

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARIA EDUARDA FERNANDES DE FARIAS

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DE FACHADAS DE
EDIFICAÇÕES EM REVESTIMENTO CERÂMICO E ARGAMASSADO NO BAIRRO
DE PETRÓPOLIS EM NATAL-RN.**

NATAL/RN

2018

MARIA EDUARDA FERNANDES DE FARIAS

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DE FACHADAS DE
EDIFICAÇÕES EM REVESTIMENTO CERÂMICO E ARGAMASSADO NO BAIRRO
DE PETRÓPOLIS EM NATAL-RN.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil, apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof^a. MSc. Mariana Silva Freitas

NATAL/RN

2018

FICHA CATALOGRAFICA DA BIBLIOTECA

MARIA EDUARDA FERNANDES DE FARIAS

**ANÁLISE DE CUSTO DE EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DE FACHADAS DE
EDIFICAÇÕES EM REVESTIMENTO CERÂMICO E REVESTIMENTO
ARGAMASSADO NO BAIRRO DE PETRÓPOLIS EM NATAL - RN.**

Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil, apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Mariana Silva Freitas
Orientador

Prof. PhD Werner Farkatt Tabosa
Prof. Coordenador das disciplinas TCC1 e TCC2

Prof. MSc. Andrezza Coutinho
Examinador Externo - UFERSA

Dedico esse trabalho ao meu pai Alexandre Farias e a minha mãe Gina Farias, que com muito carinho e amor não mediram esforços para que eu chegasse aqui, nesse último ano de curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por te me proporcionado mais essa conquista.

Aos meus pais Alexandre Farias e Gina Farias, que me ensinaram a viver de uma forma íntegra, honesta e simples. Com todo esforço e investimento em minha educação. Por acreditar e incentivar minhas escolhas.

Aos meus professores que me ensinaram a teoria e a prática da profissão que escolhi para exercer com dedicação e honestidade.

E por último, aos meus amigos, que sempre me motivaram e estiveram presentes durante esta trajetória.

Meu eterno agradecimento.

RESUMO

Este trabalho, inicialmente, foi realizado um levantamento imobiliário do bairro de Petrópolis em Natal-RN, observando o total de edificações existentes no bairro e o total de edificações que apresentam manifestações patológicas em suas fachadas. Em seguida, foram identificados os tipos de patologia em cada edificação através da inspeção visual e da coleta de dados *in loco*.

Após o levantamento qualitativo das edificações em estudo, foram identificadas manifestações patológicas nos 3 (três) edifícios abordados neste trabalho que são: eflorescências, descolamentos, mofo e manchas.

Por fim, foi feito um levantamento dos custos de manutenção de fachadas, considerando a resolução das patologias identificadas e um levantamento do custo total de uma fachada completa, fazendo uma comparação entre elas e foi observado na análise de resultados, que o valor da execução do revestimento cerâmico apresenta um aumento de 157,13% do valor do revestimento argamassado. Já o valor de manutenção foi visto que o revestimento cerâmico representa 395,74% do valor do revestimento argamassado.

Palavras-chave: Revestimento cerâmico, revestimento argamassado, revestimento em fachada, análise de custo, patologias em revestimento.

ABSTRACT

This work, initially, was carried out a real estate survey of the district of Petrópolis in Natal-RN, observing the total of existing buildings in the neighborhood and the total of buildings that present pathological manifestations in their facades. Next, the types of pathology in each building were identified through visual inspection and in loco data collection.

After the qualitative survey of the buildings under study, pathological manifestations were identified in the three (3) buildings addressed in this study: efflorescence, detachment, mold and stain.

Finally, a survey of the costs of façade maintenance was made, considering the resolution of the identified pathologies and a survey of the total cost of a complete façade, making a comparison between them and it was observed in the results analysis that the value of the execution of the façade ceramic coating shows an increase of 157.13% of the value of the mortar coating. However the maintenance value was seen that the ceramic coating represents 395.74% of the value of the mortar coating

Key words: Ceramic coating, mortar coating, facade coating, cost analysis, coating pathologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Camada de Revestimento de Argamassa da vedação: Massa única.	21
Figura 2 – Camada de Revestimento de Argamassa da vedação: Duas camadas ..	21
Figura 3 – Chapisco tradicional	24
Figura 4 – Chapisco industrializado	24
Figura 5 – Chapisco rolado	25
Figura 6 – Camadas do Revestimento Cerâmico	28
Figura 7 – Mapa de macrozoneamento da Cidade do Natal	38
Figura 8 – Mapa de zona de proteção da Cidade do Natal	39
Figura 9 – Mapa do bairro de Petrópolis	40
Figura 10 – Localização do Edifício A	43
Figura 11 – Vista geral da fachada com manchas e mofo	44
Figura 12 – Manchas e mofo na parte frontal e lateral da fachada	45
Figura 13 – Manchas e mofo na lateral da fachada.....	46
Figura 14 – Manchas e mofo na parte frontal da fachada	47
Figura 15 – Vista da parte anterior da fachada com destaque.....	48
Figura 16 – Localização do Edifício B	49
Figura 17 – Vista da parte anterior da fachada com destaque.....	50
Figura 18 – Vista da parte anterior da fachada com destaque.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de patologias	30
Tabela 2 – Levantamento de edifícios do Bairro de Petrópolis	41
Tabela 3 – Tabela resumo dos edifícios em estudo	52
Tabela 4 – Composição do serviço de chapisco	55
Tabela 5 – Composição do serviço de emboço.....	55
Tabela 6 – Composição do serviço de reboco	55
Tabela 7 – Composição dos diversos serviços	56
Tabela 8 – Execução do revestimento argamassado - serviço	58
Tabela 9 – Execução do revestimento cerâmico - serviço.....	58
Tabela 10 – Manutenção do revestimento cerâmico - serviço.....	59
Tabela 11 – Manutenção do revestimento cerâmico - serviço.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Incidência das origens das patologias no Brasil	54
--	----

LISTA DE SÍMBOLOS

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

EPU - Expansão Por Umidade.

CSTB - Centro Científico e Técnica do Bâtiment.

SRA - Sistema de Revestimento Argamassado.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índice da Construção Civil.

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat.

SEMURB - Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.2	JUSTIFICATIVA	16
1.3	OBJETIVO GERAL	17
1.4	OBJETIVO ESPECÍFICO	17
2	DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	REVESTIMENTO ARGAMASSADO	19
3.1.1	Função do Revestimento Argamassado	19
3.1.2	Propriedades do Revestimento Argamassado	20
3.1.3	Caracterização do Revestimento Argamassado	20
3.1.4	Sistemas de Revestimento Argamassado	21
3.1.5	Execução do Revestimento de Argamassa	23
3.2	REVESTIMENTO CERÂMICO	26
3.2.1	Funções do Revestimento Cerâmico	26
3.2.2	Propriedades do Revestimento Cerâmico	27
3.2.3	Caracterização do Revestimento Cerâmico	27
3.2.4	Execução do Revestimento Cerâmico	28
4	PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO	30
4.1	PATOLOGIA NO REVESTIMENTO COM PLACAS CERÂMICAS	30
4.1.1	Tipos de Manifestações Patológicas	31
4.2.1	Tipos de Patologia	33
4.3	CAUSAS E ORIGENS	36
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1	ESTUDO DE CASO	37
5.1.1	Caracterização	37
5.1.2	Mapa de Natal – Localização do Bairro	37
5.1.3	Edifícios com patologia na sua fachada	43

6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
6.1	POSSÍVEIS CAUSAS	53
6.2	CUSTO DE MANUTENÇÃO E EXECUÇÃO	54
	CONCLUSÃO	61
	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
	REFERÊNCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Diante da oferta de novos empreendimentos imobiliários no Brasil (especialmente entre os anos de 2011 e 2014) e das exigências do mercado consumidor por crescentes padrões de qualidade na construção civil, o investimento em gestão da qualidade deixou de ser um diferencial e passou a ser considerado como essencial para qualquer empresa.

Este investimento em qualidade, que visa aumentar a competitividade da empresa, concentra esforços na melhoria dos processos de produção e no aumento da qualidade dos produtos ofertados, gerando o aumento da produtividade, a redução de custos e desperdícios, a abertura de novos mercados e a eficiência no controle de processos. Esta crescente preocupação do setor da construção civil em atender aos padrões de qualidade se reflete na norma de desempenho ABNT NBR 15575 – Edificações Habitacionais - Desempenho (2013) e nas certificações de qualidade como a ISO 9001 e o Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC/PBQP-H.

Apesar do avanço tecnológico no campo dos materiais e das técnicas de construção, além da crescente preocupação com a qualidade de execução, verifica-se que os edifícios residenciais relativamente novos (com aproximadamente 5 anos após a entrega) já apresentam patologias de diferentes tipos em suas fachadas, não apresentando a qualidade inicialmente esperada e gerando custos adicionais aos condôminos.

Os revestimentos cerâmicos e argamassados são utilizados em larga escala como acabamento das estruturas de vedações dos edifícios e já foram temas de outras pesquisas de durabilidade e, ainda assim, é observada a ocorrência de falhas e problemas patológicos.

De acordo com Costa (2013) o uso inadequado de materiais, aliado à falta de cuidados na execução e mesmo adaptações quando do seu uso, tudo isto somado à falta de manutenção têm criado despesas extras aos condomínios de edifícios que até com menos de cinco anos de idade.

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção de um empreendimento envolve inúmeras etapas com grande impacto financeiro na obra. A execução do revestimento de fachada corresponde a um custo de 15 a 30% em relação ao custo total da obra, porém, é de grande relevância para o consumidor por ser algo visualmente atrativo e que agrega valor ao empreendimento.

O alto custo da execução de uma fachada revestida totalmente com revestimento cerâmico, as constantes patologias existentes nos últimos quinze anos e a falta de interesse de todo o setor em contribuir para solucionar os problemas causam um grande prejuízo a todos os envolvidos.

De acordo com Silva (2007), a realidade patológica das fachadas em revestimento argamassado não é muito diferente das fachadas em revestimento cerâmico, pois apesar de sua execução ser mais difundida devido ao seu baixo custo, suas patologias causam danos ao revestimento superficial de fachada aderido ao reboco seja ele tinta, textura, placas a base de resina, entre outros.

Existem vários fatores responsáveis pelo surgimento desse problema, o que gera uma necessidade de investigação mais aprofundada para apuração das causas específicas. Análises a partir de estudos científicos têm sido um dos processos mais utilizados para a compressão dos desvios de custos, dos fluxos de construção de uma obra. Dessa forma poucos estudos analisam os custos na fase de uso e manutenção.

Segundo Silva (2007), o desempenho das fachadas depende também da prevenção e da manutenção do edifício, uma atribuição que recai sobre os usuários sem que eles recebam as devidas orientações das construtoras.

Além disso, a normatização brasileira que dispõem sobre fachada é genérica e não estabelece critérios para a aplicação de um revestimento específico. A norma referente ao desempenho ABNT NBR 15575 (2013), aborda de forma geral a fachada. Não há referências sobre questões específicas do desempenho de cada tipo de revestimento de fachada, o que revela a necessidade de regulamentação mais específica no Brasil.

Desta forma, o presente estudo se justifica pela necessidade de se observar e caracterizar as manifestações patológicas em edifícios residenciais, levantando suas

possíveis causas, além do levantamento dos custos de reparo das patologias identificadas, que são uma despesa recorrente para os condôminos.

Por isso não basta conhecer apenas o material argamassado e o de placa cerâmica, mas também verificar em que tipo de obra serão utilizados esses sistemas de revestimento de fachada, adequando o processo executivo às condições da obra e ao tipo de material a ser aplicado e considerando as variáveis: custo, prazo e qualidade.

Desta forma, buscando quantificar o custo de manutenção e execução para cada tipo de fachada, se faz necessário expor uma análise de custos que visa a comparação entre os tipos de custo (manutenção e execução) e o tipo de revestimento aplicado na fachada (cerâmico ou argamassado).

O setor da construção civil está sempre se atualizando como forma de se tornar competitivo no mercado e apresentar soluções duráveis e de baixo custo. Com isso, se faz necessário o estudo particular do revestimento argamassado e do revestimento cerâmico que prevalecem como tecnologias atuais na execução de fachadas de novos edifícios.

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho é analisar os custos de manutenção e de execução de fachadas com revestimentos cerâmicos e argamassados em edifícios residenciais do bairro de Petrópolis em Natal-RN, evidenciando a relevância do custo de manutenção.

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar um estudo quantitativo das edificações residenciais do bairro de Petrópolis, quantificando todos os edifícios residenciais do bairro e, posteriormente, aqueles que apresentam patologias em suas fachadas seja em revestimento cerâmico ou argamassado;

- Analisar e avaliar as manifestações patológicas de fachada encontradas nos edifícios em estudo, observando o tipo de problema existente e levantando suas possíveis causas.

2 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia usada para obtenção dos resultados deste trabalho é baseada na pesquisa das práticas existentes no mercado, dos materiais aplicados em fachadas, no registro fotográfico e observação das manifestações patológicas dos edifícios em estudo, nos estudos dos tipos de patologia e suas possíveis causas e no levantamento dos custos de manutenção e execução de fachadas em revestimento de placas cerâmicas e o revestimento argamassado. O presente trabalho foi dividido em três etapas.

A primeira etapa foi a realização de um levantamento dos edifícios com revestimento cerâmico e revestimento argamassado no bairro de Petrópolis na cidade de Natal-RN. Os critérios de avaliação utilizados para a escolha desses edifícios foram: ter no mínimo cinco anos de uso e apresentar manifestações patológicas significativas em sua fachada.

A segunda etapa foi uma pesquisa de cunho visual e apenas externo. Com isso, não foi realizado levantamento de projetos, nem coleta de informações (sistemas construtivos utilizados nas edificações), apenas um questionamento em relação ao tempo de uso da edificação e registro fotográfico das edificações, de modo que todos os detalhes fossem capturados com o requerido grau de clareza para evidenciar os problemas apresentados na fachada. É importante salientar que a análise é apenas visual e que não foram realizados ensaios para determinar as causas das patologias, por isso, serão apresentadas possíveis causas para as manifestações patológicas identificadas.

Os estudos de caso se baseiam em generalizações analíticas. Nesse sentido, o pesquisador busca generalizar um conjunto particular de resultados para a teoria mais abrangente (YIN, 2001).

A terceira etapa consiste em um levantamento de custo por metro quadrado (m²) de fachada baseado nas tabelas do SINAPI 2018, onde foram obtidos os valores dos serviços de manutenção e execução de fachadas em revestimento cerâmico e argamassado.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 REVESTIMENTO ARGAMASSADO

Como técnica tradicional de revestimento, é comum o uso de argamassa como único componente do revestimento de fachadas externas. A argamassa é a mistura de aglomerantes e agregados minerais com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência.

Os revestimentos de argamassa podem ser constituídos de uma ou duas camadas cujas denominações variam em emboço, reboco ou massa única. De tal maneira que revestimentos de argamassa de uma camada se dividem em: massa única, quando tiverem acabamento em pintura e emboço quando for base para outros revestimentos. E os revestimentos em duas camadas têm usualmente acabamento em pintura e são constituídos pelo emboço e pelo reboco (SABBATINI, 1990).

O revestimento deve proteger a base durante toda a vida útil da edificação. Este fato, contudo, não vem sendo observado, pois são comuns artigos de revistas técnicas descreverem que os problemas patológicos nos revestimentos em argamassa são causados, na maioria das vezes, por falta de projetos bem elaborados, ou seja, que apresentem conhecimentos fundamentais como a especificação do traço da argamassa ou a forma de armazenamento dos materiais, por exemplo. A falta destas informações específicas leva ao imprevisto nos canteiros de obra por parte de quem executa os serviços, gerando futuras manifestações patológicas no revestimento.

3.1.1 Função do Revestimento Argamassado

O revestimento de argamassa é um dos elementos constituintes nas vedações do edifício, o qual deve apresentar um conjunto de propriedades que contribuem para a obtenção do comportamento adequado das vedações e, por consequência, de todo o edifício.

Supõe-se que as funções de um revestimento externo de argamassa estão ligadas à sua contribuição para a estanqueidade à água das fachadas, para o conforto térmico e acústico no ambiente construído, para a segurança ao fogo da

envoltória e para um bom aspecto da edificação, retificando os defeitos de prumo e nível das suas fachadas.

Segundo Baía e Sabbatini (2008) o revestimento argamassado possui diversas funções importantes, como:

- Proteger dos agentes agressores os elementos de vedação dos edifícios;
- Regularizar a superfície, servindo de base regular para o recebimento de outros revestimentos ou como acabamento final;
- Agregar na parte estética da fachada;
- Contribuir com as vedações no cumprimento das funções de estanqueidade aos gases e isolamento termo acústico.

Vale salientar que não é função do revestimento argamassado disfarçar grandes imperfeições da base, o que ocorre, na maior parte dos casos, devido á falta de cuidado no momento da execução da estrutura.

3.1.2 Propriedades do Revestimento Argamassado

Para que os revestimentos de argamassa possam cumprir suas funções corretamente é necessário que apresentem um conjunto de propriedades específicas, tanto no estado fresco como no estado endurecido.

Estas propriedades podem ser resumidas em:

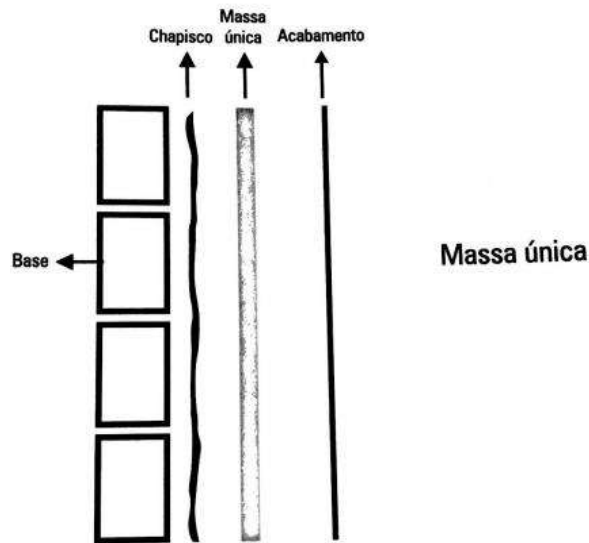
- a) Estado fresco: massa específica e teor de ar, trabalhabilidade, retenção de água, aderência inicial e retração na secagem;
- b) Estado endurecido: aderência, capacidade de absorver deformações, resistência mecânica, resistência ao desgaste e durabilidade.

3.1.3 Caracterização do Revestimento Argamassado

Com relação ao número de camadas, este tipo de revestimento pode ser dividido em dois, como sendo de:

- a) Massa única: está camada cumpre funções de regularização da base e de acabamento (Figura 1).

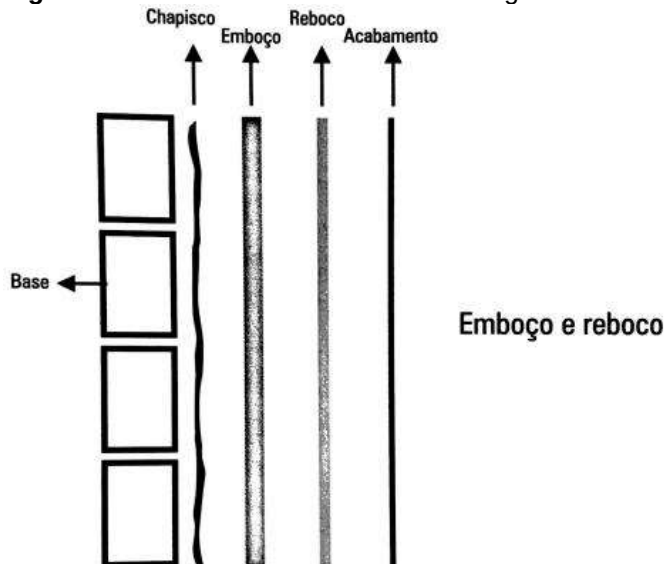
Figura 1: Camada de Revestimento de Argamassa da Vedação: Massa única.



Fonte: Baía e Sabbatini (2008).

b) Duas camadas: são denominadas de emboço e reboco. O emboço tem a função de regularização de base, já o reboco é utilizado como acabamento (Figura 2).

Figura 2: Camada de Revestimento de Argamassa da Vedação: Duas camadas.



Fonte: Baía e Sabbatini (2008).

3.1.4 Sistemas de Revestimento Argamassado

Para estabelecer o Sistema de Revestimento de Argamassa (SRA) que deve ser empregado numa fachada considerando uma maior durabilidade da mesma,

deve-se levar em consideração o sistema tradicional e o não tradicional. Este sistema está relacionado com o número de camadas de argamassa de revestimento.

O sistema tradicional é composto por: cimento, cal e areia. Possui três camadas:

a) Primeira camada, denominada de chapisco: tem a função de assegurar aderência do revestimento à base, constituindo um fundo de características homogêneas de baixa absorção para aplicação da segunda camada. Sua aparência é rugosa.

b) Segunda camada, denominada de emboço: é a parte principal, assegura a impermeabilização e regulariza as imperfeições da camada anterior. Possui boa compacidade e baixa tendência à fissuração. Dessa forma, a proporção de aglomerantes e água deve ser menor em relação à dosagem da primeira camada, a fim de limitar a retração da argamassa.

c) Terceira camada, denominada de reboco: define o acabamento, ou seja, o aspecto do revestimento. Possui resistência suficiente a choques e à desagregação. Submetida à ação direta dos agentes externos deve ter compacidade, estrutura e textura aparente que lhe permitam resistir aos mesmos sem fissurar e sem prejudicar seu aspecto.

Além de possuir três camadas de argamassa, o revestimento tradicional não contém nenhum tipo de aditivo. Este sistema necessita de alguns requisitos para ser de boa qualidade, como:

- O tempo de espera para cura entre a aplicação de camadas;
- A dosagem dos materiais;
- As espessuras de cada camada;
- Os aglomerantes utilizados em revestimentos externos;
- A preparação da base.

O sistema não tradicional é executado em uma única camada, que, em geral é obtida à custa de duas demãos:

a) Primeira demão: não deve resultar em espessuras inferiores a 8 mm.

b) Segunda demão: destina-se apenas a proporcionar o tipo de acabamento de superfície desejado.

A espessura total média é entre 10 mm e 15 mm. As vantagens do sistema não tradicional são:

- Possibilidade de um controle de qualidade da sua produção, (eliminando assim os inconvenientes da produção no canteiro de obra);
- Execução mais rápida (com o uso de aditivos pode acelerar o processo de execução do revestimento).

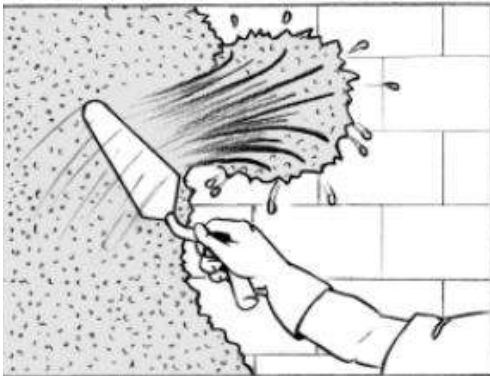
3.1.5 Execução do Revestimento de Argamassa

Segundo Szlak (2001), a execução dos revestimentos de argamassa envolve inúmeras etapas, com atividades e procedimentos específicos. As etapas gerais são:

- a) Montagem de balancins: o fornecedor do balancim deve, em conjunto com a construtora e com o empreiteiro de mão-de-obra, elaborar um projeto para a montagem do balancim. O posicionamento das vigas metálicas de sustentação e sua fixação devem ser definidos e marcados em projeto. As vigas metálicas devem ser fixadas em ganchos previamente chumbados à estrutura. Os cabos de aço das catracas são fixados às vigas e descem até a bandeja de proteção da obra onde os balancins e as catracas serão montadas;
- b) Preparo da base: envolve um conjunto de quatro atividades, que são:
 - Limpeza da estrutura - tem como objetivo eliminar os elementos que prejudicam a aderência da argamassa à base (pó, fuligem, graxas, óleos, fungos, musgos e eflorescências). As técnicas utilizadas variam de acordo com a extensão, devem ser feitas através da escovação (escovação com vassoura de piaçava; escovação com escova de fios de aço) ou lavagem (lavagem com mangueira; jateamento de areia);
 - Remoção de irregularidades - devem ser removidas todas as irregularidades localizadas, tais como rebarbas de concretagem e excesso de argamassa nas juntas de assentamento da alvenaria. As incrustações não aderentes devem ser eliminadas. Irregularidades superficiais de grande extensão, decorrentes de concretagens deficientes devem ser corrigidas. As irregularidades metálicas (pregos, fios e barras de tirantes de fôrma) devem ser removidas. Não sendo possível sua remoção, deve-se cortar rente à superfície e pintar com tinta anticorrosiva;

- Preenchimento de furos: todos os furos devem ser preenchidos com argamassa;
- Chapiscamento: pode ser executado de diversas formas:
 - Chapisco tradicional consiste no lançamento resistente de uma argamassa fluida sobre a base, utilizando uma colher de pedreiro. A textura final deve ser a de uma película rugosa, aderente e resistente (Figura 3);

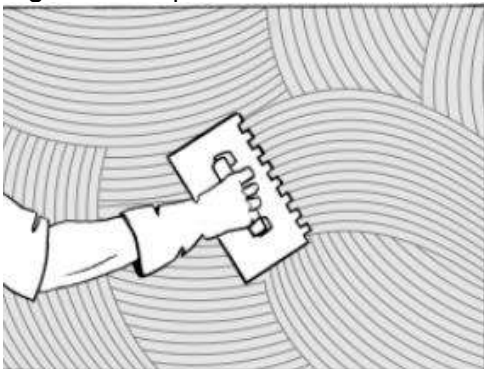
Figura 3: Chapisco Tradicional.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (20--?).

- Chapisco industrializado é usualmente aplicado sobre a estrutura de concreto, só é necessário acrescentar a água no momento da mistura na proporção definida. É aplicado com desempenadeira denteada. Apresenta uma elevada produtividade e rendimento (Figura 4);

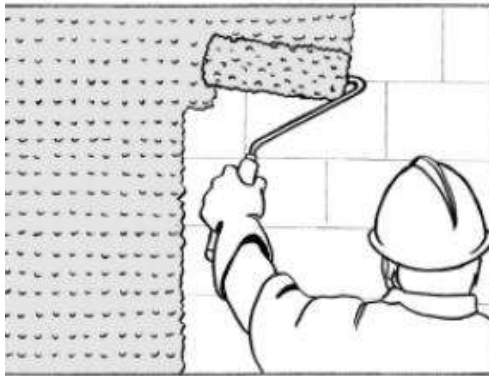
Figura 4: Chapisco Industrializado.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (20--?).

- Chapisco rolado proporciona uma alta produtividade e um maior rendimento do material, sua argamassa é plástica e é aplicada com um rolo para textura acrílica em demãos (Figura 5).

Figura 5: Chapisco Rolado.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (20--?).

c) **Locação e descida dos arames:** os eixos principais, definidos no projeto estrutural, devem ser transferidos para a cobertura e platibandas do edifício.

d) **Mapeamento:** essa atividade engloba a medição das distâncias entre cada arame e a superfície da fachada em pontos específicos. A medida da distância entre o arame e a fachada, nos pontos pré-determinados, deve ser anotada em uma planilha específica, para ser analisada a espessura real do revestimento.

e) **Reprojeto:** analisado o ponto de menor espessura, é necessário ser feito o reprojeto. Para cada ponto crítico detectado, devem-se analisar criteriosamente as possíveis soluções, de modo que não prejudiquem o desempenho do revestimento.

f) **Taliscamento:** é feito usualmente com cacos cerâmicos, fixando-os com a mesma argamassa que será utilizada no revestimento, em pontos específicos e respeitando a espessura definida.

g) **Aplicação da argamassa:** deve ser feita por projeção enérgica do material sobre a base de forma mecânica ou manual, depois de aplicada a argamassa, nos trechos demarcados pelas mestras, deve ser feita uma compressão com a colher de pedreiro, assim eliminando os espaços vazios e alisando a superfície.

h) **Execução do acabamento:** logo após ser aplicada a argamassa, segue para o sarrafeamento, que é feito por uma régua de alumínio. Sendo concluída, devem ser retirados as taliscas e os espaços deixados por elas, preenchidos. Para depois ser feito o desempeno que consiste no movimento circular utilizando a desempenadeira e o por último o camurçamento que é a fricção da superfície do revestimento com um pedaço de esponja através de movimentos circulares, proporcionando uma textura mais lisa e regular.

i) Detalhes construtivos: a etapa de execução dos detalhes construtivos tais como as juntas e trabalho, as quinas e cantos, os peitoris e o reforço de tela.

3.2 REVESTIMENTO CERÂMICO

Há um grande uso do revestimento cerâmico em fachadas de edifícios residenciais, comerciais e industriais. O motivo se dá pelas diversas vantagens que este revestimento possui. Este revestimento opera integralmente aderido sobre bases e substratos que lhe auxiliam de suporte e, por esse motivo, podem ser identificados como aderidos.

3.2.1 Funções do Revestimento Cerâmico

Segundo Campante e Baía (2003) o revestimento cerâmico é um dos elementos que compõem o edifício, juntamente com a estrutura, as vedações verticais e horizontais, demais revestimentos e os sistemas prediais. Sendo uma parte integrante do edifício, é necessário que esse revestimento apresente propriedades específicas e cumpra suas funções, contribuindo para o adequado desempenho do edifício como um todo, como:

- a) Proteger os elementos de vedação do edifício;
- b) Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções: isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança contra o fogo, dentre outras;
- c) Regularizar a superfície dos elementos de vedação;
- d) Proporcionar acabamento final aos revestimentos de pisos e paredes.

Alguns itens assumem um importante papel como: a concordância entre os materiais e suas características, qualidade de execução do revestimento, estilo arquitetônico adotado e aptidão de manutenção da aparência original ao longo de sua vida útil.

3.2.2 Propriedades do Revestimento Cerâmico

Campante e Baía (2003) reforçam que, para os revestimentos cerâmicos possam realizar as suas funções e exercer um bom desempenho em face das condições de uso, são necessárias as seguintes propriedades:

- a) Aderência: Capacidade de permanecer aderido a base;
- b) Resistência mecânica: Capacidade de resistir às solicitações decorrentes do uso do ambiente e de outros subsistemas;
- c) Capacidade de absorver deformações: Conseguir absorver as deformações causadas pelas tensões aplicadas nos outros subsistemas a que está aderido;
- d) Isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança contra o fogo: Apresentar características que proporcionam o isolamento, a estanqueidade e segurança contra o fogo;
- e) Características superficiais e de permeabilidade compatíveis com as condições de uso;
- f) Durabilidade e eficiência: Permanecer inalterado durante a vida útil do ambiente.

A obtenção dessas propriedades está associada às características da placa cerâmica, aos tipos dos materiais utilizados, aos detalhes de projeto e ao procedimento executivo.

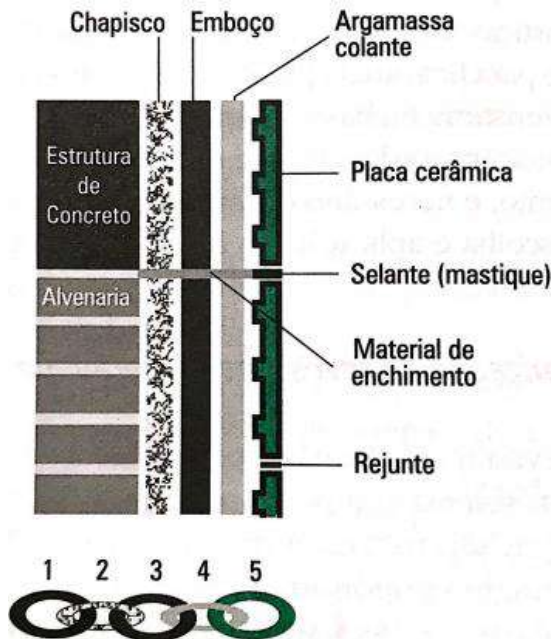
3.2.3 Caracterização do Revestimento Cerâmico

Os revestimentos cerâmicos são compreendidos como um sistema composto por várias camadas, gerando um conjunto que contém um comportamento monolítico aderido a um substrato e a uma base. Este conjunto é constituído por:

- a) Camada de fixação;
- b) Cerâmica;
- c) Juntas.

Esses elementos possuem composições distintas e geram esforços diferentes, mas no final deve conter um equilíbrio das tensões que agem no sistema, como uma corrente, ou seja, se alguma dessas camadas falharem todo o conjunto pode ficar comprometida. Como mostra da figura 6.

Figura 6: Camadas do Revestimento Cerâmico.



Fonte: Campante e Baía (2003).

3.2.4 Execução do Revestimento Cerâmico

Segundo Campante e Baía (2003), a execução dos revestimentos cerâmicos engloba diversas etapas, a partir do assentamento das placas cerâmicas até o preenchimento das juntas. As etapas de execução são:

- a) Preparo do substrato: nesta etapa ocorre a limpeza e a verificação de qualidade do emboço. Antes de começar o assentamento é necessário averiguar se o substrato está livre das matérias contaminantes (resíduos, poeira, manchas de bolo) e ver se sua superfície está medianamente áspera, pois essa textura permite aderência harmonizável com a do assentamento de placas cerâmicas. A planicidade da superfície do substrato deve ter no máximo desvios de três mm, no caso de revestimentos externos o cuidado deve ser dobrado, pois sua planicidade deve ser medida considerando o edifício todo.
- b) Camada de acabamento: o assentamento das placas cerâmicas deve ser realizado após sete dias para o assentamento em revestimentos internos e de quinze dias para o assentamento em revestimentos externos;

- c) Preparo e aplicação da argamassa colante: a argamassa colante deve ser preparada de acordo com as indicações do fabricante da argamassa, de maneira que alcance a consistência adequada. A mesma deve ser espalhada na superfície, começando pelo lado liso da desempenadeira, aplicando-se uma pressão de modo que a argamassa tenha aderência na superfície;
- d) Assentamento da cerâmica: são divididos em seis etapas principais:
- Molhagem da base;
 - Molhagem das placas cerâmicas – quando se usa argamassa colante no assentamento, não se deve molhar as placas cerâmicas;
 - Assentamento da placa cerâmica – colocasse a placa a cerca de dois cm da posição final e assim arrasta sob pressão, logo após batendo na superfície;
 - Galgamento do painel – é a determinação da posição de assentamento, nos revestimentos internos são pelas paredes interrompidas por elementos e nos revestimentos externos pelos panos contínuos entre as juntas de trabalho;
 - Cortes das placas cerâmicas – devem ser planejados com antecedência, utilizando-se cortadores manuais.
- e) Execução das juntas: o rejunte deve se iniciar após 72 horas do assentamento das placas cerâmicas. A argamassa de rejunte deve ser preparada de acordo com as indicações do fabricante e aplicada com desempenadeira de borracha. Depois de aplicada a argamassa, as juntas devem ser frisadas para que haja uma maior compacidade, assim diminuindo a porosidade e por ultimo deve ser realizada a limpeza da área que foi rejuntada.

4 PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO

Manifestações patológicas são segundo Campante e Sabbatini (2001), situações nas quais, os sistemas de revestimento deixam de apresentar o desempenho esperado, em determinado momento da sua vida útil, ou seja, não cumprem suas funções, deixando de atender às necessidades dos usuários. Uma manifestação patológica acontece com a queda precoce do desempenho desejado, diante de erros no planejamento, especificação, execução e/ou mesmo em uso, que podem ou não ser cumulativos.

4.1 PATOLOGIA NO REVESTIMENTO COM PLACAS CERÂMICAS

As patologias dos revestimentos cerâmicos de fachadas encontram-se de inúmeras formas, todas elas ocasionando a impossibilidade de cumprimento das finalidades para as quais foram desenvolvidas, especificamente nos aspectos estéticos, de isolamento e de proteção.

Um resultado imediato é a desvalorização do imóvel. De acordo com os dados da Construtora Central do Brasil, em média de 75% dos problemas foram ocasionados por desrespeito ou desconhecimento das normas técnicas (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem de Patologias.

ORIGENS DAS PATOLOGIAS	ÍNDICE PERCENTUAL
Projetos	60%
Construção	26,4%
Equipamentos	2,1%
Outros	11,5%

Fonte: Roscoe, 2008.

Quanto à origem podem ser classificadas em 4 (quatro) grandes grupos, que são:

- Congênitas: geradas na fase do projeto, devido à erros profissionais e falta de observação das Normas Técnicas. Resultando em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos;
- Adquiridas: acontecem durante a vida útil dos revestimentos, sendo consequência da exposição ao meio em que se colocam, podendo ser naturais, decorrentes de agressividade do meio, ou decorrentes da ação humana, em função

de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico;

- Construtivas: origem está referente à fase de execução da obra, decorrente do emprego de mão de obra desqualificada, produtos não certificados e carência de metodologia para assentamento das peças. O treinamento das equipes de mão de obra, a padronização de procedimentos e a verificação de conformidade podem minimizar as patologias;

- Acidentais: são caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum. Sua ação gera esforços de natureza imprevisível, principalmente na camada de base e sobre os rejuntas. Podem também atingir as placas cerâmicas, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia.

4.1.1 Tipos de Manifestações Patológicas

a) Destacamento

Segundo Baía, os destacamentos são definidos pela ausência de aderência (pode ocorrer de por empolamento, em placas, ou com pulverulência) das placas cerâmicas do substrato, ou até mesmo da argamassa colante, isso ocorre devido ultrapassagem da capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e o emboço causado pelas tensões exercidas no revestimento cerâmico.

Quando as placas cerâmicas estão fazendo um soco oco, pode-se considerar o primeiro sinal dessa patologia. Devido à quantidade de acidentes incluindo os usuários e os custos para seu reparo, esta patologia é considerada de grande risco. Geralmente essa patologia ocorre em edificações com cinco anos após a conclusão da obra.

Geralmente estas patologias ocorrem nos primeiros e últimos andares do edifício, devido ao maior nível de tensões consideradas nestes locais.

b) Eflorescências

É definida por aparecimento de formações salinas sobre algumas superfícies, sendo capaz de ter forma de crostas duras e insolúveis em água. Na maior parte dos casos, o fenômeno é visível e de aparência desagradável (BAÍÁ,2008).

O acontecimento é o resultado da dissolução dos sais encontrados na argamassa, oriundos das contaminações externas e seu decorrente transporte pela água por meio das matérias porosas. As placas cerâmicas e a argamassa contem vazios em seu interior, com isso a água pode passar em seu interior através da força da capilaridade, por tanto o local de aparecimento não é obrigatoriamente o seu local de origem, já que, os sais podem ser conduzidos pela água. É comum encontrar os sais Na_2SO_4 e K_2SO_4 .

c) Bolor e Manchas

O termo bolor ou mofo é compreendido como o conjunto de diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato. Na grande parte são ocasionadas por infiltrações de água.

O progresso de fungos em revestimento de fachada causa alteração na estética, formam manchas escuras em tonalidades preta, marrom e verde, ou eventualmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas.

d) Trincas e Fissuras

Aparecem devido à da perda de integridade da superfície da placa cerâmica, podendo assim ficar limitada a um defeito estético, ou pode evoluir para um destacamento. As trincas são rupturas no corpo da placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos e as fissuras são rompimentos nas placas cerâmicas.

4.2 PATOLOGIA NO REVESTIMENTO ARGAMASSADO

Os revestimentos argamassados estão submetidos a vários fenômenos, sejam eles resultante do meio ambiente, de modo como foi projetado e construído o

edifício, das propriedades químicas e físicas dos componentes utilizadas na construção; do tipo de revestimento superficial, da manutenção, bem como do uso inadequado dos edifícios.

Fora as condições normais de dosagem, aplicação e utilização, as argamassas podem sofrer diversos processos de degradação. As patologias principais acometem as argamassas do revestimento, podendo apresentar como resultado de uma ou mais causas resultantes:

- Da qualidade dos materiais usados;
- Do traço da argamassa;
- Do modo que é aplicado o revestimento;
- Do tipo de pintura;
- Externas do revestimento.

4.2.1 Tipos de Patologia

a) Trincas e Fissuras

As fissuras são as manifestações patológicas mais importantes, pois sua presença é um aviso de que há algum problema estrutural e que possui algum comprometimento no serviço da obra.

Segundo Sabbatini e Barros (1990), podem-se definir como *fissuras* as aberturas com menos que 0,5 mm de espessura e como *trincas* aquelas com medidas iguais ou superiores a 0,5 mm. A existência de fissuras está condicionada devido à execução do revestimento argamassado, solicitações higrotérmicas, e por retração hidráulica da argamassa.

Tipos de fissuras quanto à origem do problema:

- Fissuras por recalque de fundação: as fissuras geradas por recalque diferencial são inclinadas indo em direção ao ponto de maior recalque e são provocadas pelas tensões de cisalhamento;
- Fissuras por movimentação térmica: são ocasionados pelos movimentos de dilatação e contração provenientes das variações de temperatura;

- Fissuras por sobrecargas ou acúmulos de tensões: As peças de uma estrutura de concreto armado são normalmente dimensionadas possibilitando determinadas deformações;
- Fissuras por retração de cimento: Com o uso exagerado de água no cimento, ocorre uma retração ocasionando a diminuição do volume do concreto. Como as peças estruturais são impedidas de movimentarem entre si acaba ocorrendo às tensões de tração no concreto, se essas tensões forem maiores que a resistência à tração do concreto acaba originando-se fissuras.

b) Manchas de Umidade e Mofo

As manchas, as fissuras e as desagregações provocadas pela umidade nas fachadas são as manifestações patológicas mais frequentes nos edifícios. Essas anomalias aceleram o processo de deterioração dos materiais presentes, ocasionando condições de insalubridade e, conseqüentemente, gerando um desconforto aos seus usuários. Segundo Uemoto (2002) tais aspectos negativos, faz com que ocorra a desvalorização do imóvel e isto é ocasionado pela alteração do aspecto estético desencadeada pelo fenômeno.

Pode-se dividir em 5 (cinco) classificações de acordo com a origem do fenômeno e a forma como se manifesta, mostrando que a umidade inconveniente pode ocorrer:

- Da fase de obra: umidade mantida nos materiais usados na construção após o término de obra, diminuindo aos poucos até desaparecer;
- De infiltrações: água da chuva que penetra nas edificações nas superfícies;
- De eventos acidentais: umidade gerada de vazamentos do sistema de distribuição ou de coleta de água;
- Da condensação: originado do vapor de água que se condensa nas superfícies, ou no interior dos elementos de construção;
- Da absorção e capilaridades dos materiais: absorção da água presente no solo pelas fundações das paredes e pavimentos transferindo para as fachadas e pisos.

O mofo que também é chamado de bolor é uma alteração observável macroscopicamente na superfície dos materiais, sendo uma consequência do desenvolvimento de microrganismo pertencente ao grupo dos fungos. Promovem a decomposição dos revestimentos através da secreção de enzimas que quebram moléculas orgânicas complexas até compostos mais simples, que são assimilados e utilizados no seu desenvolvimento. (SEGAT, 2005).

c) Descolamento com empolamento

O descolamento consiste na separação das camadas dos revestimentos de argamassa. Acontece quando a superfície do reboco descola do emboço, gerando bolhas que crescem progressivamente. É causado pela infiltração de umidade e a presença de cal parcialmente hidratada na argamassa, os revestimentos que sofrem dessa patologia possuem o som cavo.

Segundo Segat (2005), relaciona as seguintes causas mais comuns dos descolamentos de argamassa que podem atuara de forma combinada:

- Traço inadequado da argamassa, de modo que o excesso de cimento resulta em material com pouca elasticidade, podendo não absorver as movimentações da estrutura ou da alvenaria, enquanto a falta aglomerante pode prejudicar a capacidade de argamassa aderir ao substrato;
- Emprego de materiais com alto teor de finos, particularmente material silto-argiloso, resultante em revestimento com baixa porosidade, dificultando o processo de carbonatação de cal;
- Emprego de cal hidratada adulterada ou de baixa qualidade que, se parcialmente extinta, tem reação de hidratação retardada, acompanhada de aumento de volume e expansão;
- Emprego de aditivos plastificantes que não substituem a propriedade de retenção da água da cal hidratada, ou aplicação da argamassa sobre material com elevado poder de absorção de água, sem prévio umedecimento, elevando os níveis de retração por secagem;
- Aplicação da argamassa sobre base contaminada, engordurada ou impermeabilizada, impedindo a penetração da nata do aglomerante no substrato;

- Aplicação da argamassa sobre superfície muito lisa, sem prévio chapisco do substrato, reduzindo as condições de aderência do revestimento à base;
- Aplicação da argamassa em camada muito espessa, de modo que o peso próprio da argamassa pode gerar uma força gravitacional maior que a adesão inicial como substrato;
- Operação de chapar a argamassa na parede com pouca força, não preenchendo o material adequadamente os poros da base;
- Pintura precoce dos revestimentos à base de cal, inibindo a carbonatação da cal principalmente na interface com a parede.

4.3 CAUSAS E ORIGENS

A causa das manifestações patológicas está relacionada a diversos fenômenos que provocam o surgimento das anomalias. Encontra-se principalmente: cargas excessivas, variação de umidades, variações térmicas, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos, falha na execução, falha no memorial descritivo e manutenção imprópria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ESTUDO DE CASO

5.1.1 Caracterização

O estudo de caso trata de edifícios residenciais situados na cidade de Natal (capital do Rio Grande do Norte) no bairro de Petrópolis, que está localizado na Zona Leste da cidade. Esse é um bairro predominantemente comercial, porém com considerável número de edifícios residenciais e residências de alto a médio padrão.

Apresenta localização que possibilita o fácil acesso a diversas partes da cidade por ser contemplado pelas avenidas Presidente Getúlio Vargas e Deodoro da Fonseca (classificadas na categoria de Estrutural Arterial I, de acordo com o Código de Obras de Natal) e pela Avenida Hermes da Fonseca (classificada na categoria Arterial I de Penetração, de acordo com o Código de Obras de Natal).

Seus limites são:

- Norte: Rocas / Praia do Meio
- Sul: Tirol
- Leste: Areia Preta / Mãe Luíza
- Oeste: Cidade Alta / Ribeira

5.1.2 Mapa de Natal – Localização do Bairro

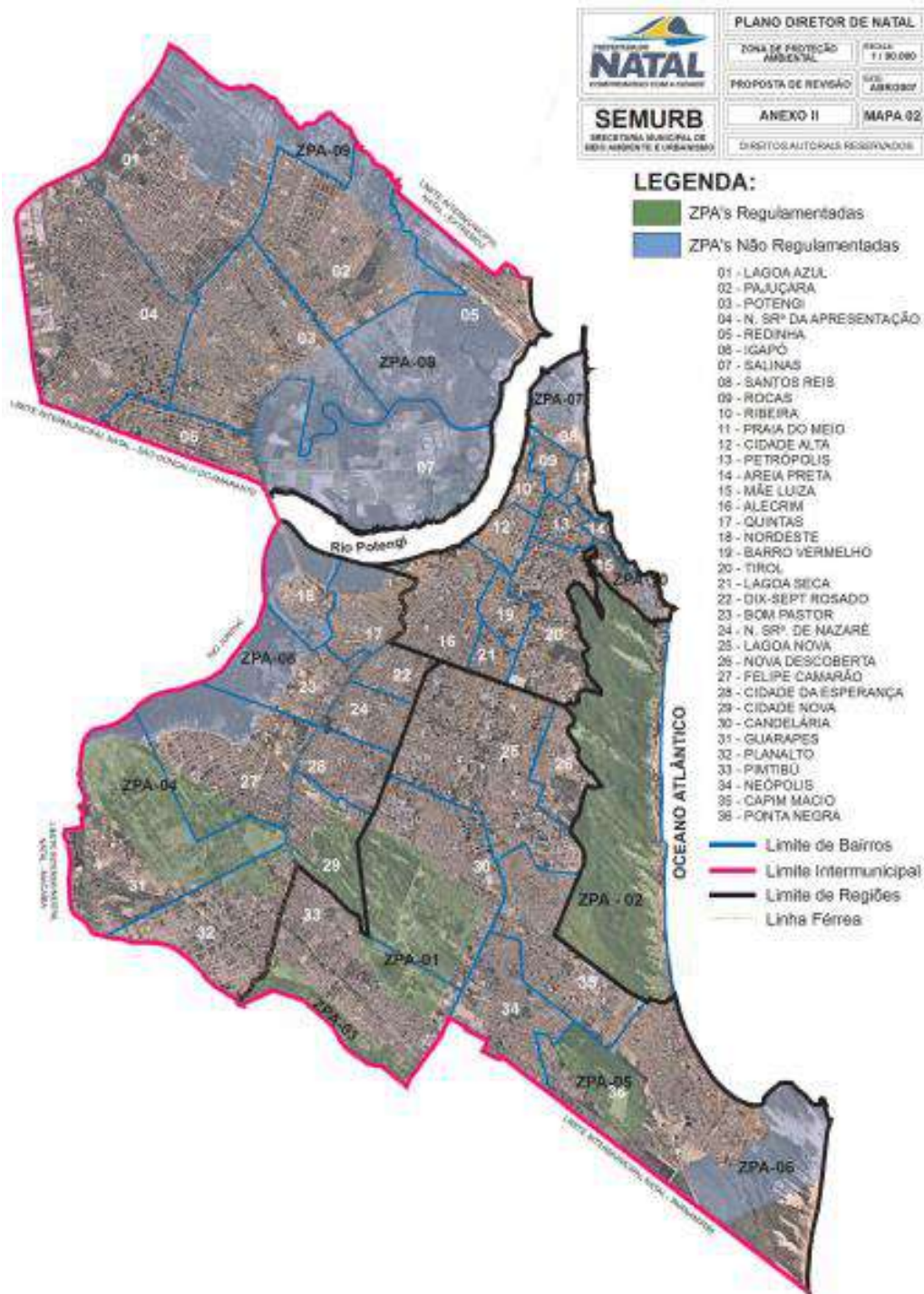
a) Macrozoneamento.

A figura 7 mostra o mapa do macrozoneamento da cidade do Natal, onde o bairro de Petrópolis corresponde a Macrozoneamento de número 13.

b) Zona de proteção ambiental.

A figura 8 mostra as zonas de proteção ambiental (ZPA's) da cidade de Natal. O bairro de Petrópolis não apresenta nenhuma zona de proteção ambiental, sendo classificado como zona adensável.

Figura 8: Mapa de zona de proteção da Cidade do Natal.

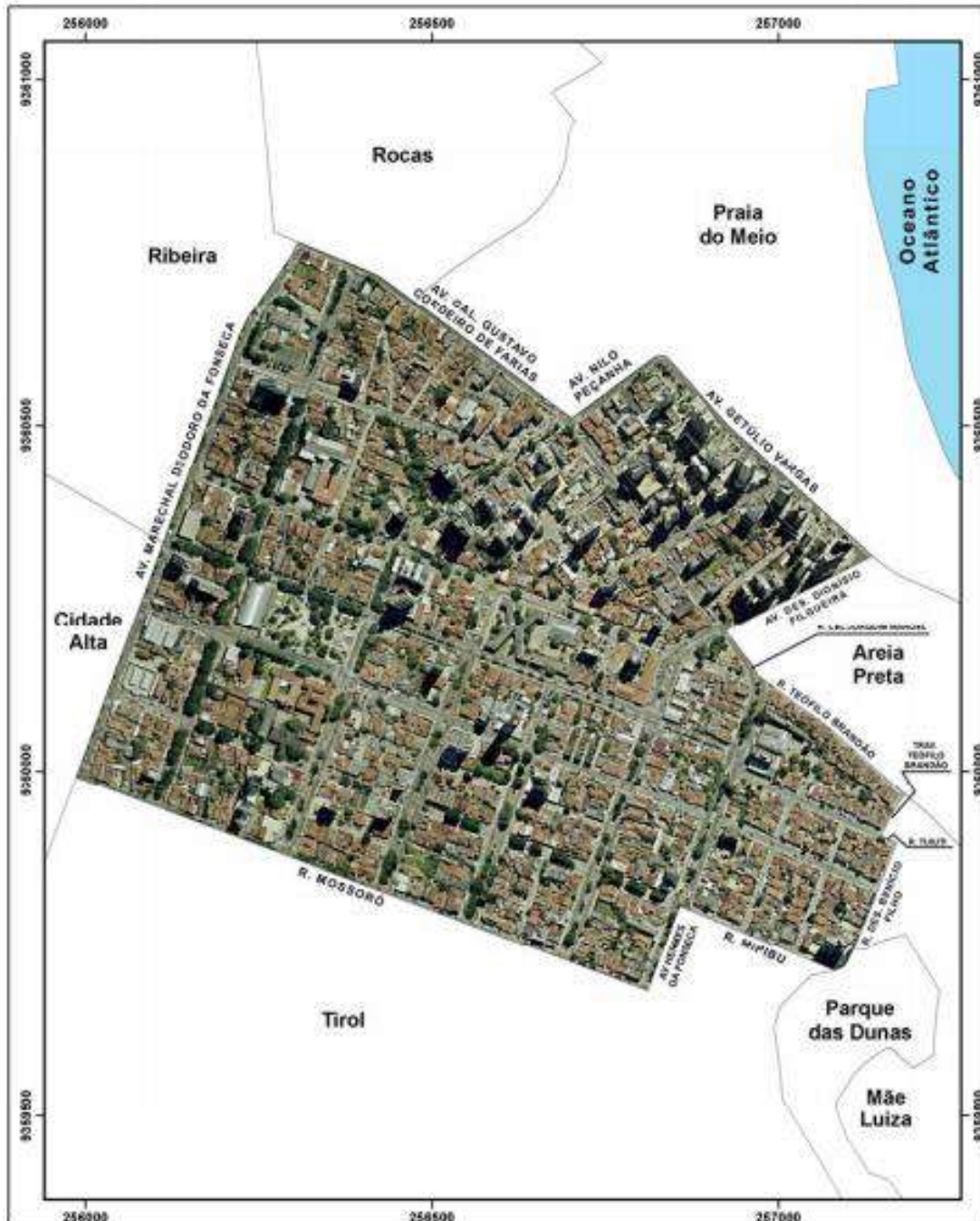


Fonte: Mapa elaborado pela SEMURB (2008).

c) Mapa do bairro de Petrópolis.

A figura 9 mostra o mapa do bairro de Petrópolis com seus bairros limitantes, além de apresentar proximidade com o oceano atlântico.

Figura 9: Mapa do bairro de Petrópolis.



Fonte: Mapa elaborado pela SEMURB (2008).

Observando a tabela 2, pode-se perceber a existência de um total de 73 edifícios residenciais no bairro de Petrópolis dentre os quais 3 deles apresentaram manifestações patológicas em suas fachadas o que representa 4,11% dos edifícios.

Tabela 2: Levantamento de edifícios do Bairro de Petrópolis.

Quantidade de edifícios	Nome dos Edifícios
1	Golden Tulipe Interatlântico
2	La Rivage
3	Soneto Potengi
4	Geraldo Pinho
5	Issa Hazbun Residencial
6	Maison Petrópolis
7	Natilus
8	Des Floriano Cavalcante
9	Solar Vasconcelos
10	Ewerton cortez
11	Alto de Petropolis
12	Royal Vernier
13	Almanara
14	Petropolis Residence
15	Alphaville
16	Juvenal Lamartine
17	Portal das Marinas
18	Manuel Gonçalves Ribeiro
19	Oton Osório
20	Ponta Negra
21	Claudio Machado
22	Presidente Roosevelt
23	Itália
24	Mansão Hermano Almeida
25	Residencial Bellomonte
26	Chácara
27	Residencial Vancouver
28	Mansão Georgina Lucena
29	Portal do Atlântico
30	Ney Marinho

31	Forest Hill
32	Castelo Gris
33	Presidente Kennedy
34	Residencial Katia Fagundes Garcia
35	Marbella
36	Campos Sales
37	Presidente George Washington
38	Van Gogh
39	Mont Rey
40	Etoile
41	Tom Jobim
42	Portal do Alto
43	Parque das Mangueiras
44	Tancredo Neves
45	Park Wimbledon
46	Solar de Areia Preta
47	Monte Sinai
48	Maria José S Gurgel
49	Presidente Kubitschek
50	Petrópolis
51	Residencial Aluisio Bezerra
52	Luciano Barros
53	Caminho do Mar
64	Mozart Romano
55	Plaza Atlântico
56	Odorico Ferreira
57	Mirante João Olimpo Filho
58	Pablo Neruda
59	Aldo Carillo
60	Duval Paiva
61	Eldes Galvão
62	Presidente Dutra
63	Ana Terra

64	Alto do Juruá
65	Montparnasse
66	Presidente Lincoln
67	Varandas do Atlântico
68	Ruy Marinho
69	Varanda Rio Mar
70	Solar Cidade Alta
71	Roland Garros
72	Cândido Portinari
73	Presidente Café Filho

Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2018).

5.1.3 Edifícios com patologia na sua fachada

Edifício A

Este edifício possui 18 pavimentos com fachada de revestimento argamassado. O prédio está localizado na Avenida Hermes da Fonseca, no Bairro de Petrópolis. Na região próxima ao litoral (Figura 10).

Figura 10: Localização do Edifício A.



Fonte: Google Maps (2018).

- Patologias encontradas na fachada do imóvel

As fachadas são constituídas de paredes planas, tendo como sistema de revestimento superficial uma pintura com tinta nas cores: branca, bege e marrom. O revestimento argamassado do edifício apresenta problemas de manchas e mofo (Figura 11).

Figura 11: Vista geral da fachada com manchas e mofo.



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2018).

Foram identificados pontos críticos de mofo e manchas localizados nos últimos andares, como mostrado nas figuras 12.

Figura 12: Manchas e mofo na parte frontal e lateral da fachada.



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2018).

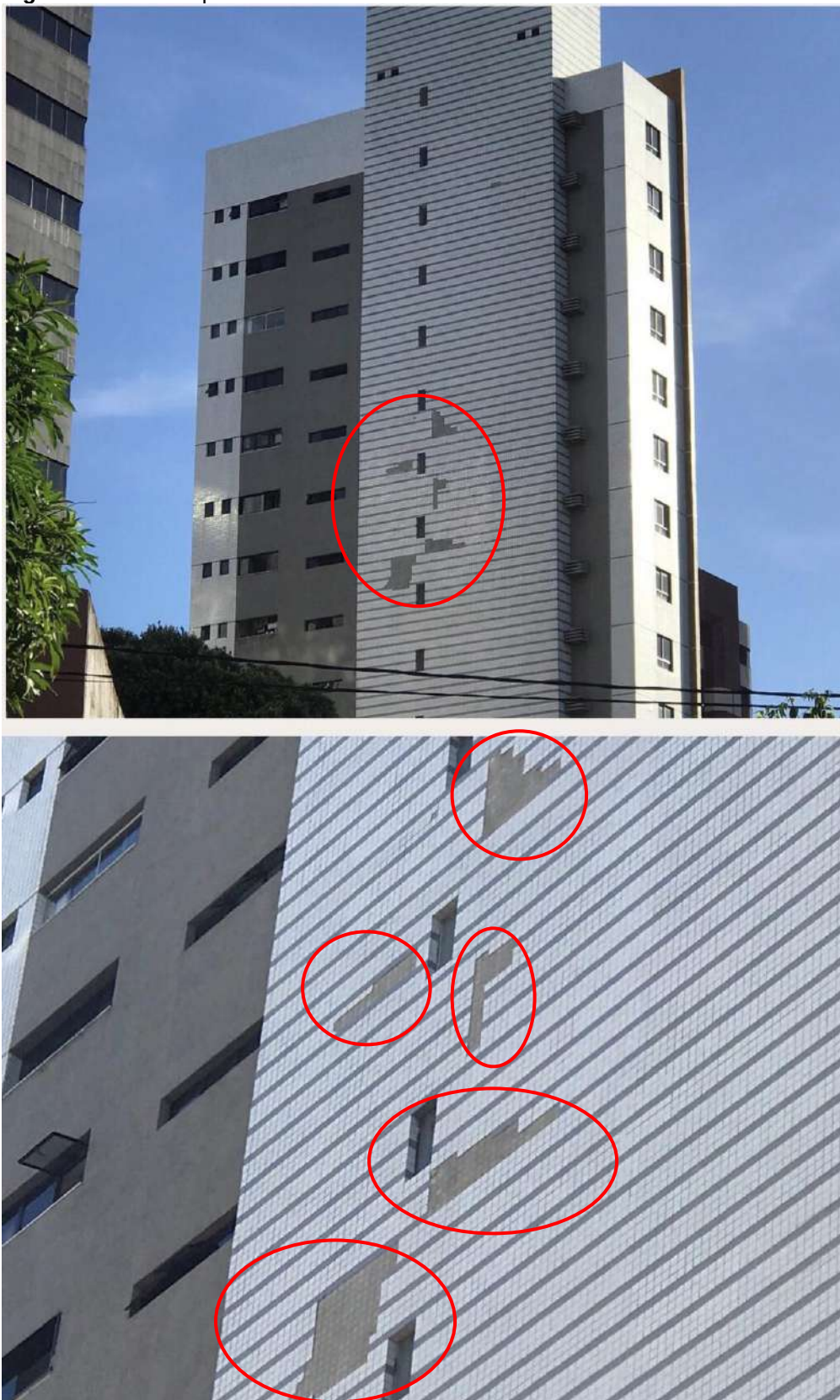
Figura 14: Vista da parte anterior da fachada com destacamento.



Fonte: Arquivo Pessoal da Autora (2018).

Foram identificados pontos de destacamento localizados nos últimos andares do edifício, como exposto na figura 15.

Figura 15: Vista da parte anterior da fachada com destaque.



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2018).

Edifício C

Este edifício possui 10 pavimentos, sendo 2 unidades por andar. Seu revestimento externo é com placa cerâmica. O edifício está localizado na Avenida Hermes da Fonseca, no Bairro de Petrópolis. Próximo ao Instituto Maria Auxiliadora, na região próxima ao litoral. Como mostra na figura 16.

Figura 16: Localização do Edifício C.



Fonte: Google Maps (2018).

- Patologias encontradas na fachada do imóvel

O edifício C é composto por placas cerâmicas em sua fachada. Como mostra na figura 17.

Figura 17: Vista da fachada do edifício C.



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2018).

A parte anterior da fachada apresenta problemas de destacamento de porções do revestimento pontuais ou generalizadas. Como exposto nas figuras 18

Figura 18: Vista da parte anterior da fachada com destacamento.



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2018).

Os casos com manifestações patológicas encontradas podem ser resumidos na tabela 3.

Tabela 3: Tabela resumo dos edifícios em estudo.

EDIFÍCIOS EM ESTUDO.			
Identificação do edifício	Número de pavimentos	Tipo do revestimento	Patologias encontradas
A	18 pavimentos	Argamassado	➤ Manchas ➤ Mofo
B	16 pavimentos	Cerâmico	➤ Destacamento
C	10 pavimentos	Cerâmico	➤ Destacamento

Fonte: Arquivo pessoal da Autora.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 POSSÍVEIS CAUSAS

As falhas de execução de uma fachada no seu conjunto podem estar comprometidas e as consequências patológicas tendem a aumentar, interferindo diretamente na durabilidade, impermeabilidade e nos custos de manutenção.

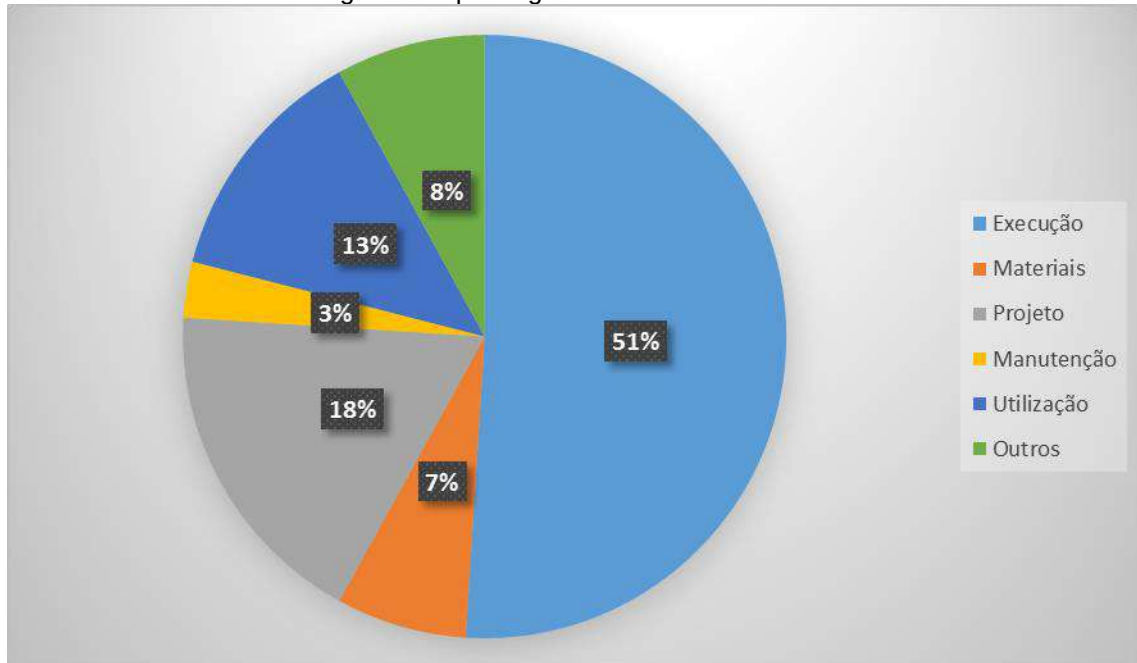
O resultado dessas patologias é o colapso total do revestimento usado na fachada, que está sendo integralmente demolido, gerando dezenas de metros cúbicos de resíduos de construção civil. Os transtornos causados aos moradores são muito grandes.

Os principais fatores que podem levar em consideração para o colapso do revestimento de fachada do edifício são:

- Falha na execução;
- Qualidade do material;
- Falha no memorial descritivo;
- Uso inadequado da estrutura;
- Manutenção imprópria;
- Causas fortuitas (incêndios, inundações e acidentes).

O nível de incidência de cada origem, que leva a patologia, varia conforme as etapas da obra. Em torno de 51% são gerados pela má execução do serviço, 18% por erro de projeto, 13% pela utilização inadequada e 7% por materiais de baixa qualidade (Gráfico 1).

Gráfico1: Incidência das origens das patologias no Brasil.



Fonte: Adaptação de Gomes (2016).

6.2 CUSTO DE MANUTENÇÃO E EXECUÇÃO

Nesse momento do trabalho serão apresentados os dados obtidos do custo da manutenção e da execução do revestimento cerâmico e argamassado em fachadas.

Os valores foram coletados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), onde são estabelecidos regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União.

A gestão do SINAPI é dividida entre Caixa e IBGE. A Caixa é responsável pela base técnica de engenharia (especificação de insumos, composições de serviços e orçamentos de referência) e pelo processamento de dados, e o IBGE, pela pesquisa mensal de preço, tratamento dos dados e formação dos índices.

No primeiro momento foram levantados os valores dos serviços em estudo através da coleta de dados da tabela do catálogo de composições analíticas do SINAPI de abril de 2018, como se pode observar nas tabelas 4, 5, 6 e 7.

Tabela 4: Composição do serviço de chapisco.

SERVIÇO DE CHAPISCO		
Classe	Descrição	Unidade
Composição	Argamassa traço 1 : 4 (cimento e areia grossa) com adição de emulsão polimérica para chapisco rolado, preparo manual. AF_06/2014	M ³
Composição	Pedreiro com encargos complementares	H
Composição	Servente com encargos complementares	H

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

Tabela 5: Composição do serviço de emboço.

SERVIÇO DE EMBOÇO		
Classe	Descrição	Unidade
Insumo	Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio D = *1,24 mm, malha 25 X 25 mm	M ²
Composição	Argamassa traço 1: 2: 8 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo manual. AF_06/2014	M ³
Composição	Pedreiro com encargos complementares	H
Composição	Servente com encargos complementares	H

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

Tabela 6: Composição do serviço de reboco.

SERVIÇO DE REBOCO		
Classe	Descrição	Unidade
Insumo	Cimento portland composto CP II-32	KG
Composição	Servente com encargos complementares	H

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

Tabela 7: Composição dos diversos serviços.

SERVIÇOS		
Classe	Descrição	Unidade
Composição	Aplicação manual de fundo de selador acrílico em panos com presença de vãos de edifícios de múltiplos pavimentos	M ²
Insumo	Selador acrílico paredes internas/externas	H
Composição	Pintor com encargos complementares	H
Composição	Servente com encargos complementares	H
Composição	Aplicação manual de tinta látex acrílica em superfícies externas de edifícios de múltiplos pavimentos	M ²
Insumo	Tinta acrílica Premium, cor branco fosco.	L
Composição	Pintor com encargos complementares	H
Composição	Servente com encargos Complementares	H
Composição	Aplicação manual de massa acrílica em panos de fachada com presença de vãos, de edifícios de múltiplos pavimentos.	M ²
Insumo	Lixa em folha para parede	UN

Composição	Massa acrílica para paredes interior/exterior	GL
Composição	Pintor com encargos complementares	H
Composição	Servente com encargos complementares	H
Composição	Revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas	M ²
Insumo	Pastilha cerâmica revestimento interno/externo	M ²
Composição	Argamassa colante ACIII E	KG
Composição	Azulejista ou ladrilhista com encargos complementares	H
Composição	Servente com encargos complementares	H

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

As tabelas 8 e 9 apresentam o custo do serviço de execução do revestimento argamassado e do revestimento cerâmico, a partir dos serviços evidenciados nas Tabelas supracitadas. Esses valores foram coletados de duas tabelas. Primeiramente foi analisada sua composição de serviço, na tabela do catálogo de composições analíticas do SINAPI de abril de 2018, em seguida, foram analisados os custos das composições na tabela de custo de composições – sintético do SINAPI de abril de 2018.

Tabela 8: Execução do revestimento argamassado - serviço.

EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO - SERVIÇO			
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade	Preço Mediano (R\$)
Chapisco	M ²	1	4,51
Emboço	M ²	1	33,87
Reboco	M ²	1	0,65
Aplicação manual de massa acrílica	M ²	1	10,35
Aplicação manual de tinta latéx acrílica em superfícies externas	M ²	1	13,62
Aplicação manual de fundo selador acrílico	M ²	1	1,65
Valor total do serviço	M ²	1	64,65

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

Tabela 9: Execução do revestimento cerâmico - serviço.

EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO - SERVIÇO			
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade	Preço Mediano (R\$)
Chapisco	M ²	1	4,51
Emboço	M ²	1	33,87
Reboco	M ²	1	0,65
Revestimento cerâmico para paredes externas	M ²	1	127,01
Impermeabilizante	M ²	1	0,2
Valor total do serviço	M ²	1	166,24

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

Pode-se observar que o valor da execução do revestimento cerâmico apresenta um aumento de 157,13% do valor do revestimento argamassado. Este valor de custo mais elevado do revestimento cerâmico era previsto devido ao material utilizado e como forma de agregar valor estético e imobiliário dos edifícios que apresentam esse tipo de revestimento.

No processo de manutenção do revestimento argamassado é necessário à preparação da base que se compreende na limpeza da superfície que serve para eliminar os elementos que prejudicam a aderência da argamassa à base, podendo ser feito através da escovação ou da lavagem e a remoção de irregularidades.

Na manutenção do revestimento cerâmico também é necessária à preparação da base que é feita da mesma maneira que no revestimento argamassado, mas após a preparação é necessária fazer a aplicação da argamassa colante para assim poder fazer o assentamento das pastilhas cerâmicas.

Nas tabelas abaixo (Tabela 10 e Tabela 11) são apresentados os custos das manutenções do revestimento argamassado e do revestimento cerâmico com seus respectivos serviços, como foi mostrado na Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8 e Tabela 9. Esses valores foram obtidos através da análise de duas tabelas, a primeira analisada foi à tabela de catálogo de composições analíticas do SINAPI de abril de 2018 e a segunda foi à tabela de custo de composições – sintético do SINAPI de abril de 2018.

Tabela 10: Manutenção do revestimento argamassado - serviço.

MANUTENÇÃO DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO - SERVIÇO			
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade	Preço Mediano (R\$)
Aplicação manual de massa acrílica	M ²	1	10,35
Aplicação manual de tinta látex acrílica em superfícies externas	M ²	1	13,62
Aplicação manual de fundo selador acrílico	M ²	1	1,65
Valor total do serviço	M ²	1	25,62*

*Não foi considerado despesas indiretas e BDI.

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

Tabela 11: Manutenção do revestimento cerâmico - serviço.

MANUTENÇÃO CORRETIVA DO REVESTIMENTO CERÂMICO - SERVIÇO			
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade	Preço Mediano (R\$)
Revestimento cerâmico para paredes externas	M ²	1	127,01
Valor total do serviço	M ²	1	127,01*

*Não foi considerado despesas indiretas e BDI.

Fonte: Adaptado de SINAPI (2018).

Com isso é visto que o valor da manutenção do revestimento cerâmico representa 395,74% do valor do revestimento argamassado. Fazendo-se uma análise comparativa entre o custo de execução e o custo de manutenção por m², pode-se observar que, para o revestimento cerâmico o custo de execução de uma nova fachada representa um aumento de 31% no custo de manutenção, considerando que no custo de manutenção foi computada a troca de todas as pastilhas cerâmicas, situação que nem sempre ocorre nos reparos das patologias em fachadas.

Para o revestimento argamassado o custo de uma nova fachada representou um aumento de 152,34% em relação ao custo de manutenção, evidenciando que a execução de uma nova fachada custaria mais que o dobro da execução do reparo da patologia (custo de manutenção). Isto se deve principalmente devido ao menor custo deste tipo de revestimento e simplicidade em seu processo executivo o que facilita e torna menos oneroso o reparo.

CONCLUSÃO

Depois de um estudo sobre a execução dos revestimentos em fachada, seus métodos construtivos e suas aplicações, observou-se que as origens das patologias acontecem na sua maioria devido às falhas nesses processos executivos. Os serviços de execução da fachada devem ser feitos por equipes especializadas e treinadas para seu bom desempenho, pois a maioria das patologias ocorre durante a aplicação.

Nesse contexto, no caso específico desta pesquisa, realizou-se um levantamento sobre as patologias do sistema de revestimento cerâmico e argamassado verificando-se que as patologias mais recorrentes foram: destacamento, eflorescência, manchas e bolor.

Como observado na análise de resultados, o valor da execução do revestimento cerâmico apresenta um aumento de 157,13% do valor do revestimento argamassado. Já o valor de manutenção foi visto que o revestimento cerâmico representa 395,74% do valor do revestimento argamassado.

O intuito de se fazer uma análise de custo foi exatamente dar uma noção de quão onerosa pode ser uma manutenção, principalmente se esta for recorrente na fachada das edificações. Estes custos de manutenção poderiam ser evitados se houvesse um melhor controle do processo executivo e da qualidade.

Além disso, foi observado que o revestimento cerâmico é mais caro, devido o processo de execução e ao custo dos materiais utilizados, mas é bastante utilizado como forma de agregar valor estético e imobiliário aos edifícios.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Propor melhorias para as edificações futuras;
- Analisar os custos em outros bairros;
- Propor melhorias para a redução dos custos citados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. São Paulo, 2013. 63 p.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, Fernando Henrique. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4. ed. São Paulo: Tula Melo, 2008. 83 p.

BARROS, 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, 1998.

BRASIL. Constituição (2004). Código de Obras nº 055, de 27 de janeiro de 2004. Natal, RIO GRANDE DO NORTE.

BRASIL. Constituição (2007). Plano Diretor nº 082, de 21 de junho de 2007. ed. Natal, RIO GRANDE DO NORTE.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: Tula Melo, 2003. 104 p.

COSTA, P. L. A. **Patologias do processo executivo de revestimento de fachada de edifícios**. 2013. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GOMES, A. **Patologias na construção civil**: principais causas. 2016. Disponível em: <<http://www.unumarquitetura.com/single-post/2016/1/11/PATOLOGIAS-NA-CONSTRUÇÃO-CIVIL>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

PEZZATO, L. M. **Patologias no sistema revestimento cerâmico: um estudo de casos em fachadas**. 2010. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico em fachadas**. 2008. 81 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2008.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M.M.S.B. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 1990.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do sul.** 2005. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SILVA, A.R.R. **Patologia em Fachadas com Revestimentos de Ladrilhos Cerâmicos.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimento argamassados. Estudo de caso em edifícios em Florianópolis.** 2007. 190 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

SZLAK, B.; **Manual de revestimento argamassado.** São Paulo: Azul Publicidade, 2001.

UEMOTO, K. L. **Projeto, execução e inspeção de pinturas.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2002.