

# INFLUÊNCIA DA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA NO SISTEMA DE FACHADA: ANÁLISE DE PROCEDIMENTOS E ERROS CONSTRUTIVOS

## INFLUENCE OF STRUCTURE IMPLEMENTATION IN THE FACADE SYSTEM: ANALYSIS OF CONSTRUCTION PROCEDURES AND ERRORS

Luiz Henrique Amorim Fernandes<sup>1</sup>

Evelyne Emanuelle Pereira Lima<sup>2</sup>

Antonio da Silva Sobrinho Junior<sup>3</sup>

Rafyd Schlei Estrela Silva<sup>4</sup>

Luciana Alves da Nóbrega<sup>5</sup>

### RESUMO

As metodologias e procedimentos de execução no sistema de fachada de edificações são fatores essenciais para desempenho adequado do referido sistema. Muitos equívocos na execução desse sistema são advindos de métodos construtivos e da instrução da equipe de execução. Outro fator agravante se dá pela falta de fiscalização dos responsáveis técnicos. Baseado nessas observações, o presente trabalho de conclusão de curso busca apontar a influência do método da execução do sistema estrutural, mais precisamente, a execução do sistema de fôrmas e os devidos cuidados que devem ser tomados, visando a influência que o respectivo sistema provocará nas camadas de revestimento da fachada, alienando esses fatores às metodologias executivas do sistema de fachada, que também podem causar degradações na edificação. Para tanto, estas realizaram análises em duas edificações, onde a execução das obras foi realizada, através de uma única construtora e as mesmas estão situadas na cidade de João Pessoa/PB, através de visitas in loco e registros fotográficos, apontando os métodos executivos de cada etapa durante a execução do sistema de fachada e as consequências após a finalização do mesmo. Concluindo que os procedimentos executivos, equipe e materiais adotados em cada edificação resultaram em situações extremamente diferentes, nas quais os fatores citados contemplaram o sucesso numa edificação e problemas patológicos na outra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processo executivo. Fachada. Degradações.

### ABSTRACT

The methodologies and procedures of execution in the facade system of buildings are essential factors for the adequate performance of the same. Many mistakes in the execution of this system come from constructive methods and instruction from the execution team. Another aggravating factor is the lack of supervision of technical managers. Based on these observations, the present work of conclusion of course seeks to indicate the influence of the method of the execution of the structural system, more precisely, the execution of the system of forms and the due care that must be taken, aiming at the influence that the respective system will provoke in the layers of facade cladding, alienating these factors to the executive methodologies of the facade system, which can also cause degradation in the building. In this work, analyzes were carried out in two buildings, where the execution of the works was done through a single construction company and they are located in the city of João Pessoa/PB. The analysis was through on-site visits and photographic records, pointing out the executive methods of each step during the execution of the facade system and the consequences after the completion of the facade system. Concluding that the executive procedures, staff and materials adopted in each building resulted in extremely different situations, where the mentioned factors contemplated success in one building and pathological problems in the other.

**KEYWORDS:** Executive process. Facade. Degradations.

1 - Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: luizh.fernandes@hotmail.com

2 - Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Docente do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: evelyne.lima@unipe.br

3 - Engenheiro civil, doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Docente da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: sobrinhojr@hotmail.com

4 - Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: rafydschlei@gmail.com

5 - Mestre em Modelos de Decisão e Saúde pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Docente do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: luciana.alves@unipe.br

## INTRODUÇÃO

Os materiais cimentícios ainda são os preferidos nas obras de forma geral, devido as facilidades promovidas por eles, tanto do ponto de vista de custos, quanto da facilidade em se encontrar mão de obra para trabalhar com esses materiais. Não podendo passar despercebido, o concreto, fazendo parte da família dos materiais cimentícios, ainda é um dos favoritos para execução de estruturas nas obras, devido à facilidade de adquirir os insumos para preparar o material no local ou através do fornecimento por parte das usinas de produção de argamassas e concretos.

Considerando edificações de pequeno ou grande porte, é possível identificar, facilmente, obras que o sistema estrutural foi executado em concreto armado. Contudo, quanto mais extensa e alta a edificação, os problemas na execução da estrutura podem se agravar e gerar manifestações patológicas, devido ao acúmulo de erros em cada pavimento executado, conforme afirmam Brik *et al* (2013), onde as degradações nas estruturas apontam falhas de execução das mesmas e na fiscalização dos serviços executados. Entretanto, analisar tais causas ainda é algo complexo, devido ao acúmulo de erros existentes. Além disso, os erros citados acima também podem ser gerados devido à falta da qualificação da mão de obra, sendo uma característica comum entre os operários que, geralmente, aprendem o ofício no decorrer da vida com outros profissionais, adquirindo metodologias de trabalho ultrapassadas, devido à falta de realização de cursos de capacitação. Segundo Trindade (2015, p. 21) “é comum ocorrerem erros que geram patologias quando se usa mão de obra desqualificada ou até mesmo mão de obra qualificada, que não esteja ambientada para uma nova tecnologia, ou ainda usá-la fora de sua área de especialização”.

Após execução da estrutura, alvenarias de vedação e alguns serviços internos, uma das próximas etapas é a execução da fachada da edificação. Antes de iniciar os serviços propriamente ditos, é importante fazer o mapeamento para a verificação das condições em que se encontra a edificação e tomar decisões para execução dos serviços. Como esta etapa requer uma compra considerável de materiais e possibilita riscos futuros à edificação, é imprescindível ter em mãos os projetos e normas referentes aos serviços que devem ser executados. Atualmente, o projeto de fachada é um serviço que vem sendo oferecido, visto os diversos problemas que as construtoras se deparam na execução desta etapa.

Considerando uma fachada com revestimento argamassado ou placas cerâmicas, tem-se o apoio da ABNT NBR 13755/1996 – Revestimentos de Paredes Externas e Fachadas com Placas Cerâmicas. O cumprimento das prescrições da norma garante a segurança da execução dos serviços, evitando assim possíveis manifestações patológicas. Contudo, essas degradações são facilmente identificáveis, tais como descolamento de placas, trincas e fissuras na camada de argamassa, eflorescência, etc. Com isso, muitas obras, após concluídas, tendem a gastar com reparos para conter ou eliminar as manifestações patológicas. Apesar dos problemas, em sua maioria, surgirem quando a edificação está em operação.

A fim de evitar algumas manifestações patológicas, a boa execução da estrutura numa edificação é de suma importância para as demais etapas da obra, tomando como exemplo de caso, a fachada, por conta de sua magnitude em termos de serviços a serem executados e materiais a serem utilizados, como cimentos, argamassas colantes, placas cerâmicas, etc. Uma edificação em desaprumo, por exemplo, pode gerar diversos contratempos na execução da fachada, desde o tempo de execução dos serviços aos imprevistos orçamentários que vão surgindo e as dificuldades na execução de cada etapa do processo de execução, influenciando diretamente nos custos da obra, haja vista a necessidade de utilizar mais materiais e mão de obra, implicando na alteração do planejamento, do cronograma e do orçamento.

Com as informações explicitadas acima, torna-se importante uma análise da influência da execução do sistema estrutural em edificações prediais e sua relação com o sistema de fachada e as manifestações patológicas que possam vir a surgir, desde a etapa executiva ao pós-obra, visto que as degradações geram grandes prejuízos de ordem financeira, além de manutenções constantes, causando grande desconforto aos usuários/proprietários da edificação. Para isso, o presente artigo visa analisar a influência da execução da estrutura de edificações prediais no sistema de fachada, apontando os erros construtivos mais comuns na execução dos elementos estruturais, enfatizando a influência que tais erros provocam na fachada. Como objeto de estudo para este trabalho, foram selecionadas duas edificações, ambas com sistema de fachada em funcionamento.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### ESTRUTURAS

A escolha do tipo de estrutura que será empregada em determinada edificação, não tem apenas como

critério o fator de ordem econômica, exige também do engenheiro calculista a sensibilidade de avaliar outros critérios, como, a arquitetura, prazos para execução, mão de obra, estética, além da disponibilidade dos materiais que serão empregados para conceber o sistema Rebello (2007) aponta que para conceber um sistema estrutural não existe uma regra, diversos fatores devem ser levados em conta como critérios de análise, para determinação do sistema estrutural, ou emprego de materiais.

No Brasil, comumente, as estruturas de concreto armado ainda são bastante utilizadas. O favoritismo por esse sistema estrutural se deve à grande oferta de mão de obra e abundância dos materiais empregados, além da trabalhabilidade do mesmo. Contudo, a fiscalização deve ser um fator importante, visto que, os operários geralmente não possuem cursos profissionalizantes, sendo sua experiência adquirida no decorrer da sua carreira de trabalho, assimilando conhecimentos com outros profissionais, fato que contribui para ocorrência de erros, durante a execução dos serviços.

Para contemplar uma estrutura bem executada, é necessário seguir os procedimentos prescritos pelas normas técnicas, promover treinamento adequado para os operários, além de realizar constante acompanhamento e fiscalização da execução, desde o recebimento dos materiais, dosagem de traços, montagem das formas, concretagens, etc. Assim, garantindo a vida útil de projeto (VUP), estabelecido pela ABNT NBR 15575/2013.

A ABNT NBR 14931/2004, no item 7, aponta os requisitos necessários para a correta execução das fôrmas. Segundo a norma, o sistema de fôrmas é composto por andaimes, pelas peças de cimbramento, escoramento, apoios, uniões necessárias para as peças e, logicamente, pelas próprias fôrmas. É comum ocorrer o reaproveitamento das fôrmas durante toda a obra, sendo observado o seu estado de deterioração, visto que, as condições em que o material se encontra, influenciará na qualidade da estrutura, além de provocar atrasos em demais etapas, inclusive podendo gerar degradações no sistema estrutural. Ainda na norma citada, o item 7.2.1, ressalta que as fôrmas e os materiais podem ser reaproveitados, contanto que sejam utilizados de forma adequada, ressaltando que, caso a fôrma seja utilizada diversas vezes, deve ser verificado o estado de deterioração, avaliando se as peças estão alinhadas e com capacidade de suporte para as tarefas para as quais serão destinadas.

Devido aos elementos estruturais influenciarem diretamente no sistema de fachada, pois afetam de forma direta o prumo e esquadro da edificação, implicando no comprometimento da uniformidade das camadas de revestimentos e custo mais elevados, devido ao emprego das soluções implantadas para compensar o desalinhamento da edificação, pode-se destacar alguns itens, citados anteriormente, como sendo fatores significativos para garantir o desempenho do sistema, tais como, o desaprumo da fôrma, deformação da fôrma, a deficiência no alinhamento da fôrma, etc. A falta de cuidados na montagem das fôrmas, podem gerar situações inconvenientes, tais como, irregularidades no formato do elemento, além de comprometer o cobrimento mínimo da peça, conforme aponta a figura 1.

Figura 1 - Deformação da fôrma

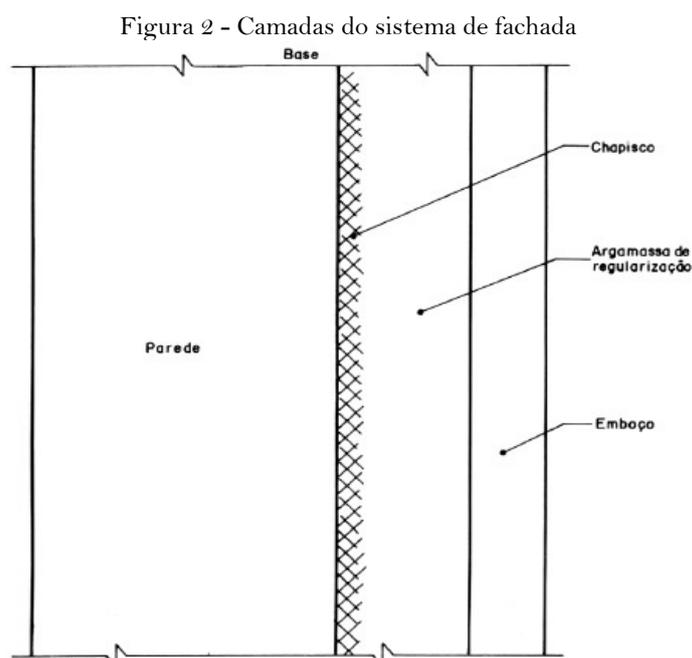


Fonte: Autores (2016)

Os fatores elencados anteriormente, influenciam de forma direta o sistema de fachada, devido a esses comprometerem as camadas de revestimento em termos de espessura, sendo necessários adotar medidas para reforçar tais camadas, por causa da grande variação da espessura, e pelo do desaprumo da edificação, são geradas algumas dificuldades de execução: maior custo, surgimento de problemas patológicas, além de, existir a possibilidade das degradações serem bem mais significativas, quando somadas aos possíveis problemas de execução do próprio sistema de fachada.

## FACHADA

A ABNT NBR 13755/1996 define revestimento externo (ou sistema de fachada) como uma série de camadas intimamente ligadas, onde os elementos estruturais, alvenarias, camadas de argamassas (colantes, chapisco e emboço) e revestimento final, têm função de proteger a edificação de intempéries, agentes agressores, ações mecânicas, além de promover a estética da edificação. Esse sistema pode ser representado conforme a figura 2.



Fonte: ABNT NBR 13755 (1996)

Segundo a mesma norma, os materiais que compõem os revestimentos externos ou fachada, são: revestimento cerâmico; agregados; água de amassamento; material para enchimento das juntas de assentamento; materiais para as juntas de movimentação e de dessolidarização.

A ABNT NBR 13749/2013 aponta as espessuras admissíveis para os revestimentos de argamassa para parede externa, conforme quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

Revestimento	Espessura (e) mm
Parede interna	$5 < e < 20$
Parede externa	$20 < e < 30$
Tetos internos e externos	$e < 20$

Fonte: ABNT NBR 13749 (2013)

A norma ainda preconiza que, se a camada entre o chapisco e o tardo (face da placa cerâmica que fica em contato com a argamassa colante) for maior que 25mm, ou seja, caso haja a necessidade de executar camada extra de regularização, deve ser feito emprego de telas metálicas (figura 3) a cada 25mm de emboço aplicado. Em complemento às normas citadas anteriormente, a ABNT NBR 7200/1998 indica que, para cada camada de regularização executada, deve-se considerar vinte e quatro horas para a aplicação da camada subsequente.

Figura 3 - Tela para reforço da camada de emboço



Fonte: Teciam (2016)

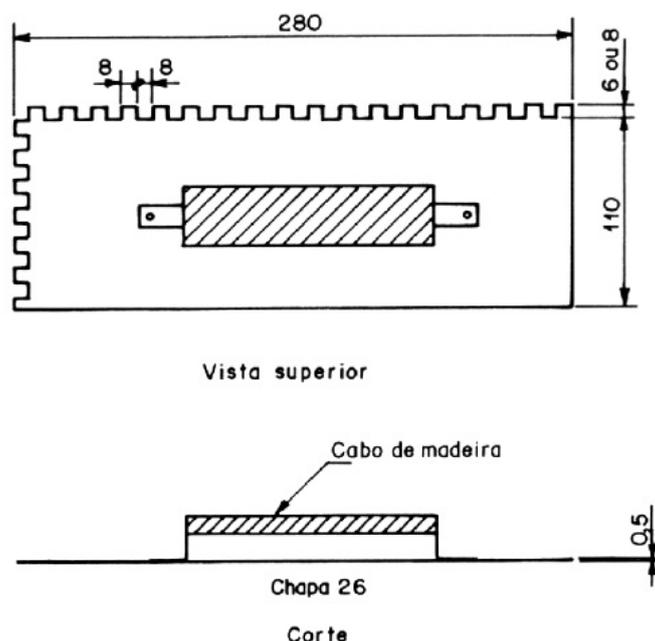
Após as camadas de substrato, procede-se a aplicação da argamassa colante. A definição de argamassa colante industrializada é dada pela ABNT NBR 14081-1/2012 como “produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, ue, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento”.

Este material contribui para o desempenho do sistema de fachada, principalmente, nas partes da edificação em que há presença de concreto, garantindo a aderência das camadas subsequentes.

Por último, aplica-se o revestimento cerâmico e o rejunte. Antes da aplicação do revestimento, a norma aponta alguns fatores que devem ser observados. A utilização de peças seccionadas deve ser evitada, sendo permitido apenas quando houver necessidade, geralmente motivos construtivos e, deve ser realizado o corte da peça com equipamento adequado, garantindo a perfeição do corte. Outro fator, é que as placas cerâmicas devem ser colocadas a seco sobre a camada de argamassa, com ressalva, em situações onde a parede fica exposta a insolação e ventos, sendo necessário umedecer a parede, entretanto, não saturar a mesma.

Para iniciar os serviços de aplicação do revestimento, deve-se escolher o ponto de partida, onde, comumente, ocorre de cima para baixo. Após escolhidos onde iniciará a aplicação das placas cerâmicas, um elemento importante deve ser sempre fiscalizado, a desempenadeira dentada de aço, que deve atender alguns requisitos, conforme figura 4.

Figura 4 - Desempenadeira dentada de aço



Fonte: ABNT NBR 13755 (1996)

Para correta aplicação da argamassa colante, com o uso da desempenadeira dentada, a norma descreve os passos necessários. A superfície da base que receberá a argamassa deve ser preenchida com a parte lisa da desempenadeira, formando uma camada média sobre a base entre 3 mm e 6 mm, dependendo das dimensões dos dentes da desempenadeira que será utilizada para o procedimento. Após a formação da camada de argamassa colante, utiliza-se o lado dentado da ferramenta, definindo o desenho do material aplicado em forma de cordões (Ilustração 16) e regularizando a altura da camada. O excesso de material removido pode ser misturado novamente ao restante que será aplicado.

## JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO

É definido como “espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento” (ABNT NBR 13755/1996).

Nos panos de fachada pode-se ter dois tipos de juntas de movimentação, as verticais e as horizontais (figura 5), sendo mais comum a última.

Figura 5 - Juntas de movimentação horizontal e vertical



Fonte: Autores (2016)

Segundo a ABNT NBR 13755/1996, as juntas de movimentação (ou dilatação) horizontais devem ser executadas a cada medida de pé-direito, podendo ter um espaçamento máximo entre as mesmas de 6 metros, sempre na região de encunhamento da alvenaria. Para as juntas verticais, a implantação destas deve ocorrer em regiões de mudança de direção do plano de revestimento, em mudanças de materiais, por exemplo, de alvenaria para concreto.

A largura da junta, a norma aponta que pode ser dimensionada “em função das movimentações previstas para a parede e para o revestimento, e em função da deformabilidade admissível do selante, respeitado o coeficiente de forma (largura/profundidade da junta), que deve ser especificado pelo fabricante do selante”, além da profundidade ter que atingir todas as camadas que compõem o sistema de revestimento externo, garantindo o alívio das tensões nos panos de fachada.

Para preencher o vazio das juntas de movimentação, a norma aponta que “devem ser empregados materiais altamente deformáveis, tais como borracha alveolar, espuma de poliuretano, manta de algodão para calafetação, cortiça, aglomerado de madeira (com densidade aparente de massa da ordem de  $0,25 \text{ g/cm}^3$ ), etc”.

Após o enchimento da junta, torna-se necessário a vedação da mesma, garantindo que não ocorra infiltrações, onde, são empregados materiais selantes, tipo silicone e poliuretano, ou seja, materiais à base de elastômeros.

# ANÁLISE DA EXECUÇÃO DO SISTEMA DE FACHADA NAS EDIFICAÇÕES OBSERVADAS

## ANÁLISE DO SISTEMA DE FACHADA DO RESIDENCIAL 1

Como primeira situação, tem-se o Residencial 1, sendo esse encontrado em fase final de execução.

### PROCEDIMENTOS DE EXECUTIVOS

#### TRANSFERÊNCIA DOS EIXOS DE REFERÊNCIA

Inicialmente, desde o início da obra, utilizou-se sistemas de eixos de referência para locação dos elementos estruturais e alvenarias de vedação, tendo o objetivo de minimizar os erros, tais como, esquadro e prumo da edificação, durante a execução de toda obra, visto que, existe a prática comum de obter-se determinadas locações dos elementos estruturais ou paredes, a partir de elementos já existentes, nos quais, tal fato, pode ocasionar os erros citados anteriormente, desalinhando a edificação.

Como exemplo, caso um pilar afaste do alinhamento em 0,5 cm num pavimento, conseqüentemente, as alvenarias daquele mesmo andar também sofrerão o mesmo deslocamento, caso sejam locadas, a partir do elemento citado. Além disso, se a locação dos elementos do pavimento acima sejam realizadas, através do andar anterior, esse sofrerá o mesmo deslocamento ocorrido no subjacente, ou, podendo até mesmo, sofrer maior deslocamento devido a erros construtivos, por parte da equipe que está executando o serviço, acarretando em um erro acumulativo e impactante, durante toda a extensão da edificação, prejudicando assim, as camadas de revestimento do sistema de fachada, do ponto de vista executivo, em que as camadas para regularizar o prumo e o esquadro do prédio serão mais espessas que o previsto.

O fator orçamentário também é afetado, visto que, inicialmente, por exemplo, o orçamento pode ser baseado numa camada regular de cerca de 3 cm de espessura e, na realidade, essa camada irá atingir valores com média de 8 cm, sendo quase o triplo do previsto, além de requerer elementos extras que terão função de reforçar o sistema de revestimento, gerando custo não previstos.

Contudo, apesar da possibilidade de correção do prumo e esquadro da edificação, a partir das camadas de revestimento da fachada, os elementos estruturais continuarão desalinhados, causando o surgimento de cargas não previstas em projeto, fato que, poderá ocorrer o surgimento de manifestações patológicas na edificação, inclusive na fachada, além dos possíveis problemas executivos que possam ocorrer durante a execução desse sistema, gerando outras degradações e até mesma agravando ainda mais os problemas das camadas de revestimento.

Com os eixos fixados e conferidos, houve a elevação das alvenarias da platibanda, a partir dos eixos citados, minimizando o risco de desalinhamento em relação aos pavimentos subjacentes. Com linhas de referências se fez o emestramento pelo lado interno das paredes da platibanda, garantindo o esquadro, em relação ao eixo. Com isso, ocorreu uma transferência de esquadro para o lado externo da parede, aplicando-se taliscas, garantindo a espessura regular de quando as demais camadas fossem revestir tais alvenarias, além de definir o esquadro em relação a fachada.

#### SERVIÇOS PRELIMINARES

Realizado a aplicação de taliscas na platibanda e garantindo o esquadro, tanto interno, quanto externo, deu-se início a montagem dos balancins, liberando o serviço de limpeza e regularização da base, além do encunhamento externo. O serviço de limpeza foi realizado de forma manual, em todos os pavimentos e, durante o processo foi comum a remoção de vestígios de madeira (advindos das formas utilizadas para moldar os elementos estruturais), pregos, pontas de ferro conforme aponta a figura 6, evitando assim barreiras físicas para agregação das camadas à base. Para as partes de metal localizadas na extensão da edificação, realizou-se seccionamento do elemento e aplicação de anticorrosivo para evitar futura expansão a partir da oxidação da peça, podendo esse agravar as camadas de revestimento, por exemplo, causando fissuras.

Figura 6 - Vestígios de materiais na fachada



Fonte: Autores (2016)

## LAVAGEM E CHAPISCO

Após o encunhamento, limpeza e regularização da base, deu-se início a primeira camada de revestimento do sistema de fachada, o chapisco. Antes da aplicação propriamente dita desse material, houve uma segunda limpeza da base, através de hidrojateamento, garantindo a remoção de poeira, sendo essa uma barreira física que pode realizar isolamento da camada, podendo trazer futuras degradações, como o descolamento do revestimento. Além disso, o hidrojateamento promove a umidificação do substrato, fato esse que foi realizado em toda extensão dos panos de fachada, com o objetivo de garantir que a água de amassamento do chapisco não evaporasse de forma rápida, por conta das altas temperaturas que os blocos cerâmicos atingem, principalmente em localidades de climas mais quentes, com isso garantindo uma melhor cura da camada de chapisco.

Com a base úmida, se iniciou a aplicação da argamassa, que no Residencial 1, foi aplicado de forma manual, com auxílio da colher de pedreiro e o traço foi preparado no canteiro de obras numa betoneira, na proporção em volume de 1:3 (uma parte de cimento e três de areia).

Outro cuidado que se teve nessa etapa foi que, nas partes compostas por elementos estruturais, houve aplicação de argamassa colante industrializada, com desempenadeira dentada de aço, anteriormente ao chapisco, devido ao concreto ser um material menos aderente em relação ao bloco cerâmico. Com a argamassa ainda fresca, aplicou-se o chapisco sobrepondo-a, com objetivo de se promover maior interação entre as duas argamassas, fato que pode ser observado na Ilustração 30, onde os elementos estruturais estão preenchidos com argamassa colante e os blocos cerâmicos apenas com chapisco.

Figura 7 - Aplicação de chapisco



Fonte: Autores (2016)

## MAPEAMENTO E EMESTRAMENTO

Finalizada a aplicação de camada de chapisco, iniciou-se o processo conhecido como mapeamento de fachada, que tem como objetivo verificar os pontos críticos, em toda a extensão da edificação, além de apontar elementos fora de esquadro e o prumo da edificação como um todo.

Através das taliscas aplicadas na platibanda, quando houve a transferência de eixos, foram colocados arames guias, desde o pavimento da cobertura, até o mais inferior possível. No caso do Residencial 1, nas taliscas aplicadas na platibanda, atribuiu-se valor de espessura inicial de 3,00 centímetros e, ao lançar os arames guias, verificou-se no pavimento mais inferior possível a distância que o arame distanciou da base que receberá o revestimento.

De forma geral, obteve-se nos panos de fachada uma média de 3,00 centímetros de espessura. Para a camada de emboço, apenas algumas regiões ocorreram pontos críticos, tais como: vigas que apresentaram saliência ou contração, devido à irregularidades da fôrma ou falta de resistência, durante a concretagem do elemento, ou alvenarias que foram elevadas fora de prumo ou esquadro, o que resultou em espessura de camada de emboço menor que a mínima, ou acima dos 3,00 centímetros atribuídos na região da platibanda. Em determinados locais do pano de fachada, conseqüentemente, devido aos pontos com espessura menor que a mínima, teve-se que aumentar a distância do arame guia no ponto de partida (platibanda) para garantir a espessura mínima da camada.

Com as camadas dos panos de fachada bem definidas, deu-se início ao serviço de emestramento, que foi adotado uma distância média de 1,50 metros entre as mestras, devido às régua de sarrafeamento usuais terem o comprimento de até 2,00 metros, garantindo que a mesma faça contato com as duas mestras simultaneamente, resultando numa espessura uniforme da camada.

## EMBOÇO E TELA METÁLICA

Após o pano de fachada ser completamente emestrado, houve o lançamento de novos arames guias. Esses percorreram regiões de arestas, tanto em mudança de pano de fachada, quanto de arestas de janelas, garantindo o alinhamento dos capiaços. Logicamente, regiões essas que foram aplicadas as mestras, sendo um fator de segurança ao longo de toda edificação, garantindo a correta espessura da camada de emboço, além do alinhamento das esquadrias.

Posteriormente, aos arames lançados, houve a aplicação de tela metálica nas regiões das janelas e de encontro entre alvenarias de vedação e elementos estruturais, com intuito de prevenir possíveis fissuras que tendem a surgir nessas regiões. No caso das janelas, as fissuras que surgem com inclinação de 45°, devido à falta ou má execução das contravergas, tornando-se um ponto vulnerável a infiltrações. Já as regiões de encontro das alvenarias de vedação com os elementos estruturais, tendem a ter fissuração devido aos materiais constituintes serem diferentes, de forma que, as dilatações provocadas por umidade e variações de temperatura serem diferentes em cada material, causando expansões diferentes e, conseqüentemente, fissuras na região de contato dos materiais. Com isso, no Residencial 1, adotou-se o emprego de telas metálicas nessas regiões para suportar as pequenas tensões, decorrentes das situações citadas acima, em que tal tela tem função semelhante a utilizada quando da realização da etapa de elevação das alvenarias com blocos cerâmico, aplicadas quando há contato com os pilares de concreto, geralmente a cada duas fiadas.

Após aplicação da tela metálica para fachada, iniciou-se a aplicação da camada de emboço, onde, a argamassa utilizada foi produzida no canteiro de obras, inicialmente com traço de cimento, cal e areia, na proporção volumétrica de 1:2:6. Porém, essa proporção teve que ser revista, devido a ocorrência de fissuras na camada de emboço. Logo, constatou-se que a cal se encontrava em excesso no traço, com isso, o traço em volume padrão utilizado foi 1:1,5:6. Antes de iniciar a projeção da argamassa, a base foi umidificada, pelas mesmas razões apontadas anteriormente na aplicação da camada de chapisco, devido as elevadas temperaturas locais, prejudicando a porção de água de amassamento utilizada no traço e conseqüentemente, a cura da camada, gerando fissuras que possam causar futuras degradações à edificação, como infiltrações. A projeção da argamassa foi realizada de forma manual, com auxílio da colher de pedreiro. Para o acabamento utilizou-se régua de aço e desempenadeira de lisa de madeira, deixando a superfície com aspecto áspero, com objetivo de obter maior aderência da camada de emboço com a argamassa colante, que servirá de ponte de aderência para a placa cerâmica.

## EXECUÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO

Durante a execução da camada de emboço, ocorreu também a abertura das juntas de dilatação, sendo essas responsáveis por aliviar as tensões no pano de fachada, devido às movimentações, dilatação térmica e por umidade das camadas de revestimento. No Residencial 1, teve-se o cuidado de realizar a execução das juntas com a camada

de emboço ainda fresca, possibilitando facilmente a abertura das mesmas, procedimento que geralmente é realizado utilizando serra mármore. Após a camada já está enrijecida, não é indicado, pois, o disco de corte da ferramenta pode atingir regiões que não contemplam as das juntas de movimentação, tais como, elementos estruturais, podendo até mesmo penetrar de tal forma que chegue a seccionar a armadura da peça, além de promover maior risco a agentes agressores, para o elemento devido a exposição pelo corte realizado, ocasionando oxidação da armadura e carbonatação do concreto.

Para correta execução das juntas, em todos os panos de fachada, foi realizada a marcação do nível em cada pavimento, sempre obedecendo a marcação que a primeira equipe realizou no pavimento, garantindo o nível das juntas ao redor de toda edificação. Além disso, houve fiscalização quanto a localização em que a abertura estava sendo realizada, frisando sempre que deveria ser na região de encunhamento entre a alvenaria e a viga. Região essa que é comum apresentar fissuras devido ao encontro de materiais diferentes e suas respectivas propriedades e movimentações, além de ser observado a profundidade das juntas, que devem ultrapassar o emboço, atingindo o chapisco, fato esse que desconecta a camada de emboço a cada pavimento.

Após a abertura realizada e a camada de emboço curada, ocorreu a impermeabilização das juntas (Ilustração 34), com utilização de material impermeabilizante, com propriedades elastoméricas, sendo essencial essa característica, uma vez que as movimentações na região, que possibilitam a ocorrência de fissuras, podem comprometer a camada impermeabilizante, caso esta seja de material rígido. O procedimento utilizado para aplicação do material foi o indicado pelo fabricante, sendo aplicado em duas demãos, com intervalo de quatro horas, resultando num material com textura emborrachada. Essa prevenção foi levada em consideração por ser comum problemas nessas regiões, pois, quando a junta de movimentação não é executada de forma adequada, torna-se um ponto suscetível a infiltrações, futuras degradações e desconforto aos usuários.

Figura 8 - Juntas de movimentação impermeabilizadas



Fonte: Autores (2016)

## APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

Com a camada de emboço, abertura e impermeabilização das juntas devidamente concluídos, houve a relocação dos arames guias ao longo dos panos de fachada (figura 9), afastando-os de forma que garantiram uma espessura uniforme para a aplicação do revestimento cerâmico, inclusive apontando falhas da camada de emboço, como exemplo, nas regiões que não ficaram uniformes, foi necessário realizar uma compensação no momento de aplicação da argamassa colante, para fixação da placa cerâmica.

Figura 9 - Arame guia para aplicação do revestimento cerâmico



Fonte: Autores (2016)

Após os arames guias devidamente posicionados, dispostos de forma semelhante quando executada a camada de emboço, nas regiões de arestas, para garantir o alinhamento destas em toda extensão da edificação, houve a definição do ponto de partida do revestimento cerâmico. Local esse definido pela a equipe que primeiro começou a aplicação, em determinado pano de fachada que também serviu como ponto de referência para realizar as transferências dos pontos de nível para as regiões necessárias à execução do serviço, garantindo a aplicação alinhada do revestimento

## REJUNTAMENTO

Com a finalização da camada de revestimento cerâmico, pôde-se iniciar a etapa de rejuntamento, processo esse que garante parte da estanqueidade do sistema de fachada. No Residencial 1, optou-se por utilizar rejunte do tipo siliconado, sendo esse um material de baixa absorção de água. O material foi aplicado com desempenadeira de borracha apropriada para rejuntamento e, posteriormente, utilizou-se um frisador para realizar o acabamento do material, garantindo o formato côncavo do rejunte entre as juntas de assentamento que, além de promover melhor estética, também fica mais resistente a fissuras devido as expansões e movimentações das placas. Nessa etapa executiva do sistema de fachada, a fiscalização é imprescindível, pois, é comum a ocorrência de falhas no rejuntamento e qualquer região defeituosa (figura 10) será crítica para a edificação, abrangendo desde o desconforto dos usuários aos transtornos causados para a edificação, podendo gerar problemas, tais como, descolamento do revestimento e eflorescência.

Figura 10 - Rejunte com falha



Fonte: Autores (2016)

Através das análises, a partir dos registros fotográficos e acompanhamentos de campo, foi possível observar resultados plausíveis para o sistema de fachada executado no Residencial 1. Durante os processos executivos, foi observado se houve degradações pelo lado interno da edificação, advindos da exposição da fachada aos agentes naturais. Após a conclusão do emboço e impermeabilização das juntas de movimentação, foi nítida a redução das

infiltrações pelas águas pluviais, sendo um bom indicativo da qualidade dos serviços realizados. Já na etapa de rejuntamento e finalização de juntas, foi constatado que a edificação estava totalmente estanque em relação a exposição do sistema de fachada à chuva. Com isso, concluiu-se que os métodos construtivos adotados e os materiais utilizados, em cada processo, foram eficazes, garantindo desempenho do sistema de fachada. A edificação ainda ficou em observação após a finalização do sistema, fato esse para averiguar, se com o decorrer do tempo, apresentaria alguma degradação, ou algum ponto frágil. No entanto, no período médio de um ano, não foi constatado nenhum problema na edificação advindo do sistema de fachada.

## ANÁLISE DO SISTEMA DE FACHADA DO RESIDENCIAL 2

Nessa etapa do presente trabalho, serão abordados os problemas apresentados no Residencial 2, apontando as degradações e soluções implementadas. Os problemas na edificação só foram constatados cerca de dois anos e meio após a entrega da obra, fato esse que gerou certo desconforto aos usuários. O fato interessante foi que a construtora responsável pela execução do Residencial 1, que obteve êxito no sistema de fachada, foi a mesma do Residencial 2.

Os problemas no Residencial 2 foram identificados, através dos usuários, que apontaram a ocorrência de diversas infiltrações nas paredes pertencentes a fachada, causando desconforto e inclusive prejuízos materiais aos moradores, como, por exemplo, móveis que faziam contato direto com a parede, absorverem a umidade, causando degradação do material que os compõe.

Com isso, a construtora responsável pela execução da obra realizou uma vistoria interna e constatou que o fato ocorreu em mais de uma unidade do empreendimento. Assim, houve desconfiança de algum problema na fachada do residencial, e, fez-se a montagem de um balancim na região onde constatado o problema pelo lado interno. Ao realizar a primeira subida, a equipe fez uma vistoria da fachada naquela região, ao longo de todo o prédio, e observou que havia falhas no rejunte apenas em determinadas regiões. Dessa forma, a construtora em contato com os responsáveis pelo residencial, autorizou iniciar os serviços de investigação, sendo necessário a remoção do revestimento cerâmico. Após a remoção de algumas placas, constatou-se fissuras e som cavo na camada subjacente, o emboço, apontando descolamento. Com pequenos esforços à percussão manual, parte da camada deslocou facilmente. Foi intrigante o tamanho que desagregou sem fragmentar, fato que pode ser observado na figura 11.

Figura 11 - Parte do emboço que descolou



Fonte: Autores (2016)

Com a remoção de parte do emboço, também foi observado que o problema do descolamento só ocorreu em regiões que a camada estava em contato com os elementos estruturais, no caso, constituídos de concreto. Outro fator interessante foi que após a remoção do emboço, os elementos estruturais ficaram com aspecto liso, apontando falta de agregação das camadas subjacentes, indicando também que não houve projeção do chapisco anteriormente a aplicação da argamassa de emboço, conforme mostra a figura 12.

Figura 12 - Elementos estrutural após a remoção das camadas de revestimento



Fonte: Autores (2016)

Outro fator, que se destacou ao realizar as análises na fachada, foi a espessura da camada de emboço. Em algumas regiões, foi detectada uma camada com cerca de 12 cm, apontando ser extremamente espessa e fora do padrão, cerca de 4 vezes a espessura de camada única determinada pelas normas técnicas. Além de não ser detectada nenhuma tela estruturante para tal situação, conforme a norma indica. Além do citado, a edificação tem um desalinhamento, ao longo de um dos panos, fato esse que ocorreu para a camada de emboço não ser executada demasiadamente espessa, sendo isso consequência do desaprumo da edificação.

## INTERVENÇÕES

Com os problemas detectados, deu-se início aos serviços de reparo do sistema de fachada. Antes de realizar a reconstituição das camadas de revestimento, fez-se uma limpeza nas superfícies dos elementos estruturais que ficaram expostos após a remoção das camadas que estavam desagregadas, eliminando da superfície eventuais vestígios de materiais não desejáveis que formam uma barreira física, prejudicando a agregação das novas camadas.

Para garantir melhor interação das camadas, com os elementos estruturais de concreto, foi adotado como método construtivo, as práticas utilizadas no Residencial 1, em que aplicou-se argamassa colante do tipo AC-III nos elementos estruturais, além de aplicação de tela de reforço (figura 13) entre esses elementos e alvenarias de vedação, conforme Ilustração 46, com o intuito de absorver as tensões entre os dois materiais, evitando a fissuração da camada de revestimento. Com a argamassa colante ainda fresca, houve a projeção do chapisco, processo semelhante ao realizado no Residencial 1, com o qual obteve resultados plausíveis, assim garantindo melhor agregação para a camada subsequente.

Após o chapisco curado, iniciou-se a reconstituição da camada de emboço a que foi umedecida antes da projeção do emboço, garantindo o não comprometimento da água de amassamento e o traço da argamassa foi o mesmo que se utilizou no Residencial 1, almejando maior garantia da qualidade da camada aplicada.

Figura 13 - Aplicação de argamassa colante e tela de reforço



Fonte: Acervo pessoal (2016)

Devido não ter sido possível acompanhar a execução dos serviços do Residencial 2, desde o momento que se iniciou a obra, foram feitas apenas análises a partir dos registros fotográficos e visitas *in loco* com a edificação em pleno funcionamento.

Da forma que os elementos de concreto foram exibidos, após a remoção do revestimento desagregado, pôde-se concluir que as degradações sofridas no Residencial 2, deu-se pela falta de instrução da equipe que realizou o serviço e falta de fiscalização, por parte da equipe técnica. Por isso permitiu-se o revestimento dos elementos estruturais sem a projeção da camada de chapisco, além da falta da tela metálica, entre os mesmos e as alvenarias de vedação e também na camada de emboço, que foi considerada fora do padrão das normas técnicas. Nessas situações, deve ser aplicado tela de reforço para garantir o desempenho do sistema, que passa a exigir maiores carregamentos, devido a espessura da camada.

Apesar de conseguir sanar os problemas apresentado no sistema de fachada, houve consequências na reconstituição, sendo o principal, a dificuldade de se encontrar placas cerâmicas de mesma tonalidade, além do desconforto gerado aos usuários da edificação e dificuldades na operação dos balancins. Devido alguns panos de fachada não terem acessos ao longo da edificação, foi necessário realizar várias subidas e descidas, no decorrer de cada dia, comprometendo as horas de trabalho na reconstituição das camadas de revestimento, além de gerar um grande desgaste ao operário, pelo fato dos balancins serem operados de forma manual. Com isso, houve demanda de tempo considerável para a reconstituição da fachada, além de gerar custos não previstos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizadas as análises nos dois residenciais, ficou claro que os procedimentos construtivos utilizados para a execução do sistema de fachada, influenciaram de forma direta o desempenho das residências. O fato mais relevante dessas análises foi que as duas edificações foram executadas pela mesma construtora e obtiveram resultados totalmente distintos.

O Residencial 1 teve o suporte de um projeto de fachada, onde foram seguidas orientações para execução dos serviços, além dos requisitos em relação aos materiais empregados em cada etapa do sistema de fachada, seja esse preparado no canteiro de obras, ou adquirido de forma industrializada e ainda, treinamento para equipe que responsável pelo serviço. Seguindo as prescrições do projeto e realizando as devidas fiscalizações, foi possível averiguar de forma eficaz o desenvolvimento dos serviços durante todo o processo de execução. Com isso, obteve-se êxito no sistema de fachada, e o Residencial 1 não apresentou problemas, após a finalização dos serviços.

Após o Residencial 2 está em funcionamento, diversos problemas foram constatados, onde pôde-se concluir que esses ocorreram devido aos procedimentos construtivos adotados para a execução da edificação. Na referida obra, não foi realizado projeto de fachada, ficando os procedimentos executivos e materiais adotados para a execução dos serviços a critério da equipe técnica. Com isso, através das análises, detectou-se problemas na execução do sistema estrutural, fato que ficou evidente, devido à espessura do revestimento externo. Há também o desaprumo da edificação, suspeitando-se do desalinhamento dos elementos estruturais a cada pavimento. Outro fator estimado, através das análises, após a remoção do revestimento externo que estava desagregado, foi o processo executivo do sistema de fachada da edificação, onde não foi detectada a camada de chapisco, sendo esse um fator indicativo do descolamento do revestimento nas regiões em contato com os elementos de concreto e ainda, o agravamento dessa situação, devido as camadas extremamente espessas de emboço, gerando uma carga mais elevada, além de não ter sido devidamente reforçada através de tela metálica.

O fato mais relevante dessas análises foi que as duas edificações foram executadas pela mesma construtora e obtiveram resultados totalmente distintos. As causas mais prováveis das situações apresentadas anteriormente terem sido totalmente opostas, apesar da execução das obras terem sido realizadas pela mesma empresa, relacionou-se com os processos construtivos, materiais adotados, equipe técnica e profissionais que executaram os serviços, que foram totalmente diferentes para cada obra, além do Residencial 1 ser contemplado com projeto de fachada e treinamentos tanto para a equipe de execução, quanto para a de fiscalização.

Com base nas revisões bibliográficas e análises realizadas em situações reais, pode-se concluir que os erros, na execução do sistema de fachada, ainda tendem a ser tendenciosos devido às metodologias empregadas na execução e pelo fato da equipe de execução utilizar conhecimentos que foram adquiridos ao longo da carreira de trabalho. Há também a falta de fiscalização, por parte da equipe técnica, durante a execução dos serviços e consultas às normas técnicas que indicam os procedimentos executivos.

Também foi constatado que a qualidade do sistema de fachada não é só advinda da execução do próprio, mas também de etapas anteriores. A execução dos elementos estruturais é um dos pontos que devem ser vistoriados

com bastante cautela, visto que, esse sistema influencia diretamente na execução e no desempenho das camadas que compõem a fachada, principalmente na espessura da camada de emboço. A consequência do desaprumo da edificação, que ocorre durante a execução e locação dos elementos estruturais, onde tal situação gera custos não previstos para a edificação, comprometendo o orçamento da obra de forma direta, além de trazer prejuízos financeiros pós obra, devido às degradações sofridas. Essas apontam para o desconforto dos usuários, inclusive psicológicos.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13755:1996 Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - procedimento; 1996.

\_\_\_\_\_. NBR 6118:2014 Projeto de estrutura de concreto - procedimento; 2014.

\_\_\_\_\_. NBR 7200:1998 Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento; 1998.

\_\_\_\_\_. NBR 9575:2010 Impermeabilização – Seleção e projeto; 2010.

\_\_\_\_\_. NBR 14931:2004 Execução de estruturas de concreto - Procedimento; 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15575:2013 Edificações habitacionais - Desempenho; 2013.

\_\_\_\_\_. NBR 15696:2009 Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos; 2009.

\_\_\_\_\_. NBR 12655:2015 Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação; 2015.

Instituto de Arquitetura e Urbanismo – USP, Métodos e Materiais de Instalação. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/ceramica/principal3.htm>>. Acesso em 27 de abril de 2016.

\_\_\_\_\_, Marcação e Mapeamento de Fachada. Disponível em: <[http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/02/content/02050305\\_marcacao\\_mapeamento\\_fachada.htm](http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/02/content/02050305_marcacao_mapeamento_fachada.htm)>. Acesso em: 30 de abril de 2016.

\_\_\_\_\_, Patologias. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/erica/cdrom-erica/execucao-Patologias.htm>>. Acesso em: 30 de abril de 2016.

BRIK, Eveline Manosso Janik; MOREIRA, Luciana dos Passos; KRUGER, José Adelino. **Estudo das patologias em estruturas de concreto provenientes de erros em ensaios e em procedimentos executivos**. Artigo do 8º Encontro de engenharia e tecnologia dos campos gerais, 2013.

MEDEIROS, Jonas Silvestre; SABBATINI, Fernando Henrique. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINI, Aferição de prumo e medidas. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/afericao-de-prumo-e-medidas-80115-1.aspx>>. Acesso em: 21 de abril de 2016.

\_\_\_\_\_, Ensaio do Concreto. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/41/ensaio-do-concreto-antes-de-executar-a-estrutura-construtoras-239496-1.aspx>>. Acesso em: 21 de abril de 2017.

\_\_\_\_\_, Argamassa Colante AC-III Cinza X AC-II Branca. Disponível em: <<http://construcomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/109/artigo299412-1.aspx>>. Acesso em 27 de abril de 2016

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Bases para projeto estrutural na arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2007.

Reform Reparos e Reformas, Trincas, fissuras e rachaduras: identificação e causas. Disponível em: <<http://www.reformweb.com.br/single-post/2017/02/03/TRINCAS-FISSURAS-E-RACHADURAS-IDENTIFICA%C3%87%C3%83O-E-CAUSAS>>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

TÉCHNE. **Fachadas utilizadas**. São Paulo: Pini, v. 160, Julho, 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>. Acesso em: 6 de maio de 2016.

Téchné, Doenças Concretas. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/artigo287763-1.aspx>>. Acesso em: 30 de abril de 2016.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios**. São Paulo: PINI, 2002.

TRINDADE, Diego dos Santos. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Monografia – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

Enviado em: 25/07/2016.

Aceito em: 19/10/2016.