limpeza da cavidade que receberá o material;
- Execução da membrana impermeabilizante;
- Limpeza da junta;
- Assentamento das placas cerâmicas.



Figura 5.7: execução da limpeza já cavidade e da membrana impermeabilizante, respectivamente. Fonte: Ribeiro e Barros (2010).

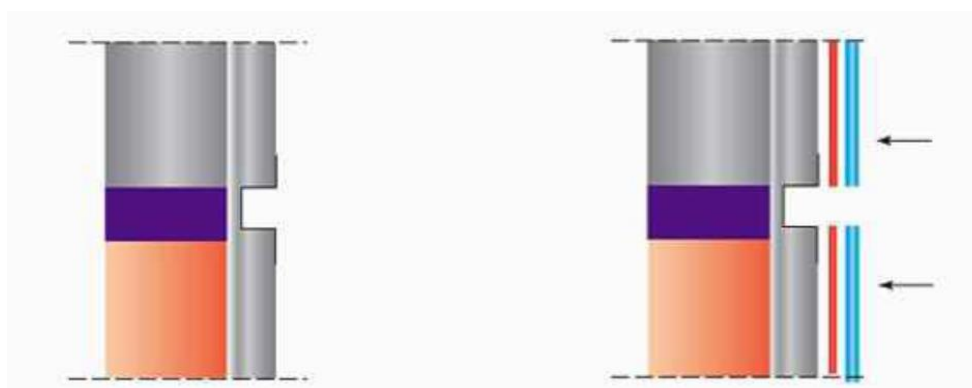


Figura 5.8: execução da limpeza da junta e aplicação das placas cerâmicas, respectivamente. Fonte: Ribeiro e Barros (2010).

5.7. SELANTE

Selantes elastoméricos são compostos poliméricos, cuja função principal é selar efetivamente a junta entre dois substratos. Quando aplicado o selante deve apresentar as seguintes características: adesão; coesão; e deformabilidade. Essas funções, quando cumpridas com eficiência, conferem à estrutura a estanqueidade necessária, analisada com base na agressividade do meio, para cumprir a durabilidade compatível com as exigências de projeto.

Os diversos tipos de selantes se comportam de forma: Elástica; Elastoplástica; Plastoelástica; e Plástica (como explicado na tabela 5.1).

De acordo com a ASTM C920 (ASTM, 2008), a classificação quanto ao tipo de substrato e à aplicação dos selantes é feita como na tabela 5.2.

Elástico	Apresentam comportamento elástico, ou seja, deformação proporcional à tensão e retornam ao estado original após a remoção dessa tensão.	
Elastoplástico	Comportamento predominantemente elástico, mas tendem a sofrer deformações plásticas quando solicitados acima do seu limite elástico e, nessa situação, após a remoção da tensão, não retornam totalmente ao seu estado original.	
Plastoelástico	Comportamento predominantemente plástico, ou seja, após a retirada do esforço a que foram submetidos, não retornam totalmente ao seu estado original, mas apresentam algum comportamento elástico quando solicitados abaixo do seu limite elástico.	
Plástico	Apresentam escoamento sob tensão, com deformações plásticas, não retornando ao estado original após a remoção da tensão.	

Tabela 5.1: tabela de comportamento dos selantes. Fonte: Ferme e Oliveira (2003).

		Classe	Descrição
Uso de Selantes Elastoméricos	Tipo de Aplicação	Use T	Selante designado para uso em áreas de tráfego de pedestres e veículos como calçadas, praças, deques, parques e garagens.
		Use NT	Selante designado para uso em áreas não-trafegáveis.
		Use I	Selante designado para uso em juntas que estão sujeitas continuamente a líquidos.
Uso de Selantes Elastoméricos	Substrato	Use M	Selantes para uso em substratos de argamassa.
		Use G	Selantes para uso em substratos de vidro.
		Use A	Selantes para uso em substratos de alumínio.
		Use O	Selantes para uso em outros substratos

Tabela 5.2: classificação feita de acordo com a aplicação e ao tipo de substrato.
Fonte: ASTM C920 (2008).

6. METODOLOGIA

A metodologia utilizada na realização dessa monografia foi baseada em duas etapas. A primeira consiste em uma estruturação bibliográfica, enquanto que a segunda consistiu em um levantamento de informações sobre o estudo de caso realizado.

Na primeira etapa foi realizada uma pesquisa baseada em normas, livros e artigos a respeito de revestimento de fachada, juntas de dilatação, revestimento cerâmico, etc. Com a finalidade de determinação das principais características das juntas de dilatação, das camadas de revestimento, do revestimento cerâmico de fachada.

Baseada na pesquisa bibliográfica realizada cada elemento dessa monografia foi desenvolvido da seguinte forma:

- Revestimento cerâmico: as principais funções referentes a esse item foram obtidas através do livro “Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada” (Ribeiro e Barros, 2010), baseado nos estudos de Sabbatini e colaboradores (1990), e sendo essas as seguintes: Proteger a edificação; auxiliar as funções de vedação; acabamento; integração a base. As patologias recorrentes em revestimentos cerâmicos foram obtidas segundo Roscoe (2008), e estão subdivididas em quatro tipos: congênitas (originárias da fase de projeto); Construtivas (decorrentes da fase de execução); Adquiridas (ocasionada ao longo da vida útil); Acidentais (caracterizadas como consequência de solicitações atípicas).

As principais patologias nesse elemento, de acordo com Roscoe (2008) são: descolamento (destacamentos); Estufamento; Manchas; Esmagamento; Trincas (fissuras); Deterioração das juntas; Gretamento; Eflorescência.

Quanto às placas cerâmicas, em relação as patologias, usou-se de base a norma NBR13818 (1997), e foram relacionada os ensaios classificativos quanto a qualidade do material.

- Camadas de Revestimento: Baseando-se na norma NBR13755 (1996) e Roscoe (2008), foi possível obter uma tabela que permite a relação entre a

camada e seus respectivos materiais. Sendo essas camadas: Base; Chapisco; Emboço; Camada de fixação; e camada de acabamento.

Ainda sobre as camadas de revestimento, foi analisada, com o auxílio do livro “Juntas de movimentação em revestimentos de fachada” (Ribeiro e Barros, 2010), a forma que a estrutura da fachada responde a cada tipo de movimento (tensão) que sofre, podendo ser essas movimentações: Variação térmica; Vento; Umidade; Deformações do sistema.

- Juntas de dilatação: quanto a esse elemento foram analisadas suas principais funções, usando de base as publicações de Sabbatini e colaboradores (1990), BS5385: part.2 (BSI, 1991) e Goldberg (1998), em que essas são: Dissipação de tensões; Separação de revestimentos e componentes de diferentes características; e impedir danos provenientes das descontinuidades do substrato. Ainda referente às juntas, essas foram classificadas utilizando-se a dissertação desenvolvida por Ribeiro (2006) e também o estudo feito por Ribeiro e Barros (2010). Tal classificação se divide em juntas: de trabalho; de superfície; de contorno; de transição; de dessolidarização; além de uma breve explicação sobre juntas metálicas.

A segunda etapa foi baseada na análise das características dos revestimentos de fachada, presentes no prédio da Escola de Minas, e foi constituída por: Inspeção a partir da análise de fotos e plantas (tiradas nos locais estudados e obtidas na prefeitura do campus da UFOP – Ouro Preto, respectivamente); e por inspeção tátil-visual.

A partir do estudo feito na revisão bibliográfica, foi possível a análise das características dos diversos elementos da estrutura. Conseqüentemente, pode ser feita a avaliação das possíveis causas das patologias, recorrentes nas fachadas do prédio da Escola de Minas.

7. ESTUDO DE CASO: PRÉDIO DA ESCOLA DE MINAS/UFOP

Nesse estudo foram analisadas as fachadas de revestimento cerâmico, contidas no prédio da Escola de Minas, localizada no campus Morro do Cruzeiro. As características que observadas foram: as patologias apresentadas, a causa das patologias, as características físicas da estrutura e suas ilustrações em planta. As fachadas estudadas são:

- Principal: localizada na parte frontal do prédio da escola de minas;
- Lateral: no corredor externo lateral, caminho para os laboratórios da Escola de Minas;
- Biblioteca: estrutura localizada na frente da biblioteca do prédio;
- Prédio novo: situada na parte traseira do prédio, a qual foi construída recentemente.

As imagens em AutoCad que serão utilizadas nos itens que seguem, foram disponibilizadas pela prefeitura do Campus da UFOP – Ouro Preto.

7.1. FACHADA PRINCIPAL

Essa fachada está localizada na parte frontal do Prédio da Escola de Minas. Quanto às medidas, apenas uma medida foi tomada, das distâncias horizontais e verticais da parte arredondada da estrutura e da parte plana, devido à igualdade de valores. A partir das imagens 7.1.1 e 7.1.2 serão feitas análises das patologias e as causas das mesmas.

Dados:

Distância entre juntas verticais (reta): 1,39 m;

Distância entre juntas verticais (arredondada): 1,39 m;

Distância entre juntas horizontais (reta): 1,42 m;

Distância entre juntas horizontais (arredondada): 1,52m;

Tamanho da junta: 4,0 cm;

Tamanho da pastilha de cor azul: 2,5 cm.



Figura 7.1: apresentação da fachada principal da Escola de Minas.

Através das figuras 7.1 e 7.2 percebe-se a utilização de pastilhas de coloração azul e entre essas, perfis metálicos em forma de calha (o qual tem a espessura de 4 cm). Quanto às patologias há a presença de manchas de cor esbranquiçada que caracteriza o fenômeno de eflorescência, sendo esse resultante da dissolução dos sais presentes na estrutura (provenientes da argamassa, dos

componentes cerâmicos ou da contaminação externa) que são transportados pela água através da porosidade do meio. Na figura 7.2 percebe-se o aparecimento de plantas no local. Ambas as características acima citadas, são patologias adquirida, ou seja, ocorrem ao longo da vida útil da estrutura. Essas são decorrentes da infiltração de água, que se dá pela falta ou nenhuma realização de impermeabilização da estrutura, e também pela ausência de manutenção preventiva (inspeções do rejunte, selantes, placas cerâmicas e limpeza). O perfil da fachada está demonstrado, em planta, pela figura 7.3.



Figura 7.2: ocorrência de manchas esbranquiçadas na fachada.

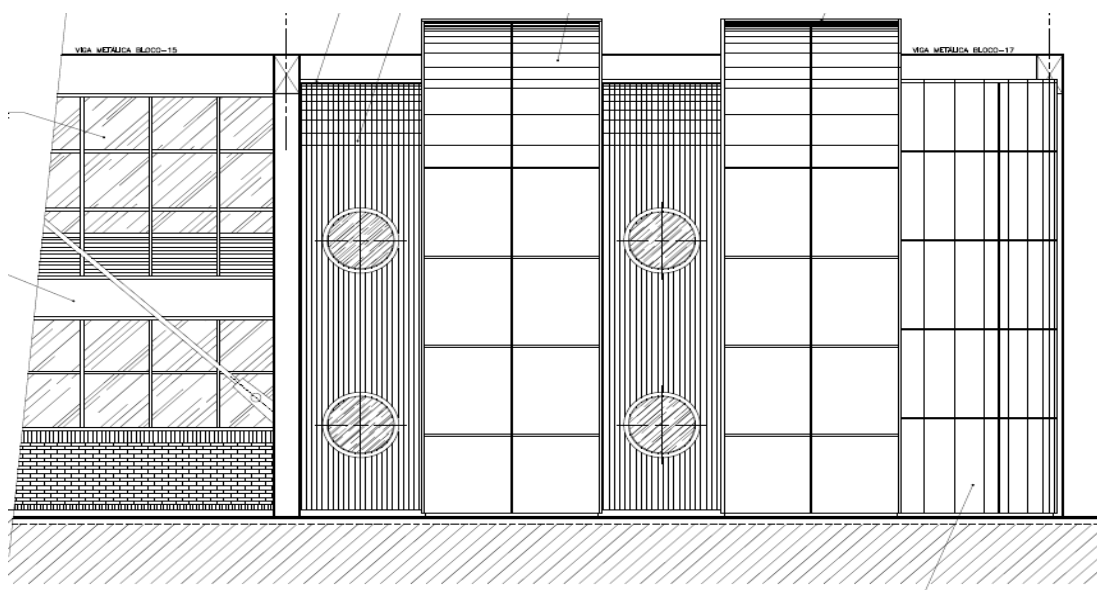


Figura 7.3: perfil da estrutura da fachada em planta. Fonte: arquivo Prefeitura do Campus UFOP.

7.2. FACHADA LATERAL

Essa fachada está localizada na parte lateral direita do Prédio da Escola de Minas, próxima aos laboratórios. Foram tomadas medidas das distâncias horizontais e verticais da parte arredondada da estrutura e da parte plana. Na parte arredondada e na parte plana, devido à igualdade de valores, apenas uma medida foi tomada.

Dados:

Distância entre juntas verticais (reta): 1,4m;

Distância entre juntas verticais (arredondada): 1,40m;

Distância entre juntas horizontais (reta): 1,41m;

Distância entre juntas horizontais (arredondada): 1,50m;

Espessura do concreto aparente: 4,5 cm;

Tamanho da pastilha de cor azul: 2,5 cm.



Figura 7.4: fachada lateral do prédio da Escola de Minas.

A figura 7.4 mostra a fachada localizada na lateral do prédio da Escola de Minas. Nessa estrutura houve a ocorrência de desnivelamento das placas cerâmicas, representado pela figura 7.5, que por não apresentar som cavo quando percutido, indica que a diferença de nível das pastilhas se dá, provavelmente, ao mal assentamento dessas, esse tipo de patologia é construtiva já que é decorrente da fase de execução.

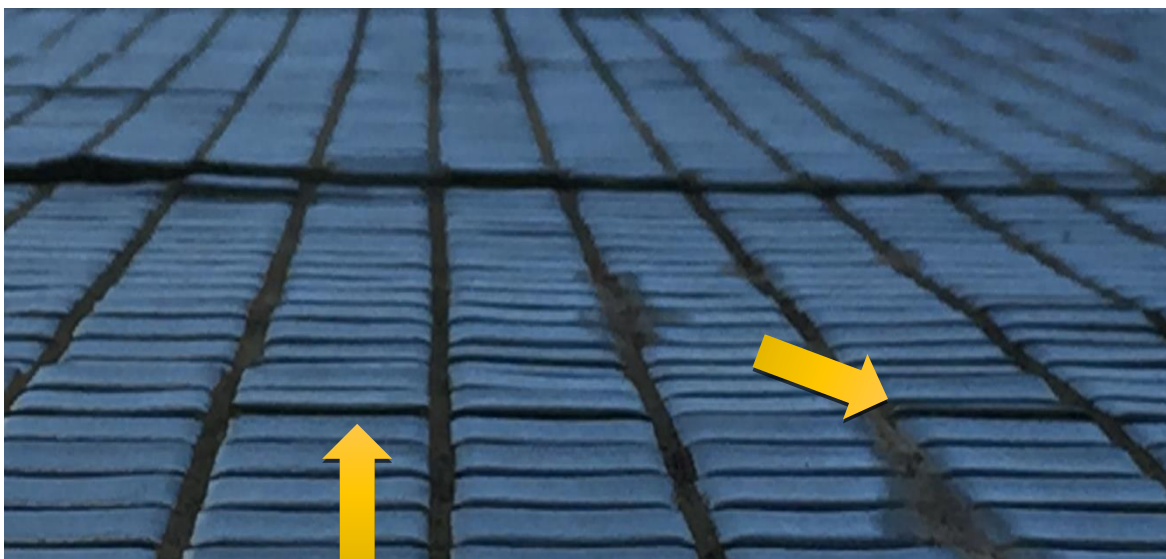


Figura 7.5: demonstração do desnivelamento das pastilhas.



Figura 7.6: aparecimento de manchas e divisória em concreto aparente.

Na fachada principal do mesmo prédio foi utilizado um perfil metálico, no mesmo espaço nessa estrutura pode-se perceber na figura 7.6, a presença de uma faixa

de concreto aparente. A presença de manchas de cor clara esbranquiçada é verificada nas figuras 7.6, 7.7 e 7.8, essas são provenientes da infiltração de água na estrutura, que quando misturada com os sais da estrutura desenvolvem a eflorescência nas placas. O aparecimento de eflorescência nas placas cerâmicas é uma patologia do tipo adquirida, que se deu ao longo da vida útil da estrutura. A demonstração da estrutura em planta está na figura 7.9.



Figura 7.7: presença de manchas e ocorrência de destacamento de pastilhas.



Figura 7.8: apresentação de manchas esbranquiçadas.

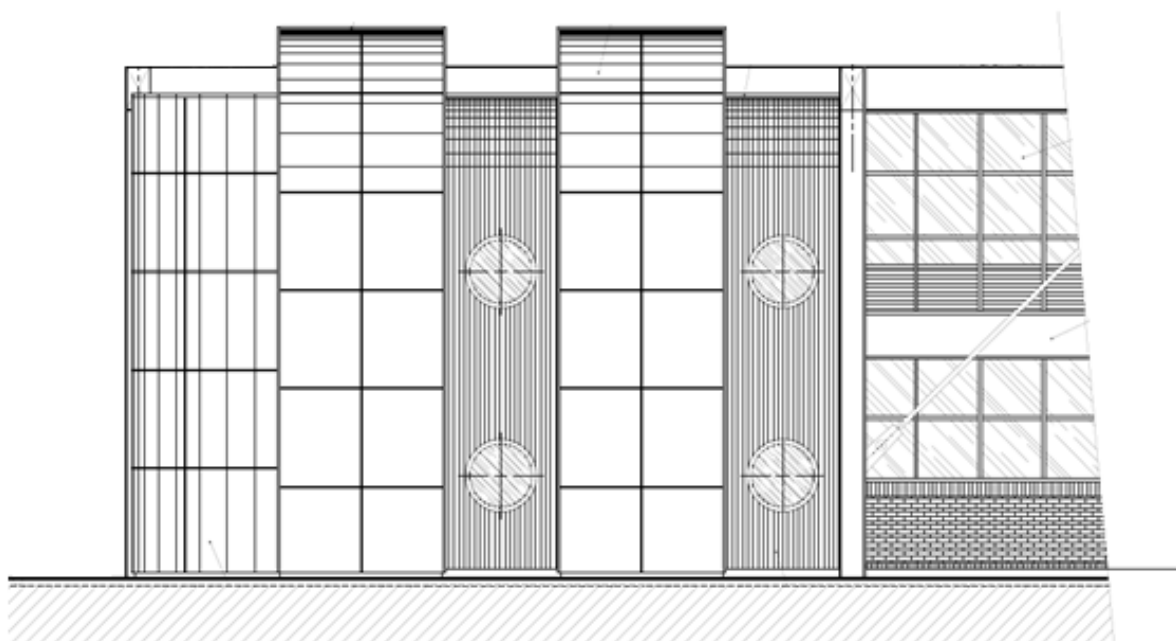


Figura 7.9: fachada lateral da Escola de Minas, em planta.

7.3. ESTRUTURA PRÓXIMA A BIBLIOTECA

Essa fachada está localizada em frente à biblioteca do prédio da Escola de Minas. Quanto às medidas foram tomadas três medidas devido às diferenças entre as distâncias horizontais.

Dados:

Distância entre juntas verticais: 1,14m /1,14m /1,14m;

Distância entre juntas horizontais: 1,39m /1,42m /1,39m;

Tamanho da junta: 4,0 cm;

Tamanho da pastilha: 2,5 cm.

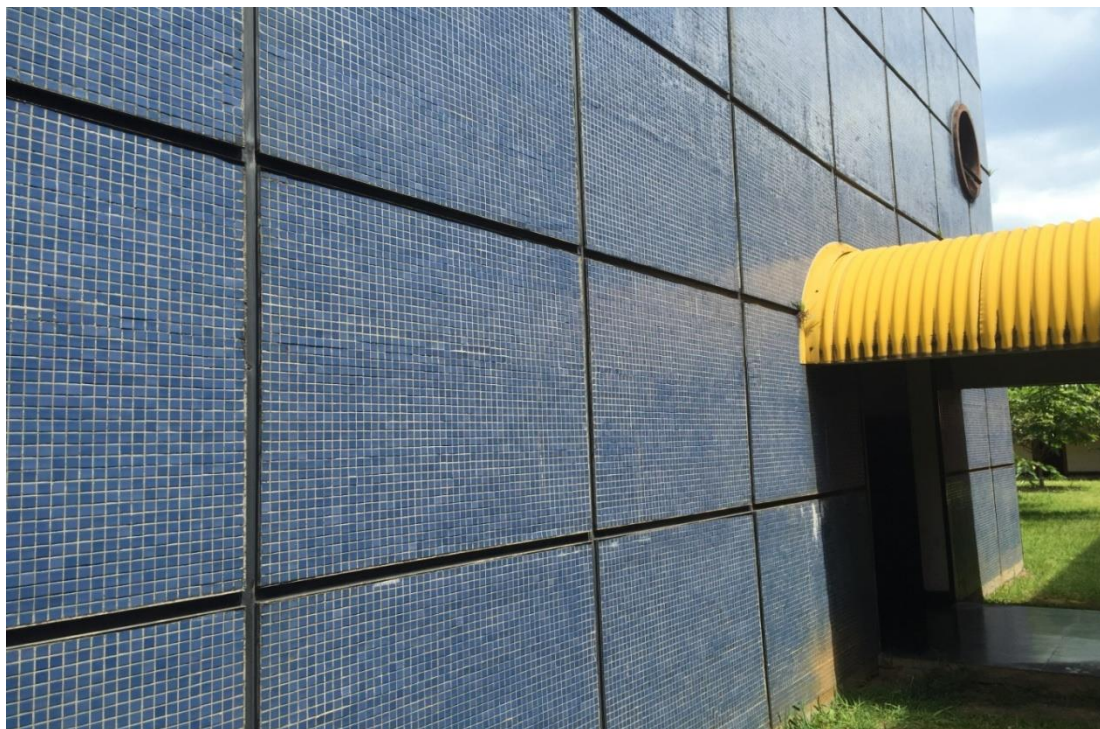


Figura 7.10: fachada próxima à biblioteca da Escola de Minas.

Representada pela figura 7.10 a fachada cerâmica, localizada em frente à biblioteca utiliza, como junta de dilatação, um perfil metálico, encontrado também na fachada principal desse mesmo prédio, como se pode perceber na figura 7.11.



Figura 7.11: utilização de perfil metálico em forma de calha.



Figura 7.12: Aparecimento de plantas e manchas de cor esbranquiçada.

. A ocorrência de manchas de cor clara, decorrentes da infiltração da água na estrutura, é causada pela impermeabilização ineficiente ou ausente da estrutura, ta patologia está demonstrada nas figuras 7.12 e 7.13. Ambas as patologias do tipo adquirida.



Figura 7.13: manchas de cor clara (esbranquiçada), presentes na estrutura.

O aparecimento de plantas, demonstrado nas figuras 7.12 e 7.14, se dá devido à falta de manutenção adequada de tal revestimento (exemplo: inspeções do rejunte, selantes, placas cerâmicas e limpeza).

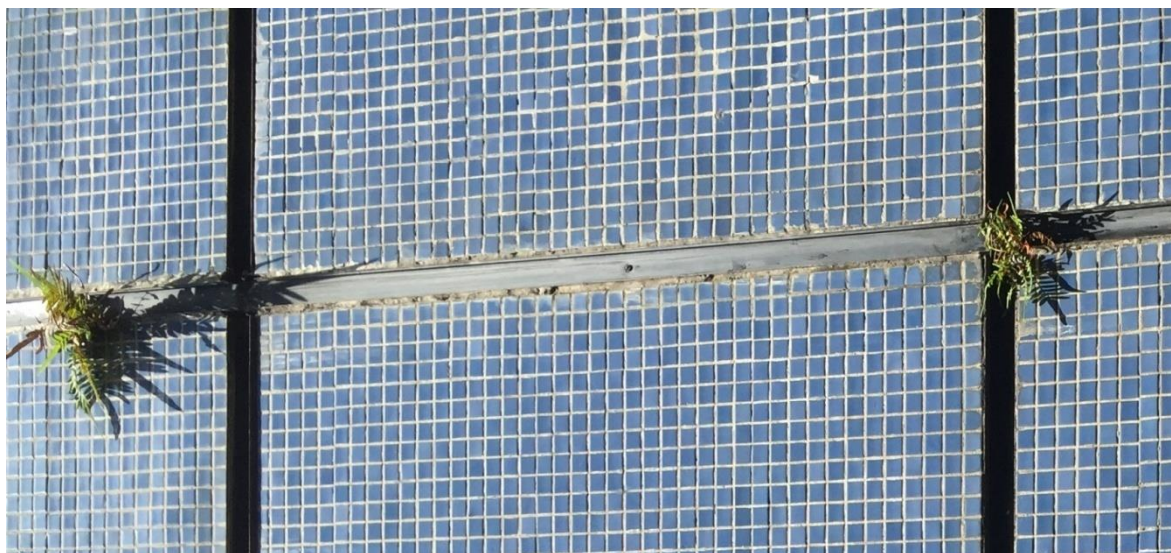


Figura 7.14: aparecimento de plantas.

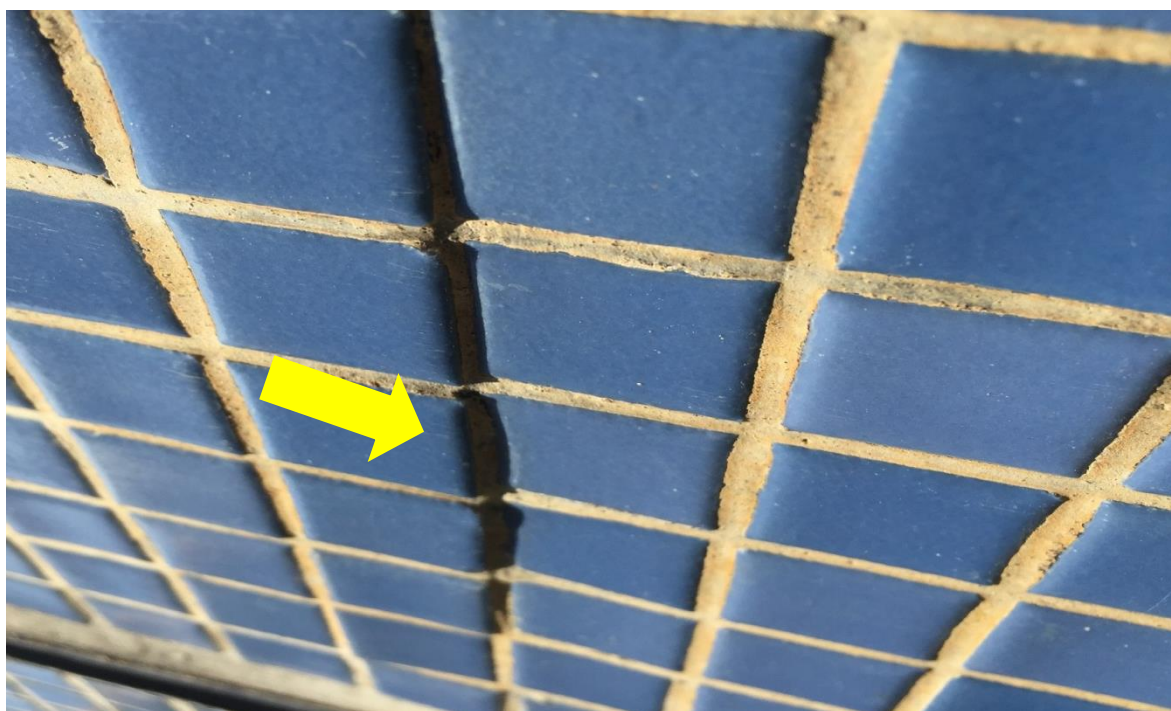


Figura 7.15: estufamento das placas cerâmicas.

A diferença de nível entre as pastilha é decorrente do mal assentamento, já que quando percutido não apresenta som cavo, esse problema está demonstrado na figura 7.15, é do tipo construtivo (já que foi decorrente da execução da obra).

7.4. PORTARIA SECUNDÁRIA

Essa fachada está localizada na parte traseira do prédio da Escola de Minas, parte edificada mais recente da estrutura. Quanto às medidas foram tomadas as distâncias horizontais e verticais da parte arredondada da estrutura, e da parte plana. Na parte arredondada e na parte plana, devido à igualdade de valores, foi tomada apenas uma medida. Nessa estrutura não há a presença de juntas de dilatação, apenas faixas de pastilhas na cor preta, presentes apenas no sentido vertical.

Dados:

Distância entre faixas verticais (reta): 1,46 m;

Distância entre faixas verticais (arredondada): 1,50 m;

Espessura da divisória de pastilhas pretas: 5,0 cm;

Tamanho da pastilha de cor preta: 2,5 cm;

Tamanho da pastilha de cor azul: 4,5 cm;

Na figura 7.17, percebe-se o destacamento de pastilhas, o mesmo ocorre pela perda de aderência entre a cerâmica e o substrato. O descolamento das peças ocorre em áreas onde há o som oco (quando a peça é percutida) ou onde há o estufamento das peças.

Quando feito o teste do som cavo, algumas das pastilhas apresentaram o som oco, sendo assim há a falta de aderência entre o substrato e o revestimento cerâmico. A falta da presença de juntas de dilatação faz com que essa patologia se torne do tipo congênita, já que a expansão e contração da peças cerâmicas

não foram previstas em projeto. A utilização de juntas deveria ter sido feita de acordo com a NBR 13755 (1996), ou seja, a cada 6m horizontais e 3m verticais (ou a cada pé direito). As juntas espaçadas horizontalmente poderiam ter sido executadas substituindo as pastilhas de cor preta, que podem ser vistas na figura 7.16.



Figura 7.16: fachada da edificação mais recente do prédio da Escola de Minas.

Quanto ao aparecimento de manchas, presentes na figura 7.18, ocorrem devido à infiltração de água, que se dá pela falta ou pela má realização de impermeabilização da estrutura, e também pela ausência de manutenção preventiva, sendo então uma patologia do tipo adquirida.

A vista dessa estrutura em planta é verificada na figura 7.19.



Figura 7.17: destacamento de peças cerâmicas.



Figura 7.18: ocorrência de manchas claras (esbranquiçadas).

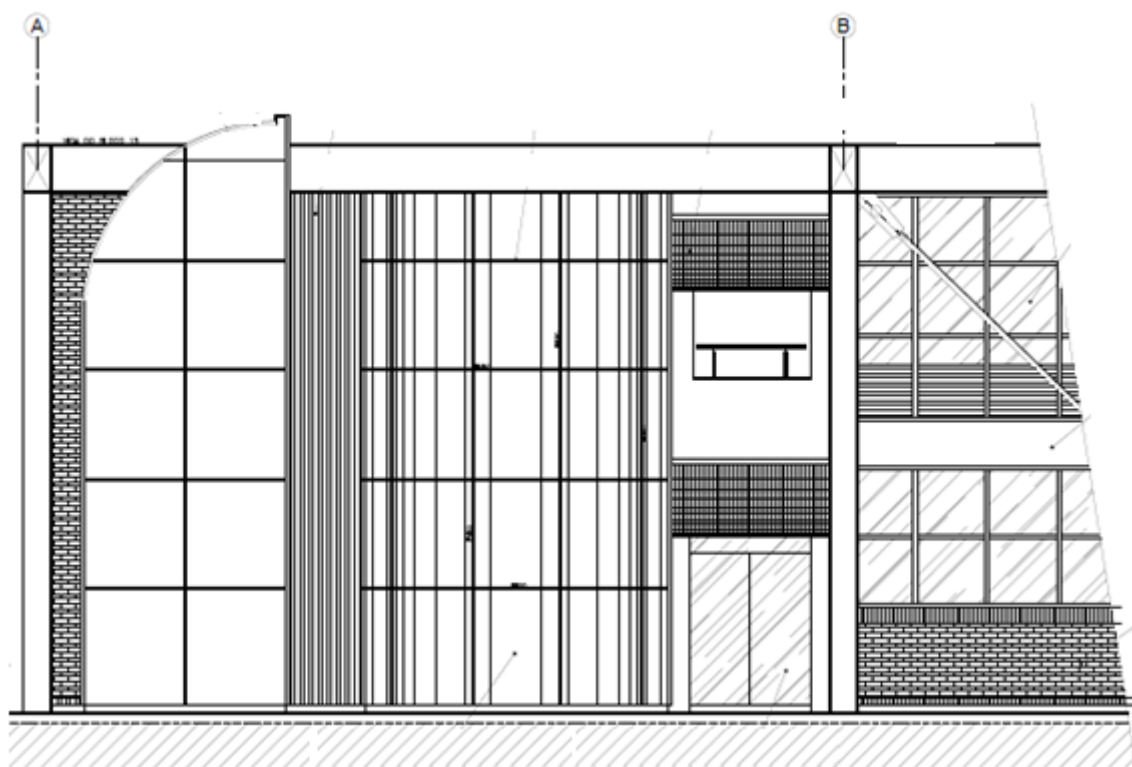


Figura 7.19: vista da estrutura em planta.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1. CONCLUSÃO

Como discutido no primeiro capítulo dessa monografia, o revestimento cerâmico de fachada é amplamente utilizada em edificações. Essa preocupação se dá ao fato de essa camada estar diretamente ligada tanto ao custo do projeto quanto à imagem da construtora.

As juntas de dilatação têm a função de aumentar a capacidade de absorção de tensões e deformações da estrutura. A impermeabilização dessa camada também deve apresentar estanqueidade, para evitar problemas como o descolamento de peças cerâmicas, trincas e infiltrações nas fachadas.

A diversa quantidade de materiais presentes no mercado permite a utilização e combinação de materiais, entretanto devem-se conhecer as características e o desempenho de cada material. Para tal, se faz necessária a sistematização de tais informações. Portanto, a introdução de normas específicas para os materiais utilizados nos revestimentos cerâmicos de fachada e para as juntas de dilatação (que ainda são escassas e generalizadas), é de suma importância à padronização mínima de qualidade e à utilização desse tipo de estrutura.

Para que essa camada de revestimento exerça as funções a qual foi designada, é necessário o desenvolvimento, ainda na fase de projeto, de uma completa compreensão dos elementos do meio que interferirão na estrutura. As características a serem avaliadas atuaram diretamente na movimentação da edificação e nas tensões que serão geradas.

8.2. SUGESTÕES

As patologias que surgem na estrutura são decorrentes, não de causa única, mas de diversos fatores. Portanto, a qualidade e a durabilidade dos revestimentos

cerâmicos estão intimamente ligadas ao planejamento e a escolha dos materiais adequados, além da manutenção adequada ao longo da vida útil.

Um projeto de revestimento de fachada, desenvolvido com qualidade, depende de uma especificação, com projeto detalhado, contendo especificações adequadas e técnicas de execução. A experiência do projetista é fundamental quanto à especificação das juntas de dilatação. Dessa forma seria importante que tais profissionais fizessem o desenvolvimento de um método que lhes permitissem registros de seus projetos, entre esses: sucessos e fracassos.

Nesse tipo de projeto também se faz necessária a realização de ensaios para definição do desempenho dos selantes, que serão os substratos, aos quais as placas estão ligadas. Desempenho esse que tem seus métodos de ensaio empregados pelos fabricantes, podendo auxiliar nas decisões dos profissionais envolvidos no planejamento.

A comparação de resultados permitirá ao projetista, a criação de diretrizes para um futuro projeto e execução da obra, fazer uma utilização mais adequada de juntas de dilatação. Além da impermeabilização, que fará com que tal estrutura se torne estanque e evite problemas resultantes da infiltração da água, como citado anteriormente.

Tais ações farão com que projetos futuro tenham menores índices e problemas resultantes da má empregabilidade das juntas. Deve-se reforçar que além de especificações de projeto e de fiscalização adequada, o treinamento da mão-de-obra é fundamental no resultado final da edificação, que objetiva a qualidade, desempenho e custo adequados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR13755: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

NBR13817: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

NBR13818: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997.

NBR14081: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Especificação. Rio de Janeiro, 1998.

Almeida, L. L. de. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. 2012. 74f. Monografia (graduação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. 2012.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). **Wall and floor tiling**: part 2. code of practice for the design and installation of external ceramic wall tiling and mosaics (including terra cotta and faience tiles) – BS5385 Part 2. London, 1991.

CAMPANTE, Edmilson Freitas. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. 2001. 407p. Tese (Doutorado) – Escola Politecnica da Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo, 2001.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Projeto de racionalização das estruturas de concreto e revestimentos de argamassa associação brasileira de cimento**

portland. “diagnóstico concreto & argamassa. Porto Alegre”. Disponível em: <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br>> . Acesso em: 05 de dez. 2003.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos**: estudos e procedimentos de execucao. 1. ed. Sao Paulo: PINI, 1994. 221p.

Medeiros, J. S; Sabbatini, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachada de edifícios**. 1999. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo- SP, Série BT/PCC, 28 p., (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/246).

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. 573 p. PINI, São Paulo. 1994.

Resende, M. M.; Medeiros, J. S. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos**. 2004. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo- SP, Série BT/PCC, 22 p., (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/384).

Ribeiro, F. A. **Especificações de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios: Levantamento do Estado da Arte**. 2006. 175f. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo – SP. 2006.

Roscoe, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. 2008. 81f. Monografia (graduação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. 2008.

Ribeiro, F. A.; Barros, M. M. S. B. de. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas**. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2010.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B.; DIAS, A. M. N. D.; FLAIN, E. P. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. PROJETO EP/EN- 6- Desenvolvimento de métodos construtivos de revestimentos de piso. Convênio Escola Politécnica da USP e ENCOL São Paulo. PCC/EPUSP, 1990. (Relatório Técnico R6-06/90, Convênio EPUSP/ENCOL; CPqDCC-EPUSP). Não publicado.

SALVADORI, M. Loads. In: SALVADORI, M. **Why buildings stand up: the strength of architecture**. New York, 2002. W. W. Norton & Company, Inc. pg 43-125.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassa de cimento portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios**. 206p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

TEMOCHE-ESQUIVEL, J. F. **Avaliação de uso de revestimentos cerâmicos em fachadas de edifícios multifamiliares. Estudo de caso: São Paulo, Zona Sul. 1994-1998**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

The Council of America (TCA). **Handbook for ceramic tile installation**. Anderson: TCA, 2002.

TIMELLINI, G.; PALMONARI, C. **Le piastrelle di cerâmica negli ambienti pubblici Manuale applicativo. Ceramic tiles of Italy**. ASSOPIASTRELLE

Associazione Nazionale dei Produttori di Piastrelle di Ceramica e di Materiali Refrattari, Italy. Edi. Cer S.p.A. Sassuolo, 2004.

UEMOTO, K. L. **Patologia**: danos causados por eflorescencia. Tecnologia de Edificacoes, Sao Paulo. PINI/ IPT – Instituto de Pesquisas Tecnologicas do Estado de Sao Paulo, Coletanea de trabalhos da Divisao de Edificacoes do IPT. 1988. p. 561-64.

SUPER NGK. **Manual de Assentamento**. Mogi das Cruzes, 2009.