



Centro Universitário de Brasília
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD

ANÁLISE, DIAGNÓSTICO E METODOLOGIA DE REPARO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS: Estudo de caso em Condomínio residencial na cidade de Guarujá-SP.

Guilherme Gonzaga Pereira*

RESUMO

As fachadas necessitam de manutenções periódicas após a sua confecção, porém, durante sua fase de projetos, quando é realizado, os problemas começam a se evidenciar. Erros de projetos, execução e falhas de manutenções são frequentes quando o assunto é: fachadas de edificações. O estudo realizou-se em um condomínio residencial, onde apresentou manifestações patológicas relacionadas à deslocamentos do revestimento argamassado e cerâmico e de corrosão das armaduras do concreto armado. Este trabalho tem como objetivo identificar as manifestações patológicas e a prescrição de um método de reparo para sanar o problema identificado. Para obter o resultado da análise, foram realizadas inspeções visuais com registros fotográficos, testes *in loco* e coletas de testemunhos para provação laboratorial e visitas periódicas. Através dos resultados obtidos, concluiu-se que a principal causa das manifestações patológicas apresentadas no local está relacionado aos problemas de projeto, execução e contaminação de cloretos no traço do revestimento argamassado.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Fachada. Corrosão. Revestimento. Cloretos.

* Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu*, sob orientação do Prof. MSc. Nielsen José Dias Alves.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Possan e Demoliner (2013), degradação precoce das edificações, e a conseqüente redução de desempenho, é um problema frequente em todo o mundo. Esta degradação ocorre pelo envelhecimento precoce das mesmas, que é desencadeado entre outras causas pela qualidade inferior dos materiais de construção utilizados, por problemas de projeto e execução e falta de manutenção.

Segundo Cerqueira (2018) e Silva (2014), o surgimento de manifestações patológicas nas fachadas tem se destacado neste cenário, já que as fachadas das edificações, muito além da função estética, constituem a envoltória vertical de proteção das edificações atuando como a primeira barreira para os diferentes tipos de solicitações causadas por esforços externos e internos.

Para Bauer (2015), as edificações estão sujeitas a movimentações diferenciadas causadas por tensões mecânicas, tensões térmicas, fadiga, choque térmico, expansão por umidade (elementos cerâmicos), infiltrações, esforços higrotérmicos, dentre outros fenômenos, podendo afetá-las de forma global ou em suas partes.

Os fatores de degradação, segundo Bauer e De Silva (1998) resultantes do clima, tais como incidência de chuva, variações de umidade relativa e temperatura, interferem nas condições específicas de exposição das edificações, pois, estes afetam também a degradação dos materiais.

Como ressalta Araújo (2010), em função da alta agressividade, há uma constante preocupação quanto à durabilidade das estruturas de concreto no ambiente marinho. Considerando que a deterioração da estrutura pode ocorrer em curto intervalo de tempo, a estratégia mais apropriada para este ambiente seria adotar um concreto de qualidade e também uma proteção.

Em todo país, torna-se cultural o uso revestimento cerâmico em fachadas. Em regiões marinhas, não são dados os devidos cuidados referentes aos ataques que possam sofrer pela região em que se encontram. Por isso, os números de casos de aparecimento de manifestações patológicas referente ao deslocamento de revestimento ou devido à corrosão das armaduras e massas metálicas, tornam-se frequentes.

Segundo Lima e Lencioni (2015), o ambiente marinho é reconhecidamente agressivo ao local construído. A influência do ambiente marinho na durabilidade das construções depende do micro-clima no qual a construção se encontra, podendo para cada um deles atuar de forma específica, com reações de degradação características.

Os objetivos deste trabalho são: analisar as causas dos problemas relacionados à fachada da edificação, como principal anomalia os deslocamentos dos revestimentos e corrosão das armaduras, considerando as possíveis causas, identificando as principais manifestações patológicas para identificar o diagnóstico correto para a edificação, levando em consideração a presença de ambiente agressivo.

Para alcançar estes objetivos, procedeu-se, primeiramente com a análise visual e registros fotográficos de toda edificação, seguindo para o ensaio de Teste de Percussão, em seguida realizou-se o Teste de Resistência de Aderência à Tração e a remoção de amostras laboratoriais do Ensaio de Teor de Cloretos (Cl-)

O seguinte trabalho foi estruturado nas seguintes seções: na seção dois apresentam-se a descrição da edificação, com suas principais características construtivas, a seção três mostra a localidade da edificação, um critério importante para este estudo de caso, pois sua localidade geram anomalias e consequências importantes relatadas, na seção quatro apresenta-se como metodologia de inspeção, uma síntese dos ensaios e como a inspeção foi dirigida, na quinta seção são apresentados os resultados da pesquisa, onde engloba os resultados e análises dos ensaios executados realizados *in loco* na edificação. Nesta seção mostra como foram conduzidos os ensaios de Resistência de Aderência à Tração, Ensaio de Percussão e o ensaio laboratorial de Teor de Cloretos (Cl-), principais ensaios para o diagnóstico da edificação em estudo que tem como consequência a metodologia de reparo para sanar os problemas elencados de uma forma fácil, correta e econômica.

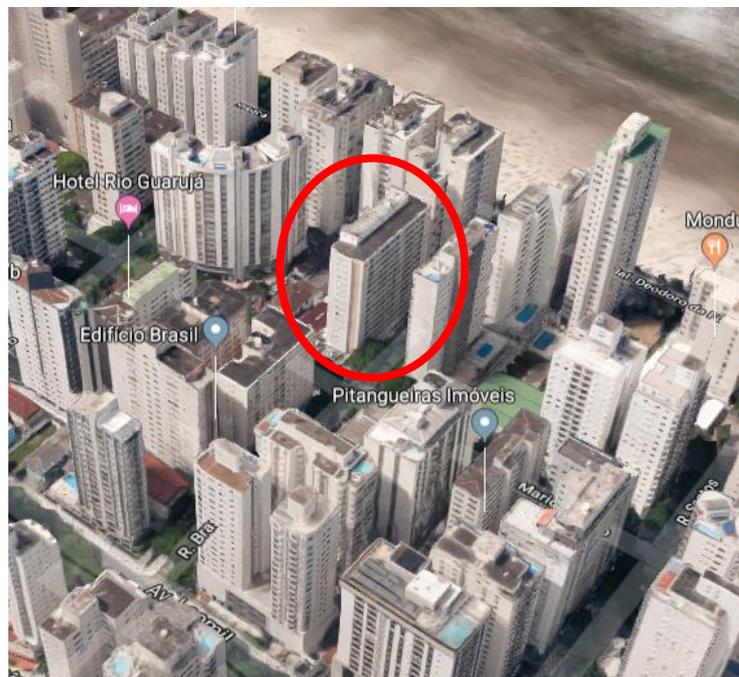
2 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

- Residencial Condomínio Brasil 70;
- Quantidade de torres:1;
- Pavimentos: 15 pavimentos tipo, 1 pavimento térreo, 1 subsolo e 1 ático;
- Estrutura em concreto armado;
- Revestimento cerâmico nas fachadas laterais e frontal com pastilhas de porcelana e fachada e fachada posterior com revestimento argamassado e pintura.

3 LOCALIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A edificação analisada fica situada na cidade de Guarujá, no litoral do estado de São Paulo, especificamente na Rua Brasil – Barra Funda.

Figura 1 – Localização do Condomínio Residencial Brasil 70.



Fonte: Google Street View

Figura 2 – Vista geral do Condomínio Residencial Brasil 70 (fachada posterior).



Fonte: Acervo pessoal.

4 METODOLOGIA DE INSPEÇÃO

Nas constatações das manifestações patológicas presentes na edificação, foram utilizados 4 (quatro) métodos de verificações diferentes. Primeiramente, iniciou-se a inspeção com verificação visual com relatos fotográficos, para registros das trincas e fissuras, deslocamento do revestimento argamassado e cerâmico, ausências de juntas de dilatação, movimentação e dessolidarização, eflorescências e possíveis flambagens das peças cerâmicas.

Após, realizou-se o ensaio de Percussão, onde consistiu na descida de profissionais com rapel por toda área das fachadas, identificando os locais que apresentaram deslocamentos, por deficiência na aderência do reboco e também devido a corrosão da armadura.

A etapa seguinte consistiu na realização de ensaios de resistência de aderência à tração, seguindo os conceitos que preconiza a NBR 13528 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração e NBR 13755 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimentos.

Após a execução dos procedimentos citados realizados e para finalização do processo de coleta de dados, efetuou-se o ensaio de Teor de Cloretos, com auxílio das prescrições presentes na NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Onde, consistiu na coleta de amostras da argamassa usada em todas as fachadas da edificação.

Posteriormente aos ensaios e inspeção visual realizada, possibilitou a definição das razões dos surgimentos das manifestações patológicas na edificação e definição do método recomendado para a solução das anomalias presentes.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

5.1 Histórico

De acordo como síndico do Condomínio e com o funcionário com mais tempo de atividade, a edificação possui cerca de 50 anos, sendo o 4º prédio construído na cidade de Guarujá-SP.

A edificação já passou por reparos na fachada ao longo do tempo. De acordo com os entrevistados, os reparos consistiram em serviços pontuais nos locais em que houve deslocamento total do revestimento, executando o reparo através da troca do revestimento argamassado e cerâmico e aplicação de argamassa polimérica nas armaduras que apresentou corrosão com substituição da mesma em caso grave de corrosão.

No mês de dezembro de 2018, o síndico solicitou aos moradores a realização de uma Assembléia Geral, para tratar da reforma das fachadas da edificação, onde ficou decidido que as cores da fachada tinham que ser mantidas e a execução de reparos da fachada de acordo com propostas de empresas terceirizadas e com o orçamento do Condomínio.

Figura 3 – Fatores e agentes intervenientes no SRF



Fonte: CCET – UEG-Go

5.2 Análise Visual

A análise visual na metodologia empregada baseou-se, na avaliação das mesmas com intuito de identificar áreas deterioradas. Em todas as fachadas, evidenciou-se a presença de trincas e fissuras referentes às falhas de aderência do revestimento e por corrosão das armaduras.

Notou-se que nas fachadas da edificação não existem juntas de movimentação e dessolidarização na fachada da edificação, tanto no sentido vertical quando no sentido horizontal. No projeto, a localização das juntas de movimentação horizontais e verticais tem como ponto mais favorável (ideal) a interface base da viga/alvenaria e pilar/alvenaria e em locais de mudança direcional de planos do revestimento, respectivamente.

De acordo com Paladini (2015) 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.

Figura 4 e 5 – Deslocamento do sistema argamassado e ausência de junta de movimentação e ausência de juntas de movimentação.



Fonte: Acervo Pessoal

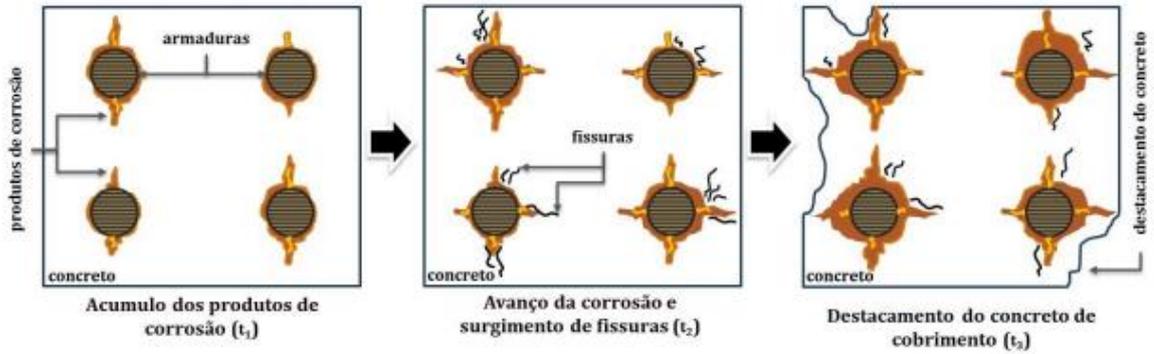
Figura 6 e 7 – Ausência de juntas e movimentação e deslocamento do revestimento.



Fonte: Acervo Pessoal

No revestimento da fachada, observou-se a presença de trincas e fissuras nos locais onde se localizam as peças estruturais da edificação, como: vigas e pilares. As anomalias ocorrem devido ao surgimento da corrosão, onde haverá uma expansão da armadura, ocasionando o surgimento de trincas, fissuras e redução da aderência do aço ao concreto. A corrosão ocorre primeiramente devido a penetração de agentes agressivos, após a formação da ferrugem ocasionando a expansão do aço e o surgimento de fissuras, posteriormente a fragmentação do concreto seguido de redução da seção do aço, deixando a armadura exposta ao meio ambiente. As figuras 5 a 10 ilustra as partes do processo.

Figura 8 – Processo de corrosão da armadura



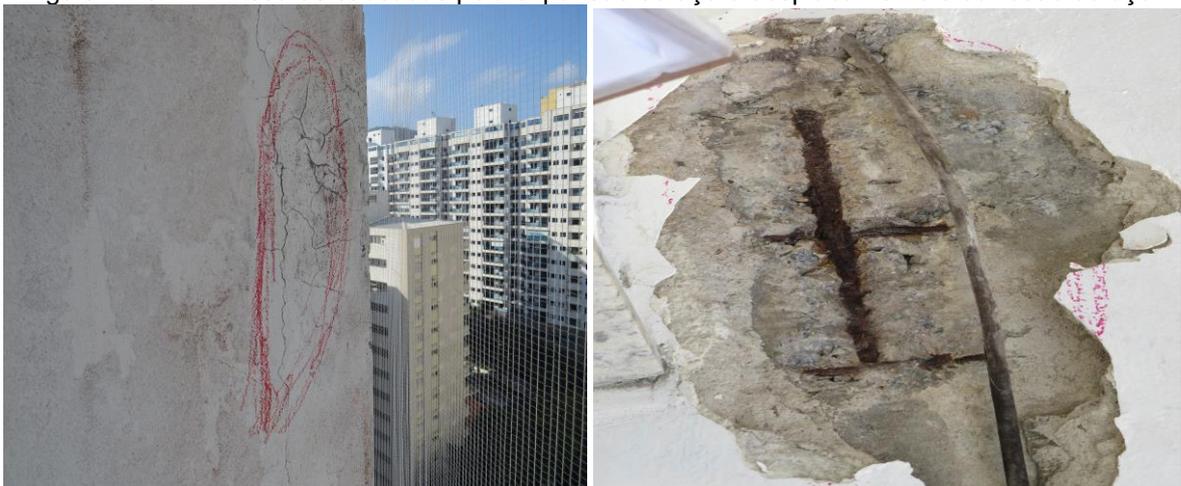
Fonte: Revista ALCONPAT, Volumen 8, Número 1 (enero – abril 2018)

Figura 9 e 10 – Deslocamento e corrosão da armadura e fissuras causadas pela expansão do aço.



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 11 e 12 – Fissuras causadas pela expansão do aço e deslocamento e corrosão do aço.



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 13 – Deslocamento e perda da seção do aço.



Fonte: Acervo Pessoal

5.3 Teste de Percussão

Ainda durante as inspeções visuais, executou-se o Teste de Percussão. Onde consiste na descida de profissionais com rapel em “cadeirinhas”. O processo do ensaio iniciou-se desde a cobertura da edificação até o térreo, para que a execução seja realizada por toda superfície de revestimentos, onde consistiu no mapeamento das áreas com emissão de som cavo.

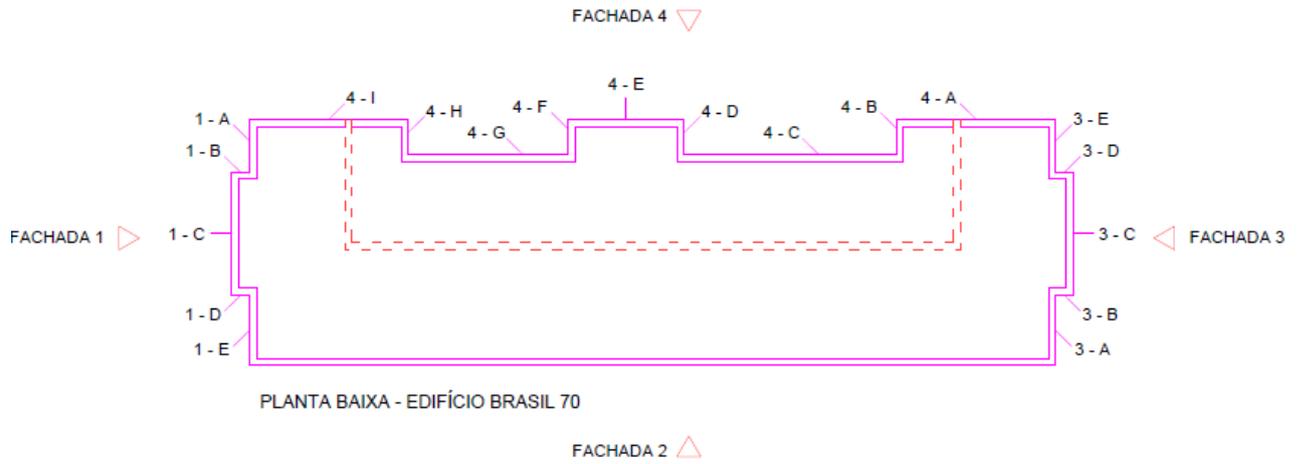
Durante a descida, portando um martelo pena de 100g e golpeando o revestimento para identificação do deslocamento do mesmo. Através do som obtido proveniente dos golpes executados, o som cavo indicou a falta de aderência do revestimento argamassado e também de expansão das armaduras metálicas proveniente da ação de corrosão. O registro foi realizado através de marcação com giz de cera na fachada, sendo utilizado as cores azul (para deslocamento relacionado ao reboco) e vermelho (para deslocamento relacionado a expansão do aço/corrosão). Após a marcação *in loco*, os registros de marcações foram repassados para as plantas confeccionadas no AutoCAD.

Figura 14 – Execução do teste de percussão.



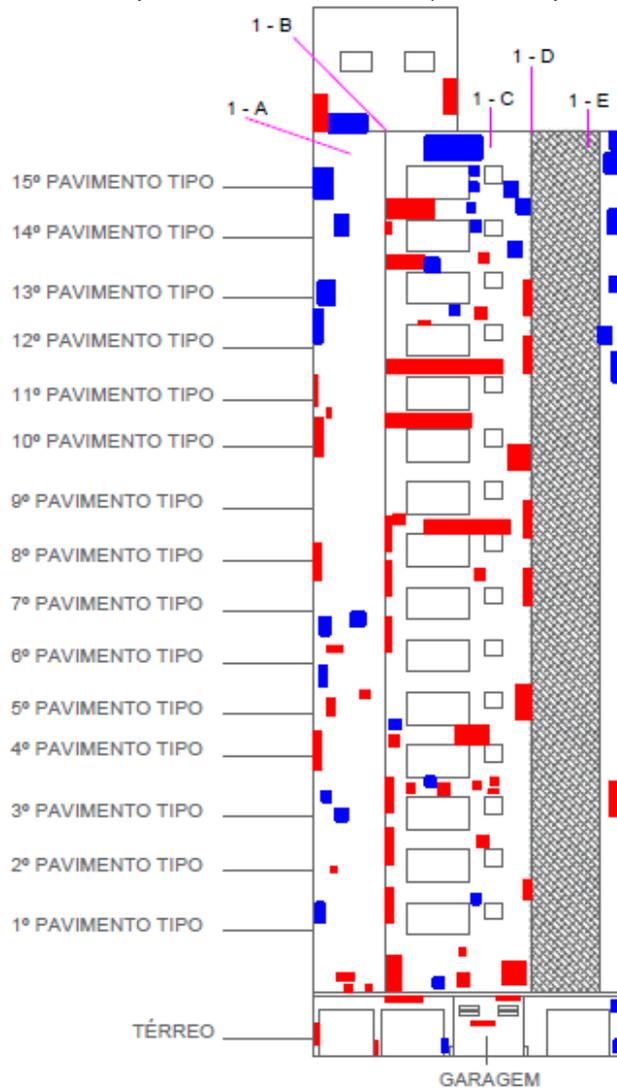
Fonte: OCB Pinturas

Figura 15 – Croqui da planta de cobertura



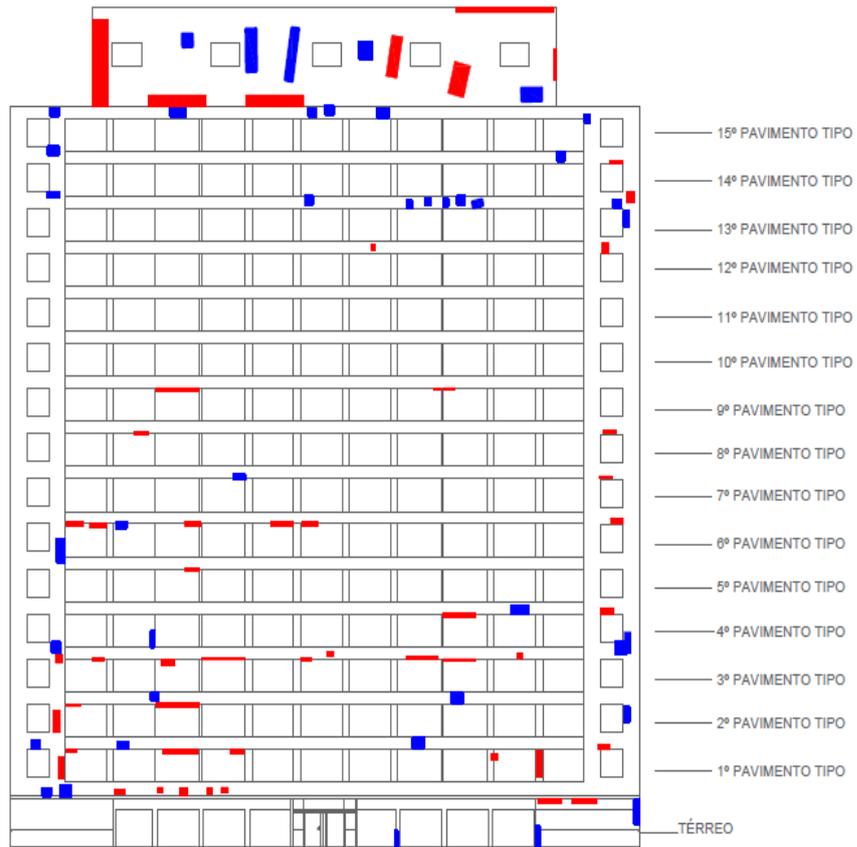
Fonte: Acervo Pessoal

Figura 16 – Mapeamento da fachada 1 (lateral esquerda).



Fonte: Acervo Pessoal

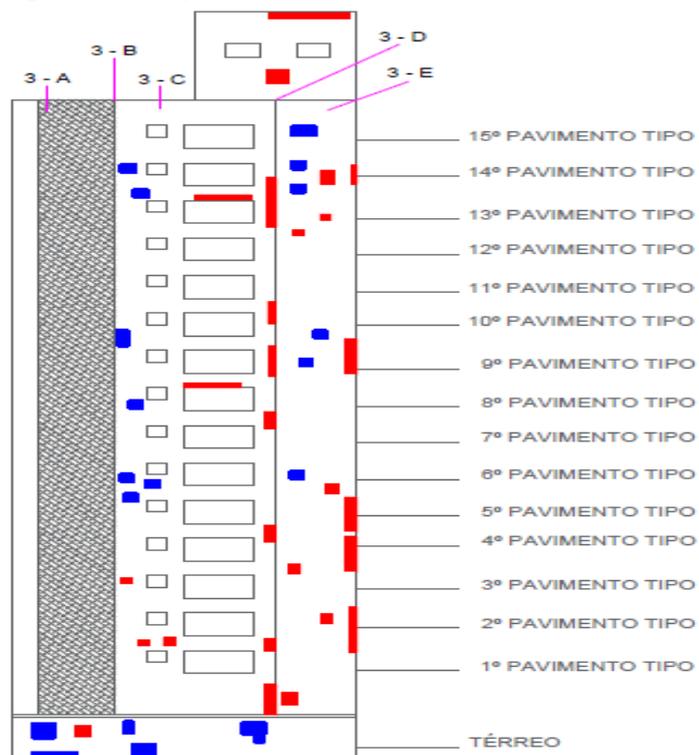
Figura 17 – Mapeamento da fachada 2 (fachada frontal).



FACHADA 2 - EDIFÍCIO BRASIL 70

Fonte: Acervo Pessoal

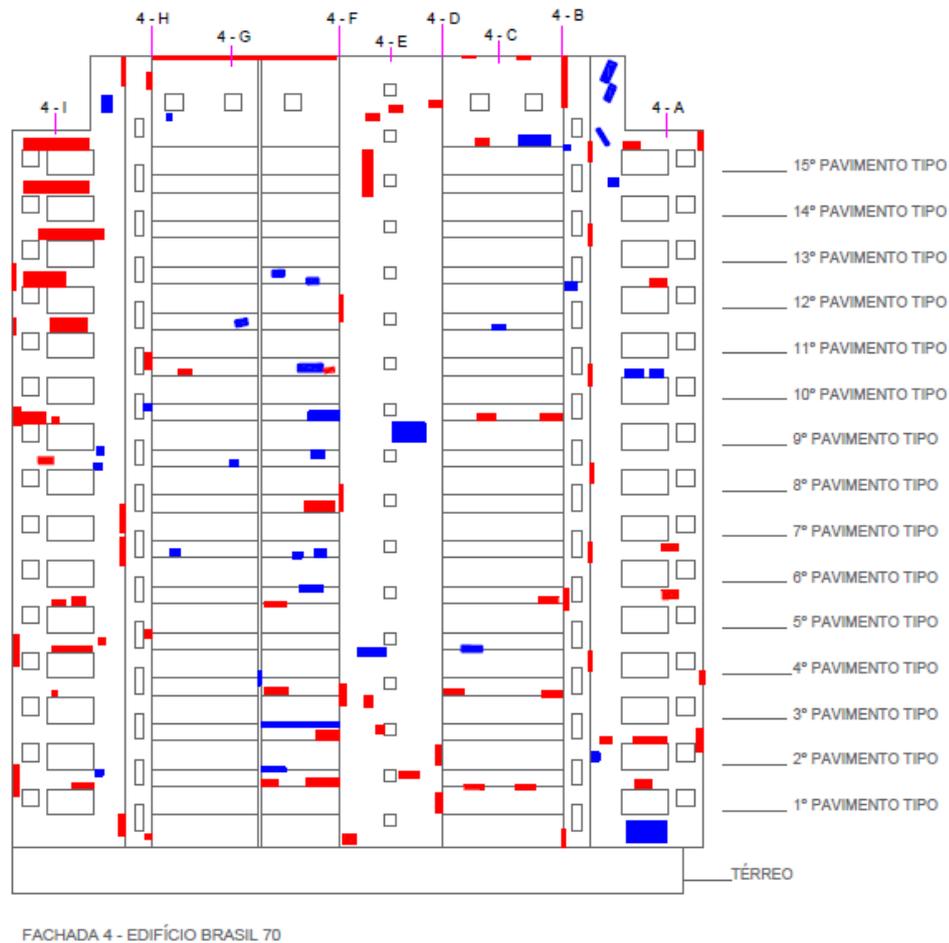
Figura 18 – Mapeamento da fachada 3 (lateral direita).



FACHADA 3 - EDIFÍCIO BRASIL 70

Fonte: Acervo Pessoal

Figura 19 – Mapeamento da fachada 4 (fachada posterior).



Fonte: Acervo Pessoal

5.4 Ensaios de Resistência de Aderência à Tração

O ensaio foi elaborado *in loco* e em todas as fachadas da edificação (posterior, frontal e laterais), na altura do primeiro pavimento, onde foi usado como padrão de execução a norma da ABNT NBR 13528:2010 (Revestimento de parede de argamassa inorgânica – Determinação da resistência de aderência à tração). A finalidade do ensaio foi para determinar se o revestimento argamassado da fachada estava bem aderido ao substrato, em vista aos grandes problemas relacionados aos deslocamentos.

O equipamento utilizado no ensaio, foi o Proseq dy-225 com 12 corpos-de-prova metálicos em formato circular com diâmetro de 5 cm. Para os cortes no revestimento, utilizou-se furadeira acoplada com serra copo diamantada de 50mm de diâmetro. Em todas as fachadas realizou-se a coleta de resultados de 12 corpos-

de-prova por amostragem, com o corte até o substrato e uso de cola epóxi para fixação dos corpos-de-prova metálicos no revestimento.

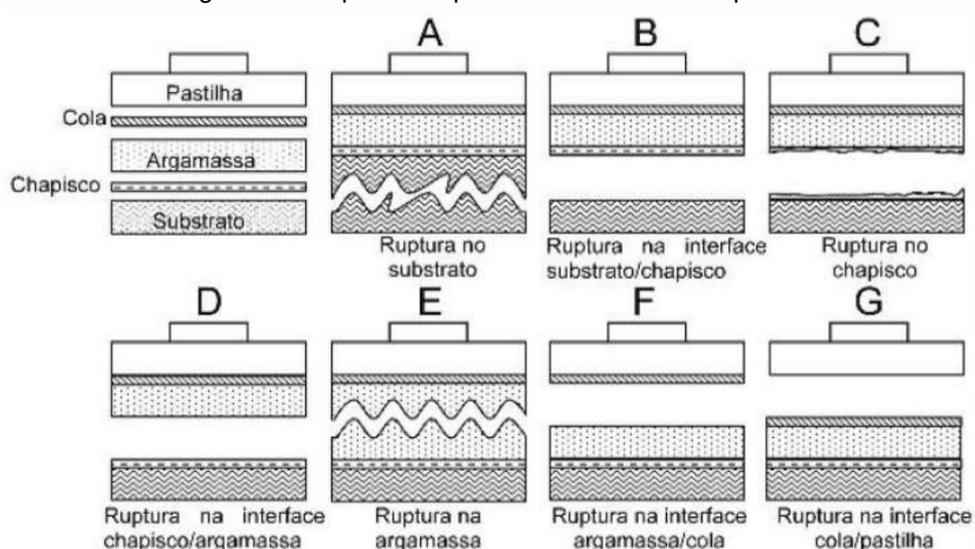
Figura 20 – Equipamento utilizado para o ensaio de resistência de aderência à tração.



Fonte: <http://www.directindustry.com/pt/prod/proceq/product-7242-1064015.html>

Para a coleta dos resultados, primeiramente realizou-se o ensaio na fachada posterior (sem presença de revestimento cerâmico), onde foi observado que antes da pintura, havia sido realizado a aplicação de massa PVC para regularização, com espessura de aproximadamente 1mm e que essa massa estava atrapalhando a realização completa do ensaio, haja vista que o rompimento na interface massa/reboco foi causado pelo peso próprio da pastilha metálica utilizada. A massa PVC foi removida de todos os corpos-de-prova para a realização completa do ensaio, como preconiza a norma.

Figura 21 – Tipos de ruptura sem o uso de chapisco.



Fonte: ABNT NBR 13528:2010 (Revestimento de parede de argamassa inorgânica – Determinação da resistência de aderência à tração)

Figura 22 – Colagens das pastilhas para realização do ensaio de resistência de aderência à tração.



Fonte: Acervo Pessoal

Para as fachadas laterais e frontal (com presença de revestimento cerâmico), primeiramente realizou-se a limpeza do local e logo em seguida a realização do arrancamento com o equipamento apropriado.

Como resultado, todas as fachadas foram reprovadas perante ao valor referido na norma ABNT NBR 13528:2010 (Revestimento de parede de argamassa inorgânica – Determinação da resistência de aderência à tração), onde diz que para fachadas externas o valor mínimo obtido teria que ser igual ou superior a 0,3Mpa. Os resultados do ensaio seguem no Anexo 1.

Através dos corpos-de-prova extraídos no ensaio de resistência de aderência à tração, foi possível identificar que o reboco das fachadas tem espessura superior ao preconizado na ABNT NBR 13749:2013(Revestimento de paredes e tetos de argamassas Inorgânicas - Especificação), onde seu valor médio estava entorno de 4,3 cm e a norma diz que para reboco externo este valor teria que ser entre 2 e 3cm e também que não foi utilizado telas metálicas nos locais de trocas de materiais, como: a interface de alvenaria/estrutura e uso de chapisco para melhorar a aderência do revestimento argamassado ao substrato.

Figura 23 – Espessura do reboco com 4,2cm.



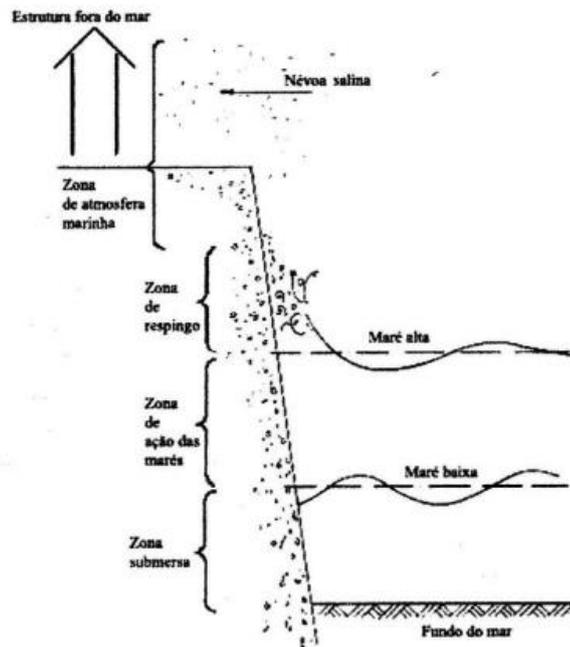
Fonte: Acervo Pessoal

5.5 Ensaio laboratorial de Teor de Cloretos (Cl-)

Para Carmona (1998) o íon de cloreto é um dos principais agentes agressivos no processo corrosivo, sendo capaz de provocar corrosão generalizada das armaduras, assim como a corrosão localizada com a formação de pites.

Devido à localização da edificação, cerca de 100m do banco de areia da praia e pela entrevista realizada como o síndico da edificação, foi salientado que havia suspeita de que a empresa que realizou a construção da edificação fez o uso de areia contaminada com sal no traço do reboco para o revestimento de fachada. Diante do fato relatado e dos resultados do teste de resistência de aderência à tração ter sido inferior ao recomendado, foram retirados testemunhos da argamassa usada no revestimento e levado ao laboratório para a realização do Ensaio de Cromatógrafo de íons, Método Smeww, 22ª Edição, APHA 2012, 4110 B.

Figura 24 – Ação do ataque de cloretos até a edificação.



Fonte: (CEB – FIP, BULLETIN 183, 1992)

Para execução do ensaio, retiraram-se duas amostras, sendo uma da fachada lateral esquerda (frente ao mar) e uma da fachada posterior (fachada com os piores resultados de resistência de aderência à tração). As amostras constituíram-se em fragmentos do primeiro, segundo e terceiro centímetro de profundidade do revestimento argamassado, para então saber se a contaminação foi devido a maresia ou se usou o traço de reboco com areia contaminada de cloretos.

De acordo com Mangat, Molloy e Helene (1992), concluíram que o fator a/c (água/cimento) é um ponto importante para proteção da armadura do concreto armado, sendo esse valor de $a/c \leq 0,45$ quando o consumo de m^3 de cimento no concreto estiver variando entre 330 a 530 kg/m^3 .

Na norma ABNT NBR 6118:2014:2014 (Projeto de estruturas de concreto – Procedimento) não foi encontrada especificação do teor máximo de cloretos, então foi considerado os valores presentes na norma ABNT NBR 12655:2006, que permite o teor máximo de cloreto no concreto de 0,15% sobre a massa de cimento.

Após a análise laboratorial, os resultados obtidos foram calculados através do consumo de cimento. Como não há informações do traço utilizado pela construtora da edificação, considerou o consumo médio de cimento por m^3 de 330kg, devido à falta de tecnologia e informações limitadas da época de construção.

Figura 25 – Resultados obtidos da fachada posterior e lateral direita, em partes por milhão.

PERÍCIA PREDIAL		RUA 25 SUL, LOTE 30
CONDOMÍNIO PARK STYLE		9988/22Out18
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		SOLO
DETERMINAÇÕES ESPECIAIS (ppm)		
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		CLORETO
POSTERIOR 1cm		7,48
POSTERIOR 2cm		17,30
POSTERIOR 3cm		8,91
LATERAL 1cm		13,10
LATERAL 2cm		28,00
LATERAL 3cm		20,00
ABERTURA: METODO MAPA, CAPITULO I, METODO 21. PESO: 1 g para 50 mL. ANALISE: CROMATOGRAFO DE IONS, METODO SMEWW, 22ª EDIÇÃO, APHA 2012, 4110 B.		
 PAULO CESAR V. FURTADO CRQ 12ª REGIÃO 12100079		

Fonte: Acervo pessoal

O cálculo realizado para o valor máximo de 0,15% de teor máximo de cloreto sobre a massa de cimento, a partir dos resultados apresentado na figura 25, considerando que em 1m³ de concreto possui aproximadamente 2600kg e consumo médio de cimento por m³ de 330kg, constituiu da seguinte forma:

Quantidade de Cl⁻ por m³ de concreto = 1 quilos de concreto ----- Cl⁻ em ppm

Kg de concreto por m³ ---- x

Considerando o valor de 330Kg por m³ de concreto, divide-se o valor obtido para a quantidade de Cl⁻ por m³ pelo consumo de cimento por m³ de concreto, temos o seguinte resultado:

Para a fachada posterior com profundidade de 1cm, o valor foi de 0,0059%, para a profundidade de 2cm, o valor foi de 0,014% e para a profundidade de 3cm, o valor foi de 0,0068%. Para a fachada lateral direita (frente ao mar), o valor com profundidade de 1 cm foi de 0,10%, para a profundidade de 2cm, o valor foi de 0,022% e para a profundidade de 3cm, o valor foi de 0,015%.

Sendo assim, as fachadas estão dentro do limite de cloreto por m³ de concreto.

5.5 Metodologia de reparo da edificação

De acordo com os resultados obtidos pelo ensaio de Resistência de Aderência à Tração e pelo Teor de Cloretos (Cl-), a edificação necessita-se da troca total do revestimento argamassado e cerâmico juntamente com o tratamento indicado para os principais pontos de corrosão das armaduras. Todos os serviços a serem executados, devem ser realizados por empresas capacitadas e especializadas para cada frente de serviço, com auxílio de projetos.

Após a remoção de todo revestimento argamassado, inicia-se o processo de revitalização da fachada. O primeiro passo para a tomada de ações, será a remoção dos resíduos do revestimento argamassado antigo com o auxílio de escova de aço acoplada em furadeira e posteriormente a limpeza com hidrojateamento de alta pressão, deixando a alvenaria e peças estruturais aparentes.

Figura 26 e 27 – Escova de aço e limpeza com hidrojateamento.

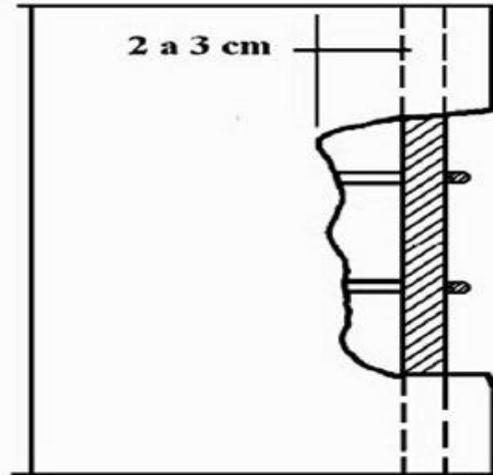


Fonte: Universo dos Parafusos e Vertical Extreme.

A recuperação das peças estruturais corroídas inicia-se pelo apicoamento do concreto nos locais onde foram delimitados pelo Teste de Percussão (Bate-fofo), considerando Souza e Ripper (1998), o corte pode ser definido como sendo a remoção profunda de concreto degradado. Este processo tem como objetivo a remoção integral de todo concreto danificado, como também deixando amostra os locais afetados pela corrosão do aço. A profundidade do corte deverá ir além da armadura, por pelo menos 2cm ou o diâmetro das barras, facilitando o manuseio no processo de recuperação. Nas barras de aço, também deve ser removido o concreto até que atinja a parte de aço não corroída, para que toda peça afetada por corrosão

seja recuperada. Portanto, em caso de degradação intensa, a peça afetada poderá ser escorada, respeitando os critérios de segurança.

Figura 28 – Exemplo de corte do concreto – Profundidade de remoção.



Fonte: Patologia, Recuperação e Reforço de Estrutura de Concreto (1998).

Após a realização do apicoamento, o local a ser recuperado deve ser limpo, como auxílio de hidrojateamento para remoção de partículas soltas do concreto. Para as barras de aço, as mesmas devem ser limpas com escova de aço e posteriormente hidrojateadas, evidenciando com precisão os locais que serão recuperados ou as peças a serem substituídas.

Figura 29 – Aparência final após remoção das áreas degradadas.



Fonte: <http://www.tecnicas.com.br/2016/11/11/condominio-edificio-monte-verde-guaruja-sp/>

Com o concreto e as barras de aço de toda edificação limpas, instaura-se o processo de recuperação estrutural com a verificação do estado final das armaduras que sofreram corrosão. De ordem, as barras de aço que perderam até 10% de sua

massa, não se realizam reparos. As barras que perderam de 10 a 20% de sua massa, faz-se complementação, ou seja, considera-se que a armadura existente ainda é atuante e apenas complementa o que foi perdido e para as barras que perderam massa superior a 20%, ignora-se a barra existente e faz a ancoragem de nova barra com a seção original de projeto.

Os locais de ancoragem de novas barras, segue os parâmetros da ABNT NBR 6118:2014 para armadura longitudinal passiva por aderência. De acordo com Chrust (2014), a norma define como comprimento de reto de ancoragem básico (ℓ_b) aquele necessário para ancorar a força limite $A_s \cdot F_{yd}$ em uma barra de diâmetro \emptyset , da armadura passiva, admitindo, ao longo desse comprimento, tensão de aderência uniforme e igual a F_{bd} . A equação 1 mostra o cálculo de ℓ_b :

$$\ell_b = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{F_{yd}}{F_{bd}}$$

Onde, \emptyset é o diâmetro da barra, F_{yd} é a resistência de cálculo do aço e F_{bd} obtido pela equação 2:

$$F_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot F_{ctd}$$

Onde, η_1 é o coeficiente obtido sendo 1 para barras lisas CA25, 1,4 para barras entalhadas CA60 e 2,25 para barras de alta aderência CA50. O coeficiente η_2 é obtido com o valor de 1 para situações de boa aderência e 0,7 para situações de má aderência. O coeficiente η_3 é obtido com o valor de 1 para $\emptyset < 32\text{mm}$ e

$\eta_3 = \frac{132 - \emptyset}{100}$ para $\emptyset > 32\text{mm}$. O valor do F_{ctd} é obtido do resultado de:

$$F_{ctd} = \frac{0,21 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}}{1,4}$$

Caso seja necessário a redução do comprimento de ancoragem, em situação onde a armadura existente é maior que a necessária calculada, o comprimento de ancoragem necessário é reduzido de acordo com a equação 3, baseado na ABNT NBR 6118:2014 e Chrust (2014):

$$\ell_{b,nec} = \alpha_1 \cdot \ell_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq \ell_{b,min}$$

Onde, α_1 é o coeficiente obtido sendo 1 para barras em gancho e 0,7 para barras tracionadas com gancho e comprimento no plano normal ao do gancho $\geq 3 \cdot \emptyset$.

ℓ_b dado pela equação 1, $A_{s,calc}$ sendo a área de armadura calculada para resistir ao esforço solicitante, $A_{s,ef}$ sendo a área de armadura efetiva (existente) e $\ell_{b,min}$ sendo o maior valor entre $0,3*\ell_b$, $10*\varnothing$ e 100 mm.

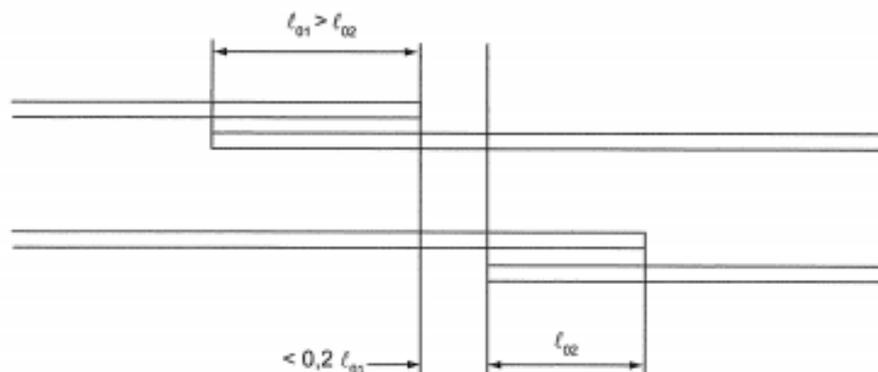
Nos locais onde serão necessárias as reposições das barras de estribos corroídas, de acordo com a ABNT NBR 6118:2014, a ancoragem dos estribos deve necessariamente ser garantida por meio de ganchos ou barras longitudinais soldadas.

Os ganchos dos estribos podem ser:

- 1) Semicirculares ou em ângulo de 45° (interno), com ponta reta de comprimento igual a $5 \varnothing t$ (diâmetro das barras de armadura transversal), porém não inferior a 5 cm;
- 2) em ângulo reto, com ponta reta de comprimento maior ou igual a $10 \varnothing t$, porém não inferior a 7 cm (este tipo de gancho não pode ser utilizado para barras e fios lisos).

Nos pontos onde o aço será complementado (traspasse), de acordo com a ABNT NBR 6118:2014 e Chrust (2014), há limitações à utilização das emendas por traspasse: não são permitidas para barras de bitola superior a 32mm. Do mesmo modo, caso seja necessário a realização de múltiplas emendas, há limitação no número de emendas de uma mesma seção. A norma ABNT NBR 6118:2014, diz que as emendas devem estar afastadas pelo menos 20% do comprimento do maior trecho de traspasse, e se houver barras com o diâmetro diferente, o cálculo de traspasse deve ser realizado através da barra de maior diâmetro.

Figura 30 – Emendas de mesma seção transversal.



Fonte: item 9.3 ABNT NBR 6118:2014.

O cálculo do traspasse para barras tracionadas é realizado da seguinte forma, como mostra a equação 4 baseado na norma ABNT NBR 6118:2014:

$$l_{0t} = \alpha_{0t} \cdot l_{b,nsc} \geq l_{ot,min}$$

Onde, $l_{ot,min}$ é o maior valor entre $03 \cdot \alpha_{0t} \cdot l_{b,nsc}$ (l_b dado na equação 1), $1,5 \cdot \emptyset$ e 200 mm, α_{0t} é o coeficiente função da porcentagem de barras emendadas da mesma seção, conforme a tabela 2, e $l_{b,nsc}$ é dado pela equação 4.

Tabela 2 – Valores dos coeficientes α_{0t} .

Barras emendadas na mesma seção (%)	≤ 20	25	33	50	> 50
Valores de α_{0t}	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

Fonte: Tabela 9.4 ABNT NBR 6118:2014.

Após os reforços estruturais realizados, como forma de retardar o aparecimento de corrosão dos locais reparados, inicia-se a aplicação de inibidores de corrosão, onde tem como principal objetivo a redução significativa do processo de corrosão. No caso da edificação em estudo, por se tratar de um local marinho, é indicado o uso de inibidores de corrosão catódicas à base de cimento, resina ou nitritode sódio. Para a aplicação, é recomendado que o produto seja aplicado tanto nas barras existentes, quanto nas barras novas que foram colocadas. O modo de aplicação, secagem e quantidade de produto depende das especificações do fabricante.

O processo de tamponamento dos locais onde serão recuperados, inicia-se com o uso de ponte de aderência, utilizando produtos a base de epóxi, para melhorar a ancoragem do concreto novo com o velho. Após a superfície do concreto e as barras de aço recuperadas, tratadas e reforçadas, os pontos de aberturas são selados com o uso de Graute fluidoTixotrópico. Nos locais onde a profundidade da cavidade para tratamento do concreto/aço for superior a 6 cm, recomenda-se adicionar até 30% de brita 0 lavada na mistura com o GrauteTixotrópico.

Figura 31 – Aplicação de Graute.

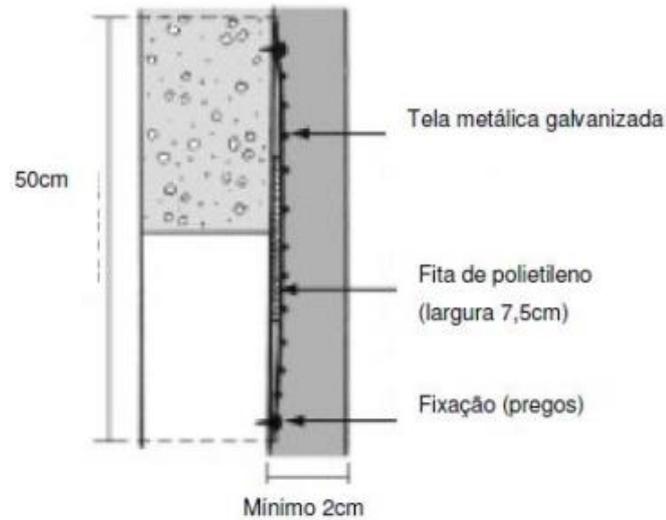


Fonte: Revista Técnica, Ed. 146.

O novo revestimento argamassado da edificação é iniciado através da aplicação de chapisco convencional lançado com colher nas áreas das alvenarias e para as regiões das peças estruturais, recomenda-se o uso de chapisco desempenado, com adição de resinas colantes e aplicados com desempenadeira.

Com a execução do chapisco realizada, é necessário fixar telas de aço galvanizado, fixadas com parafusos, pinos ou grampos. Tais telas têm como função de transmissão dos esforços. As telas são utilizadas nos locais onde há trocas de materiais, no caso das fachadas, nas interfaces de alvenaria/estrutura, locais em balanços e platibandas, utilizando-as em toda edificação, pois, mesmo com a execução de hidrojateamento e limpeza com escova de aço, sobram resquícios do antigo revestimento argamassado, prejudicando a aderência do novo revestimento. Deve ser respeitado o traspasse de pelo menos 25 cm em ambos os lados e pode ser utilizada a tela hexagonal (tela de galinheiro) de $\frac{1}{2}$ polegada ou tela tipo peneira de malha quadrada.

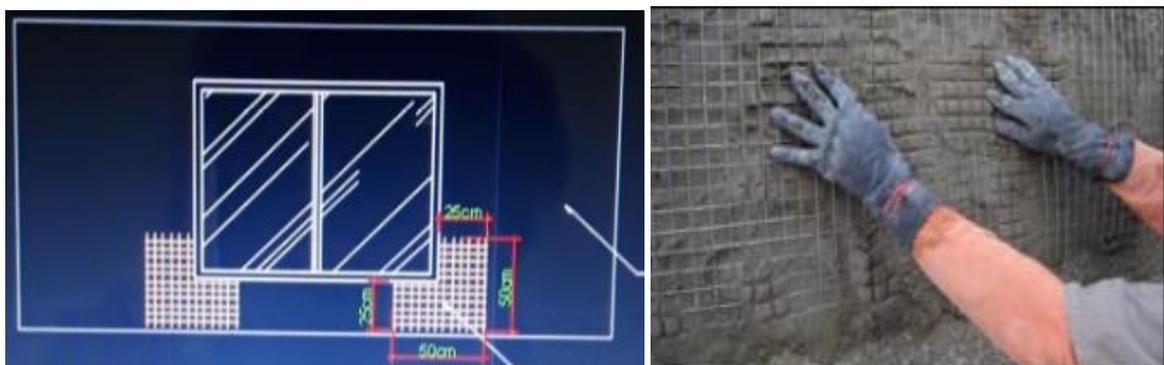
Figura 32 – Exemplo de aplicação de tela.



Fonte:Desempenho De Revestimento De Argamassas Reforçadas Com Telas: Estudo De Fissuração E Comportamento Mecânico (2017)

Nos cantos das janelas, também deve ser instalado telas do tipo peneira de malha quadrada, para evitar trincas diagonais devido aos esforços solicitantes das quinas das janelas, respeitando o traspasse e instalado em ambos cantos inferiores da janela. Caso o reboco ultrapasse a espessura de 4 cm, indica-se a aplicação de tela tipo peneira de malha quadrada no ponto médio do reboco, afim de torna-se o reboco armado.

Figura 33 e 34 – Exemplo de aplicação de tela em quina de janela e de reforço.



Fonte: Arquivo pessoal e Comunidade da Construção.

Ainda de acordo com a ABNT NBR 6118, a edificação está situada em uma região de Classe de Agressividade Ambiental de grau III, onde o risco de deterioração é grande, por se tratar de um ambiente marinho. Devido a essas condições, o traço de argamassa para o revestimento da edificação deve conter

materiais resistentes à região marinha, respingos de maré e menor porosidade, dificultando novos ataques de cloretos (Cl⁻).

Devido às condições do ambiente da edificação, recomenda-se do uso de cimento baixo calor de hidratação, baixo teor de C_3A (aluminato trícálcio) e alto teor de C_4AF (Ferro Aluminato Tetracálcico). Cimento com essas características, como o cimento CP-IV e CP-IV-RS (Resistente aos sulfatos) possuem liberação de calor menor cerca 15 a 30% em relação aos cimentos comuns (CP-I e II) e do tipo III. Porém, como o revestimento cerâmico/pintura é executado a partir do 14º dia de execução, não respeitando os 28 dias de cura, opta-se pelo uso do cimento CP-II-Z ou CP-II-F, facilitando a execução do serviço, dando agilidade à execução afim de que no 14º dia tenha resistência suficiente (revestimento argamassado possuem resistência máxima entorno de 4 a 5 MPa em 28 dias). Todo material cimentício necessita seguir a regra de cura por 28 dias, para atingir a resistência mínima de 0,3 Mpa, e com espessuras de reboco variando de 20 a 30 mm, como preconizam as normas ABNT NBR 13755:2017 e NBR 13749:1996.

Com o processo de cura do reboco ainda em andamento e para facilitar a execução do serviço, iniciam-se os cortes no reboco para a confecção das juntas de movimentação, horizontais e verticais. Tais juntas têm como objetivo, de acordo com Ribeiro e Barros (2010), em revestimentos aderidos de fachadas, a função principal das juntas é minimizar a propagação de esforços neles atuantes e que provêm, usualmente, dos elementos com os quais se conectam (estrutura, vedo, revestimento). Em seu dimensionamento, considera-se o movimento térmico, partindo da equação 5, onde:

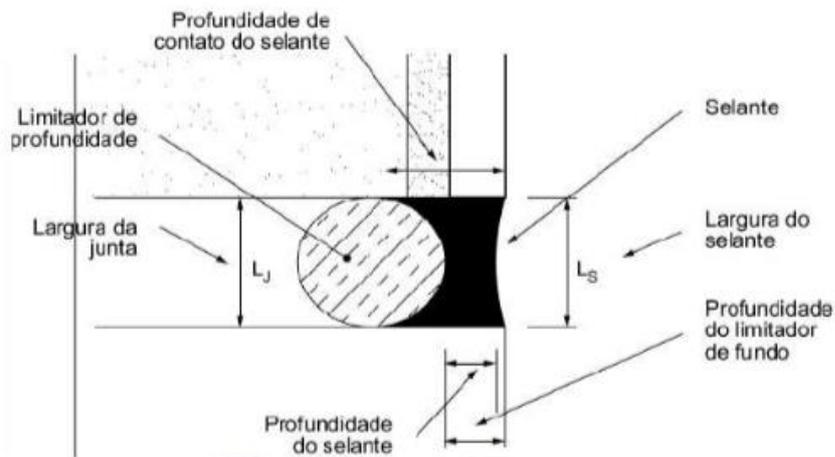
$$\Delta L = L \cdot \Delta t \cdot \alpha$$

Relacionando, ΔL como a variação linear em mm, L sendo a distância entre juntas, Δt a variação de temperatura da região a ser instalada e α sendo o coeficiente de dilatação térmica linear, variando o seu valor de acordo com o material adotado em mm/mm/°C.

As juntas de movimentação horizontais, devem seguir o critério de serem espaçadas em no máximo de 3 em 3m ou a altura do pé direito do edifício, sendo seu corte na região do encunhamento (local que separa a alvenaria da peça estrutural), obedecendo a proporção de 1:2, onde a profundidade (local de

instalação do tarugo) deve ser a metade da largura da junta. Para as juntas de movimentação verticais, devem ser espaçadas em no máximo 6m, sendo situada no local de interface da alvenaria com a peça estrutural. Após a confecção dos cortes e instalação do tarugo, todas as juntas devem ser complementadas com selante de poliuretano para a total vedação.

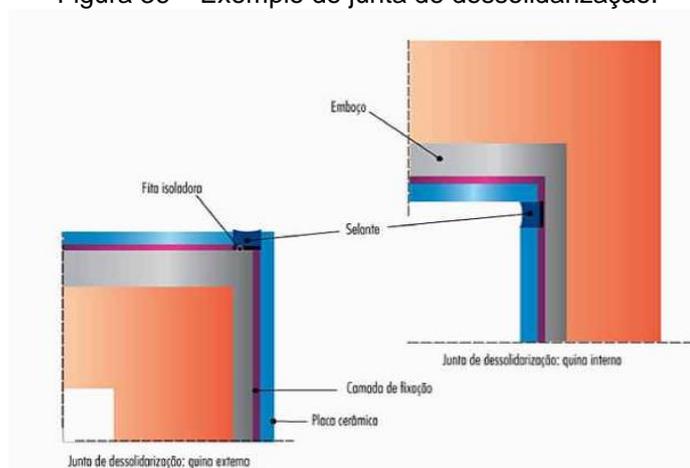
Figura 35 – Exemplo de junta de movimentação.



Fonte: ABNT NBR 13755:2017.

De acordo com Ribeiro e Barros (2010) as juntas de dessolidarização permite dissipar de tensões pela subdivisão de áreas extensas de revestimentos subdividindo-a em encontros de painéis de revestimentos perpendiculares, sendo posicionadas nas mudanças de direção do revestimento, em quinas internas ou externas.

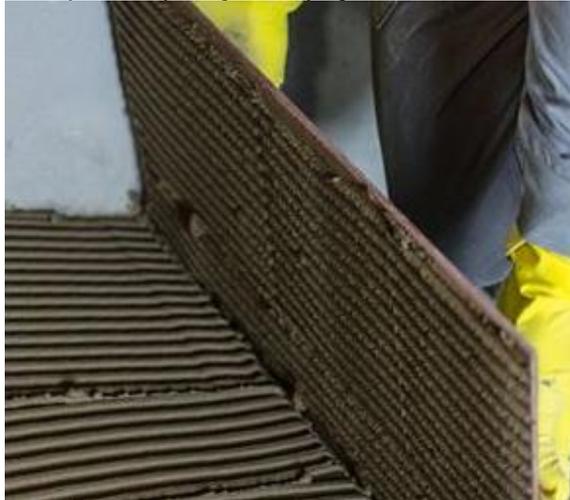
Figura 36 – Exemplo de junta de dessolidarização.



Fonte: Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas (2010).

Nos locais de revestimento cerâmico (fachadas laterais e frontal), recomenda-se o uso de argamassa colante tipo AC-III, devido sua alta resistência a altas tensões de cisalhamento. Para a aplicação, com o auxílio de desempenadeira dentada, deve ser realizada a aplicação de argamassa de dupla colagem, onde é aplicada com o auxílio de desempenadeira dentada a argamassa na peça cerâmica e no revestimento argamassado, no sentido perpendicular. Após a aplicação, o executor do serviço deve pressionar as placas de revestimento cerâmico, afim de “quebrar” os bolsões de argamassa, para uma melhor aderência. O pano de abertura de argamassa não pode ultrapassar 20 minutos, como preconiza a norma ABNT NBR 14083:2004. Os tamanhos dos revestimentos cerâmicos, cores e rejuntas (conforme a indicação do fabricante) seguem o padrão da edificação, com o uso de pastilhas 2x2 cm da cor branca.

Figura 37 – Exemplo de aplicação da peça cerâmica com dupla colagem.



Fonte: Blog da Doutor Resolve, Reparos e Reformas.

Na fachada posterior, onde receberá pintura, o processo é iniciado com a aplicação de fundo preparador, constituído de resinas, solventes, água, aditivos e pigmentos, aplicada inicialmente como primeira demão sobre o substrato, onde tem função de preparar a base para receber a pintura, uniformizar o local e absorção, isolar quimicamente a tinta do substrato melhorando a aderência. Contudo, com o intuito de economia e para atingir rapidamente a pigmentação desejada, pode utilizar a tinta diluída com água, para ser o fundo preparador.

De acordo com Almeida (2012), as tintas são aplicadas, em geral, como agentes de proteção dos materiais ou com fins decorativos e podem ser definidas como uma “composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida”. No caso da

edificação em estudo, a tinta ganha papel fundamental na estanqueidade contra agentes agressivos do meio ambiente e à água, sendo indicado o uso de tintas vinílicas, de acordo com Anghinetti (2012), as resinas vinílicas são obtidas pela copolimerização em emulsão de acetato de etila com monômeros, como o cloreto de vinila. Podem ser dissolvidas em solventes orgânicos ou água. Este tipo de tinta possui grande rendimento, bom acabamento, porém não tem boa resistência a solventes, mas possui boa resistência á ácidos, água, álcalis e abrasão. Com alternativa à dificuldade de comercialização da tinta vinílica no país, opta-se pelo uso de tintas acrílicas, onde também possui boa resistência a intempéries, acabamento, durabilidade e adesão ao substrado em condições úmidas.

A aplicação do fundo selador e da pintura deve seguir as orientações dos fabricantes e executada por profissionais, para que o produto tenha total funcionalidade.

Figura 38 e 39 – Exemplo de aplicação de fundo selador e pintura de fachada.



Fonte:Clube das tintas e 3D End&ClimbSolutions.

6 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos através dos ensaios, foi possível concluir que as principais causas da queda do revestimento cerâmico e do aparecimento de corrosão foram:

- Ataque de cloretos, mesmo que o resultado obtido por laboratório não atingissem os valores mínimos preconizados por normas. Porém, os resultados podem ser interferidos através de variantes, como: local de extração, fachada escolhida e localidade de retirada de amostra. Mas, é

notório que a edificação tenha sofrido ataques de cloretos (Cl-) e que há grandes chances do traço usado na argamassa de revestimento tenha contaminação de cloretos, pois, os resultados obtidos mostram que há variações dos valores de acordo com a profundidade de extração da amostra. Sendo assim, a edificação deve passar por reparos para sanar os problemas citados.

- Falhas de projeto, causando a ausência de juntas de movimentação e dessolidarização nas fachadas, provocando uma alta movimentação do revestimento cerâmico e argamassado, tendo como consequência o deslocamento.
- Falha no cobrimento das estruturas de concreto, sendo inferior aos 40mm para o grau de Agressividade III, como preconiza a ABNT NBR 6118:2014.
- Espessura do revestimento argamassado superior aos 30mm ditos pela norma, gerando cargas extras nas fachadas e facilitando o aparecimento de manifestações patológicas.

Sendo assim, as anomalias prescritas geram desconforto aos moradores e riscos a edificação, podendo gerar o colapso, caso a corrosão continue atuante e nenhuma medida for realizada.

Como solução encontrada, foi solicitada a remoção de todo revestimento cerâmico e argamassado, para os devidos reparos nas peças estruturais.

Desta forma, o presente objeto de estudo, recomenda-se a recuperação total das peças estruturais onde apresentam problemas relacionados a corrosão, recuperação revitalização das fachadas

Para maior vida útil da edificação e de todos os seus sistemas, recomenda-se que as manutenções periódicas estejam sempre atuantes e em dia.

ANALYSIS, DIAGNOSIS AND METHODOLOGY OF REPARATION OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN FACADES: Case Study In Residential Condominium In The City Of Guarujá-SP

ABSTRACT

The facades need periodic maintenance after their manufacture, but during their design phase, when it is done, the problems begin to appear. Project errors, execution and maintenance failures are frequent when the subject is: facades of buildings. The study was carried out in a residential condominium, where it presented pathological manifestations related to the displacement of the ceramic and mortar coating and the corrosion of reinforced concrete reinforcement. This work aims to identify the pathological manifestations and the prescription of a repair method to remedy the identified problem. To obtain the result of the analysis, visual inspections with photographic records, on-site tests and testimony collections were carried out for laboratory testing and periodic visits. It was concluded that the main cause of the pathological manifestations presented in the site is related to the problems of design, execution and contamination of chlorides in the trace of the mortar.

Key words: Pathological Manifestations. Facade. Corrosion. Coating. Chlorides.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT- NBR 12655/2006. Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle e recebimento, 2006.

_____ - NBR 13528 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração, 2010.

_____ – NBR 13528/2010. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração, 2010

_____ – NBR 13749/2013. Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas - Especificação, 2013.

_____ – NBR 14083/2004. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação do tempo em aberto, 2004.

_____ – NBR 6118/2014. Projetos de Estruturas de Concreto – Procedimentos, 2014.

_____ - NBR13753/1996. Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante, 1996.

_____ - NBR13755/1996. Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante, 1996.

_____ - NBR13818/1997. Placas cerâmicas para revestimento – Especificações e métodos de ensaios, 1997.

ALVES, N. J. D., Avaliação dos Aditivos Incorporadores de ar em argamassas de revestimento. **Dissertação de Mestrado** – UnB, Brasília, Brasil. 2002.

ANDRADE, R. F.; DE BARROS, R. M. M. S. B., Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas. **Câmara Brasileira do Livro** – PINI, São Paulo, Brasil, 2010.

ANGHINETTI, I. C. B, Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias. **MONOGRAFIA** – UFMG, Minas Gerais, Brasil, 2012.

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília** - sistematização da incidência de casos. 2010. xxi, 178 f., il. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

BAUER, E., Resistência a penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos. **Uma análise de desempenho**. ANTEC, Rio Grande do Sul, Brasil.

BAUER, E.; KRAUS, E.; ANTUNES, G.R, Patologias mais correntes nas fachadas de edifícios em Brasília. 2010.Proc. **3º. Congresso Português de Argamassas de Construção** - APFAC, Lisboa, Portugal.

BAUER, Elton; CASTRO, E. K.; ANTUNES, Giselle Reis. Processo de identificação das manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico. **IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Belo Horizonte, Minas Gerais**, Brasil.

CARASEK, H., Avaliação de resultados do ensaio de resistência de aderência de revestimentos de argamassa. **Téchne: Revista de Tecnologia da Construção**, p. 64-69, Brasil.

CARMONA, A., Metodologia para Recuperação, Proteção e Determinação da vida útil Residual de Estruturas de Concreto em meio fortemente agressivo. **Tese de Doutorado**. Universidade Mackenzie – São Paulo, Brasil.

CHRUST, R. C; FILHO, J. R. F., Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado. **Segundo a NBR 6118:2014, vol I** – EDUSCar, Brasil.

DE ALMEIDA, M. L, Critérios para Realização de Pintura de Alvenaria em Ambientes não Agressivos. **Curso de Especialização em Construção Civil** – UFMG, Minas Gerais, Brasil.

DE MELO, E. S., Estudo de caso do Processo de Pintura em Superfície de Argamassa com Aplicação de massa PVA com rolo em Textura em Paredes Internas da Edificação. **Curso de Graduação em Engenharia Civil** – UniCESUMAR, Paraná, Brasil.

FILHO, M. C.; LINS, L. N., Aglomerantes, Agregados e Concreto. **Apostila de Materiais de Construção Civil I** – UERJ, Rio de Janeiro, Brasil.

GARCÍA-ALONSO , M. C. et al. Corrosion behaviour of new stainless steels reinforcing bars embedded in concrete. **Cement and Concrete Research**, v. 37, n. 10, p.1463– 1471, Brasil.

HELENE, P., Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. **Projeto de Divulgação de Tecnologia** – PINI, São Paulo, Brasil.

MARTINS, P., Tintas e Vernizes. **Apostila 01** – Gold ICEP, CTE, Brasil
MEIRA, G. R., Corrosão de Armaduras em estruturas de concreto. **Fundamentos, Diagnóstico e Prevenção** – IFPB, Paraíba, Brasil.

NETO, J. C. P. F., Perícias de Fachadas em Edificações. **Pinturas**, LEUD, Brasil
PAES, Isaura Lobato; BAUER, Elton; CARASEK, Helena. Influência da estrutura de poros de argamassas mistas e de blocos de concreto e cerâmico no desempenho

dos revestimentos. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS**, p. 466-476, Brasil.

PEREIRA, C. H. A. F.; FIGUEIREDO, PAZINI, E. J.; BAUER, E.. **Avaliação da influência da adição de fibras sintéticas ao concreto quanto ao ingresso de íons cloreto**. Brasil.

PAZINI, E. J. Reparo localizado de estruturas de concreto: Avaliação de procedimentos e de materiais. In: **3.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios-PATORREB 2009**. Universidade do Porto, 2009. p. 43.

RIPPER, T.; DE SOUZA, V. C. M., Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. **PINI** - São Paulo, Brasil.

SCHELBAUER, G.; GRAUPMANN, O. Manifestações Patológicas Em Revestimentos Argamassados. **Universidade Do Contestado**– UnC, p. 30.

SILVA, Francisco Gabriel Santos; BAUER, Elton. Avaliação da fissuração em argamassas. **VIII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas** - Curitiba, Brasil.

THOMAZ, E. C. S, Cimentos e Concretos. Notas de Aula – **51º Congresso Brasileiro de Concreto**, Curitiba, Brasil.

ANEXO 1 – Resultado dos testes de aderência do reboco

RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES DE ARGAMASSAS INORGÂNICAS												
NBR 13528/2010 - Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração												
Interessado:	Ed. Brasil - Guarujá-SP											
IDENTIFICAÇÕES GERAIS												
Temperatura no dia do ensaio:	24°	Umidade relativa no dia do ensaio:	81%									
Data do ensaio:	29/ago	Diâmetro das pastilhas:	50mm									
Tipo de cola utilizada:	Massa Epóxi	Equipamento de corte:	Serra copo diamantada									
Equipamento de tração:	Proseq DY-216	Operador:	Guilherme Gonzaga									
INFORMAÇÕES DOS SISTEMA DE REVESTIMENTO												
Substrato	<input type="checkbox"/> Bloco Cerâmico	<input type="checkbox"/> Bloco de concreto	<input type="checkbox"/> Estrutura de concreto	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco cerâmico maciço								
Chapisco	<input checked="" type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Sim									
Argamassa	<input type="checkbox"/> Rodada em obra	<input type="checkbox"/> Usinada	<input type="checkbox"/> Industrializada	<input checked="" type="checkbox"/> Não há informação								
Tipo de aplicação	<input checked="" type="checkbox"/> Manual		<input type="checkbox"/> Mecânica									
Idade de revestimento	Aproximadamente 30 anos com reformas executadas há 8 anos											
LOCAL DE ENSAIO												
1º PAVIMENTO, FACHADA POSTERIOR (SEM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA)												
RESULTADOS												
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	FORMAS DE RUPTURA (%)									OBSERVAÇÃO
			Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Cola	Cola/Pastilha		
1	50	0						100				CAPA
2	50	0						100				CAPA
3	50	0					100					
4	50	0						100				CAPA
5	50	0						100				
6	50	0						100				
7	50	0						100				CAPA
8	50	0						100				CAPA
9	50	0						100				
10	50	0						100				
11	50	0						100				CAPA
12	50	0						100				CAPA
Resistência Média (MPa)	0											
Desvio Padrão (DP)	0											
Mediana (MPa)	0											

LOCAL DE ENSAIO											
1º PAVIMENTO, FACHADA FRONTAL (SEM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA - SUBSTRATO DE CONCRETO)											
RESULTADOS											
FORMAS DE RUPTURA (%)											
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Revestimento Cerâmico	Cola/Pastilha ou argamassa	OBSERVAÇÃO
1	50	0,31						100			
2	50	0							100		CAPA
3	50	0,25						100			
4	50	0						100			
5	50	0,23						100			
6	50	0,17						100			
7	50	0,19							100		CAPA
8	50	0,37						100			
9	50	0,14					100				
10	50	0						100			
11	50	0						100			
12	50	0,36						100			
Resistência Média (MPa)	0,17										
Desvio Padrão (DP)	0,14										
Mediana (MPa)	0,18										
LOCAL DE ENSAIO											
1º PAVIMENTO, FACHADA LATERAL ESQUERDA - FRENTE A AVENIDA MARIO RIBEIRO (COM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA E REVESTIMENTO CERÂMICO)											
RESULTADOS											
FORMAS DE RUPTURA (%)											
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Revestimento Cerâmico	Cola/Pastilha ou argamassa	OBSERVAÇÃO
1	50	0,34						100			
2	50	0,46						100			
3	50	0,3						100			
4	50	0						100			
5	50	0,36						100			
6	50	0,63						100			
7	50	0,3						100			
8	50	0,13						100			
9	50	0,23						100			
10	50	0,23					100				
11	50	0,36						100			
12	50	0,49						100			
Resistência Média (MPa)	0,32										
Desvio Padrão (DP)	0,17										
Mediana (MPa)	0,32										
Referência Normativa											
A NBR 13749/1996, coloca que o revestimento será aceito se de cada 6 (seis) corpos-de-prova, pelo menos 4 (quatro) valores forem iguais ou maiores que 0,30 MPa para revestimentos externos e internos com acabamento em cerâmica ou laminado ou 0,20 MPa para revestimentos internos com acabamento em pintura.											