

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CAROLINE LUCAS DE CARVALHO

**ESTUDOS DAS PATOLOGIAS DA FACHADA DE EDÍFICIO RESIDENCIAL EM
ARACAJU**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2017

CAROLINE LUCAS DE CARVALHO

**ESTUDOS DAS PATOLOGIAS DA FACHADA DE EDÍFICIO RESIDENCIAL EM
ARACAJU**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel, da
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do
Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof^a. Msc.^a Adriana Virgínia
Santana Melo.

ARACAJU

2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

**ESTUDOS DAS PATOLOGIAS DA FACHADA DE EDÍFICIO RESIDENCIAL EM
ARACAJU Nº XXX**

CAROLINE LUCAS DE CARVALHO

Esta monografia foi apresentada às 10:30 horas do dia 24 de Janeiro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Carlos Henrique de Carvalho
(IFS)

Prof(a). José Resende Goes
(IFS)

Prof(a). Andrea Santana Teixeira Lins
(IFS)

Prof(a). Adriana Virginia Santana Melo
(IFS)
Orientador(a)

Prof(a). Rodolfo (IFS – Campus Aracaju)
Coordenador(a) da COEC

Dedico este trabalho à minha família, que é o princípio e a razão de tudo em minha vida. Meus pais que incansavelmente lutaram ao meu lado para que eu atingisse minhas metas e também me apoiaram nos momentos difíceis. Em especial, pelo exemplo de valor e conduta. Meu irmão, primos, tios e tias que sempre me alegraram e incentivaram. Dedico também à minha orientadora que transmitiu o seu conhecimento e confiança a mim.

Aos amigos da faculdade e as amigas de AP, pela amizade e paciência durante esse período.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e suporte concedido durante todos os dias da minha vida e durante esse trabalho. A toda minha família pelos ensinamentos que me forneceram durante toda a vida, pela colaboração e pelo entendimento da minha ausência durante o curso e principalmente na elaboração deste trabalho.

À minha orientadora Prof.^a Adriana Virgínia Santana Melo, pelo apoio, paciência e sabedoria com que me guiou neste trabalho.

Ao IFS pela disponibilização de recursos e infraestrutura, sem os quais a concretização deste trabalho seria impossível, aos laboratoristas que sempre se dispuseram para ajudar durante a realização do trabalho. E aos demais professores, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus colegas de classe, João Paulo, Karol, Carol, Nadine, Beatriz, Antônio, Matheus, Wilson, Maic, Gustavo, Sérgio, Higor e os demais amigos pela parceria e ajuda de sempre.

Enfim, a todos as pessoas que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo.”
Peter Drucker

RESUMO

CARVALHO, Caroline de Lucas. **ESTUDOS DAS PATOLOGIAS DA FACHADA DE EDÍFICIO RESIDENCIAL EM ARACAJU**. 69. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2017.

A fachada contribui com os aspectos de estética, desempenho e durabilidade da edificação. O presente estudo ateve-se a identificar as disposições construtivas do revestimento cerâmico, seguido dos detalhes arquitetônicos e construtivos que podem contribuir para o aparecimento de manifestações patológicas. O trabalho tem o objetivo de analisar as características das cerâmicas substituídas em algumas regiões da fachada do edifício, visando avaliar a possibilidade de seu uso como cerâmica de substituição no revestimento total do edifício. Fundamenta-se primeiramente em um questionário e análise de documentos do edifício residencial estudado na cidade de Aracaju, com inspeção visual e identificação de manifestações patológicas. Seguido de um mapeamento da fachada, ensaios “in loco” e em laboratório. Os resultados apontaram que a placa cerâmica testada apresenta índices de expansão por umidade acima dos limites normativos permitidos, além disso, as características do emboço argamassado do revestimento também apresentam inconformidade com parâmetros normativos.

Palavras-chave: Patologia. Revestimento cerâmico. Projeto de fachada.

ABSTRACT

CARVALHO, Caroline de Lucas. STUDIES OF THE PATHOLOGIES OF RESIDENTIAL BUILDING FACTORY IN ARACAJU. 69. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2017.

The facade contributes to the results of aesthetics, performance and durability of the building. The present study was elaborated with the same archival significance of the ceramic coating, followed by the architectural and architectural constructed for the appearance of pathological manifestations. The objective of this work is to analyze the characteristics of the replaced ceramics in the facade areas of the building, in order to evaluate the possibility of its use as replacement ceramic in the total covering of the building. It is based first on a questionnaire and analysis of documents of the residential building studied in the city of Aracaju, with visual inspection and identification of pathological manifestations. Followed by a mapping of the façade, "in loco" and laboratory tests. The results showed that the ceramic plate tested shows the moisture expansion indexes above the permitted normative limits. In addition, the characteristics of a coating mortar also conform to the normative standard.

Keywords: Pathology. Ceramic coating. Design of facade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1: Normas e objetivos.....	17
Quadro 2: Conceituação de juntas.....	26
Quadro 3: Parâmetros para especificação do revestimento.....	30
Quadro 4: Serviços de manutenção ou intervenção em fachada cerâmica.	36
Quadro 5: Associa o destacamento das placas e os efeitos da mesma no revestimento cerâmico.	39
Quadro 6: Providencias para evitar o aparecimento de eflorescência.	41
Figura 1: Esquema do sistema de revestimento cerâmico.....	17
Figura 2: Recomendação do fator de forma.....	27
Figura 3: Juntas do sistema de revestimento cerâmico	27
Figura 4: Fatores e agentes que interferem na qualidade dos RCF.....	29
Figura 5: Detalhe construtivo do efeito de pingadeira	32
Figura 6: Posicionamento do rufo nas platibandas.....	33
Figura 7: Modelos de desempenadeira para acabamento em quinas e cantos	33
Figura 8: Solicitações no revestimento externo.....	37
Figura 9: Identificação do local do teste de percussão, locais marcados com tinta branca.	43
Figura 10: Formas de ruptura do corpo-de-prova.....	45
Figura 11: Amostra 3 antes do ensaio e depois do ensaio pelo método de fervura ..	46
Figura 12: Fachada frontal e detalhe de deslocamento	48
Figura 13: Layout do revestimento da fachada	49
Figura 14: Localização do condomínio residencial.....	49
Figura 15: Teste de aderência no revestimento cerâmico.....	51
Figura 16: Corte e CP 1 retirado da fachada.....	52
Figura 17: Corte e CP 7 retirado da fachada.....	53
Figura 18: Corte e CP 2 retirado da fachada.....	53
Figura 19: Corte e CP 3 retirado da fachada.....	53
Figura 20: Corte e CP 4 retirado da fachada.....	54
Figura 21: Corte e CP 8 retirado da fachada.....	54
Figura 22: Projeto da vista frontal da fachada	57
Figura 23: Trechos de um painel com estufamento	58
Figura 24: Amostragem de 4 CP's retirados da fachada	58

Figura 25: Platibanda com ausência de detalhes construtivos.....	59
Figura 26: Peitoril de varanda com revestimento cerâmico.....	59
Figura 27: Destacamento por expansão da ferragem exposta.....	60
Figura 28: Detalhe de uma região com juntas deterioradas.....	60
Gráfico 1: Absorção da placa cerâmica.....	56
Gráfico 2: EPU ocorrida da placa cerâmica usando os 2 métodos.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grupo de absorção de água conforme NBR 13817.	24
Tabela 2: Especificação mínimas para fachadas	25
Tabela 3: Limites de resistência de aderência à tração (Ra)	44
Tabela 4: Associa a tensão e as formas de ruptura dos corpos de prova.....	50
Tabela 5: EPU ocorrida da placa cerâmica usando os 2 métodos	56

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Argamassa colante
AC I	Argamassa colante 1
AC II	Argamassa colante 2
AC III	Argamassa colante 3
AC IIIE	Argamassa colante 3 estendido
CP	Corpo de prova
Mpa	Mega Pascal
Ra	Resistência de aderência à tração

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFACER	Associação Nacional de Cerâmica para Revestimentos
CCB	Centro Cerâmico do Brasil
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros quadrados
EPU	Expansão por umidade
IBAPE/SP	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
Mm	Milímetros
m	Metros
Mm/m	Milímetro por metro
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
RCF	Revestimento Cerâmico de Fachada
SRC	Sistema de Revestimento Cerâmico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 GERAL	15
2.2 ESPECÍFICOS	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE EDIFÍCIOS (SRC)	17
3.1.1 Base e Chapisco	18
3.1.2 Argamassa de emboço	19
3.1.3 Camada de Fixação	20
3.1.4 Placas cerâmicas	21
3.1.5 Juntas	26
3.2 PROJETOS DE REVESTIMENTO DE FACHADA	28
3.2.1 DIRETRIZES BÁSICAS PARA O PROJETO	29
3.2.2 DETALHES CONSTRUTIVOS	31
3.2.3 PARÂMETROS EXECUTIVOS DO REVESTIMENTO DE FACHADA	34
3.2.4 GESTÃO DA MANUTENÇÃO	35
3.3 PATOLOGIAS NO RCF	36
3.3.1 AGENTES EXTERNOS QUE INTERFEREM NA FACHADA	37
3.3.2 CAUSAS	38
4. METODOLOGIA	43
4.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	47
4.2 OCUPAÇÃO URBANA E CLIMA DA CIDADE DE ARACAJU	49
5. ESTUDO DO EMPREENDIMENTO	50
6. CONCLUSÕES	61
APÊNDICE A	69

1. INTRODUÇÃO

A fachada é o cartão de visita de um empreendimento e cumpre um papel importante no desempenho, proteção e vedação contra ações de agentes externos, além do aspecto visual e valorização do imóvel.

A indústria da construção civil está em constante busca por desenvolvimento de técnicas construtivas e inovadoras. E referente às tipologias de revestimento para fachadas há acabamentos em cerâmica, pinturas, pastilhas, tijolos aparentes, pedras naturais, argamassas decorativas, painéis de vidro e alumínio, e entre outros.

A placa cerâmica é um material decorativo bastante utilizado em revestimento de cidades brasileiras, tanto em regiões interna quanto externa, em pisos e paredes e em locais de pequeno ou grande fluxo. Sua flexibilidade de uso e durabilidade, facilidade de limpeza e manutenção da higiene conferem ao material uma preferência dos consumidores.

Medeiros e Sabbatini (1999, p.1) observam esta preferência. Os revestimentos cerâmicos possuem inúmeras vantagens em relação aos demais revestimentos tradicionais, incluindo as pinturas, placas pétreas, tijolos aparentes, argamassas decorativas, onde se destacam pela maior durabilidade, valorização estética, facilidade de limpeza, possibilidades de composição harmônica, maior resistência à penetração de água, conforto térmico e acústico da fachada e valorização econômica do empreendimento.

Porém, apesar da larga utilização e da evolução tecnológica, as particularidades decorrentes do processo de produção, composição mineral e tecnologia empregada dos revestimentos cerâmicos aplicados em ambiente interno e externos, tem frequentemente tornado causa de estudo de construtoras em todo país. E as inúmeras manifestações patológicas apresentadas nos revestimentos cerâmicos atestam a necessidade de melhorias.

A escolha inadequada de algum material constituinte, falta de projeto ou detalhamento e especificações, falha na aplicação dos materiais e ausência de manutenção que contribuem para a incidência de patologias. A propósito a própria indústria da construção civil também contribui para isso na busca por processos mais rápidos, e ainda associados à má qualidade da mão de obra empregada.

Diante do exposto, o presente trabalho buscou realizar uma inspeção visual e um diagnóstico expedito da fachada de um edifício residencial escolhido de modo intencional e aqui identificado como edifício A. O levantamento de dados foi complementada por meio de ensaios in loco e no Laboratório de Materiais de construção do Instituto Federal de Sergipe, Campus Aracaju a fim de avaliar às condições do sistema de revestimento cerâmico substituído.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar características técnicas das placas cerâmicas utilizadas como elemento de substituição na fachada de um edifício residencial em Aracaju.

2.2 ESPECÍFICOS

- a. Realizar levantamento expedito do revestimento cerâmico da fachada do edifício A.
- b. Confrontar os requisitos técnicos das placas cerâmicas utilizadas diante dos requisitos previstos por norma.
- c. Sugerir os requisitos técnicos a serem atendidos pelas placas cerâmicas como revestimento cerâmico da fachada para o edifício residencial A.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fachada é um importante atrativo para comercialização de qualquer empreendimento. Responsável pela primeira impressão a fachada é considerada um fator que requer atenção quando construído, visto a sua importância estética e as exposições de agentes agressivos. No caso de edifícios, a fachada torna-se um sistema complexo, onde as partes constituintes interagem entre si com as condições ambientais a que são expostas influenciando no desempenho do conjunto.

A indústria brasileira de cerâmica para revestimento é uma das principais protagonistas no mercado mundial de revestimentos cerâmicos, ocupando a segunda posição em produção e consumo. Aliado a isso, a utilização da cerâmica na construção civil está em constante crescimento.

Conforme a Associação Nacional de Cerâmica para revestimentos (ANFACER, 2015) foram produzidos 899,4 milhões de metros quadrados de cerâmica para uma capacidade instalada de 1.069 milhões de metros quadrados e as vendas totais atingiram 893,1 milhões de metros quadrados, dos quais 816,3 milhões de metros quadrados foram vendidos no mercado interno e 76,8 milhões de metros quadrados exportados.

A valorização do imóvel, alinhado ao desempenho físico e estético do sistema de revestimento cerâmico, a facilidade de limpeza e a resistência a ambientes corrosivos, além de o país possuir um elevado potencial de produção e um clima favorável, fazem desse revestimento o preferido dos brasileiros para fachadas.

O revestimento de fachada é um dos primeiros materiais da edificação a ter contato com os agentes externos, sendo assim sofre ações de ordens previsíveis e naturais que devem ser levadas em conta no momento da escolha do tipo e na execução do revestimento.

Para a análise do sistema de revestimento de fachada foram utilizadas normas técnicas brasileiras que serviram como direcionamento e base para obtenção de requisitos mínimos de qualidade na composição de revestimento, como listadas no Quadro 1.

Quadro 1: Normas e objetivos

Normas	Objetivos
NBR 13755:1996 - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento.	Estabelecer requisitos para a execução, fiscalização e recebimento de revestimento de paredes externas com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante específica para fachadas.
NBR 13816:1997 - Placas cerâmicas para revestimento- Terminologia	Definir os termos relativos a placas cerâmicas para revestimento.
NBR 13818:1997 - Placas cerâmicas para revestimento- Especificação e métodos de ensaios.	Características exigíveis para fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem, métodos de ensaios e aceitação de placas cerâmicas para revestimento.
NBR 13528:2010 - Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.	Método para a determinação da resistência de aderência à tração de revestimento de argamassa aplicados em obra.
NBR 14081:2012 - Argamassa colante industrializada para assentamentos de placas cerâmicas- Requisitos.	Estabelece requisitos para argamassas colantes industrializadas destinadas ao assentamento de placas cerâmicas.
NBR 13749: 2013 - Revestimentos de paredes e tetos com argamassas inorgânicas- Especificação.	Condições exigíveis para o recebimento de revestimento de argamassa inorgânico aplicado sobre paredes e tetos de edificações.
NBR 7200: 1998 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento.	Esta Norma fixa o procedimento de execução de revestimento de paredes e tetos.

Fonte: Autor, 2016.

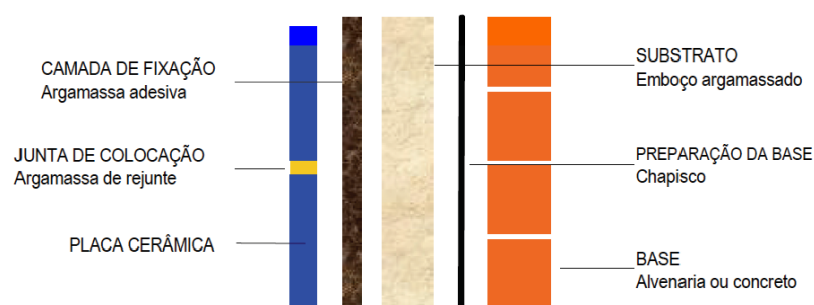
3.1 SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE EDIFÍCIOS (SRC)

A NBR 13816 (1997, p.1) define o revestimento cerâmico como o conjunto formado pelas placas cerâmicas, argamassa de assentamento e rejunte. Como o revestimento cerâmico trabalha aderido ao substrato e a base, Medeiros e Sabbatini (1999, p.4), fornecem o seguinte conceito:

“Revestimento Cerâmico de Fachada de Edifícios (RCF) é o conjunto monolítico de camadas (inclusive o emboço de substrato) aderidas à base suportante da fachada do edifício (alvenaria ou estrutura), cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo”.

Um esquema da divisão do RCF e da sua constituição é demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Esquema do sistema de revestimento cerâmico.



Fonte: MEDEIROS e SABBATINI (1999).

Cada camada desse sistema possui sua peculiaridade e importância para o revestimento atingir um desempenho global satisfatório. A qualidade e a durabilidade do sistema estão relacionadas com a escolha do tipo de revestimento, do material e da construção do assentamento e da manutenção.

Sendo assim, a seguir será descrita cada subsistema e sua função no revestimento.

3.1.1 Base e Chapisco

A base é normalmente formada por bloco cerâmico ou concreto, e elementos de estrutura de concreto, como pilar e viga. Apesar de não fazer parte do revestimento cerâmico, o conhecimento do tipo de base torna-se importante para nortear nas escolhas de materiais para constituição do sistema da fachada.

A rugosidade e capacidade de absorver água da base apresentam-se como propriedades importantes e influenciadoras no desempenho do revestimento.

A capacidade de absorção de água é importante, pois quando na execução da argamassa de emboco, parte da água da sua composição será perdida para o próprio ambiente e outra parte para a base e em relação à rugosidade, quanto mais rugosa a superfície, maior será a resistência à aderência. (BARROS; SABBATINI; LORDSLEEN JUNIOR, 1998).

Candia e Franco (1998, p.2-3) desenvolveram uma pesquisa sobre a influência do tipo de base e do tipo de preparo da base (chapisco) na resistência de aderência. Segundo ambos, as duas principais características da base que influenciam nessa propriedade são a capacidade de Absorção Inicial de Água (IRA) e a rugosidade superficial. Para bases de alvenaria de blocos cerâmicos e de estrutura de concreto, concluíram que é sempre necessário efetuar o preparo da base com a argamassa de chapisco, enquanto os blocos de concreto apresentam características adequadas para oferecer boa aderência ao revestimento, mesmo sem aplicação do chapisco.

Já a camada de chapisco ou preparação da base, por sua vez facilita a ancoragem entre base e a camada de emboço. Usada principalmente em áreas externas, por que forma mais um agente protetor como fator resistente às elevadas solicitações mecânicas que lhes são atribuídas.

A NBR 13.755 (1996, p.5) recomenda traço da argamassa de chapisco de 1:3 em volume de cimento e areia grossa úmida. E a NBR 7200 (1998, p.6) instrui que a argamassa para essa camada deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior penetração da pasta na base. Com o cuidado para que o chapisco não cubra totalmente a base e assim perca o seu objetivo.

Para a aplicação do chapisco, torna-se importante a remoção de qualquer tipo de sujeira presente para melhorar a aderência com a base.

3.1.2 Argamassa de emboço

Consiste na camada que estará sujeita a vários esforços durante o tempo. Além disso, tem a finalidade de oferecer sustentação ao revestimento cerâmico e definir o plano vertical da fachada (ROSCOE, 2008, p.23).

Localizada entre a camada de revestimento cerâmico e o chapisco, a argamassa de emboço faz a cobertura da superfície, regulariza e tem a função de absorver as deformações e proteger os elementos de vedação contra agentes agressivos.

A NBR 13.749 (2013, p.2) recomenda que a camada de emboço em revestimentos externos deve ter a espessura de 20 a 30 mm. Barros, Sabbatini e Maciel (1998, p.2) abordam que as principais propriedades no estado seco e endurecido são: trabalhabilidade, retenção de água, aderência, capacidade de absorver deformações, resistência mecânica e durabilidade.

A trabalhabilidade é uma propriedade do estado fresco e uma das mais importantes, está relacionada com a fluidez da argamassa e a habilidade de fluir e espalhar-se. A consistência e a plasticidade são atributos que refletem na trabalhabilidade. Depende do teor de água, do tipo de mistura, da proporção entre agregado e aglomerante, tipo de aplicação, teor de aditivos e das características de aplicação da base.

Já a retenção de água está relacionada com a capacidade da argamassa em não perder água de forma acelerada para a base ou para o ambiente, por evaporação e com isso não interfira na reação de hidratação do cimento e consequentemente na resistência. Quando a mesma não possui essa característica pode resultar no surgimento de fissuras, perda de aderência e na capacidade de absorver deformações.

Outra característica importante é a aderência da argamassa, que está relacionada com a capacidade de adesão, de ancorar-se nos poros da base e adquirir a resistência de aderência à tração e cisalhamento. Depende do tipo de base, das suas condições de limpeza, das técnicas de aplicação e dos equipamentos utilizados na execução da camada.

A capacidade de absorver deformações é outra característica importante e está relacionada com a disposição da argamassa de manter-se íntegra ao ser submetida a solicitações e impedir que ocorra fissuração ou destacamento do revestimento.

Resistência mecânica é uma característica relacionada com a capacidade de absorver deformações. Ao passo que deforma, a argamassa deve apresentar-se íntegra para resistir às tensões impostas pela camada de acabamento.

A durabilidade depende de todas as propriedades mencionadas, e está relacionada com o desempenho ao longo do tempo.

Na prática, utilizam erroneamente essa camada de emboço para encobrir as distorções da base, do desaprumo e desalinhamento na execução da alvenaria, comprometendo a legítima função desse revestimento. Para Costa (2013) para corrigir camadas espessas devem utilizar reforço para acautelar o aparecimento de fissuras. E é indicado o uso de telas metálicas para resistir às solicitações e movimentações, normalmente sendo colocadas numa posição central do emboço.

3.1.3 Camada de Fixação

Camada responsável por fazer a ligação entre a placa cerâmica e o emboço. O material mais utilizado na execução de revestimento cerâmico de fachada é a argamassa colante, que é um produto industrializado composto por uma argamassa pré-fabricada e fornecida em embalagens.

A NBR 14081 (2012) define argamassa colante industrializada como produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

Barros, Sabbatini e Lordsleen Júnior (1999, p.6) definem que:

“Argamassa adesiva deve ser compatível com o substrato em que será empregada, pois, uma reação desconhecida dos materiais pode prejudicar seriamente sua união. De modo geral, a argamassa disponível é compatível com a maioria dos materiais empregados na camada de regularização, exceto com revestimentos à base de gesso, pois este material apresenta uma reação deletéria em face do cimento presente na argamassa adesiva, podendo provocar descolamento do revestimento”.

Segundo Roscoe (2008, p.24), a principal vantagem desta argamassa industrializada reside basicamente no uso de camada fina no assentamento, permitindo a racionalização da execução e redução de custos. Além de simplificar a técnica de colocação das placas cerâmicas, dissociando os serviços de regularização do serviço de acabamento superficial.

Nessa camada é fundamental que tenha capacidade de retenção de água para permitir que o material seja aplicado em camada fina, sem perder para a base e para o ar a quantidade de água necessária à hidratação do cimento. Deve possuir também resistência à aderência para suportar tensões de tração e cisalhamento das interfaces do emboço. Já que caso essa resistência seja baixa, há possibilidade de ocorrência de destacamento do revestimento.

No Brasil a norma que rege a argamassa de fixação é a NBR 14081 (2012) e essencialmente diferenciam-se pela capacidade de aderência e tempo em aberto da argamassa. Há 3 tipos disponíveis para assentamentos, classificados em AC-I, AC-II, AC-III e AC-IIIE. Para revestimento externo, é indicada argamassa, no mínimo AC II, porém ACIII tem resistência superior e é a mais utilizada para fachadas.

3.1.4 Placas cerâmicas

A parte do revestimento que proporciona à beleza e harmonização ao conjunto do revestimento. A definição de placa cerâmica para revestimento, segundo a NBR 13816 (1996, p.2) é um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo formada por extrusão ou por prensagem, podendo também ser conformado por outros processos, e queimados a altas temperaturas.

Tecnicamente o comprimento e largura são predominantes em relação à sua espessura. E de acordo com a NBR 13755 (1996, p.1) a área de superfície da placa

não pode ser superior a 400 cm² e espessura a 15 mm. As propriedades dos revestimentos cerâmicos têm consigo uma série de vantagens importantes para uso como revestimento de fachada. Medeiros e Sabbatini (1999, p.10) citam algumas características, dentre as principais, para uso em revestimento de fachada: baixa higroscopicidade, não propaga fogo e diferença de potencial, possui elevada impermeabilidade e excelente isolamento.

De acordo com a ANFACER (2016) os fabricantes brasileiros de revestimentos cerâmicos estão alinhados com a melhor tecnologia disponível no mundo e em conformidade com as normas internacionais de qualidade.

Há diversos tipos de revestimentos cerâmicos, classificados conforme suas propriedades físicas e químicas, processo de fabricação e matéria prima utilizada. Por exemplo, há uma classificação em esmaltadas e não esmaltadas, devido à existência do vidrado na face exposta. Há outro disposto pelo processo de fabricação, podendo ser dividida em prensado ou extrudado.

De um modo geral compreendem as etapas de preparação da matéria-prima e da massa, formação das peças, tratamento térmico e acabamento.

As caracterizações físico-químicas das matérias-primas são de fundamental importância para a obtenção de peças com propriedades finais do revestimento, que juntamente ao conhecimento e controle de todas as etapas do processo industrial podem eliminar ou reduzir defeitos de fabricação, tais como: trincas, retração, compactação, fundência, absorção de água e resistência mecânica.

Para preparação dos tipos de massas de revestimento há dois modos de produção instalados no país: por via seca ou via úmida. No processo de produção de via seca, o material é misturado e moído com sua umidade natural, isto é, da forma e consistência que foi extraído, passando pelo granulador para obter o grão com a forma adequada.

Já na via úmida para conseguir a plasticidade e a granulometria, acrescenta-se água e a mistura (barbotina) passa por moinhos com seixos que giram continuamente. Depois da moagem a mistura passa pelo atomizador, onde é realizada a evaporação parcial da água da barbotina, para a formação de aglomerados esféricos, também conhecidos por pó atomizado.

O processo de fabricação da via úmida é um pouco mais complexo, pois a massa pode ser composta através da mistura de diferentes tipos de argilas que,

adicionadas à água, formarão uma massa mais uniforme quando comparada à massa obtida através do processo de via seca.

Conforme ANFACER (2016) no Brasil, o processo de fabricação mais utilizado no país é por via seca, com 73,4% da produção, e os restantes 26,6% por via úmida. Porém, apesar da larga utilização, há um problema recente enfrentado pelo setor em deslocamentos relacionados ao processo de produção por via seca.

Segundo Pezzato (2010) as vantagens do processo de via seca são conhecidas por possuir um menor custo energético, manutenção, e também instalações de menor impacto ambiental, pois não se usam aditivos e nem defloculantes. No entanto, possui alguns limites tecnológicos, pois não permite obter granulometria comparável ao da via úmida e não processa uma mistura com vários componentes de natureza diversa simultaneamente, já que a agregação das partículas ocorre de maneira diferente, e ainda apresenta problemas com prensagem em relação ao material atomizado.

Conforme Constantino *et.al* (2006) apesar de todos os investimentos em tecnologia, principalmente em moinhos de altíssima eficiência e sucessivos processos de granulação, o pó produzido por via seca continua apresentando características diferentes do que se obtém por via úmida, e em particular porque tem menor fluidez, acarretando com isso, problemas, principalmente, no que diz respeito a absorção de água nas peças cerâmicas.

Ainda para Constantino *et.al* (2006) outros defeitos podem estar associados à produção da cerâmica por via seca. Tais como a eflorescência, causada pelo excesso de umidade na parede, com aparecimento de manchas brancas ou escuras na superfície das peças ou entre os rejuntas. O gretamento acontece quando o esmalte se rompe devido à incompatibilidade de dilatação entre a base e o esmalte, agravada pela variação de umidade e temperatura. Esta última que é uma porta de entrada para a ocorrência de expansão por umidade da placa cerâmica, que é causa para perda de aderência e deslocamento.

Após a moagem, há o processo de conformação da peça cerâmica. As partículas das matérias-primas são comprimidas até um menor volume possível, por meio de uma pressão exercida na prensa hidráulica, obtendo-se um empacotamento e agregação destas partículas. Uma das etapas mais importantes do processo de fabricação, pois uma má compactação dos aglomerados também pode acarretar vários defeitos nas peças cerâmicas.

Conforme Maganha e Oliveira (2008) após a etapa de formação, as peças em geral ainda contém grande quantidade de água, proveniente da preparação da massa. E para evitar tensões e, conseqüentemente, defeitos nas peças, tais como: trincas, bolhas, empenos é necessário eliminar essa água de forma lenta e gradual até um teor suficientemente baixo, de 0,8% a 1,5% de umidade residual através da queima das peças.

Ainda de acordo com Maganha e Oliveira (2008) após a queima ou secagem, a maioria dos produtos recebe uma camada fina e contínua de um material denominado esmalte ou vidrado, adquirindo aspecto vítreo. Esta camada contribui para o aspecto estético, higiênico e melhora algumas das propriedades físicas, principalmente de resistência mecânica e elétrica.

A escolha da cerâmica deve ser realizada conforme finalidade específica e o ideal, em todas as situações, é que a placa seja certificada pelo CCB (Centro Cerâmico do Brasil). Segundo Antunes (2010, p.28) as propriedades mais importantes para avaliar as placas cerâmicas de fachada são: absorção de água, resistência mecânica da base da placa e expansão por umidade.

Absorção de água é uma das propriedades de classificação de placas cerâmicas e tem influencia sobre propriedades do produto e deslocamento cerâmico. Dependente da porosidade da placa e está relacionada à resistência mecânica da base da placa, por exemplo, quanto maior for à resistência mecânica, menor será a absorção de água. A Tabela 1 apresenta uma correlação entre o grau de absorção das placas cerâmicas do Brasil e o método de fabricação

Tabela 1: Grupo de absorção de água conforme NBR 13818.

Absorção de água (%)	Métodos de fabricação		
	Extrudado (A)	Prensado(B)	Outros (C)
Abs $\leq$ 0,5	AI	BIb	CI
0,5 < Abs $\leq$ 3		BIb	
3 < Abs $\leq$ 6	AIIa	BIIa	CIIa
6 < Abs $\leq$ 10	AIIb	BIIb	CIIb
Abs > 10	AIII	BIII	CIII

Fonte: NBR 13818 (1996).

A NBR 13.818 (1997) não estabelece um limite específico para a absorção total das placas cerâmicas utilizadas em fachadas. Segundo Medeiros (2006), a norma britânica BS 5385 (BSI, 1991), mais respeitada de projeto e execução do

mundo, afirma que a cerâmica usada em fachadas não pode ultrapassar o índice de 3% de absorção de água. Já o centro cerâmico do Brasil aconselha o uso de placas que obedeçam a limites de absorções de água inferiores a 6%, e inferiores a 3% em regiões sujeitas à neve.

Segundo Silva (2014) durante o processo de fabricação da placa cerâmica a massa fica em tensão de compressão nas camadas mais superficiais, visando aumentar a resistência mecânica da peça. A tensão de compressão residual vai sendo liberada com o decorrer do tempo (meses ou anos), e caso ocorra tração no vidro, o mesmo se romperá ficando gretado.

Outra propriedade importante de análise é a expansão por umidade. Evento natural que a placa cerâmica sofre após entrar em contato com a umidade do ambiente, ocorre lentamente e é relativamente pequena. A NBR 13818 (1997) mostra características exigíveis da cerâmica limitando em 0,6mm/m ou 0,06%. Durante o uso as tensões geradas quando cada uma das placas cerâmicas se expande além de um determinado limite, podem ser suficientes para levar ao gretamento do vidro e comprometer a estabilidade da estrutura e levar ao destacamento.

No caso de ambientes que estão expostos a elevadas taxas de umidade, como é o caso de fachada, torna-se uma característica de análise interessante, pois índices elevados de EPU (expansão por umidade) ou dilatação higroscópica podem provocar estufamento e gretamento da placa no revestimento.

A NBR 13755 (1996 p.4) ainda propõe que para um bom funcionamento, as placas cerâmicas precisam possuir as seguintes condições: ser apropriada para revestimentos externos de fachada, estar seca, tardo deve estar isento de pó, engobes pulverulentos ou partículas que impeçam a sua boa aderência à argamassa colante, e estar conforme a classificação indicada na embalagem. Na Tabela 2 destacam-se características básicas de placas cerâmicas utilizadas em fachadas.

Tabela 2: Especificação mínima para fachadas

Características	
Grupo de absorção de água	Bla/B1b/BIIa/BIIb
Resistência às manchas	Classe 4 ou 5
Resistência ao ataque químico	Elevada ou média
Argamassa colante	Tipo AC III
Argamassa de rejuntamento	Produtos industrializados, seguir informações do fabricante.
Expansão por umidade (EPU)	≤ 0,6 mm/m

Fonte: CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (2016).

3.1.5 Juntas

Juntas são os espaçamentos deixados entre as placas cerâmicas durante o processo de assentamento, com o objetivo de absorver as tensões e diminuir a incidência de fissuras e trincas nas fachadas, promovendo assim uma estabilidade na edificação.

As principais deformações que originam tensões são: dilatação higroscópica das placas cerâmicas ou expansão por umidade, variações térmicas, retração das argamassas do substrato e de assentamento dos elementos de alvenaria, deformação lenta do concreto da estrutura, recalque de fundações e atuação de cargas acidentais. (ROSCOE, 2008, p.36). No Quadro 2 têm-se as diferenças entre as tipologias de juntas normativas presentes na fachada.

Quadro 2: Conceituação de juntas

Tipo de junta	Conceito
Juntas de assentamento	Espaço regular entre 2 placas adjacentes.
Juntas de movimentação	Espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento. Juntas horizontais recomendam-se a cada 3m e verticais a cada 6m.
Junta de dessolidarização	Espaço regular cuja função é separar o revestimento para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento.
Junta estrutural	Espaço regular cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura de concreto.

Fonte: NBR 13755 (1996).

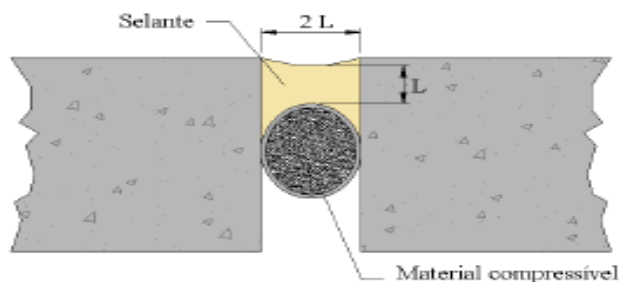
As juntas de dessolidarização e movimentação têm espessura maior que a de assentamento. Nas aberturas das juntas de movimentação inserem-se os chamados limitadores de fundo, tiras compostas de materiais altamente deformáveis e compressíveis para absorver movimentações e propiciar estanqueidade. Como exemplo, tem a espuma de poliuretano, manta de algodão. Já na camada mais externa da junta, aplicam-se os selantes, um acabamento de silicone, poliuretano ou mástiques plástico, acrílico e que tem como função vedar contra a entrada de umidade ou agente agressivo e por ser flexível, permite também a movimentação.

Segundo a NBR 13755 (1996, p.5) o espaçamento entre as juntas deve ser dimensionado 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, relação entre largura e profundidade, que deve ser especificado pelo fabricante do selante.

Na Figura 2 há uma demonstração da recomendação fator de forma para uma junta com largura ($2L$) e profundidade (L), especificados com um tipo de selante empregado, e a disposição do material compressível da junta.

Figura 2: Recomendação do fator de forma

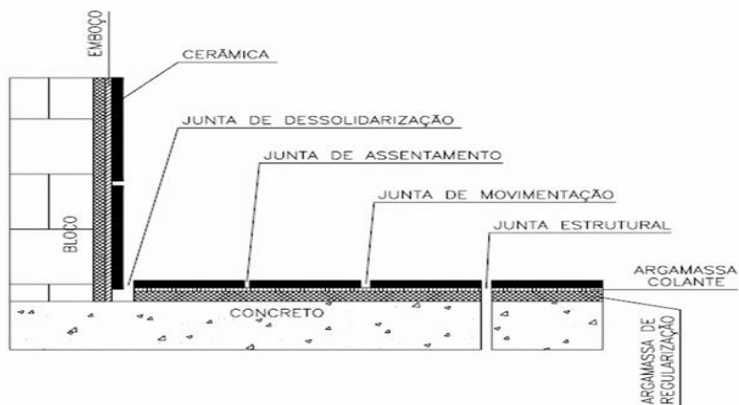


Fonte: ANTUNES (2010).

Para Ribeiro (2006, p.28) a junta de dessolidarização tem a função de dessolidarizar os encontros de panos de revestimentos perpendiculares entre si, ou seja, fazer com que cada pano sofra deformações sem interferência do plano adjacente. Um exemplo deste tipo de junta ocorre em mudanças de direções.

Campante e Baía (2008) explicam que as juntas estruturais, também conhecidas como juntas de dilatação, são elaboradas durante o projeto estrutural e tem a função de absorver as tensões surgidas com a deformação do edifício todo. Na Figura 3 evidenciam-se as disposições das juntas no SRC.

Figura 3: Juntas do sistema de revestimento cerâmico



Fonte: ABCCO- REJUNTABRÁS (2001).

Relativo às argamassas utilizadas na junta do sistema de revestimento, há disponibilidade no Brasil de argamassas para fachadas à base de epóxi e cimento para o rejuntamento de placas cerâmicas. Porém só há normatização de argamassas para rejuntas à base de cimento Portland NBR14992 (2003), àquela a base de epóxi ainda não é normatizada, ficando a cargo dos fabricantes as informações e características do produto.

O material utilizado para fachadas deverá ser flexível para suportar as deformações mecânicas e as dilatações térmicas, além de ser um material impermeável, resistente a fungos e bactérias.

Dentre as diferentes argamassas à base de cimento, existe no mercado a solução denominada flexível, classificada como do tipo II pela NBR 14992 (2003) que é interessante para uso em fachadas de edifícios, por ter mais polímeros e ser flexível, e com isso é mais resistente quando submetidos a altas tensões com as movimentações das placas cerâmicas.

3.2 PROJETOS DE REVESTIMENTO DE FACHADA

O projeto de fachadas não é só um item estético ou decorativo, como muitas vezes é compreendido quando associado aos projetos de arquitetura. A elaboração de um projeto de revestimento fornece não só elementos construtivos, ou materiais constituintes para o revestimento.

Estabelecem também parâmetros que norteiam os processos na execução de serviços e que contribuem para evitar uma série de falhas construtivas, como exemplo, as atividades necessárias para execução de forma discriminada e previamente planejada, memorial descritivo orientando quanto a escolhas de materiais, ferramentas e métodos de controle de qualidade. Tornando item fundamental para a durabilidade da edificação.

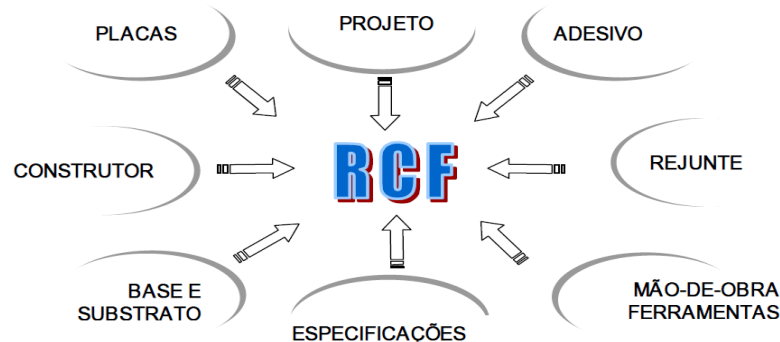
Medeiros e Sabbatini (1999, p.7) abordam parâmetros que influenciam na qualidade do revestimento de cerâmico de fachada considerando necessários não apenas o desempenho de cada camada isoladamente, mas o desempenho do sistema como um todo, desde a base suporte, até o material cerâmico de revestimento externo, que é a placa cerâmica.

Além disso, relaciona o papel do construtor, que deve exigir e conceder o detalhamento adequado do projeto, bem como mão de obra e ferramentas

diferenciadas para as fases executivas dos serviços. Muitas vezes, uma tentativa de economizar recursos durante a fase de execução pode afetar o desempenho do sistema por toda vida útil da estrutura.

Na Figura 4 há uma demonstração dos contribuintes para a qualidade do RCF e o projeto é um destes agentes principais, apesar de não existir norma com a obrigação deste tipo de projeto.

Figura 4: Fatores e agentes que interferem na qualidade dos RCF



Fonte: MEDEIROS e SABBATINI (1999, p.7).

3.2.1 DIRETRIZES BÁSICAS PARA O PROJETO

Para se iniciar um projeto de revestimento de fachada é importante realizar uma coleta de informações do local a ser empregado. Além disso, análise no projeto arquitetônico, incluindo o projeto das fachadas, estrutural, alvenaria e outras informações gerais. Medeiros e Sabbatini (1999) divide o projeto de revestimento em três fases: Análise preliminar, análise de detalhamento e a fase final de produção.

Nesse contexto, foram citados alguns detalhes importantes de cada fase do projeto, que quando implantado implica em minimizar incidências patológicas recorrentes no revestimento, enfatizando o deslocamento cerâmico.

a) Análise Inicial

Nessa fase é feita uma análise preliminar das condições de exposição da fachada, de acordo com a sua localização, proximidade de zonas poluídas, corrosiva. Também é realizada uma avaliação da arquitetura do edifício, observando os sistemas que interagem com o revestimento cerâmico.

Campante e Baía (2008, p.51) ressalta de forma sucinta que deve ser feita uma análise de interfaces entre o revestimento e os demais sistemas do edifício, estrutura, alvenaria, sistemas prediais, esquadrias e outros.

Os principais pontos a serem analisados são os locais que receberão revestimento, espessura de vedações, presença e dimensões de aberturas, recortes e detalhes como pingadeiras, peitoris e platibandas, existência de juntas estruturais, indicação de regiões que deverão ser reforçadas com telas ou outro material.

A não previsibilidade de qualquer detalhe a ser escolhido nessa fase implica em perda precoce de desempenho e surgimento de patologias. Então, a ausência ou especificação das juntas para absorver as movimentações, detalhes construtivos, recortes nas placas e reforços em determinadas regiões podem ocasionar destacamento e outras patologias nos revestimentos.

b) Fase de especificação e detalhamento

A fase de elaboração do projeto, onde devem especificar os detalhes construtivos assim como os materiais e sistema construtivo adotado. Para Campante e Baía (2008, p.52) devem ser especificados os materiais com qualidade comprovada pelo INMETRO e, no caso das placas cerâmicas, pelo CCB. Assim como chapiscos e argamassa para emboço, composições das misturas e os desempenhos mecânicos e físicos esperados.

Devem também ser especificadas as telas de reforço utilizadas em encontros de estrutura alvenaria e em cantos reforço utilizado em encontros de estrutura alvenaria e em cantos inferiores/ superiores de aberturas de aberturas.

Alguns parâmetros devem ser utilizados para a correta especificação do revestimento, como demonstrados no Quadro 3.

Quadro 3: Parâmetros para especificação do revestimento

Parâmetros	Especificação
Características da base	Tipos de alvenaria e ou elementos estruturais usados.
Características das camadas constituintes	Chapisco obrigatório, traço adequado, planicidade e rugosidade, na camada de fixação das placas.
Solicitações do revestimento	Juntas projetadas para absorver as resistências mecânicas.
Condições de exposição	Variações térmicas, e higroscópicas produzidas pela exposição às intempéries, clima na região, à intensidade pluviométrica.
Geometria de painéis	Influência das dimensões sobre às deformações, definição das juntas para o não aparecimento de patologias.
Técnicas de execução	Revestimento cerâmico convencional ou racionalizado.

Fonte: Adaptado de CAMPANTE E BAÍA (2008, p 40-46).

Assim como é importante à previsão na fase inicial a especificação também é crucial. A escolha incorreta ou inadequada de qualquer material que compõem o revestimento cerâmico, o sub dimensionamento de juntas e reforços em regiões frágeis e com elevadas concentrações de esforços, aliados as condições de exposição, podem ocasionar em estufamento e deslocamento, justificando assim a importância da implantação de um projeto.

c) Fase de Produção

Nessa fase deve ser feito o acompanhamento e controle de etapas que compõem o processo executivo. E como há possibilidade de alterações devido a mudanças na execução dos serviços, alguns ajustes devem ser feitos. Seja uma alteração na dosagem das argamassas de emboço ou a colocação de telas, devido à alteração da espessura da camada.

Nessa fase ainda devem-se fiscalizar os serviços para corrigir qualquer falha que possa contribuir na perda de durabilidade do sistema, como por exemplo, durante a execução da atividade observar se o operário está dominando a técnica de assentamento, se está seguindo as técnicas construtivas requeridas.

O controle de execução do revestimento cerâmico é a peça chave para qualidade do RCF e envolve um conjunto de ações realizadas em todas as etapas. A ausência de métodos de controle antes do iniciar, durante e após a conclusão da execução do revestimento pode ocasionar patologias em um período curto depois de implantado.

3.2.2 DETALHES CONSTRUTIVOS

Além de ter especificação correta de materiais, uma geometria definida e um posicionamento adequado dos detalhes construtivos ajudam no funcionamento e desempenho global da fachada e na redução de incidências de patologias nas regiões implantadas.

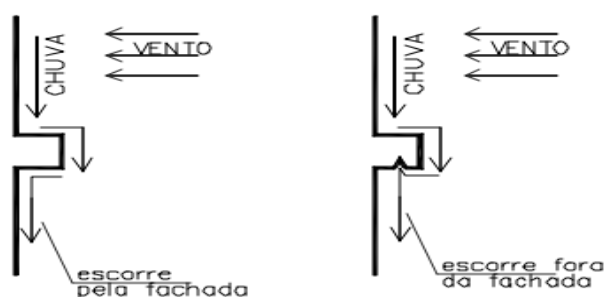
Estes elementos devem estar dispostos a fim de evacuar a concentração de água e acúmulo de fragmentos, permitindo norteio para o fluxo de água pelas superfícies e ainda evitar formação de manchas e deslocamentos. A seguir serão listados alguns detalhes construtivos importantes para o bom funcionamento da fachada e que contribuem para a sua durabilidade.

a) Pingadeiras

Para Oliveira e Sabbatini (2003, p.83) as pingadeiras são detalhes construtivos que tem a função de “quebrar” a linha d’água, evitando que a mesma escorra pelas fachadas e que podem fazer parte do peitoril de esquadrias. As mesmas devem ficar afastadas da fachada para que a água pingue ao invés de escorrer.

Além disso, salienta-se que a sua utilização evita acúmulo de poeira nas partes planas da fachada, tais como os peitoris e topo de platibandas e molduras. Se não houver esse elemento construtivo ou utilizado de forma inadequada, a água da chuva escorre pelos painéis e por toda a altura da fachada, podendo infiltrar e ocasionar manchas e perdas de aderência do revestimento. Na Figura 5 há o posicionamento errado, à esquerda, e o correto, à direita, do detalhe construtivo da pingadeira.

Figura 5: Detalhe construtivo do efeito de pingadeira



Fonte: OLIVEIRA e SABBATINI (2003).

b) Rufos

Também conhecidos como cimalkas, os rufos são construídos por materiais peças metálicas ou de rocha com a função de proteger as partes planas da fachada contra a infiltração das águas que surge da atmosfera e também daquela usada para limpeza. Devem ser impermeáveis e possuir projeções tanto para o interior quanto para o exterior da fachada de modo a reduzir a área a ser atingida pela lâmina de água.

OLIVEIRA E SABBATINI (2003, p.85) afirmam:

Os rufos devem ser projetados para evitar que a água proveniente do painel do último andar ou das lajes planas de cobertura escorram pela superfície a fachada ou se infiltrem pelo painel. Outra questão é a seleção de seu material, pois o mesmo deve ser resistente à corrosão atmosférica e não manchar a superfície do painel.

Esse elemento construtivo é importante para minimizar a ocorrência de infiltração, sujidade e destacamento nas regiões de topo de fachada, devido às elevadas solicitações. Na Figura 6 mostra o posicionamento do rufo nas platibandas.

Figura 6: Posicionamento do rufo nas platibandas.



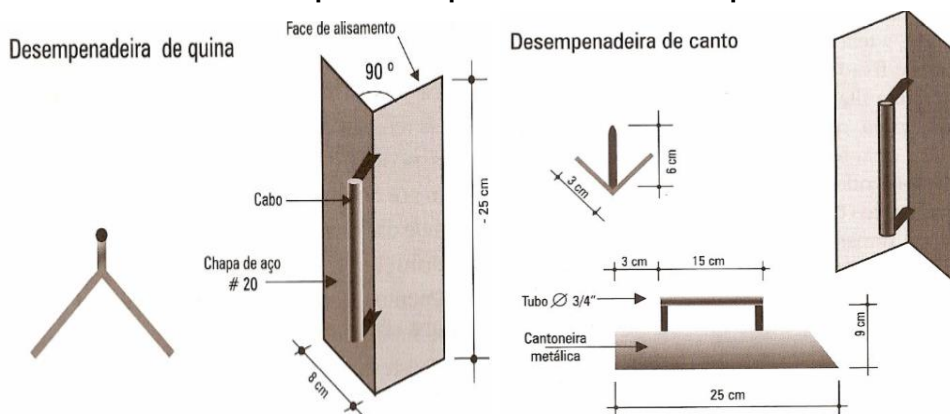
Fonte: CONSOLI (2006).

c) Quinas e cantos

Consideradas como regiões frágeis, precisam de detalhes construtivos bem executados. Conforme Barros, Maciel e Sabbatini (1998, p.26) durante a execução dos serviços é indicado que o que o mesmo fique inacabado cerca de 50 mm até a aresta em uma das faces, sendo complementada imediatamente antes do revestimento da outra face.

O acabamento superficial do revestimento deve ser feito simultaneamente nos 2 lados da quina, e neste ponto aconselha-se o uso de uma desempenadeira, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7: Modelos de desempenadeira para acabamento em quinas e cantos



Fonte: Adaptado de AURICH e LEGGERINI (2009).

A execução dessas regiões de forma inadequada pode acarretar em perda precoce de desempenho e de aderência entre as camadas do revestimento.

3.2.3 PARÂMETROS EXECUTIVOS DO REVESTIMENTO DE FACHADA

Um parâmetro essencial para o revestimento de fachada são as condições ambientais para realizar a execução das atividades. A NBR 13755 (1996) recomenda a execução quando a temperatura ambiente estiver compreendida entre 5°C e 40°C e as temperaturas dos componentes do sistema de revestimento cerâmico estiverem entre 5°C e 27°C. Quando a temperatura da base, por incidência do sol, estiver acima de 27°C, deve-se umedecê-la levemente, porém sem saturá-la.

O preparo do substrato ou camada de regularização é feita a partir das verificações de planeza, rugosidade e limpeza superficial. O emboço deve ser executado sobre alvenaria chapiscada, para melhorar a aderência do sistema e a base deve apresentar-se seca, isento de poeira ou qualquer tipo de substância que prejudique a aderência com a argamassa colante.

Para Barros e Sabbatini (2001, p.16-17) o substrato não deve apresentar planeza superior a 3 mm, e quando apresentar, deve-se corrigir com argamassa colante e só iniciar a execução do revestimento cerâmico 5 dias após a aplicação. E ainda relativo à rugosidade da camada de regularização, deverá ser medianamente áspera para ter aderência satisfatória com a argamassa colante.

Ainda para Barros e Sabbatini (2001, p.18) revestimento cerâmico é assentado da argamassa colante e a execução deve ser feita 15 dias após a camada de regularização para permitir que ocorra a maior parte das tensões de retração. Relativo à aplicação da argamassa colante deve haver um controle para não exceder do tempo em aberto, pois pode prejudicar na aderência com a placa cerâmica e causar problemas patológicas em pouco tempo de implementado.

Conforme Barros e Sabbatini (2001, p.24) para realizar o rejuntamento há um prazo limite mínimo de 72 horas após a fixação das cerâmicas.

Alguns equipamentos são necessários e essenciais para a execução do revestimento cerâmico. Para a aplicação da argamassa colante, por exemplo, recomenda-se ser realizada com desempenadeira metálica dentada estendendo-a na parede com o lado liso e em seguida frisando-a com o lado dentado. Para verificação e preparo da base deve possuir prumo, esquadro, laser ou mangueira a nível, etc.

Outro ponto importante é a mão de obra para executar tais procedimentos. É necessário treinamento e qualificação de operários, bem como a padronização dos

procedimentos de execução e paralelo a isso, o acompanhamento e controle das etapas que compõem os procedimentos executivos.

3.2.4 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Mesmo que realizadas ações eficazes durante a execução dos serviços, todo e qualquer sistema tem a tendência de se desgastar ao longo de sua vida útil. Sendo assim, torna-se necessário a adoção de algumas medidas preventivas e corretivas para que os mesmos continuem desempenhando suas funções e atenda as necessidades dos usuários. Estas medidas compõem a gestão de manutenção da edificação.

Segundo NBR 5674 (2012) a manutenção é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários. Atividades estas que se constituem em práticas preventivas, de conservação, prevenção e de reabilitação e devem ser realizadas periodicamente.

Culturalmente, o Brasil não tem a prática de prevenção enraizada. Só se previne, quando o problema está aparente ou quando acidentes de grande porte ganham destaques na mídia. E a falta de norma, quanto à existência de projetos de fachada, contribuem com a não preocupação destes serviços.

“Muitas tragédias ocorreram e ocorrem em edificações com mais de 20 anos, onde se verifica a baixa (ou quase nenhuma) qualidade nas atividades de manutenção. Habitualmente, proprietários de imóveis, usuários e gestores prediais negligenciam, ou mesmo ignoram, atividades preventivas, corretivas, reformas e outras que, por definição, deveriam alavancar uma melhor performance de desempenho nos sistemas e elementos construtivos. Essas negligências traduzem-se em prejuízo e, em alguns casos, em acidentes” (IBAPE/SP, 2012).

Para Roscoe (2008, p.49) os custos necessários com práticas preventivas são bem menores se comparados com aqueles para reparar danos, o que torna a atividade de manutenção essencial.

Por isso, deve-se antecipar um plano de manutenção eficiente, que determine a periodicidade das vistorias e as intervenções preventivas, como limpeza, revisão do rejuntamento, desobstrução de drenos etc. As principais práticas preventivas para a fachada de revestimento cerâmico são exibidas no Quadro 4.

Quadro 4: Serviços de manutenção ou intervenção em fachada cerâmica.

Manutenção ou intervenção em RCF
Lavagem e limpeza dos revestimentos cerâmicos, rejuntas e juntas, através de lavagem mecânica e jateamento de água e/ou vapor d'água técnica adotada nas áreas afetadas.
Remoção e limpeza de juntas de movimentação de superfícies revestidas com cerâmicas com execução de novas juntas, aplicação de limitador de profundidade.
Restauração do revestimento com reposição de peças, correção do substrato, tratamento de trincas nas alvenarias e emboço de suporte, execução de juntas de movimentação e execução de rejuntamento danificado.

Fonte: IBAPE (2012).

Porém, para definir qual a técnica adequada e quais os materiais devem ser utilizados no serviço, é preciso considerar uma série de fatores, tais como: tipo de revestimento da construção, grau de sujeira, altura do prédio, acessibilidade, tipo de ambiente em que o prédio está construído, ou seja, existe muita poluição, se é corrosivo.

Quanto à lavagem da fachada, de acordo com as recomendações do CCB, devem ser lavados a cada dois anos, com hidrojateamento, atentando-se quanto ao uso de equipamento com alta pressão ou muito próximo da superfície de revestimentos para não danificar o revestimento. Neste processo não se deve usar produto químico, sobretudo o que tenha ácido que degrada o revestimento e camadas internas. Além da lavagem, devem-se aplicar também biocidas, para eliminar fungos, e produtos repelentes a água no rejuntamento.

Os processos de limpeza e lavagem além de ser uma técnica preventiva, pode contribuir para antecipação de problemas não perceptíveis na fachada, tais como, regiões com perda de estanqueidade das esquadrias, pontos favoráveis à infiltração, rejuntas danificados, placas soltas e etc.

Atesta-se que a inexistência de manutenção nos edifícios causa prejuízo funcional aos sistemas, perda precoce de desempenho e redução do prazo de vida útil. Assim como uma manutenção inexistente ou inadequada também pode ser responsável por surgimento de anomalia das mais variadas.

3.3 PATOLOGIAS NO RCF

A palavra patologia refere-se a uma doença ou problema relacionado a um funcionamento inadequado de um sistema ou parte dele. Para edifícios, quando uma parte do conjunto, em algum momento de sua vida útil, deixa de apresentar

desempenho previsto. E para uma análise de RCF (Revestimento Cerâmico de Fachada), resulta em uma impossibilidade de não cumprimento de suas funções, notadamente em aspectos de proteção, isolamento, estanqueidade e também estético.

O aparecimento de patologia nas fachadas torna-se tormento para construtores, investidores e usuários, pois geram uma desvalorização do imóvel e a recuperação normalmente possui um custo oneroso. Tais falhas podem estar associadas com a especificação, execução ou a ausência de manutenção aliada ainda aos fatores externos, comprometendo na durabilidade do empreendimento.

A partir disso, serão descritas os agentes externos que interferem na fachada, e as manifestações patológicas de revestimentos de fachada com ênfase àquelas que interferem diretamente no deslocamento cerâmico. Inicialmente destacaram-se de forma sucinta os agentes externos que interferem na fachada e após isso as patologias.

3.3.1 AGENTES EXTERNOS QUE INTERFEREM NA FACHADA

O revestimento de fachada é um dos primeiros membros da edificação a ter contato com os agentes externos, sendo assim sofre ações de ordens previsíveis e naturais que devem ser levadas em conta no momento da escolha do tipo, na projeto e execução do revestimento. Na figura 8 há uma exibição dos principais agentes que interferem na fachada.



Fonte: CRESCÊNCIO (2003).

A ação das intempéries deve ser considerada na execução e ou elaboração de projeto de fachada, pois podem provocar movimentações higroscópicas e variações térmicas que comprometam a durabilidade do revestimento.

A incidência da água e umidade, por exemplo, além de provocar movimentações higroscópicas no revestimento, pode ocasionar infiltração e perda de estanqueidade no sistema de revestimento.

Para Almeida (2012, p.18) o excesso de água de chuva que penetra e não consegue evaporar pode deixar umidade retida e causarão danos ao revestimento cerâmico, tais como, destacamentos, eflorescência, manchas, mofos, além de pontos de infiltração no interior da edificação.

A radiação solar e as elevadas variações de temperatura podem gerar tensões de expansão e compressão no revestimento.. Para Almeida (2012, p.18) estas variações podem ocasionar tensões de expansão ou retração dos materiais, levando ao término de determinado período danos ao revestimento, tais como fissuras, gretamentos e deslocamentos que no tempo das chuvas serão agravados, pois permitirão a passagem de água.

Poeira e qualquer material que possa contaminar a base devem estar isentas na execução do revestimento. O peso próprio da estrutura é uma solicitação que também deve ser analisada na constituição dos esforços solicitante, visto que aliada a outras tensões podem provocar pontos com elevadas concentrações de tensões.

3.3.2 CAUSAS

As patologias são analisadas para diagnosticar as prováveis causas, sendo que, geralmente não ocorrem devido a uma única razão. CAMPANTE e BAÍA (2008) abordam que:

“As manifestações patológicas nos revestimentos cerâmicos podem ter origem na fase de projeto, quando são escolhidos materiais incompatíveis com as condições de uso, ou quando os projetistas desconsideram as interações do revestimento com outras partes do edifício. E também na fase de execução, quando os assentadores não dominam a tecnologia de execução, ou quando os responsáveis pela obra não controlam corretamente o processo de produção”.

Em decorrência de ações ou escolhas impróprias associadas à agressão ambiental, e ausência de técnicas de prevenção no sistema de revestimento, surgem alterações na fachada, também conhecidas como patologias. A seguir será citada cada uma das patologias, com ênfase aquelas que podem ocasionar o deslocamento cerâmico. As patologias do RCF são os destacamentos e

deslocamentos de placas, aparecimento de trincas, gretamento e fissuras nas placas cerâmicas, eflorescências e a deterioração da junta.

Sabe-se que o deslocamento é resultado não somente de um fator isolado, mas também dos diversos materiais que compõem o sistema ou do uso inadequado da peça cerâmica. Medeiros e Sabbatini (1999, p.2-3) afirmam que as patologias em revestimentos cerâmicos são resultado de uma combinação de fatores. Fissuras e descolamentos, por exemplo, podem ser causados pela falha de interface de revestimento da estrutura, falta de reforço no substrato, falta de argamassa de assentamento no verso da placa, não observação dos tempos em aberto da argamassa.

a) Destacamento ou descolamento

O destacamento das placas ou perda de aderência é ocasionado pelas falhas de interface entre a placa cerâmica e o substrato: emboço de alvenaria, estrutura ou argamassa colante. Ou seja, as tensões surgidas no revestimento ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre as camadas.

Considerada uma das mais sérias e frequentes anomalias do revestimento cerâmico. Quando comparece agrega uma desvalorização ao empreendimento, pois compromete a estética e põe em risco a segurança do usuário.

Segundo ROSCOE (2008, p.53) as situações mais comuns de descolamento costumam ocorrer por volta de 5 anos de conclusão da obra. A ocorrência cíclica das solicitações, somada às perdas naturais de aderência dos materiais de fixação, em situações de subdimensionamento do sistema, caracterizam falhas que costumam resultar em problemas de quedas. Os possíveis efeitos causados pelo deslocamento, demonstrados no Quadro 5.

Quadro 5: Associa o destacamento das placas e os efeitos da mesma no revestimento cerâmico.

PATOLOGIA	EFEITO
O destacamento das placas	Instabilidade do suporte, devido à acomodação da construção.
	Deformação lenta da estrutura de concreto armado, variações higrotérmicas e de temperatura, características um pouco resiliente dos rejuntas.
	Ausência de detalhes construtivos (vergas, contravergas, juntas de dessolidarização).
	Utilização do cimento colante vencido.
	Assentamento sobre superfície contaminada.
	Mão-de-obra não qualificada.
	Execução do revestimento sobre base recém executada.

Fonte: FONTENELLE e MOURA (2004).

Um dos sinais desta patologia é a ocorrência de um som cavo ou oco nas placas cerâmicas quando percutidas, ou quando se observa o estufamento das placas. E o primeiro e o último andar são as regiões mais críticas, pois nestes locais possuem o maior nível de tensão.

Para a solução da patologia só há duas situações: um aumento de tensões resistentes e uma diminuição de tensões atuantes. E conforme JUNGINGER (2007, p.47):

“Para o aumento das tensões resistentes se resume basicamente ao aumento de aderência entre as camadas. Valores de 0,5 Mpa são bastante elevados, difíceis de serem superados, e ainda assim ocorrem problemas de destacamento. Isso indica uma progressiva diminuição das tensões atuantes. E isso, caracteriza-se um assunto bastante complexo, pois vários fatores podem contribuir para o aparecimento de tensões”.

b) Trincas, Gretamentos e Fissuras.

Algumas normas e autores divergem no que tange a parâmetros relacionados às aberturas de trincas e fissuras. Porém, convergem geralmente pelo mesma origem: uma descontinuidade mecânica resultante das concentrações de esforços. Segundo Fontenelle e Moura (2004, p. 7) as diferenças dimensionais de trinca, fissuras e gretamentos consiste em:

“As trincas são rupturas na placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos, com aberturas superiores a 1 mm. As fissuras são rompimentos nas placas cerâmicas, com abertura inferiores a 1 mm e que não causam a ruptura das placas. Já o gretamento é uma série de aberturas em várias direções inferiores a 1 mm e que ocorrem na superfície esmaltada das placas”.

Conforme Silva (2014) durante o processo de fabricação da placa cerâmica a massa fica em tensão de compressão nas camadas mais superficiais, visando aumentar a resistência mecânica da peça. E a tensão de compressão residual vai sendo liberada com o decorrer do tempo, meses ou anos, caso ocorra tração no vidrado, o mesmo se romperá ficando gretado.

O gretamento pode ocorrer também durante o uso da placa cerâmica, ou seja, após a sua aplicação, e o mesmo está associado à dilatação sofrida pela placa cerâmica devido à expansão por umidade e/ou retração das argamassas de emboço ou

fixação com alto teor de cimento, ocasionando tensões induzidas nas placas cerâmicas que podem romper a camada de material vítreo do esmalte

A dilatação e retração do componente cerâmico, deformação estrutural excessiva e ausência de detalhes construtivos podem ser apontadas como as possíveis causas para trincas, gretamentos e fissuras. Como risco direto de deslocamento vale uma ressalva para as dilatações e retrações devido à variação térmica ou de umidade no corpo cerâmico, que geram um estado de tensões entre as camadas da placa cerâmica. E também às deformações estruturais excessivas que podem introduzir tensões na alvenaria que, eventualmente, ficam submetidas à diferentes esforços e são completamente absorvidos e assim são distribuídos aos revestimentos.

c) Eflorescência

Apresenta-se normalmente com uma coloração esbranquiçada, que sobressai no revestimento cerâmico, o fenômeno é visível e causa aspecto desagradável. A exemplo disso, Bauer (1997, p. 325) enumeram três fatores que devem existir concomitantemente para o aparecimento da patologia: sais solúveis presente nos materiais ou componentes, presença de água e a pressão hidrostática para que a solução migre para a superfície da placa cerâmica.

Quanto à limpeza, segundo Fontenelle e Moura (2004, p. 3-4) lavagens na superfície podem eliminar os depósitos, mas os mesmos podem voltar a ocorrer, se as condições continuarem propícias. Para minimizar o aparecimento da patologia as possíveis soluções quanto ao aparecimento são demonstradas no Quadro 6.

Quadro 6: Providências para evitar o aparecimento de eflorescência.

Possíveis soluções ao aparecimento de eflorescência
Redução do consumo de cimento portland na argamassa de regularização, a partir de uma dosagem racional ou especificando cimento com baixo teor de álcalis para a produção destas argamassas.
Utilização de componentes cerâmicos para revestimentos de qualidade garantida e isentos de umidade residual.
Garantir o tempo necessário para completa secagem de cada camada constituinte do subsistema revestimento.

Fonte: Adaptado de CAMPANTE E BAÍA, 2008.

As ausências de controle do tempo necessário de secagem das camadas do revestimento aliado à utilização de componentes sem qualidade e certificação

podem acarretar não só no surgimento da eflorescência como também de descolamento do revestimento.

d) Manchas e bolor

O termo bolor ou mofo é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se, inclusive, as argamassas inorgânicas (SHIRAKAWA et al. 1995, p. 403).

O desenvolvimento de fungos em revestimentos internos ou de fachadas causa alteração estética de tetos e paredes, formando manchas escuras indesejáveis em tonalidade preta, marrom e verde, ou ocasionalmente manchas claras esbranquiçadas ou amareladas (SHIRAKAWA et al. 1995, p.403).

Normalmente são provocadas por infiltrações de água e, portanto, podem ser associadas aos deslocamentos e desagregação dos revestimentos. Já que quando há ataque de fungos, pode ocorrer a deterioração da junta e acarretar em perda de estanqueidade e aderência da placa com as demais camadas.

e) Deterioração da junta

Anomalia relacionada ao preenchimento das juntas de assentamento e movimentação, que além de comprometer a estética do empreendimento, compromete também a estanqueidade da camada de acabamento dos revestimentos cerâmicos e a desempenho do conjunto.

Segundo Costa (2013, p.69), dependendo da exposição de agentes atmosféricos agressivos e ou solicitações mecânicas, o dano causado pela deterioração das juntas pode originar a fissuras nas juntas que acabam se tornando locais com facilidade para a ocorrência de infiltrações.

Ainda para Costa (2013, p.69) outro fato que colabora para esta deterioração é a utilização de procedimentos errados de limpeza das juntas, que acabam por provocar esses danos.

Então, para evitar a ocorrência desta patologia deve-se ter controle da execução do rejuntamento, da largura das juntas, bem como da escolha de matérias de preenchimento adequados e a limpeza utilizada.

4. METODOLOGIA

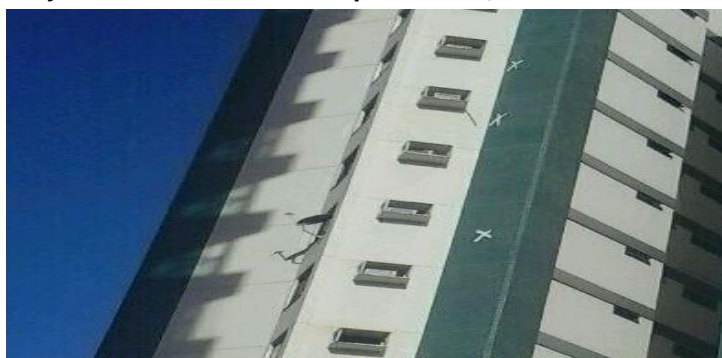
O presente trabalho foi realizado em 3 etapas. Inicialmente uma revisão bibliográfica com base em literaturas técnicas nacionais, normas, livros, dissertações. Posteriormente, na segunda etapa, realizou-se uma seleção do empreendimento a ser estudado, através de um questionário ao representante legal do condomínio, com o intuito de obter informações históricas do edifício, conhecimento de projetos, memoriais descritivos, sistemas construtivos, idade do imóvel, intervenções anteriores, critérios e periodicidade de manutenção.

Também foi feita inspeção visual e registro fotográfico, que permitiu o levantamento preliminar das patologias associadas ao revestimento cerâmico.

Na terceira etapa, os ensaios “in loco” e coletas de materiais para análise laboratorial foram realizadas. Com o objetivo de avaliar as condições da aderência do revestimento. Inicialmente foram feitos testes a percussão, para localizar regiões com som cavo, com falhas de adesão e também como critério de escolha da região a fazer o teste de arrancamento.

O ensaio a percussão consiste na aplicação de impactos pequenos com martelo de pontas de borracha verificando a ocorrência de sons cavos. Caso seja detectado, o local fica identificado, para se estimar a área total com falha de aderência. Esse método não é normatizado, mas é seguido pelas construtoras devido à facilidade de realização, praticidade, rapidez e o baixo custo. Caso seja feita uma varredura em toda a área do revestimento, o método é considerado preciso. Na Figura 9, se vê marcas do resultado do ensaio de percussão realizado por uma empresa especializada com uso de balancim em toda a fachada, incluindo as áreas com e sem revestimento cerâmico e no qual se obteve som cavo.

Figura 9: Identificação do local do teste de percussão, locais marcados com tinta branca.



Durante a realização dos ensaios os locais identificados com som cavo foram descartados e escolhidos regiões sem as mesmas características para realizar o teste de arrancamento. Regido pela NBR 13528 (2010) o teste de arrancamento é um ensaio que quantifica e qualifica a resistência à aderência e a capacidade de interligação entre as diversas camadas.

O referido ensaio foi realizado para averiguar as condições das camadas constituintes do revestimento. Determinando assim o valor da tensão de aderência máxima que o revestimento suporta como também qual a interface do revestimento que apresenta menor resistência às tensões atuantes no revestimento.

A NBR 13528 (2010, p.3) afirma que fossem escolhidos aleatoriamente pelo menos 12 corpos de prova para o ensaio de resistência de aderência à tração, e deve ser aceito se a cada grupo de 12 amostras arrancadas, pelo menos 8 valores forem iguais ou superiores aos 0,3 MPa. Na Tabela 3 abordam-se limites de resistência de aderência à tração para o local de revestimento.

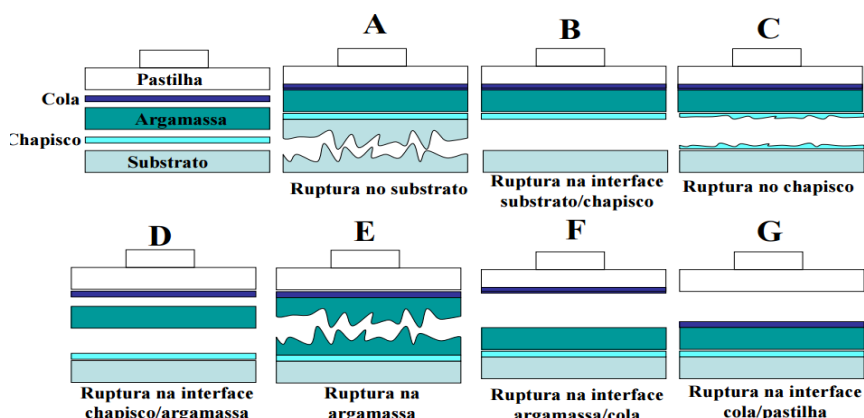
Tabela 3: Limites de resistência de aderência à tração (Ra)

Local		Acabamento	Ra (MPa)
PAREDES	Interna	Pintura ou base para reboco	≥0,20
		Cerâmica ou laminado	≥0,30
	Externa	Pinturas ou base para reboco	≥0,30
		Cerâmica	≥ 0,30

Fonte: Adaptado da NBR 13749 (2013).

Esse ensaio apresenta alta dispersão nos resultados, já que é altamente influenciável pelo método de execução, qualidade de mão de obra empregada, além dos materiais empregados em cada região. A resistência de aderência à tração (Ra) é o único parâmetro normalizado para avaliar o desempenho de revestimentos. Porém, não se devem analisar somente valores limites mínimos, mas também o tipo de ruptura. As possibilidades de ruptura normatizadas estão demonstradas na Figura10.

Figura 10: Formas de ruptura do corpo-de-prova.



Fonte: CARASEK (2012).

Conforme NBR 13528 (2010) para o caso das rupturas na interface revestimento/substrato ou substrato/chapisco, casos B e D da Figura 10, o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor obtido no ensaio. Já quando a ruptura do corpo de prova não ocorreu totalmente na interface revestimento/substrato, demais casos, afirma-se que o valor da resistência à tração não foi determinado e que a aderência do revestimento à base é maior do que o valor encontrado, portanto o resultado do ensaio será precedido pelo sinal de maior que (>).

Após realizar os ensaios in loco, foram analisadas as placas cerâmicas utilizadas na fachada em laboratório para verificar se os deslocamentos estão associados a ela. Dois tipos de ensaios foram feitos: EPU, pelos métodos de fervura e autoclave, e absorção.

Para a estimativa da expansão por umidade utilizou a técnica de fervura conforme NBR 13818 (1997) e o de autoclave, que não é normatizado, porém é literário, e muitas universidades, centros de pesquisa utilizam como método de aceleração da expansão ocorrida, submetendo uma mesma amostra a diferentes pressões, em determinados intervalos de tempo.

Ambos procuram estimar o comportamento ocorrido na placa ao longo do tempo em uso. O valor máximo de aceitação para o ensaio normatizado é de 0,06% ou 0,6 mm/m para qualquer placa. Caso extrapole o limite de aceitação, é um indicativo de provável estufamento e deslocamento cerâmico.

O princípio da técnica de fervura, conforme NBR 13818 (1997) consiste em deixar a placa 24 horas na estufa para a secagem, em seguida na mufla, com uma

temperatura média de 150°C/H até atingir 550°C, para a peça voltar às configurações de fábrica. Logo após, mede o valor da dimensão da placa, com o auxílio de um paquímetro. Após isso, incide a peça por um processo de hidratação durante 24 horas, e quando já resfriada, analisa o comportamento de expansão ou retração da peça.

O método de autoclave segue o mesmo procedimento, mudando apenas o equipamento utilizado para a hidratação da placa, que neste é o autoclave e normalmente testa-se diferentes pressões em determinados intervalos de tempo. Nesse caso, o autoclave do Laboratório de Materiais do IFS só operava há uma pressão de 350 KPa e foi deixada a placa hidratando por 30 minutos, apenas para analisar se havia uma expansão. A equação 1 fornece a EPU ocorrida na placa.

$$EPU = \frac{L1 - L0}{L0} \times 1000 \quad (1)$$

Onde:

EPU= Expansão por umidade, expressa em mm/m.

L0= medida da dimensão inicial antes do ensaio, em mm.

L1= medida da dimensão após o ensaio, em mm.

Na Figura 11, aborda-se um corpo de prova submetido ao ensaio de EPU pelo método de fervura.

Figura 11: Amostra 3 antes do ensaio e depois do ensaio pelo método de fervura



Fonte: Autor (2016).

Por último foi realizado o experimento de absorção de água da placa cerâmica, conforme NBR 13818 (1997) com o intuito de verificar fatores relacionados à porosidade e resistência mecânica da peça. O teste consiste em deixar no mínimo 10 corpos de prova secar há uma temperatura em torno de 110°C durante 24 horas na estufa, e posterior a isso, deixar atingir temperatura ambiente e medir as massas de cada peça. Após isso, ferver por 2 horas e realizar uma nova leitura para analisar

a porosidade da placa e absorção da mesma. A equação 2 fornece a absorção para placa cerâmica.

$$A = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

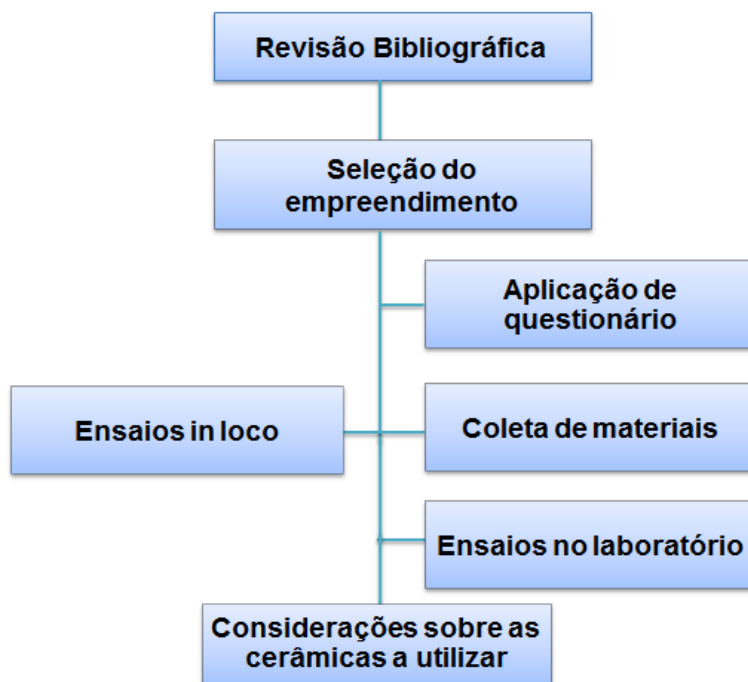
A= Absorção (%)

M₁= Massa saturada, em gramas.

M₀= Massa seca, em gramas.

Por fim, em posse de análises dos ensaios “in loco” e laboratoriais foi possível ter parâmetros indicativos para a tomada de decisão quanto a alguns dos requisitos técnicos necessários as cerâmicas, que devem ser aplicadas na fachada do edifício A quando dos serviços de manutenção. A metodologia desenvolvida no trabalho é abordada no Fluxograma 2.

Fluxograma 1- Fluxograma da metodologia do trabalho.



Fonte: Autor (2016).

4.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

O edifício residencial localiza-se na Av. Jornalista Santos Santana, no bairro Jardins, teve habite-se no ano 1995, possui 12 pavimentos, área de construção de

9567,84 m², de cobertura de 1790 m² e uma taxa de ocupação de 49,98%. O padrão de acabamento de classe média alta e a estrutura do edifício em concreto armado, alvenaria em bloco cerâmico, e revestido externamente de argamassa e revestimento cerâmico.

Quando do início da pesquisa foi possível constatar que a fachada do edifício possuía dois tipos de revestimento cerâmico. Em comum possuíam a dimensão e a cor, variando somente o tom. Uma das cerâmicas que compõe a fachada é a original, aplicada desde a entrega do condomínio e possui em torno de 10 anos de fixação, e a outra cerâmica foi aplicada em áreas em que ocorreram deslocamento da cerâmica original. A mais nova possui tonalidade verde escuro, produzida por Elizabeth revestimentos LTDA, e possui dimensões nominais de 10x10 cm, espessura de 6,5 cm e espaçamento entre placas de 4 mm.

No depósito do edifício constatou-se estoque considerável da cerâmica mais nova, com intenção de ser utilizada nas demais regiões de revestimento cerâmico do edifício. A cerâmica que foi adotada do período de construção do edifício está deslocando, como mostra o detalhe circulado na Figura 12. Já a seta sinaliza um detalhe no topo com a substituição da cerâmica implantada há 5 anos. Esta que foi utilizada em decorrência de deslocamento do RCF original. Atualmente uma parte da fachada frontal revestida apresenta-se regiões com deslocamento exposto, colocando em risco a segurança das pessoas, como pode ser visto na Figura 12.

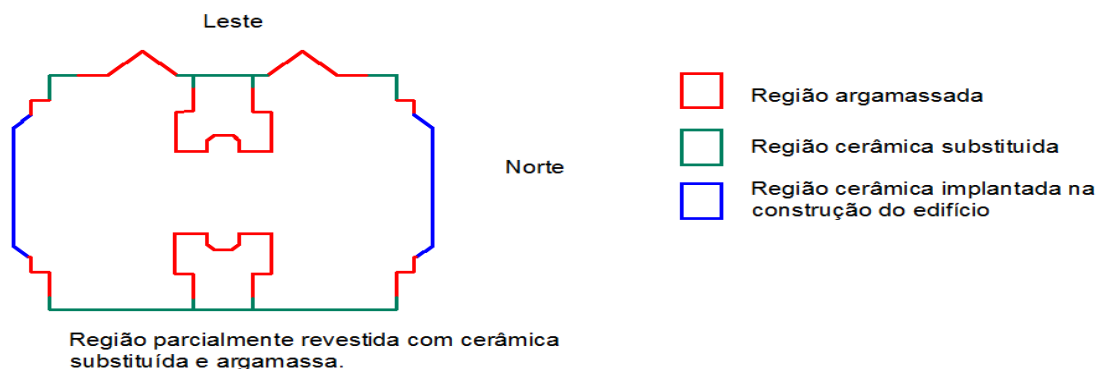
Figura 12: Fachada frontal e detalhe de deslocamento



Fonte: Autor (2016).

A constituição do revestimento cerâmico da fachada, incluindo o revestimento substituído há 5 anos, indicado na Figura 13.

Figura 13: Layout do revestimento da fachada



Fonte: Autor (2016).

4.2 OCUPAÇÃO URBANA E CLIMA DA CIDADE DE ARACAJU

Aracaju é um município de clima quente que varia do úmido ao sub-úmido, considerado mais úmido da classificação climática de Thornthwaite (1948), possui um regime pluviométrico definido por um período seco de primavera-verão e chuvoso de outono-inverno e apresenta precipitação média anual em torno 1409 mm.

Apesar de ter sido planejada, a cidade de Aracaju possui também uma ocupação de solo irregular e com peculiaridades em cada zona de expansão. O Bairro Jardins, por exemplo, caracteriza-se por ter consolidado a sua verticalização através da tipologia de condomínio vertical fechado e exclusivamente residencial. E essa verticalização traz modificações climáticas que podem influir diretamente no aparecimento de patologias nas construções. A proximidade do edifício ao Rio Sergipe, de água doce, porém bastante poluído e de salinidade alta, é outro fator que pode acelerar o processo de degradação do edifício. Na Figura 14 aponta-se a localização do edifício residencial estudado e a proximidade do litoral.

Figura 14: Localização do condomínio residencial



Fonte: Google Maps (2017)

5. ESTUDO DO EMPREENDIMENTO

O estudo foi composto por análises de ensaios in loco, em laboratórios, consideração sobre os elementos construtivos e a gestão (atividades) da manutenção do edifício. Para a análise do revestimento cerâmico foram realizados os ensaios de aderência, expansão por umidade e absorção com a placa cerâmica implantada há 5 anos no edifício e para a região de argamassa decorativa foi efetivado o teste de aderência, para verificar as condições do emboço.

Em seguida serão discutidos os resultados obtidos nos ensaios e analisados os requisitos técnicos da placa cerâmica mais nova utilizada em substituição ao revestimento original do edifício.

a) Ensaio de aderência no revestimento cerâmico

Antes do ensaio de aderência foi feito o ensaio de percussão para avaliar a presença de sons cavos e condições de aderência do revestimento, com a intenção de selecionar as regiões aptas para efetivar-se o ensaio de aderência.

Após isso, foi realizado o ensaio de aderência em uma região sem sinais de falhas de aderência, e visualmente com bom estado de conservação. Inicialmente através de uma serra copo de 50 mm de diâmetro, efetuou-se o corte. Seguindo fixaram-se plaquetas do Aderímetro Microprocessado Contenco, que serviram de apoio para o mesmo, em cada um dos corpos de prova e realizou o arrancamento. Na Tabela 4, apresentam-se as tensões de aderência e as formas de ruptura no ensaio de arrancamento na região leste da fachada, numa região de canto.

Tabela 4: Associa a tensão e as formas de ruptura dos corpos de prova

CP	TENSÃO (MPa)	FORMA DE RUPTURA (%)					
		PC/AC	AC	AC/S	S	S/B	B
1	0,27	50	-	-	-	-	-
2	0,42	45	-	-	-	-	-
3	0,4	55	-	-	-	-	-
4	0,7	60	-	-	-	-	-
5	0,3	35	-	-	-	-	-
6	>0,52	-	60	-	-	-	-
7	>0,77	-	-	-	40	-	-
8	>0,63	-	55	-	-	-	-
9	0,29	-	-	80	-	-	-
10	0,71	25	-	-	-	-	-
11	0,4	60	-	-	-	-	-
12	0,4	55	-	-	-	-	-

Legenda:

PC/AC= Placa cerâmica/Argamassa colante.

AC = Argamassa colante.

PC/AC= Placa cerâmica/Argamassa colante.

S=Substrato. B= Base.

S/B= Substrato/Base.

AC/S= Argamassa colante/Substrato.

A partir disso, têm-se que o revestimento atende a norma no que diz respeito aos 8 CP com resistência superior ou igual 0,30 MPa. Por outro lado, não infere-se que o revestimento cerâmico encontra-se em condições aceitáveis de uso. Na Tabela 4, têm-se que 2 (duas) amostras ficaram com resistências abaixo do limite de 0,3MPa, 1 (uma) amostra no limite e 9 (nove) ficaram com a resistência acima do parâmetro normativo.

Porém, outro aspecto que deve ser observado quando da realização do teste de arrancamento é a análise do tipo de ruptura. Conforme Carasek (2012) quando a ruptura é do tipo coesivo, ou seja, no interior da argamassa ou do substrato, os valores de resistência são menos preocupantes, exceto se forem muito baixos. Por outro lado, quando a ruptura é do tipo adesivo, ou seja, ocorrendo nas interfaces do sistema, os valores devem ser mais elevados, pois existe maior potencial para a ocorrência de manifestações patológicas futuras.

Como demonstrado na Tabela 4, das doze (12) amostras removidas da fachada, nove (9) possuíam ruptura na interface entre a argamassa colante e placa cerâmica, sendo que seis (6) destes valores foram próximo aos limites normativos de 0,3 MPa. Ou seja, as rupturas mais recorrentes das amostras ocorreram na interface de sistema argamassa colante/ placa cerâmica, e são do tipo adesivo, apontando um maior potencial para perdas de aderências do revestimento e consequentemente deslocamento. Na figura 15 é apontado o arrancamento de 4 corpos de prova da fachada estudada.

Figura 15: Teste de aderência no revestimento cerâmico



Fonte: Autor (2016).

Para uma análise mais efetiva, esse ensaio deve ser realizado em outros panos da fachada. E, neste caso, a autorização para os ensaios estava restrita a fachada estudada, não sendo possível estabelecer comparação, sob justificativa de

normalidade para o revestimento cerâmico substituído há 5 anos e também da desvalorização da estética do edifício após a realização dos ensaios

b) Ensaio de aderência na argamassa

Esse ensaio foi realizado em oito (8) painéis da fachada, retirando duas (2) amostras de cada um, no primeiro andar da fachada. Apesar da pouca quantidade de amostras por painel, houve uma uniformidade quanto ao comportamento dos revestimentos. Dos quatorzes (14) corpos de prova retirados, apenas em dois (2) corpos de prova arrancados foram obtidos leitura, os outros doze (12) estavam com partículas soltas, regiões ainda úmidas e resquícios de materiais com mistura ineficiente. Algumas amostras no manuseio (encaixe) do aparelho caíam e outros quando o aparelho inseria a taxa de incremento ou carregamento (250 ± 5) N/s para impulsionar a retirada, resultando em fim de ensaio por queda de carga sem carregamento.

O corte da superfície de emboço após o arrancamento e o corpo de prova (CP) retirado da fachada pode ser visto na Figura 16. A ruptura aconteceu em uma espessura média de 2 mm na camada de emboço e a camada externa, com uma tensão de resistência de 0,29 MPa. Com isso, percebe-se uma resistência abaixo do parâmetro normativo de 0,3 MPa.

Figura 16: Corte e CP 1 retirado da fachada



Fonte: Autor (2016).

Na Figura 17 a ruptura incidiu na argamassa de emboço, com uma espessura média de 2,5 cm e foi possível obter leitura de resistência de aderência com 0,18 MPa. Com relação ao material da camada de emboço, percebe-se que não possui interligação nenhuma. Devido a falta de homogeneidade entre os componentes e regiões do CP com concentração úmida, que pode interferir na resistência do emboço.

Figura 17: Corte e CP 7 retirado da fachada



Fonte: Autor (2016).

A ruptura dessa amostra ocorreu entre interface de emboço e acabamento, com espessura de 3 mm, como se constata na Figura 18. O “arrancamento” do CP realizou-se ao acionar a taxa de incremento pelo aderímetro, e a leitura não foi realizada, ou seja, 0 (zero) de resistência a tração.

Figura 18: Corte e CP 2 retirado da fachada



Fonte: Autor (2016).

A ruptura do CP da Figura 19 ocorreu com uma espessura média de 3 mm da camada externa, quando o aparelho estava inserindo a taxa de incremento para iniciar o ensaio.

Nota-se ainda um destaque na Figura 19 com a presença de torrões argilosos concentrados na argamassa de emboço, e isso pode ter sido ocasionado pela dosagem equivocada da argamassa de emboço, uso de materiais inadequados ou processo de mistura dos materiais ineficiente implicando assim na baixa tensão de aderência do CP, que pode implicar um destacamento do revestimento.

Figura 19: Corte e CP 3 retirado da fachada



Fonte: Autor (2016).

Na Figura 20 a ruptura sucedeu na camada de emboço com uma espessura média de 2,5 cm e antes mesmo do aderímetro iniciar a leitura, o corpo de prova

rompeu. Ou seja, só com a imposição da taxa de incremento o corpo de prova já rompeu, com isso foi obtida uma leitura de resistência zero (0). Atesta-se que a argamassa possui resquícios de materiais diferentes, deficiência no processo de mistura, que implicam em perda precoce de aderência e contribui para a perda de aderência e consequentemente o destacamento.

Figura 20: Corte e CP 4 retirado da fachada



Fonte: Autor (2016).

Na Figura 21 a ruptura ocorreu na argamassa de emboço, com uma espessura média aproximada de 3 cm e não foi possível realizar a leitura. Quando ainda estava realizando o corte, o revestimento soltou, todo fragmentado, e com manchas localizadas de umidade. A perda de estanqueidade do revestimento, comprovada com a presença de manchas de umidade em regiões da fachada podem ser a causa da resistência de aderência de zero (0) atingida pela da camada através da pequena solicitação imposta.

Nesse caso, a camada de emboço apresenta espessura superior a 3 cm e deveria adicionar reforço nessa região, para prevenir o aparecimento de fissuras.

Figura 21: Corte e CP 8 retirado da fachada

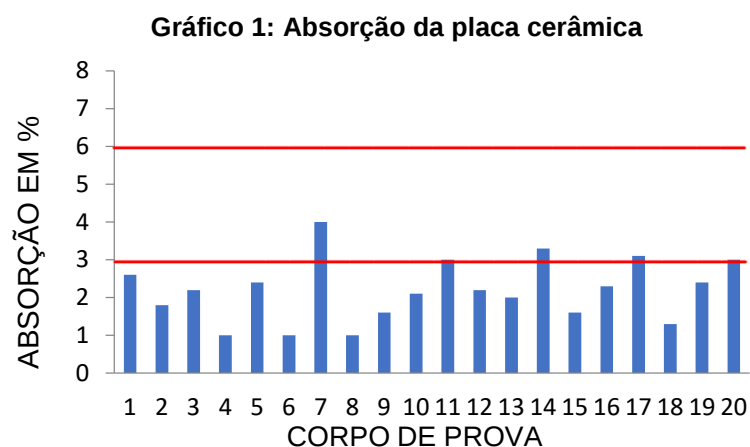


Fonte: Autor (2016).

c) Ensaio de Absorção

Para a análise das características de absorção de água da placa cerâmica foram selecionados 20 (vinte) corpos de prova da cerâmica e analisado conforme

NBR 13818/1997. A absorção de cada corpo de prova testado e os limites previsto na norma brasileira e inglesa estão assinaladas são demonstrados na Figura 22.



Fonte: Autor (2016).

Conforme os dados dos vinte (20) corpos de prova, cinco (5) ficaram com absorção superior ou igual a 3%. A norma vigente no Brasil (NBR 13818, 1997) não faz referência quanto à absorção máxima total das placas cerâmicas. Porém, o centro cerâmico do Brasil aconselha usar limites inferiores a 6%, justificando que a incidências de manifestações patológicas não podem estar associadas à absorção se respeitado esse limite.

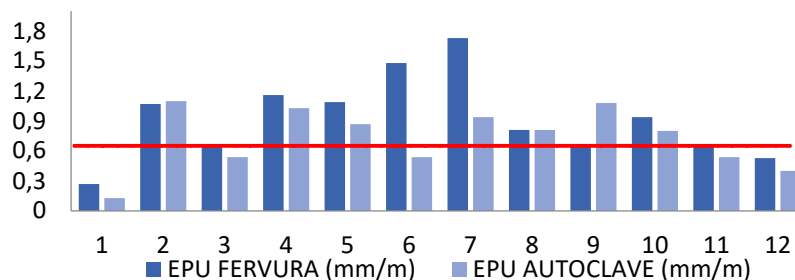
Já para a norma britânica, a cerâmica usada em fachadas não pode ultrapassar o índice de 3% de absorção de água. A placa utilizada para substituição a construída tem especificação BII a, ou seja, tem uma absorção entre 3% e 6%, e sendo assim, caracteriza-se por ter porosidade baixa e boa resistência mecânica.

Portanto, quanto a esse parâmetro, se analisado conforme CCB, a taxa de absorção encontra-se dentro do limite permitido, e a placa cerâmica não apresenta índices relevantes que venham a comprometer o sistema de revestimento cerâmico.

d) Ensaio de EPU

Os ensaios de EPU são realizados com o objetivo de saber o comportamento da placa cerâmico devido a ações de intempéries e em contato com outros materiais. Os resultados dos dois métodos estudados são abordados na Tabela 5, em que se destaca o limite previsto em norma.

Gráfico 2: EPU ocorrida da placa cerâmica usando os 2 métodos



Fonte: Autor (2016).

Para a análise de expansão por umidade ocorrida foram utilizados 12 (doze) corpos de prova e observa-se que ocorreu o aumento da placa cerâmica durante a realização dos ensaios pelos dois (2) procedimentos estudados. Pelo método normatizado, dez (10) corpos de prova ficaram com EPU superior a 0,6mm/m, limite máximo permitido para que não cause gretamentos e estufamento da placa. Pelo procedimento de autoclave, sete (7) corpos de prova ficaram acima desse limite, sendo que nesse método foi testado somente há uma pressão 350 KPa e num intervalo pequeno de 30 minutos.

Com isso, atesta-se que as placas cerâmicas testadas apresentam parâmetros acima do limite normativo e não devem ser aplicadas nos revestimentos de fachadas, pois na presença de índices elevados de umidade, como é o caso da região de localização do prédio, próxima ao Rio Sergipe, podem provocar tensões excessivas de cisalhamento na interface com a argamassa colante, e levar a ruptura entre as camadas e ocasionar o desprendimento do revestimento.

Outro fator interessante é que os resultados dos ensaios de aderência à tração atestam a situação. Com as dilatações higroscópicas sofridas pela placa, criam-se tensões de ruptura nas interfaces de cerâmica/argamassa colante e argamassa colante/emboço, com isso a perda de aderência e o desprendimento do revestimento é uma consequência. Portanto, a substituição total do revestimento por esse tipo de placa poderá implicar em patologias da mesma natureza agora apresentadas.

e) Análise de itens construtivos de projeto

Através da representação projeto de fachada concedida pela construtora, percebe-se que as informações são insuficientes, sobre quaisquer detalhes construtivos a serem obedecidos na execução da fachada. No projeto que representa apresenta detalhes pormenores, como esquadrias e linhas de geometria da fachada, não possuem dimensões dos elementos dispostos, nem dados sobre de especificações de materiais, detalhes construtivos.

Com isso observa-se que a execução pode ter sido conduzida desconsiderando as interferências da ausência do projeto de fachada. Há presença de juntas de movimentação na fachada, porém somente alocada no revestimento cerâmico implicando em concentrações de esforços que podem ocasionar perda de aderência e deslocamento do revestimento. A representação do projeto de fachada, como mostra na Figura 22.

Figura 22: Projeto da vista frontal da fachada



Fonte: Construtora X (2017).

Como visto na Figura 23, há regiões com estufamento no painel de revestimento cerâmico restaurado há 5 anos. A presença desse fenômeno atesta uma perda de aderência do revestimento e uma situação de iminência para um deslocamento futuro.

Figura 23: Trechos de um painel com estufamento



Fonte: Autor (2016).

Na Figura 24 têm uma demonstração de quatro (4) corpos de prova retirada do painel de revestimento cerâmico. Atenta-se que em três (3) CP o aplicador não domina a técnica, ou seja, durante o assentamento da placa cerâmica não houve o devido arrasto e percussão, para que houvesse o esmagamento dos cordões de argamassa colante.

Figura 24: Amostragem de 4 CP's retirados da fachada

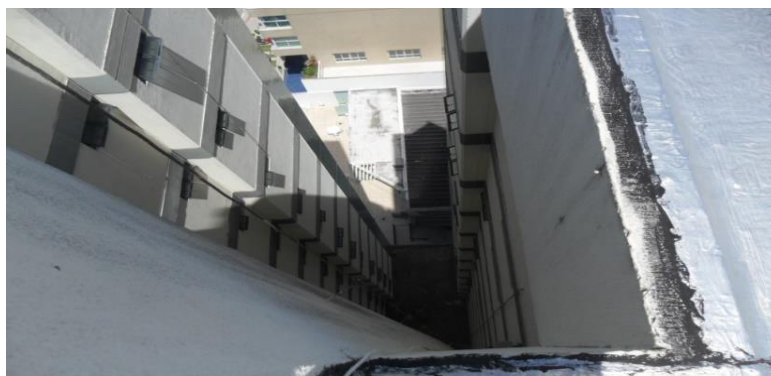


Fonte: Autor (2016).

Em relação aos detalhes construtivos da fachada é possível observar que não há nenhum protetor mecânico no topo da fachada, não há capeamento da platibanda, e por isso algumas regiões superiores da fachada apresentam infiltração.

Na Figura 25, atesta-se que a manta asfáltica implantada internamente protege a parte interna do telhado contra infiltração, porém externamente não elimina, e possibilita a sujidade, manchas, que ocasionam a perda de estanqueidade da fachada.

Figura 25: Platibanda com ausência de detalhes construtivos



Fonte: Autor (2016).

Com isso, observa-se que a falta do projeto de fachada associada às práticas de revestimento conduzem as patologias, particularmente apresentadas, mostrando-se assim convergência entre o levantamento e as identificações feitas na literatura.

Na Figura 26 aborda a deterioração das juntas presentes nas varandas do edifício. Os peitoris das esquadrias são constituídos de pedra de granito e possuem ressaltos avançados lateralmente e frontalmente, como se recomenda para diminuir os efeitos de incidência de água na fachada, porém não possuem pingadeiras, que possibilitaria o desprendimento da água e facilitaria o escoamento. Com isso, nota-se manchamento e sujeidade, nessas regiões ocasionadas pela concentração da água.

Figura 26: Peitoril de varanda com revestimento cerâmico



Fonte: Autor (2016).

A região do topo da fachada com destacamento do revestimento e exposição da ferragem oxidada da estrutura, como mostra a Figura 27. Um dos indícios para a ferragem oxidada pode ser a pequena espessura de cobrimento adequado da

armadura aliada ao fator umidade e ainda a má qualidade da argamassa de emboço associado às elevadas solicitações de topo.

A ausência de elementos construtivos no topo da fachada para auxiliar no desvio da ação de incidência de água, também pode ter contribuído para acelerar esse processo de exposição e oxidação da armadura. Ainda é perceptível a sujeidade no detalhe arquitetônico revestido há 5 anos na estrutura da fachada.

Figura 27: Destacamento por expansão da ferragem exposta



Fonte: Autor (2016).

f) Manutenção

Quanto à manutenção o edifício possui aproximadamente 38 m de altura e conforme o responsável do condomínio e atestados também pela inexistência dos registros, além de seu alto grau de sujeidade no revestimento, a fachada não recebeu nenhum tipo de manutenção ao longo da sua existência.

Uma região da fachada com rejuntas deterioradas e com a presença de micro-organismos no revestimento substituído há 5 anos já apresentando a necessidade de manutenção preventiva, como mostra na Figura 28.

A ausência de elementos construtivos atenuadores de infiltração de água, aliado à umidade da região e a ausência de práticas preventivas são fatores que possivelmente aceleraram a ocorrência da patologia.

Figura 28: Detalhe de uma região com juntas deterioradas



Fonte: Autor (2016).

6. CONCLUSÕES

Ao analisar o revestimento cerâmico implantado há 5 anos, percebe-se que as características técnicas da cerâmica avaliada possui os seguintes indicadores: expansão por fervura em média de 0,92 mm/m, expansão por autoclave em torno de 0,73 mm/m e absorção com média de 2,2%.

O teste de aderência atesta que as rupturas do tipo adesiva da maioria dos corpos de prova alertam quanto a possíveis problemas patológicos futuros na perda de aderência e destacamento. E, no caso do uso da cerâmica avaliada implica na acentuada possibilidade de retomada das patologias em curto espaço de tempo.

Como recomendação de aquisição das cerâmicas, aconselha-se utilizar norma a britânica BS-5628-1 como referência para limites de absorção de 3% e quanto a índices de expansão por umidade deve ser inferior a 0,6 mm/m.

Relativo às alterações no revestimento cerâmico foram observadas as seguintes: estufamento, juntas deterioradas, manchas e bolor.

No que concerne ao revestimento argamassado, há indícios de que o deslocamento pode ser associado também à argamassa de emboço, visto que não foram conforme em relação a resistência de aderência e aos aspectos de homogeneidade, que indicam possíveis dificuldades de controle durante o processo de produção da argamassa de emboço.

Com isso, para proposição de trabalhos futuros, no mesmo empreendimento ou em outras pesquisas recomenda-se a análise da geometria da fachada para indicar os itens indispensáveis para o projeto e as técnicas destinadas na recuperação do sistema de fachada, revestida e argamassada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lania Lanna. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA.** Minas Gerais, 2012. Disponível em:<<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/95.pdf>>. Acesso em: 20 Set. 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. **A INDÚSTRIA BRASILEIRA DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO.** São Paulo, 2015. Disponível em: < <http://www.anfacer.org.br/brasil> >. Acesso em: 25 Nov. 2016.

ANTUNES, Giselle Reis. **ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO DE FACHADA EM BRASÍLIA– SISTEMATIZAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE CASO. BRASÍLIA/DF. 2010.** Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/8932?mode=full>>. Acesso em: 25 Nov. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755:** Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13816:** Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13818:** Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 7200:** Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 14992:** A.R. – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 13528:** Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 14081:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 5674:** Manutenção de edifícios – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Produção de revestimento cerâmicos para parede de vedação em alvenaria: diretrizes básicas.** São Paulo: USP, 2001. Disponível em: <http://docs11.minhateca.com.br/666005806,BR,0,0,Apostila-revestimentos-cer%C3%A2micos.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

_____. M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; LORDSLEEN JUNIOR, A. C. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1999. 41p. Disponível em: < <http://docslide.com.br/documents/apostila-senai-revestimento-ceramico.html> >. Acesso em: 01 nov. 2016.

_____. M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; MACIEL, Luciana L. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos.** São Paulo, 1998. 40f. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/17209141-Recomendacoes-para-a-execucao-de-revestimentos-de-argamassa-para-paredes-de-vedacao-internas-e-exteriores-e-tetos.html> >. Acesso em: 20 nov. 2016.

BAUER, Roberto José Falcão. **Patologia em Revestimentos de Argamassa Inorgânica.** II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS. Salvador, 1997. Anais. P. 320-330. Disponível em: <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/69-patologia-em-revestimento-de-argamassa-inorganica>>. Acesso em: 01 Dez. 2016.

CAMPANTE, Edmilson F.; BAÍÁ, Luciana L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico.** Edição I. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

CANDIA, Mario C.; FRANCO, Luiz Sérgio. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desenvolvimento dos revestimentos de argamassa.** São Paulo:USP/EPUSP, 1998 (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP). Disponível em:< http://www2.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00223.pdf>. Acesso em: 01 Out. 2016.

CARASEK, Helena. **Uso de argamassa para rejunte exige conhecimento.** Redação AECweb. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/uso-de-argamassa-para-rejunte-exige-conhecimento_8180_10>. Acesso em: 12 Nov. 2016.

_____, Helena. **Avaliação de resultados do ensaio de resistência de aderência de revestimentos de argamassa.** Goiânia: Técnica, jun. 2012. Mensal. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/185/artigo286939-1.aspx>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

CONSOLI, JOÃO OSMAR. ANÁLISE DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES DAS FACHADAS DE EDIFÍCIOS, SOB A ÓTICA DO PROJETO ARQUITETÔNICO. 2006. 208f. Monografia(Mestrado)- Curso de Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008138.pdf>>. Acesso em: 18 Ago. 2016.

COSTA, P. L. d`A. Patologias em revestimentos cerâmicos de fachada em edifícios relacionados ao processo executivo. 2013. 81 f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008138.pdf>>. Acesso em: 18 Ago. 2016.

CONSTANTINO, Alberto de Oliveira *et.al.* SETOR DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS: ÁREA INDUSTRIAL. **BNDS**, São Paulo, p.1-22, set. 2006. Disponível

em:<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rs_rev_ceramicos.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2016.

CRESCÊNCIO, Rosa Maria. **Avaliação de desempenho do revestimento decorativo monocamada**. 2003. 170 f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia Civil, Engenharia e Construção Civil Urbana, USP, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://dedalus.usp.br/F/9QJ5R11X9T6KJFRHKP74FEPCM164FLMYPXIGINT2N7F1PMU79S-01016?func=direct&doc_number=001336498&pds_handle=GUEST>. Acesso em: 12 nov. 2016.

Especificação cerâmica para fachadas. Centro Cerâmico do Brasil. Disponível em: <www.ccb.org.br>. Acesso em: 12 nov. 2016.

MAGANHA, Martha Faria Bérnils; OLIVEIRA, Maria Cecília. **Cerâmica Branca e de Revestimento**. São Paulo: Cetesb, 2008. 84 p. Disponível em: <<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/39/2013/11/ceramica.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

FONTENELLE, Maria Aridenise Macena; MOURA, Yolanda Montenegro. Análise da prática usual de revestimento cerâmico em fachadas – O caso das empresas participantes do programa de melhoria da comunidade da construção de Fortaleza. I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo, 2004. ISBN 85-89478-08-4. Disponível em:<ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0727d.pdf>. Acesso em 26 Ago. 2016.

JUNGINGER, Max. Apostila: Revestimentos cerâmicos aderidos: aspectos técnicos no projeto de fachadas. CONPAR. 2007. Consultoria em patologias e recuperação de edifícios. Disponível em:<<http://www.mxme.com.br/wp-content/uploads/2014/12/2003-BT-Max.pdf>> . Acesso em: 06 Out. 2016.

_____. Max; MEDEIROS, Jonas Silvestre. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis.** Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/372. São Paulo, 2003. Disponível em: < <http://www.mxme.com.br/wp-content/uploads/2014/12/2003-BT-Max.pdf>> . Acesso em: 21 Out. 2016.

LEGGERINI, Maria Regina Costa; AURICH, Mauren. ARGAMASSA DE REVESTIMENTO. Materiais Técnicas e Estruturas I, Cap IV. Disponível em: < http://www.feng.pucrs.br/professores/mregina/ARQUITETURA_->. Acesso em: 01 de dezembro de 2016. [_Materiais_Tecnicas_e_Estruturas_I/estruturas_i_capitulo_IV_argamassa_de_revestimento.pdf](#) >. Acesso em: 01 dez. 2016.

MEDEIROS, Jonas S. **Fachada eficiente.** Revista Técnica. Edição 109. Abril/2006. Disponível em:< <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/109/artigo285539-1.aspx>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

_____. Jonas S.; SABBATINI, Fernando H. **Tecnologia e projeto de revestimento cerâmico de fachadas de edifícios.** Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/246. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. Disponível em: >. Acesso em: 2 out. 2016.

OLIVEIRA, Luciana Alves; SABBATINI, Fernando H. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios.** Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/343. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04062003-100758/pt-br.php>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

PEZZATO, Leila Maria. **PATOLOGIAS NO REVESTIMENTO CERÂMICO: UM ESTUDO DE FACHADAS.** 2010. 162 f. Tese (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,

São Carlos, 2010. Disponível em:
 <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-30042010101558/.../leila_pezzato.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2016.

PROJETO: Patologias cerâmicas. Florianópolis: Técnica, nov. 2006. Mensal. Disponível em: < PINI <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/116/artigo287385-1.aspx>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

RIBEIRO, Fabiana Andrade. **ESPECIFICAÇÃO DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS: Levantamento do Estado da Arte.** São Paulo, 2006. Disponível em:<www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde01122006.../FabianaAndradeRibeiro.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2016.

_____. Fabiana Andrade; BARROS, Mercia M. S. Bottura . **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/462. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00462.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2016.

ROSCOE, Márcia Taveira. **Patologias em revestimento cerâmico de fachadas.** 2008. 81f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: [//www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Marcia.pdf](http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Marcia.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2016.

SILVA, Maria Nazaré Batista. **AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL DE REVESTIMENTOS DE FACHADA – APLICAÇÃO AO CASO DE BRASÍLIA/DF.** 2014. 217 f. Tese (Doutorado) - Em estruturas e Construção Civil.

Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: < www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/teses/D14-6A-Maria-da-Silva.pdf> Acesso em: 01 Dez. 2016.

SHIRAKAWA, M.A; MONTEIRO, M.B.B; SELMO, S.M.S; CINCOTTO, M.A. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIAS DE ARGAMASSAS. 1.1995, Goiânia: UFG, 1995, p. 402- 410. Disponível em: <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/36-identificacao-de-fungos-em-revestimentos-de-argamassa-com-bolor-evidente>>. Acesso em: 28 Jul. 2016.

XV COBREAP: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA, 15. 2009, São Paulo. **Inspeção Predial a Saúde dos Edifícios.** São Paulo: Ibape, 2012-2013. 26 p. Disponível em: <<http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/CARTILHA-Inspecao-predial-a-saude-dos-edificios.pdf>>. Acesso em: 01 Dez. 2016.

APÊNDICE A

Questionário

1. Histórico de ocorrência do deslocamento no revestimento na fachada

- a) O revestimento cerâmico atual é o original ou já foi trocado?
- b) Quando foi implantado o revestimento cerâmico atual?
- c) Quando começou o deslocamento cerâmico?
- d) Depois que iniciou o deslocamento está ocorrendo alguma técnica preventiva para solucionar a patologia? Se sim, qual.

2. Manutenção do revestimento da fachada

- a) Há uma frequência que realiza a manutenção no revestimento da fachada?
- b) Qual o tipo de manutenção que realiza?