



FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS

APLICADAS CURSO: ENGENHARIA CIVIL- FATECS

GLAUBER JOSÉ DOS SANTOS

MATRÍCULA: 21467689

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE REVESTIMENTO CERÂMICO
DE FACHADA: ANÁLISE EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE
ÁGUAS CLARAS-DF**

**Brasília
2018**

GLAUBER JOSÉ DOS SANTOS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE REVESTIMENTO CERÂMICO
DE FACHADA: ANÁLISE EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE
ÁGUAS CLARAS-DF**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos para
a conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB - Centro Universitário de
Brasília.

Orientador: Nielsen José Dias Alves, Msc.

**Brasília
2018**

GLAUBER JOSÉ DOS SANTOS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE REVESTIMENTO CERÂMICO
DE FACHADA: ANÁLISE EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE
ÁGUAS CLARAS-DF**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos para
a conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB - Centro Universitário de
Brasília.

Orientador: Nielsen José Dias Alves, Msc.

Brasília, 07 de dezembro de 2018.

Banca Examinadora

Eng^o. Civil: Nielsen José Dias Alves, MSc.
Orientador

Eng^o. Civil: Erika Regina Costa Castro, MSc.
Examinador interno

Eng^o. Civil: Jairo Furtado Nogueira, MSc.
Examinador interno

AGRADECIMENTOS

A Deus por minha vida, família e amigos, pois não possuímos tudo o que queremos, mas temos todo o que precisamos.

A minha mãe, Luzia Martins e minha noiva, Luiza Guimarães, por toda ajuda, companheirismo, paciência e incentivo que me estimularam a embarca nesse grande desafio.

Obrigado meus irmãos, Bruna, Samuel e Geovane e os demais parentes, que nos momentos de minha ausência dedicado ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

À Instituição pelo ambiente criativo, organizado e agradável que proporciona.

Agradeço a todos os professores em especial meu orientador: Nielsen José, por me proporcionar não apenas o conhecimento racional, mas na lapidação do caráter no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram ao meu conhecimento, não somente por me ensinarem, mas por proporcionar o melhor aprendizado. A todos os docentes meu muito obrigado.

Em especial agradeço a minha Bisavó, Dorilia Maria da conceição dos Santos, o pilar de toda a minha família, e que sempre me guiou a ser uma pessoa melhor a cada dia.

“Saudade é um sentimento que, quando não cabe no coração, escorre pelos olhos.”

(Bob Marley)

“Nenhuma Engenharia constrói caráter, mas com caráter se faz os melhores engenheiros.”

(Jordan Lucas)

*“A vida é como jogar uma bola na parede:
Se for jogada uma bola azul, ela voltará azul;
Se for jogada uma bola verde, ela voltará verde;
Se a bola for jogada fraca, ela voltará fraca;
Se a bola for jogada com força, ela voltará com
força.*

*Por isso, nunca "jogue uma bola na vida" de forma
que você não esteja pronto a recebê-la.
A vida não dá nem empresta;
não se comove nem se apieda.
Tudo quanto ela faz é retribuir e transferir
aquilo que nós lhe oferecemos.”*

(Albert Einstein)

RESUMO

As Fachadas causam grande impacto para quem vê, uma vez que podem ser consideradas como o cartão de visita de qualquer construção, ainda tem grande responsabilidade na estanqueidade, no isolamento térmico e acústico da edificação, no entanto se essa fachada não for bem executada e conservada, ela pode perder a sua eficiência e causar problemas irreparáveis.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os ensaios realizados in loco em um ed. Residencial na região de águas claras – DF, com o intuito de determinar as manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada. À vista disso, dispor de uma melhor compreensão dos fatores responsáveis por essas manifestações, afim de apontar possível formulação de manutenção para cada anomalia detectada.

A pesquisa dessa dissertação tem como base o estudo de caso dos ensaios de percussão, teste de resistência à tração e da inspeção termográfica, diante das NBRs referentes ao assunto.

Verificou-se que apesar da boa aparência da fachada do edifício, alguns problemas corriqueiros estavam pertinentes à falta de manutenção, como por exemplo a deterioração das juntas de movimentação. Ainda podemos perceber uma correlação com os resultados dos ensaios que se complementam na elaboração dos resultados.

A partir desses resultados podemos concluir que, o estágio aparente das manifestações patológicas é a última etapa do problema, que começa como uma enfermidade no ser humano, dando alguns sintomas antes de se tornar visível, por consequência a identificação precoce dessas manifestações, facilita a sua recuperação, evitando ônus maiores aos seus proprietários.

Palavra-chave: Manifestações patológicas. Ensaios. Fachada.

ABSTRACT

Facades cause great impact for those who see, since they can be considered as the business card of any building, still have great responsibilities in the waterproofing, in the thermal and acoustic insulation of the building, however if this façade is not well executed and conserved, it can lose its efficiency and cause irreparable problems.

The current work aims to analyze the tests carried out locally in an ed. Residential in the region of clear waters - DF, with the purpose of determining the pathological manifestations in ceramic facade cladding. In view of this, to have a better understanding of the factors responsible for these manifestations, in order to point out possible maintenance formulation for each detected anomaly.

The research of this dissertation is based on the case study of the percussion tests, tensile strength test and thermographic inspection, in front of the NBRs referring to the subject.

It was verified that despite the good appearance of the façade of the building some common problems were pertinent the lack of maintenance, as for example the deterioration of the joints of movement. We can still see a correlation with the results of the tests that are complemented in the elaboration of the results.

From these results we can conclude that the apparent stage of the pathological manifestations is the last stage of the problem that begins as well as a disease in the human being, giving some symptoms before becoming visible, consequently the early identification of these manifestations, facilitates its avoiding greater burdens on their owners.

Keywords: Pathological manifestations. Essay. Facade.

ÍNDICE DE ABREVIações

%	Porcentagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CV	Coeficiente de variação
ERPI	Edifício Residencial Piazza di Itália
m	metro
mm	milímetro
N/mm ²	newton por milímetro quadrado
NBR	Norma Brasileira
RCF	Revestimento Cerâmico de Fachada

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de sustentação na medicina e na engenharia civil.	17
Figura 2 - Sistema representativo de RCF aderidos.....	20
Figura 3 - Distribuição radial da tensão de cisalhamento para uma argamassa de fixação rígida.....	22
Figura 4 -Distribuição da tensão de cisalhamento para uma argamassa de fixação flexível.	22
Figura 5 - Representação das Juntas da fachada.....	23
Figura 6 - especificações da placa cerâmica.....	24
Figura 7 - influência da aderência em relação as placas cerâmicas.	25
Figura 8-Sistema de revestimento não aderido/ ventilado.....	26
Figura 9- Fotos de Destacamento em RCF.....	28
Figura 10 Eflorescência: carbonato de cálcio e bolor em RCF.....	30
Figura 11 - Fissura na junta de assentamento e trinca na placa de granito.	32
Figura 12 – mostra fungos causados por umidade causadas pela chuva.....	33
Figura 13 Fluxograma metodologia aplicada.....	35
Figura 14 - Disposição do ERPI no mapa com referência ao norte.....	36
Figura 15 - Fatores que exercem influência na aderência de argamassa sobre base porosa.	38
Figura 16 – Esquema do ensaio de resistência de aderência à tração.	38
Figura 17 - Câmera Termográfica FLIR T440.	40
Figura 18 - execução do teste de percussão.....	42
Figura 19 - Resultado do teste de percussão na fachada.	42
Figura 20 – Ensaio de resistência de aderência à tração – Bloco A Fachada 1.....	43

Figura 21 - Aparelho utilizado para o Ensaio de resistência de aderência à tração. .43	
Figura 22 - Inspeção termográfico da fachada principal bloco A – 19º, 20º e 21º andar.51	51
Figura 23 – Inspeção termográfico da fachada principal bloco A do 10ª ao 18ª andar.52	52
Figura 24 – Inspeção termográfico da fachada principal do bloco B.52	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantificação das amostras (Resistência à aderência a tração em MPa) de todos os ensaios.	44
Gráfico 2 - resistência média (MPa).	46
Gráfico 3 - Carga de Ruptura (Kgf).....	46
Gráfico 4 - Diagnóstico do Tipo de Ruptura.	47
Gráfico 5 - Porcentagem do Tipo de ruptura.	49
Gráfico 6 - Ruptura adesivas x Rupturas coesivas.....	49
Gráfico 7 – Resistência Média x CV%.....	50

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Materiais e Camadas do Revestimento de fachada.	19
Quadro 2 - Classificações das manifestações patológicas.....	27
Quadro 3 - Natureza Química das Eflorescências.....	30
Quadro 4 - Origem e desenvolvimento.....	34
Quadro 5 – Classificação da Percentagem do CV.	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de fissuras.	32
Tabela 2 - Formas de ruptura.	47
Tabela 3 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 12).	61
Tabela 4 - Carga de Ruptura, (Bloco B - Fachada 12).	61
Tabela 5 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 6).	62
Tabela 6 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco A - Fachada 3).	62
Tabela 7 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 1).	63
Tabela 8 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 16).	63
Tabela 9 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco A - Fachada 16).	64
Tabela 10 - Carga de Ruptura, (Bloco B - Fachada 17).	64
Tabela 11 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco B - Fachada 15).	65
Tabela 12 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco B - Fachada 17).	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos.....	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Patologia das Edificações.....	17
3.2	Revestimento de fachada.....	18
3.3	Revestimento cerâmico de fachada (RCF)	19
3.4	Manifestações patológicas	26
3.4.1	Destacamento de cerâmica.....	27
3.4.2	Eflorescência	29
3.4.3	Trincas e Fissuras	31
3.4.4	Umidades.....	33
4	METODOLOGIA.....	35
4.1	Caracterização do local estudado	36
4.2	Procedimento para a identificação das manifestações patológicas.....	37
4.2.1	Teste de percussão	37
4.2.2	Determinação da resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante	37
4.2.3	Ensaio de termografia	39
5	ESTUDOS DE CASO	42
5.1	Apresentação dos resultados do teste de percussão	42
	Figura 18 - execução do teste de percussão.....	42
5.2	Apresentação do resultado do ensaio de resistência de aderência à tração	43

Figura 20 – Ensaio de resistência de aderência à tração – Bloco A Fachada 1.....	43
Figura 21 - Aparelho utilizado para o Ensaio de resistência de aderência à tração. .	43
5.2.1 TIPO DE RUPTURA.....	47
5.2.2 Relação entre o Coeficiente de variação e a Resistência a tração média (MPa) 50	
5.3 Apresentação dos resultados da inspeção termográfica	51
5.4 Análise e Discussão dos Resultados Adquiridos.....	53
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
6.1 Conclusões	55
6.2 Sugestões para pesquisas futuras.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE A - Fotos do teste de percussão.....	59
APÊNDICE B - Tabelas de resultados dos ensaios a resistências de aderência a tração.	61
ANEXO A – FOTOS DA INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA	66

1 INTRODUÇÃO

Elaborar um bom projeto de fachada e acompanhar cada passo da sua execução, é de suma importância, não só do ponto de vista estético, mas principalmente do ponto de vista técnico, assim esses fatores aliados a uma manutenção periódica, minimizam o aparecimento de patologias.

As manifestações patológicas de revestimento cerâmico de fachada (RCF) podem ser vistas, a todo momento, pelas cidades do mundo, e são vários os tipos de patologia que podem ser verificados. Uma combinação desses elementos: clima, temperatura, material utilizado e o método construtivo, podem agravar essas patologias.

Diante disso, este trabalho de conclusão de curso tem como tema manifestações patológicas de RCF: Análise em um edifício residencial de Águas Claras-DF. Os estudos das manifestações patológicas delimitam-se a investigação das mesmas através de ensaios termográfico, percussão e teste de resistência à aderência a tração. O seguinte trabalho utilizou um laudo fotográfico do ed. Piazza de Itália, e ensaios realizados in loco.

Através de uma revisão bibliográfica foi caracterizado o sistema de revestimento de fachada de estudo desse trabalho, seu comportamento e critérios de qualidade e também os tipos de problemas patológicas referente a esse modelo de revestimento. No segundo momento foram relacionadas as manifestações patológicas encontradas no laudo fotográfico com os ensaios elaborados e com a referência bibliográfica. Além disso, nesse levantamento, foram associadas as ocorrências patológicas com o tempo de uso das edificações, e foram apresentadas as formas de reparo mais adequadas para cada situação.

O que impulsionou a realização desse trabalho foi entender os motivos, que acarretaram o aparecimento dos problemas patológicas no edifício residencial Piazza d Itália, definir através de análises técnicas, diretrizes adequadas para a investigação e reparo dessas manifestações, tendo como alvo engenheiros civis, arquitetos, técnicos e profissionais da construção civil, utilizando métodos com base nos princípios da engenharia, aplicados em laudos, revistas e livros técnicos na área de patologia das edificações.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é elaborar uma análise dos ensaios aplicados para investigação das manifestações patológicas em RCF de um edifício residencial de Águas Claras-DF.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Identificar os tipos de manifestações patológicas encontradas em fachadas através de uma revisão bibliográfica;
- Enfatizar as manifestações patológicas de revestimentos cerâmicos fachadas;
- Analisar os resultados dos ensaios feitos in loco;
- Identificar as manifestações encontradas em cada ensaio realizado in loco, e compara-los.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Patologia das Edificações

Para à medicina a palavra patologia, vinda do grego Pathos = doença e logos = estudo, que tem como tradução literal o estudo da doença, pode ser compreendida como o estudo dos danos decorrente das doenças.

A Patologia dedica-se ao estudo de alterações estruturais, bioquímicas e funcionais das células. É uma ponte entre as ciências básicas e a medicina clínica, sendo a base científica de toda medicina (KUMAR, ABBAS e ASTER, 2015).

Fazendo uma analogia entre a área da saúde e a construção civil, podemos comparar um corpo humano com um edifício, os dois são formados por um esqueleto solido, que tem como propósito suportar as cargas dessa estrutura, e é revestida por uma camada mais fina a qual serve como proteção desse sistema principal. Na construção civil podemos atribuir patologia aos estudos dos danos encontrados nas edificações.

Figura 1 - Estrutura de sustentação na medicina e na engenharia civil.



Fonte: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construcoes-uma-especialidade-na-engenharia-civil-285892-1.aspx>.

Patologia das edificações, é a ciência que estuda as origens, causas, aparições e os resultados das ocorrências em que o edifício ou uma parcela dele fora afetada. Podendo ser estética ou estrutural, de acordo com Baia e Compante (2003), a patologia dá-se quando uma parte do edifício, em algum momento de sua vida útil, deixa de apresentar desempenho previsto.

Entre os sintoma patológicos mais recorrentes estão os destacamentos de placas cerâmicas, que acarretam alto custo na recuperação, deterioração do imóvel e riscos de acidentes; eflorescência que é assinalada pelo fenômeno de lixiviação, que conduz os sais solúveis até a superfície, provocando degradação do sistema; trincas e fissuras, os fissuramentos são aberturas que aparecem na superfície do elemento, derivados da ruptura parcial de seu composto, ou seja, a rachadura que não fraciona o seu corpo por completo, exibindo aberturas inferiores a 1mm. Por sua vez, Sabbatini e Barros (1990) afirmam que: trinca é a ruptura total do corpo cerâmico em duas ou mais partes após a sua fixação, cuja abertura possui dimensões superiores a 0,05mm. Essas são sistematicamente corriqueiras e podem implicar em uma série de danos na edificação, existe vários fatores que serão mencionados ao decorrer deste trabalho que podem acarretar a aparições dessas manifestações.

3.2 Revestimento de fachada

Para a implementação do revestimento de fachada, é preciso dispor de um projeto antemão, pois este projeto além de contemplar a questão estética que tem a sua importância no produto final, o mesmo deve compor um detalhamento dos materiais a serem empregados e uma metodologia eficaz para a sua aplicação.

Mais do que plantas e desenhos com detalhes construtivos, o projeto de fachadas deve descrever como o revestimento será realizado. Isso se justifica porque grande parte das patologias que atinge as fachadas decorre de falhas durante a execução. Dessa forma, o primeiro objetivo é oferecer todo o detalhamento construtivo necessário para que as decisões sejam planejadas, em vez de serem tomadas no canteiro (NAKAMURA, 2004).

Atualmente no mercado existe inúmeras variedades de revestimentos de fachadas, entre eles estão: as texturas e pinturas; aços; pele de vidro; concretos e tijolinhos aparentes; painéis laminados; madeiras; e os porcelanatos e revestimentos

cerâmicos, o qual é elemento de estudo desse trabalho. E para cada espécie de revestimento empregado, são aplicados um material e uma camada específica, o quadro 1 apresenta as cinco etapas do sistema de revestimento de fachada.

Quadro 1 - Materiais e Camadas do Revestimento de fachada.

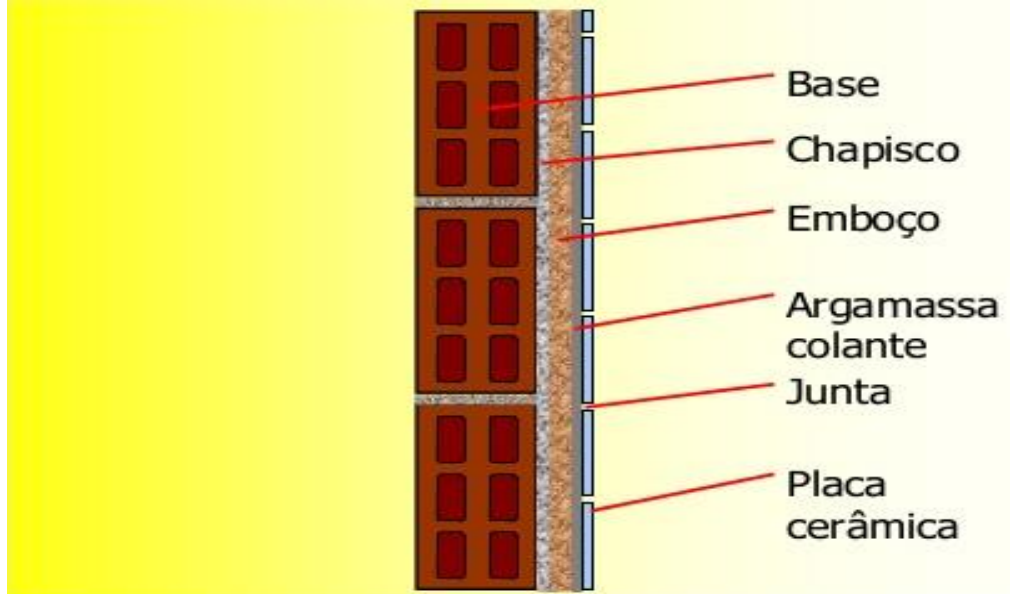
MATERIAIS CONSTITUINTES	DENOMINAÇÃO DA CAMADA
Concreto armado Alvenaria de blocos de concreto celular Alvenaria de blocos cerâmicos Alvenaria de blocos de concreto Placas cimentícias	BASE OU SUBSTRATO
Argamassa de cimento e areia, com ou sem adesivo (chapisco)	PREPARAÇÃO DA BASE
Argamassa de cimento, areia, com adição ou não de cal e aditivos químicos.	EMBORÇO / REBOCO
Argamassa adesiva à base de cimento, areia, com adição de um ou mais aditivos químicos (argamassa colante)	ASSENTAMENTO OU FIXAÇÃO
Argamassa Placas cerâmicas Texturização Pedras ornamentais, entre outros Pele de vidro	ACABAMENTO

Fonte: elaborado pelo o autor.

3.3 Revestimento cerâmico de fachada (RCF)

Os RCF são divididos em dois grupos os aderidos e os não aderidos. O revestimento aderido de acordo com Medeiros e Sabbatini (1999, p. 4) é: “[...] o conjunto monolítico de camadas (inclusive o emboço de substrato), aderidas à base suportante da fachada do edifício, cuja capa exterior é formada de placas cerâmicas assentadas e rejuntadas com argamassa ou outro material adesivo”, conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Sistema representativo de RCF aderidos.



Fonte: <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:Nd9GcQmKSpWFAKF3NLX2m3All-G4RjBHF97-SFUvKImaKCwHlkQ83Ik>.

- Base: é o bloco de concreto ou o bloco cerâmico da estrutura, fazendo parte do sistema estrutural ou do sistema de vedação, podendo desempenhar as duas funções. Mesmo não sendo parte integrante do sistema de revestimento, a base interfere diretamente neste, devido suas características de movimentação e deformação;
- Chapisco: é uma camada fina de argamassa, comumente com cimento e areia grossa, podendo se apresentar com adição de brita 0, e é utilizado para aumentar a aderência entre o emboço e a base, sendo assim o chapisco tem:

O objetivo de melhorar a capacidade aderente da base à primeira camada do revestimento, vinculada a duas situações: baixa capacidade de aderência da base, seja por apresentar superfície muito lisa, porosidade inadequada, como concreto, por exemplo, e/ou capacidade de sucção incompatíveis com uma boa colagem (ALMEIDA, 2012, p. 25);
- Emboço: é a camada com a espessura mais significativa em relação as outras 2 dimensões, tem papel essencial na vedação, regularização e na estanqueidade do sistema. De acordo com Nakamura (2004) a espessura do emboço deve ser de, no máximo, 25 mm. Quando for necessária espessura maior, recomenda-se fazer duas ou mais camadas de 10 a 15 mm. Nesse caso, é preciso observar o tempo de cura de sete dias entre as aplicações. Além de ter função de absorção das deformações da base, e das tenções do acabamento (revestimento cerâmico);

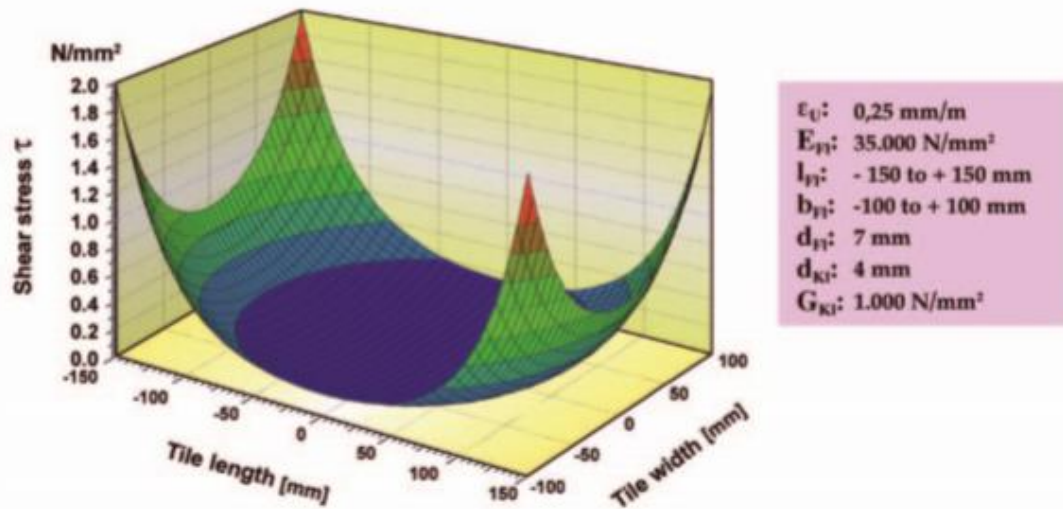
- Argamassa colante: É a camada responsável por unir e manter a fixação das placas cerâmicas ao emboço, devendo resistir às tensões de tração e cisalhamento entre elas. Pode ser definida segundo a NBR 14081-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012) como “Produto industrial, no estado seco, composto 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”.

Para o assentamento de placas cerâmicas ou pastilhas, a argamassa deve ser, no mínimo, do tipo AC III. Exceções, que permitam o uso de produtos tipo AC II, devem estar indicadas em projeto e apenas podem ser utilizadas em edifícios de altura total (computada do nível do solo ao ponto mais alto do sistema estrutural) de no máximo 15m. NBR 13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 8).

Ainda em relação as argamassas, Felixberger (2006) desenvolve, enquanto um porcelanato tem um módulo de elasticidade garantido de 35.000 N/mm² [9], o módulo de cisalhamento da argamassa de fixação GKI deve ser escolhido livremente, pois não há valores disponíveis na literatura. Um adesivo de cimento não suportaria um pico máximo de tensão de cisalhamento de 2 N/mm² indefinidamente nos cantos do ladrilho. O adesivo iria desagregar começando nos cantos e destacamentos da telha cerâmica iria ocorrer.

Os destacamentos se propagariam para dentro até que a tensão de cisalhamento radial tivesse um valor abaixo de 0,5 N / mm². Se o adesivo foi extremamente rígido, pode então ficar com apenas um único ponto central de adesão, cuja área de superfície de adesão pode então ser insuficiente para suportar a próprio peso do azulejo em uma parede vertical.

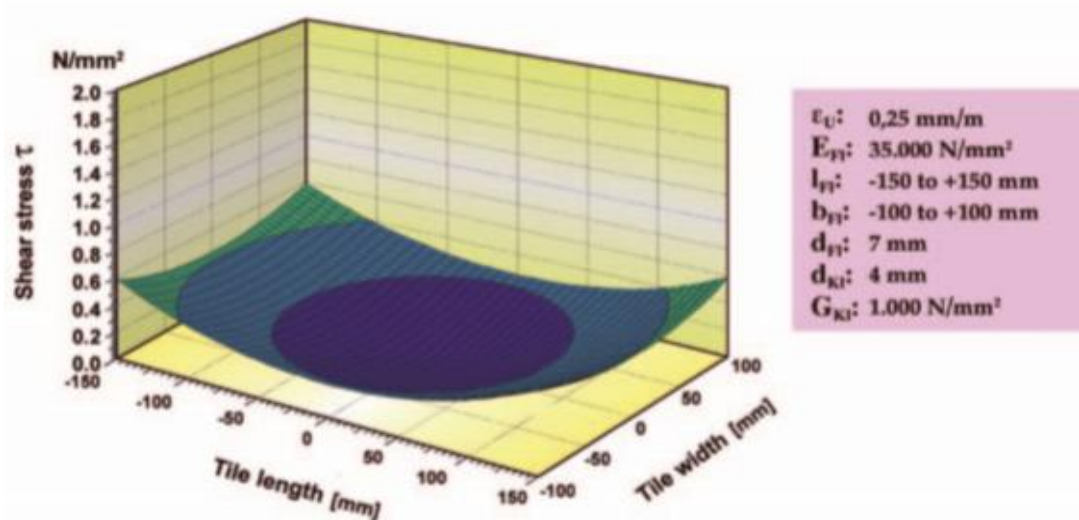
Figura 3 - Distribuição radial da tensão de cisalhamento para uma argamassa de fixação rígida.



Fonte: Stresses in the composite system: tile – fixing mortar – base.

A redução do módulo de cisalhamento de 1000 a 100 N/mm² leva a uma tensão de cisalhamento significativamente menor na argamassa, uma vez que a argamassa de fixação é mais flexível e, devido à baixa resistência interna do adesivo, só pode gerar um estresse significativamente menor.

Figura 4 -Distribuição da tensão de cisalhamento para uma argamassa de fixação flexível.



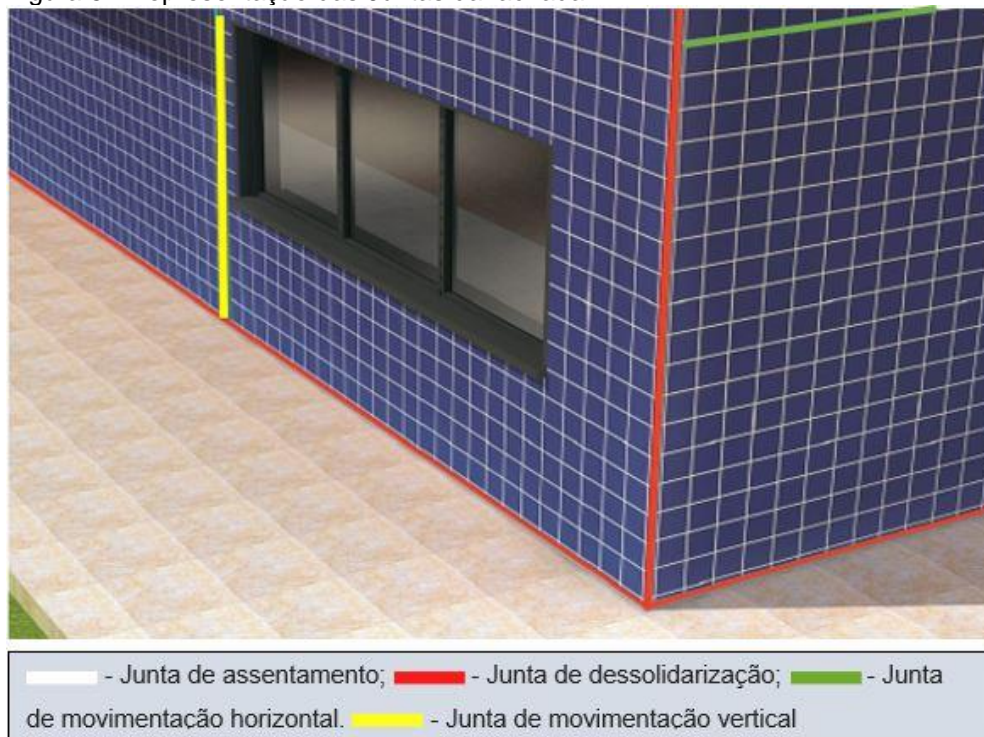
Fonte: Stresses in the composite system: tile – fixing mortar – base.

Analisando as figuras 3 e 4 podemos conferir que em uma situação em que temos as mesmas condições de contato do revestimento e da argamassa

colante diferentes, conseguimos assimilar facilmente que uma argamassa flexível exerce uma trabalhabilidade melhor nos cantos da placa de 30x20cm;

- Juntas: são lacunas nas direções horizontais e verticais das paredes pré-estabelecidos em projeto, que causa separação entre duas peças de matérias idênticos ou não, e são divididas em: junta de assentamento¹; junta de dessolidarização²; junta de movimentação³, ocasionando assim um alívio no sistema de RCF, a figura 5 corrobora a disposição das juntas;

Figura 5 - Representação das Juntas da fachada.



Fonte: <https://www.quartzolit.weber/files/br/pictures/2017-12/quartzolit%20argamassas%20weber%20Tipos%20de%20juntas-09-min.jpg>

1 Junta de assentamento: É o espaço regular existente entre duas placas cerâmicas adjacentes, que tem a finalidade de absorver as tensões que as peças venham a sofrer e devem ser dimensionadas conforme o tamanho das peças a serem aplicadas.

2 Junta de dessolidarização: É o espaço regular cuja função é subdividir o revestimento do piso para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento. Situada em mudanças de planos (quinas de paredes, tanto internas quanto externas) e perímetro das áreas revestidas.

3 Junta de movimentação: Sua função é permitir o alívio de tensões originadas pela movimentação da base onde é aplicado o revestimento ou pela própria expansão das placas cerâmicas. Nas paredes na área externa deve-se colocar a cada 3 m na horizontal e a cada 6 m na vertical, no máximo.

- Placa cerâmica: É o componente final do RCF, tem como objetivo proteger das ações do tempo (sol e da chuva entre outras intempéries), recebem designações tais como: azulejo, pastilha, porcelanato, grés, lajota, piso, etc.

Conforme a NBR 13816 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 3), placas cerâmicas é um:

[...]material composto de argila e outras matérias primas inorgânicas geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão (representada pela letra A), por prensagem (representada pela letra B), ou ainda por outros processos (letra C). As placas são então secadas e queimadas a temperatura de sinterização. Podem ser esmaltadas (GL = glazed) ou não esmaltadas (UGL = unglazed).

De acordo com a figura 6. podemos identificar a classificação da placa cerâmica e suas especificações.

Figura 6 - especificações da placa cerâmica.

DIMENSÃO DE NOMINAL Nominal size Tamaño nominal		31x31 cm 12 1/4" x 12 1/4"	GRUPO DE ABSORÇÃO Water absorption class Grupo de absorción	B11b (6 a 10%)
DIMENSÃO DE FABRICAÇÃO Work size Tamaño de producción		307,5 x 307,5 mm	ESPESSURA Thickness Espesura	6,8 mm
CONTÉM Contain Contenido	16	PEÇAS Pieces Piezas	ÁREA DE COBERTURA Coverage Area de recobrimiento	1,5 m² 16,14 sq.ft
REFERÊNCIA Reference	PIAZZE BEIGE		TONALIDADE Shade	6125
CLASSIFICAÇÃO Grade	TAMANHO Calibre	ABRASÃO Abrasion	CLAS COEF. ATRITO Frict. Coef. Class	
A	M	4	I	
DATA Date	23/12/01		CONTROLE Tracking NBR	L4702/CQ26

Fonte: http://www.uepg.br/denge/canteiro/controle_tecnologico/imagens_controle/caixa_ceramica.jpg.

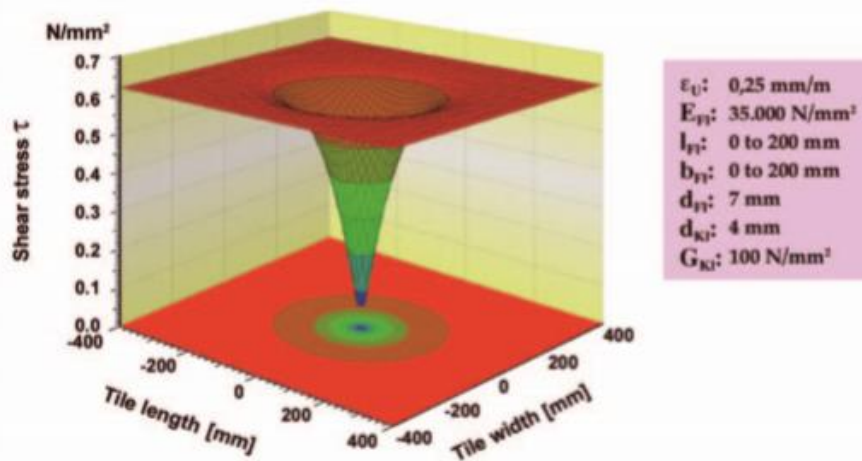
O revestimento cerâmico deve ser escolhido de acordo com o fim a que se destine. Recomenda-se especial atenção na seleção das placas cerâmicas, com relação às classes de abrasão e absorção de água, que devem ser compatíveis com as condições de uso do revestimento. [...] estar de acordo

com a classificação indicada na embalagem. NBR 13753 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996)

Segundo a NBR 13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) no que diz respeito a dimensão do RCF, fala que o tamanho da cerâmica a ser usada na fachada ficará a critério dos projetistas, assim como o método construtivo de aplicação das peças.

Felixberger (2006) diz que em um tamanho de placa cerâmica de mais de 40cm no comprimento da borda, a tensão de cisalhamento máxima é de 0,62 N/mm² e não continua a aumentar nos cantos das placas. No entanto, para um lado de tamanho grande, isso significa que áreas que estão a uma distância de mais de 20 cm do centro do ladrilho estão sujeitas a uma tensão de cisalhamento máxima de 0,62 N/mm² e com o tempo essas áreas se separarão.

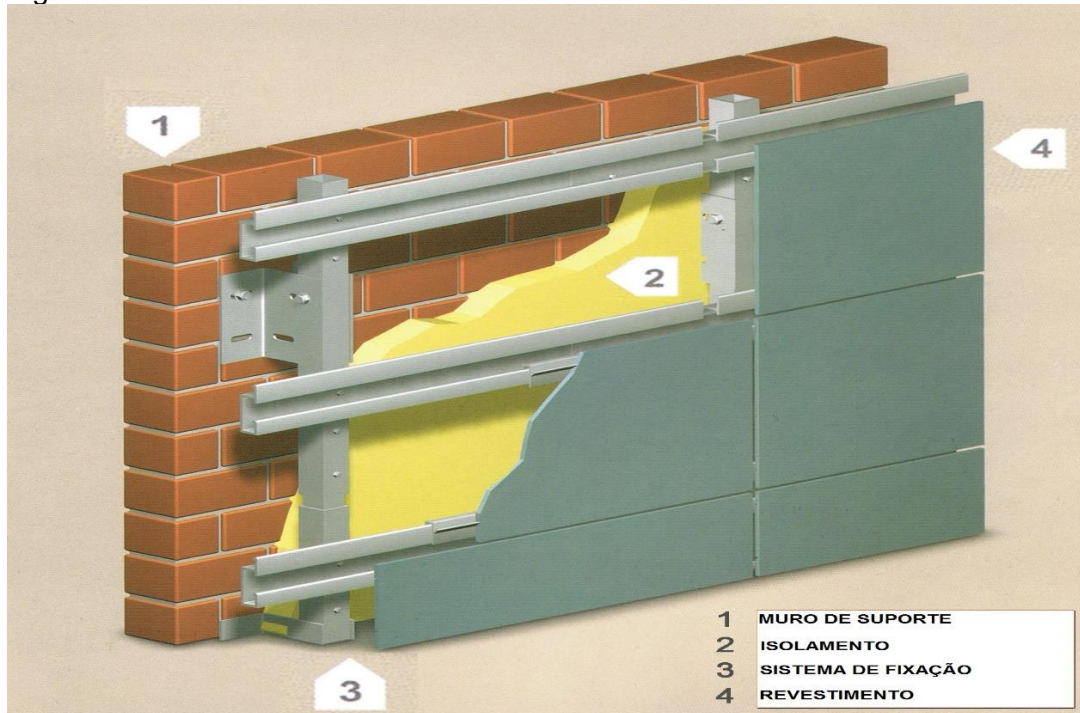
Figura 7 - influência da aderência em relação as placas cerâmicas.



Fonte: Stresses in the composite system: tile – fixing mortar – base.

Por conseguinte os revestimentos não aderidos não a contato direto entra base e RCF, Medeiros e Sabbatini (1999) conclui que, quando eles possuírem camadas com função de isolamento térmico, acústico e de impermeabilização que não permitem aderência entre as camadas, os revestimentos necessitam ser fixados por meio de dispositivos especiais e são chamados de não aderidos. Conforme está sinalizado na figura 8.

Figura 8-Sistema de revestimento não aderido/ ventilado.



Fonte: <https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/fachada2.jpg>.

3.4 Manifestações patológicas

Os problemas patológicos ocasionados por manutenção inadequada, ou mesmo pela ausência total de manutenção, têm sua origem no desconhecimento técnico, na incompetência, no desleixo e em problemas econômicos. A falta de alocação de verbas para a manutenção pode vir a tornar-se fator responsável pelo surgimento de problemas estruturais de maior monta, implicando gastos significativos, no limite, a própria demolição da estrutura (RIPPER e SOUZA, 1998, p. 27).

As origens das manifestações patológicas podem ser classificadas de acordo com o quadro 2.

Quadro 2 - Classificações das manifestações patológicas.

CLASSIFICAÇÃO	ORIGEM
Congênita	São ocasionadas pelo não cumprimento das normas técnica composição inadequada dos revestimentos e especificação classificação de materiais.
Construtivas	Seu princípio está relacionado à etapa executiva, no caso, a não aplicação dos processos adequados e até vícios de mão-de-obra não qualificadas.
Adquiridas	São aquelas acarretadas ao longo da vida útil da edificação e são concebidas a partir da ação de intempéries, ação humana, agentes químicos etc.,
Acidentais	São descritas por fenômenos atípicos, tais como solicitações incomuns, recalques na estrutura, incêndios dentre outros.

Fonte: elaborado pelo autor.

Englobados nesses 4 grupos, estão os problemas patológicos de estudo desse trabalho identificados no estudo de caso. Entre as manifestações patológicas mais comuns em alvenaria estrutural tais como fissuração, formação de eflorescência, penetração de água em fachada e descolamento de revestimento, a fissuração é a mais frequente (SAMPAIO, 2010).

3.4.1 Destacamento de cerâmica

Conforme Granato (2002) o assentamento das peças de granito e de cerâmica (de elevado peso e baixa rugosidade superficial no dorso - interface de aderência), submete ao material de assentamento (argamassa de cimento e areia, argamassas colantes) altas exigências de desempenho, pois submete o elemento de aderência a altos esforços cortantes e cargas de arrancamento.

As restrições impostas pela ausência de juntas, geram esforços de magnitude extremamente elevadas, impossíveis de serem absorvidas pelos materiais integrantes da fachada, que são rígidos, levando a acarretar diversas patologias, principalmente ao descolamento das placas de revestimento, cuja aderência à argamassa do substrato não é elevada.

Estes descolamentos ocorrem com mais intensidade nos primeiros e últimos andares dos edifícios, nas regiões de deslocamento estruturais mais intenso (como

os balanços, por exemplo) e nas fachadas mais solicitadas por insolação (devido aos choques térmicos) (SABBATINI, 1999).

Figura 9- Fotos de Destacamento em RCF.



Fonte: elaborado pelo autor.

Mas adiante Granato (2002) conclui que, as camadas do revestimento de granito ou cerâmica, argamassa de assentamento e o substrato, foram previstas para estarem intimamente ligadas entre si. Estando ligadas entre se, a deformação de qualquer uma delas devido a causas endógenas ou esforços externos, resultará em esforços atuando em cada camada.

Estas tensões causam deformações, como as abaixo relacionadas:

- Deformação dos pilares e vigas sobre os revestimentos verticais.
- Deformação lenta do concreto da estrutura.
- Deformações originárias de variação de umidade do ar atuando nas argamassas já endurecidas.
- Deformações originárias por infiltração de água pelas fachadas.

- Dilatação higroscópica dos revestimentos de granito e cerâmica.
- Dilatação térmica por insolação.
- Dilatação térmica por variação da temperatura.
- Recalque de fundações.
- Retração da argamassa que liga os elementos das alvenarias.
- Retração excessiva da argamassa de assentamento do revestimento, de traço rico, elevado fator água/cimento e em alguns casos excessivamente espessa.

A combinação destes efeitos, com maior ou menor magnitude certamente acarreta a formação de tensões permanentes e variáveis no revestimento e na sua ligação ao suporte, acabando por romper estas ligações, pela fadiga ou magnitude das tensões.

3.4.2 Eflorescência

A eflorescência é originada por três fatores que possuem o mesmo grau de importância, são eles: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água ou umidade e a pressão hidrostática que faz com que a migração da solução ocorra, indo para a superfície. Os três fatores devem existir e caso algum deles não esteja presente, não haverá o desenvolvimento desta patologia.

Há casos em que seus sais constituintes podem ser agressivos e causar degradação profunda. A modificação no aspecto visual pode ser intensa, onde há um contraste de cor entre os sais e o substrato sobre os quais se deposita, por exemplo, a formação branca do carbonato de cálcio sobre granito escuro (GRANATO, 2002). A figura 10 mostra a formação do carbonato de cálcio sobre as pastilhas da fachada e de bolores nas juntas de assentamento.

Figura 10 Eflorescência: carbonato de cálcio e bolor em RCF.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela abaixo, são indicados os sais mais comuns em eflorescências, sua solubilidade em água, bem como a fonte provável para seu aparecimento.

Quadro 3 - Natureza Química das Eflorescências.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA	SOLUBILIDADE EM ÁGUA	FONTE PROVÁVEL
Carbonato de cálcio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada.
Carbonato de magnésio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada.
Carbonato de potássio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis.
Carbonato de sódio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis.
Hidróxido de cálcio	Solúvel	Cal liberada na hidratação do cimento.
Sulfato de cálcio desidratado	Parcialmente solúvel	Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo.
Sulfato de magnésio	Solúvel	Tijolo e água de amassamento.
Sulfato de cálcio	Parcialmente solúvel	Tijolo e água de amassamento.
Sulfato de potássio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento
Sulfato de sódio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento.
Cloreto de cálcio	Muito solúvel	Água de amassamento.
Cloreto de magnésio	Muito solúvel	Água de amassamento.
Nitrato de magnésio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.
Nitrato de sódio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.

Nitrato de amônio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.
Cloreto de Alumínio	Solúvel	Limpeza com ácido muriático
Cloreto de Ferro	Solúvel	Limpeza com ácido muriático

Fonte: (Bauer, 2008), Materiais de construções 2. v.2 p.922.

3.4.3 Trincas e Fissuras

Segundo Corsini (2010), as fissuras são um tipo comum de patologia nas edificações e podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra. Tanto em alvenarias quanto nas estruturas de concreto, a fissura é originada por conta da atuação de tensões nos materiais. Quando a solicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar suas tensões.

Dentre as inúmeras patologias que atingem uma edificação, as trincas e fissuras merecem destaque por três motivos: podem ser o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, comprometem o desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústico, etc.) e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários (THOMAZ, 1989). Ainda de acordo com Thomaz (1989) o surgimento de trincas e fissuras pode estar associado aos seguintes fenômenos:

- Movimentações térmicas;
- Movimentações higroscópicas;
- Atuação de sobrecargas;
- Deformabilidade excessiva das estruturas;
- Recalques diferenciais de fundação ou movimentos da fundação;
- Retração de produtos à base de cimento;
- Alterações químicas de materiais.

Conquanto incluimos as manifestações de RCF, os tipos de fissuras de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de fissuras.

TIPO	CAUSA PROVAVEL	LOCAL	RISCO
Fissura inclinada em paredes	Recalque de fundação Dilatação térmica Erro de execução Falta de amarração	Subsolos, térreos Último andar Janelas e portas Muros, guarda-corpo	Alto risco, ser avaliada Via de regra estático Via de regra estético Via de regra estético
Fissura horizontal em paredes	Deformação de laje, com torção das vigas Falta de amarração entre alvenaria e estrutura Deformação da viga inferior, esmagamento do tijolo, infiltração	Paredes próximo ao teto Paredes próximo ao piso Parede próximo ao piso	Médio risco, deve ser avaliado Alto risco, deve ser avaliada Médio risco, deve ser avaliado

Fonte: tabela adaptada, <http://vistoriaelaudo.blogspot.com/2014/05/fissura-problema-patologico-ou-so.html>.

Em geral, as coberturas planas estão mais expostas às variações térmicas do que as trilhas verticais das edificações, ocorrendo movimentos diferenciados entre elementos horizontais e verticais, podendo sobrepor nas fachadas. Geralmente, fissuras na alvenaria representam menos riscos do que em vigas e pilares. Mas é preciso ter cuidado, pois uma patologia na alvenaria pode ser consequência de um problema estrutural mais sério (OLIVEIRA, MITIDIERI e MOREIRA, 2006).

Segundo Verçosa (1991) as fissuras acarretadas por movimentações térmicas têm ocorrência típica em paredes longas, muros, platibandas e parapeitos, sobretudo em paredes onde não foram previstas juntas de dilatação. A figura 11 mostra dois tipos de fissuras recorrentes em fachada.

Figura 11 - Fissura na junta de assentamento e trinca na placa de granito.



Fonte: elaborado pelo autor.

A construção de edifícios “a prova de fissuras” representaria uma tarefa técnica difícil e um ônus financeiro insustentável; por outro lado, deixar ao arbitrio da natureza a criação de juntas numa obra, e às expensas do usuário os encargos advindos da sua continuada restauração, não parece nem técnico, nem econômico, nem justo (THOMAZ, 1989).

3.4.4 Umidades

Figura 12 – mostra fungos causados por umidade causadas pela chuva.



Fonte: elaborado pelo autor.

Esse tipo de problema patológico demonstrado na figura 12, se evidencia pela a propagação de fungos que causam deterioração estética de fachadas, por meio de manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas (SHIRAKAWA, MMOTEIRO , *et al.*, 1995).

Quando se trata de umidade de fachada, geralmente estão relacionadas a infiltração de água da chuva. A chuva penetra pelas paredes de fachadas basicamente e em três condições: presença de lâmina de água na fachada; presença de aberturas que permitam a passagem de água, como fissuras, frestas, etc.; e a

existência de forças que promovem a penetração da água do exterior para o interior do edifício, como as forças devidas ao vento, à sucção capilar, entre outros.

Observa-se que, quase sempre, as três condições estão reunidas, ou seja, em decorrência da chuva há formação de lâmina de água na superfície da fachada, há ocorrência de forças devidas ao vento ou à capilaridade dos materiais, como concretos, argamassas e cerâmicas, que são materiais porosos, e fissuras, frestas ou juntas suficientemente mal vedadas permitindo infiltrações (MEDEIROS e SABBATINI, 1998).

Quadro 4 - Origem e desenvolvimento.

ORIGENS	LOCAL DE DESENVOLVIMENTO
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Adaptado de KLEIN, 1999.

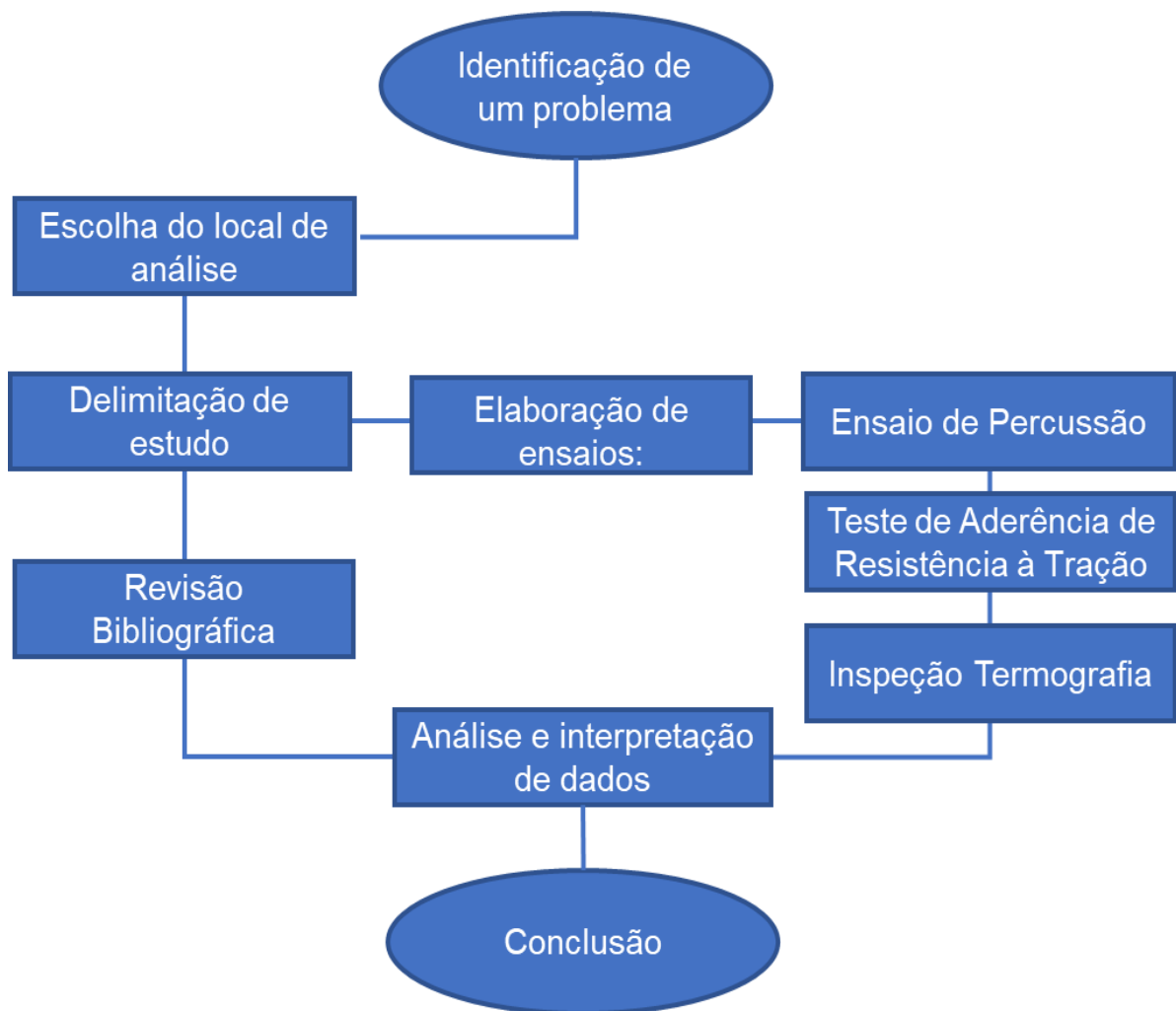
O quadro 4 mostra a relação entre a origem da úmida na fachada, e seu provável local de desenvolvimento dessa manifestação patológica.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo será demonstrado quais foram os métodos utilizados para realizar esta pesquisa, o fluxograma demonstrado na figura 13, representa o procedimento utilizado para a composição da metodologia desse trabalho.

Iniciado em meados de agosto, com o levantamento de um problema, logo em seguida foi determinado a região e o local de aplicação da análise, através de um estudo de caso, aonde resultou na delimitação do tema e os objetivos específicos. No mês de setembro e outubro teve como meta a elaboração da revisão e dos ensaios in loco, o mês seguinte foi dedicado a análise dos resultados e conclusão deste trabalho.

Figura 13 Fluxograma metodologia aplicada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1 Caracterização do local estudado

A escolha do local da análise do problema propostos nesse trabalho de conclusão do curso, foi sugerido após inúmeras ocorrências de manifestações patológicas, oriundas das fachadas do Edifício Residencial Piazza di Itália (ERPI).

Figura 14 - Disposição do ERPI no mapa com referência ao norte.



Fonte: Google Earth.

A figura 14 apresenta a localização do ERPI em relação ao norte verdadeiro, o estabelecimento está situado na cidade de águas claras - DF, na rua 9 sul lotes 11/13. O ERPI está disposto com as seguintes características segundo o manual do usuário.

- Área total: 24.937,80 m²
- 2 blocos residenciais A e B
- 2 Subsolos com garagens
- Térreo com garagens e área técnica
- Pilotis com área de lazer
- 21 pavimentos com 4 apartamentos por bloco
- Cobertura com casa de máquinas e barrilete.

O projeto arquitetônico foi desenvolvido pelo Arquiteto Giovanini Crosara Lettieri, com detalhamento de todos os requisitos das fachadas e especificações dos materiais.

A fachada, objeto do corrente trabalho, é revestida por revestimento Cerâmico Eliane de 10 x 10cm fixadas por argamassa AC III rejuntada com argamassa industrializada e assentada em emboço de argamassa mista de cimento, cal e areia.

4.2 Procedimento para a identificação das manifestações patológicas

A associação brasileira de normas técnicas (ABNT) indica fazer manutenção preventiva e corretiva nas fachadas das edificações, no máximo, a cada cinco anos.

As manifestações patológicas de RCF, podem ser avaliadas através de inspeção visual e dos ensaios in loco que são definidos pelas normas ABNT NBR's referentes a placa cerâmica e inspeção termográfica. Os ensaios realizados para a confecção deste trabalho foram:

4.2.1 Teste de percussão

Verificar previamente, por meio de percussão com instrumento não contundente, se existe alguma placa apresentando som cavo, a qual deve ser removida e prontamente reassentadas, segundo a NBR13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

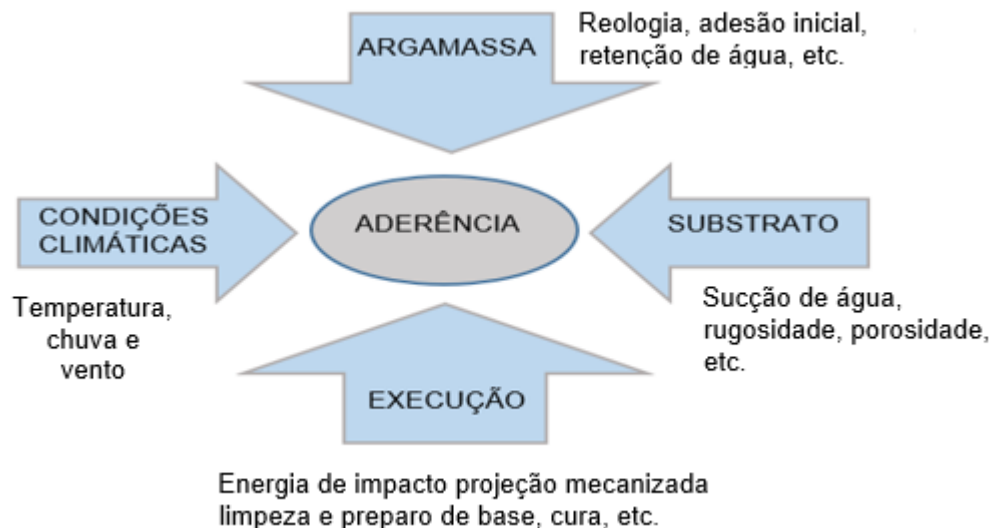
De acordo com o engenheiro civil Tito Lívio Ferreira Gomide, por Oliva (2011) afirma que os testes usuais de percussão alcançam uma margem de erro de 50%. “O teste é aplicado percutindo a fachada. Quando se ouve um som cavo, é sinal de que há problemas de aderência naquela área. Porém, pastilhas de porcelana, revestimentos cerâmicos e tijolos baianos utilizados na construção enganam o resultado. Na verdade, o som cavo não é uma anomalia, apenas um sintoma. Deve-se localizar a causa”.

4.2.2 Determinação da resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante

De acordo com a NBR 13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) as placas cerâmicas devem estar aderidas ao substrato. Para tanto, sempre que a fiscalização julgar necessário, deve ser feita a verificação da aderência.

Carasek (2007) comenta que quanto melhor for o contato entre a argamassa e o substrato maior será a aderência obtida. Dessa forma, afirmam que a aderência está diretamente ligada com a trabalhabilidade da argamassa, com a energia de impacto proporcionada no processo de execução, somando com as características e propriedades dos substratos e de alguns fatores externos, ambos relacionados na figura 15 que reúnem os principais fatores que exercem influência na aderência.

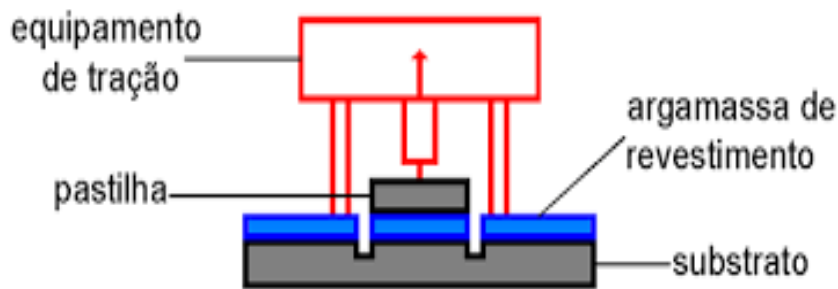
Figura 15 - Fatores que exercem influência na aderência de argamassa sobre base porosa.



Fonte: Adaptada https://moemacastro.weebly.com/uploads/5/7/9/8/57985191/mcc_2016-2_aula-04_argamassas.pdf.

A NBR 13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) as placas cerâmicas devem estar aderidas ao substrato. Para tanto, sempre que a fiscalização julgar necessário, deve ser feita a verificação da aderência. No ERPI foram feitos 10 ensaios de resistência, a tração com 12 amostras.

Figura 16 – Esquema do ensaio de resistência de aderência à tração.



Fonte: elaborado pelo autor.

A resistência de aderência é aferida através do equipamento de tração, a NBR 13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) determina o aparelho, a ferramenta e o material. Conforme demonstrado abaixo:

- Equipamento de tração: Dinamômetro de tração que permite a aplicação lenta e progressiva da carga, possuindo articulação que assegure a aplicação do esforço de tração simples e tendo dispositivo para leitura de carga revestimento de paredes externas com placas cerâmicas sobre argamassa colante dispositivo para leitura de carga;
- Pastilha metálica: Placa de seção quadrada com 100mm de lado, não deformável sob a carga do ensaio, possuindo dispositivo em seu centro para acoplamento do equipamento de tração. A pastilha deve ter no mínimo a mesma seção da placa a ser ensaiada; e
- Dispositivo de corte do revestimento cerâmico: Equipamento elétrico dotado de disco de corte.

4.2.3 Ensaio de termografia

A Termografia infravermelha, é um método não destrutivo com uma execução rápida e que tem uma excelente eficiência nos resultados, na Engenharia Civil vem ganhando força com estudos realizados em diversas áreas da construção.

A análise termográfica de um edifício procura detectar a existência de incoerências nos padrões de temperatura dos elementos da construção, quando analisados nas mesmas condições. A ocorrência de diferenças nos padrões de temperatura indicia a existência de problemas.

As câmeras termográficas de infravermelhos permitem-nos, num exame não destrutivo, detectar e localizar problemas tão diversos, como infiltrações em paredes e coberturas, falta de isolamento térmico em fachadas e coberturas.

Figura 17 - Câmera Termográfica FLIR T440.



Fonte: <https://www.flir.com.br>.

A Figura 17 ilustra o equipamento utilizado neste trabalho, trata-se de uma câmera termográfica, modelo Flir T440. Com uma faixa de temperatura que vai de -20°C a 650°C , atendendo as temperaturas avaliadas neste trabalho.

A emissividade do objeto é um parâmetro muito importante que deve ser levado em consideração. Todas as câmeras de imagem térmica da FLIR para aplicações em edifícios permitem que o operador defina a emissividade e a temperatura aparente refletida.

As imagens térmicas mostram claramente que a reflexão pode representar um problema. A câmera de infravermelho exibe a imagem térmica, incluindo o reflexo causado pelo vazamento de calor. Ao medir a refletância, a temperatura será lida como uma mistura da temperatura do painel e da temperatura refletida aparente do objeto.

Apos analisar os três ensaios mencionados anteriormente, será realizado uma comparação sucinta de cada sistema com a sua respectiva importancia para elaboração analítica dos dados, e a importancia de cada uma das análise, no que concerne à complementação da avaliação do revestimento ceramico de fachada,

conforme sugerido no objetivo específico. Assim poder concluir a importância dos ensaios para a manutenção desse sistema de RCF.

5 ESTUDOS DE CASO

5.1 Apresentação dos resultados do teste de percussão

Figura 18 - execução do teste de percussão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 19 - Resultado do teste de percussão na fachada.



Fonte: elaborado pelo autor.

A execução do teste de percussão é feita através da decida de um colaborador especializado sob o uso da cadeirinha suspensa, balancim e entre outros, com um martelo de percussão, bastão ou similar assim demonstrado na figura 18, através de um pincel com tinta diferente da coloração da fachada, são demarcados os locais que estão com o som oco, conforme a figura 19.

Em todas as fachadas foram detectadas manifestações patológicas, entre elas foram encontras descolamentos das placas cerâmicas trincas e deterioração das juntas de assentamento e movimentação.

5.2 Apresentação do resultado do ensaio de resistência de aderência à tração

Figura 20 – Ensaio de resistência de aderência à tração – Bloco A Fachada 1.



Fonte: JPL construções - Laudo inspeção de patologia de fachadas.

Figura 21 - Aparelho utilizado para o Ensaio de resistência de aderência à tração.



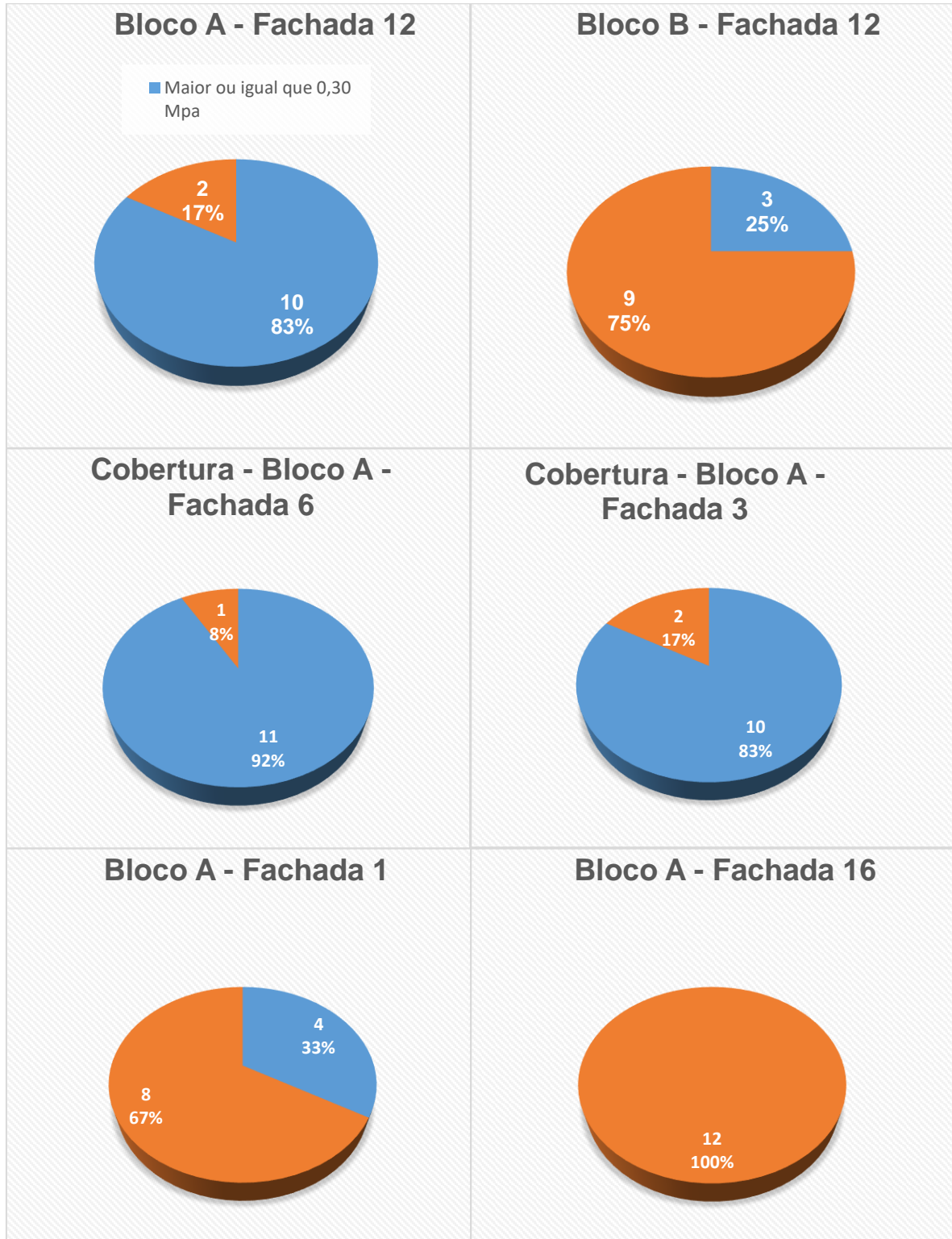
Fonte: JPL construções - Laudo inspeção de patologia de fachadas.

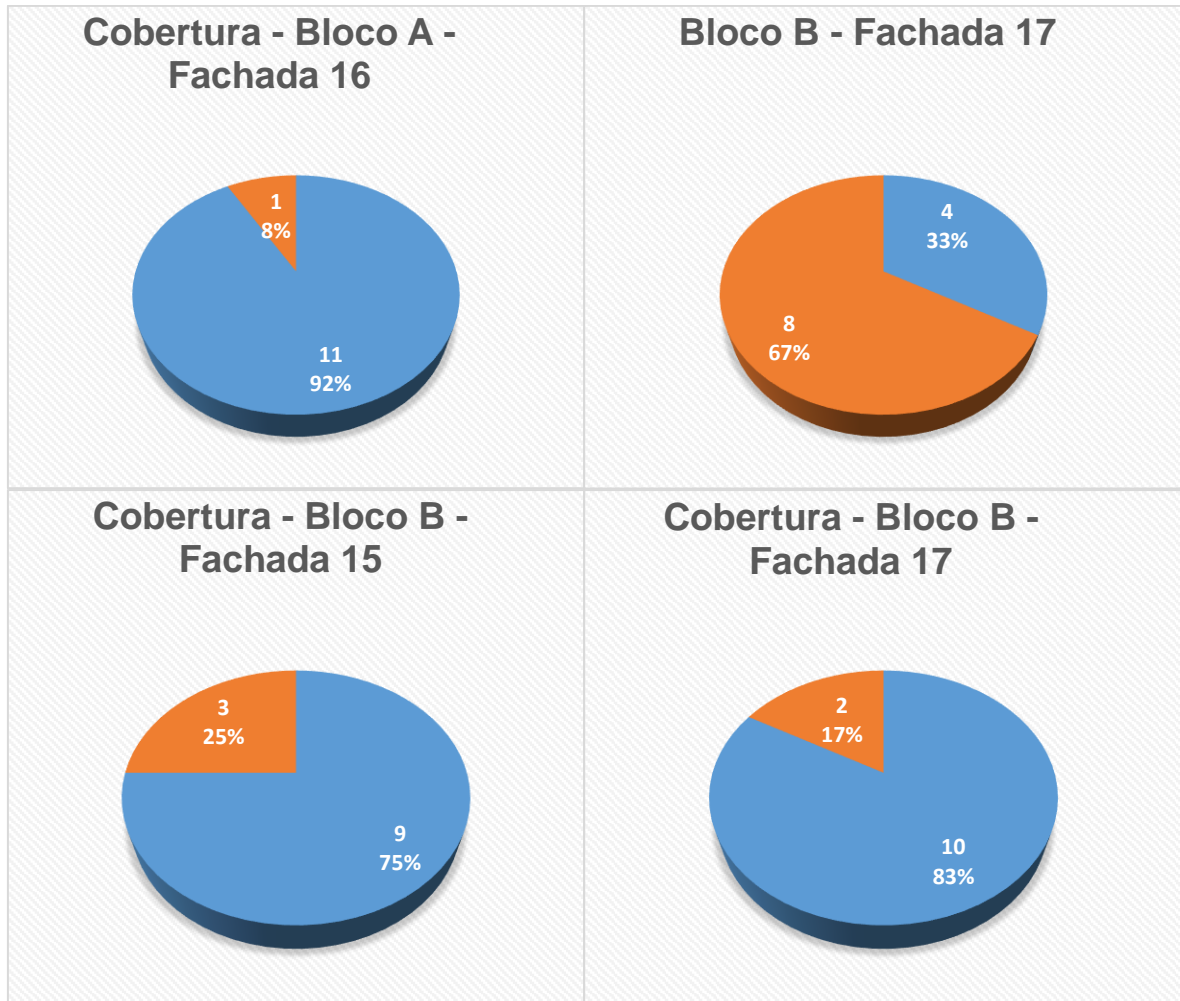
A figura 20 e 21, mostra o processo de escolha das amostras e o instrumento utilizado para o teste das amostras.

A NBR 13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) diz que o revestimento será aceito se de cada 12 (Doze) corpos-de-prova, pelo menos 8 (Oito) valores devem ser iguais ou maiores que 0,30 MPa.

Considerando os gráficos a seguir podemos aferir que somente 6 amostras das 10, apresentaram um resultado satisfatório.

Gráfico 1 – Quantificação das amostras (Resistência à aderência a tração em MPa) de todos os ensaios.

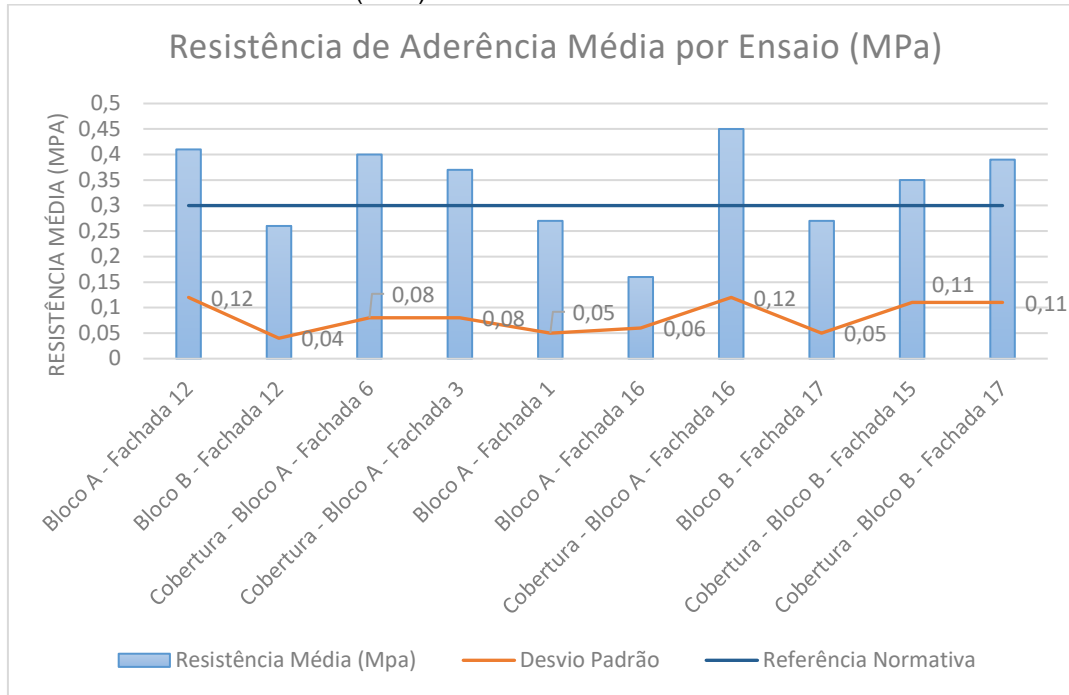




Fonte: Elaborado pelo autor.

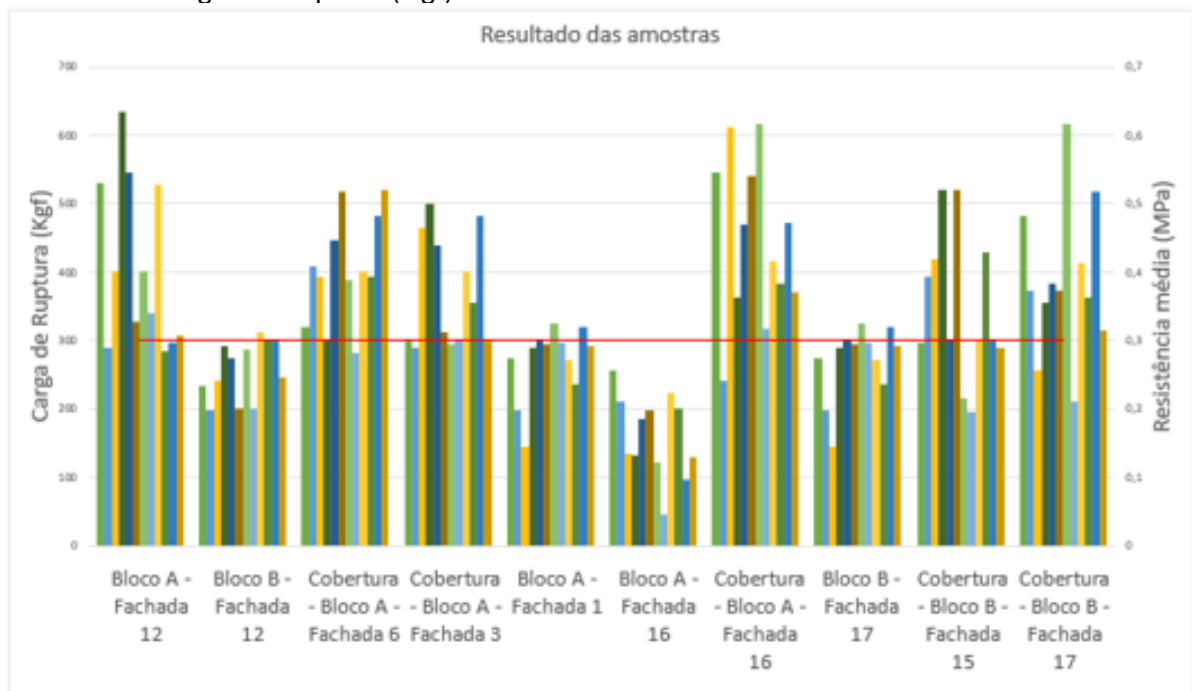
Em seguida o gráfico 2 e 3 respectivamente, mostra os resultados dos ensaios em relação a resistência média e as cargas de rupturas das amostras ensaiadas.

Gráfico 2 - resistência média (MPa).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Carga de Ruptura (Kgf).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os gráficos 2 e 3, referentes as tabelas 3 a 12 do apêndice B, podemos observar que 48 amostras das 120 amostras ensaiadas estão abaixo da média, um índice inferior ao permitido na norma. A leitura dos gráficos mostra que

40% das amostras estão mais suscetíveis as manifestações patológicas, com falta de aderência provocando o destacamento com maior magnitude.

5.2.1 TIPO DE RUPTURA

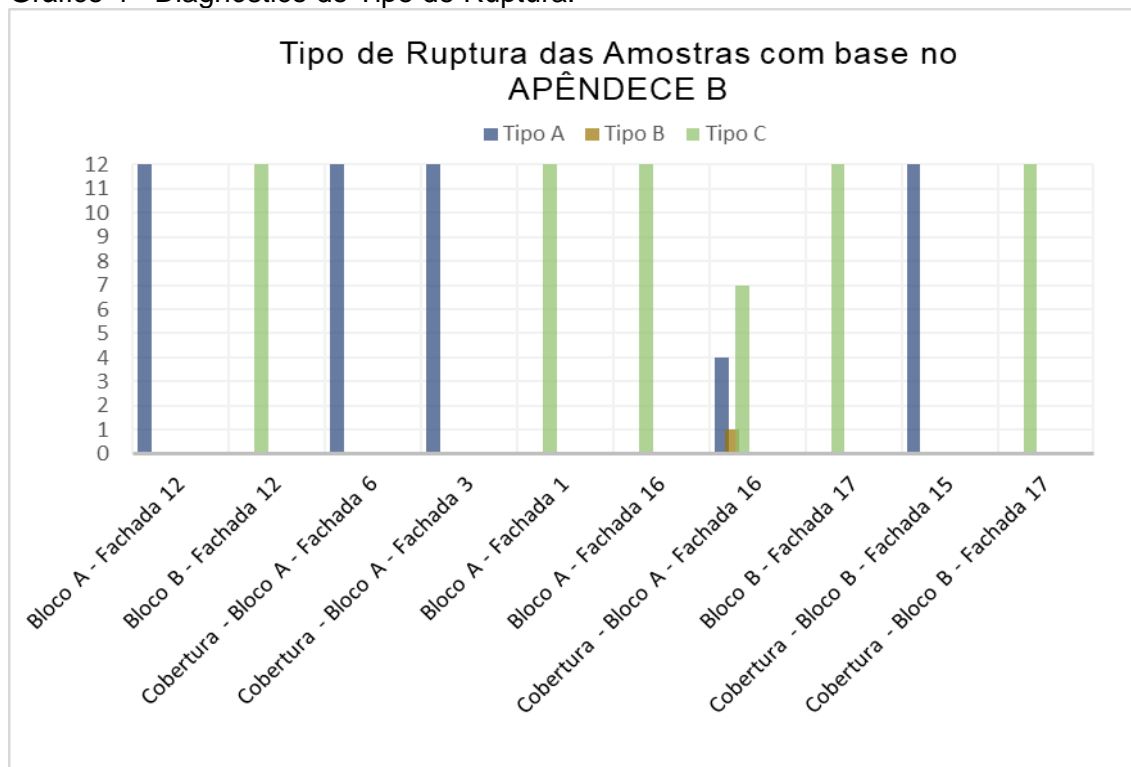
Com relação ao tipo de ruptura, estas são passíveis de ocorrer em 8 diferentes regiões do RCF, e são relacionados com as letras A, B, C, D, E, F, G e H.

Tabela 2 - Formas de ruptura.

TIPO	FORMA DE RUPTURA
A	Placa cerâmica/argamassa colante
B	argamassa colante
C	Argamassa colante/substrato
D	Substrato
E	Substrato/base
F	Base
G	Patilha/cola
H	Cola/placa cerâmica

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 - Diagnóstico do Tipo de Ruptura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

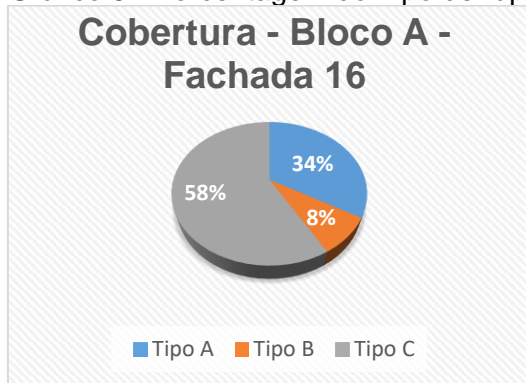
Dessa forma temos os seguintes resultados:

Em 100% das amostras das tabelas 3, 5, 6, 11 do apêndice B, representado no gráfico 4 apresentaram a sua ruptura no tipo A (Placa cerâmica/ argamassa colante). No que diz respeito aos ensaios do bloco A fachada 12 e da cobertura do bloco A fachadas 3 e 6 e da cobertura do bloco B fachada 15.

Nas tabelas 4, 7, 8, 10, 12 do mesmo apêndice, apresentam 100% das amostras com ruptura no tipo C (Argamassa colante/substrato). Com relação aos ensaios do bloco A fachadas 1 e 16, e os ensaios do bloco B, fachadas 12 e 17, e da cobertura do bloco B fachada 17.

A tabela 9 tem uma mesclagem no seu resultado da seguinte forma: 4 amostras do tipo A (Placa cerâmica/ argamassa colante), 1 tipo B (argamassa colante) e 7 tipo C (Argamassa colante/substrato) o que corresponde ao ensaio elaborado na cobertura do bloco A fachada 16.

Gráfico 5 - Porcentagem do Tipo de ruptura.



Fonte: elaborado pelo autor.

Além do tipo de ruptura, as mesmas podem ser divididas em coesivas e adesivas. As rupturas coesivas são as que ocorrem no interior de algum material constituinte do revestimento, ou seja, as que ocorrem nas regiões internas ao substrato, argamassa e chapisco. Já as rupturas adesivas, são as que ocorrem nas interfaces, ou seja, nas regiões de contato entre substrato/argamassa, substrato/chapisco e chapisco/argamassa.

Um aspecto tão importante quanto o valor de resistência de aderência obtido é a análise do tipo de ruptura. Quando a ruptura é do tipo coesiva, os valores são menos preocupantes, a menos que sejam muito baixos. Entretanto, quando a ruptura é do tipo adesiva, os valores devem ser mais elevados, pois existe um maior potencial para a ocorrência de manifestações patológicas futuras (CARASEK, 2010).

Gráfico 6 - Ruptura adesivas x Rupturas coesivas.



Fonte: elaborado pelo autor.

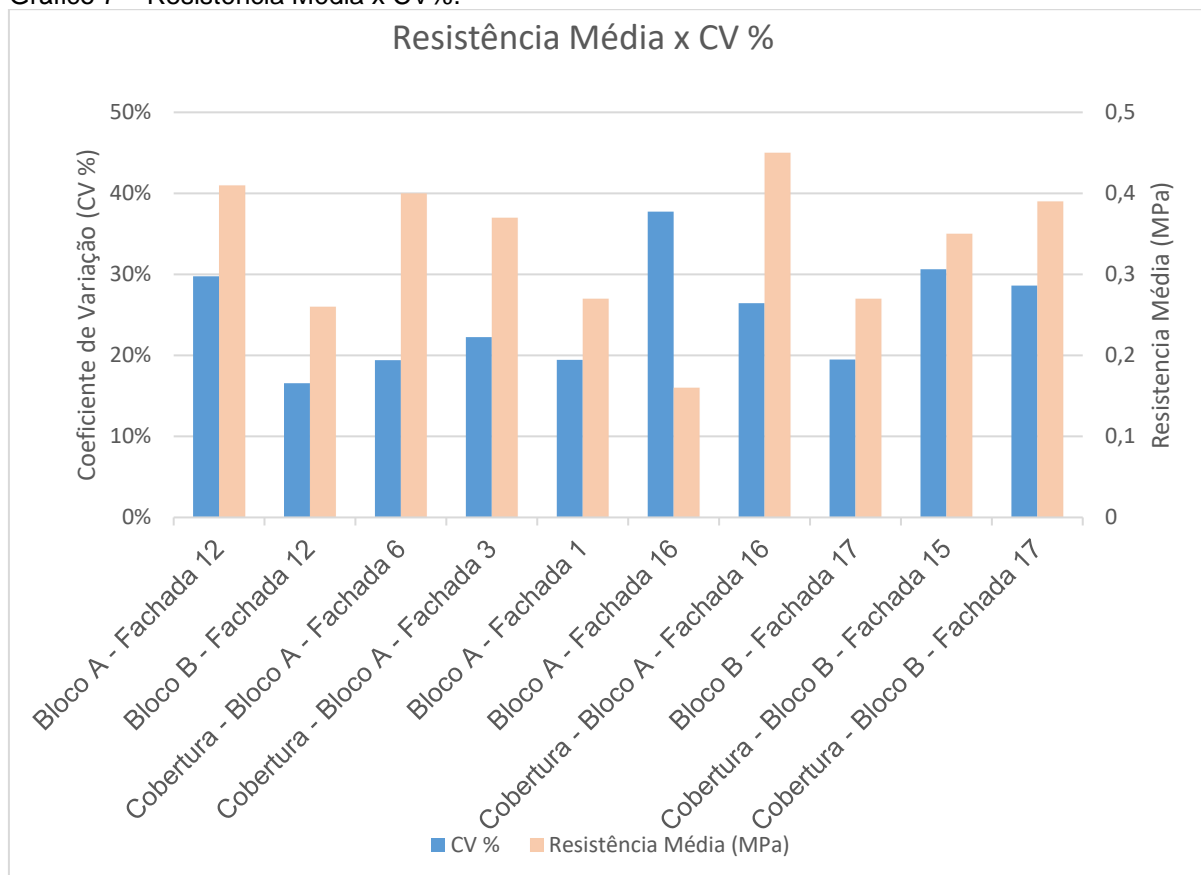
Analisando o gráfico 6, podemos considerar que 99% das amostras encontram-se no grupo de rupturas adesivas, tendo em vista que 48 amostras ficaram abaixo da resistência determinada pela a norma, e que as resistências médias em quase toda sua totalidade foram baixas e o desvio padrão ficarão ligeiramente próximo de zero.

Podemos confirmar que a uma ampla tendência de descolamento das placas cerâmicas.

5.2.2 Relação entre o Coeficiente de variação e a Resistência a tração média (MPa)

O Coeficiente Variação (CV), é um parâmetro para observar a porcentagem de variação da amostra. Este indicador é útil quando se deseja colacionar a variação de diversas amostras com médias diferentes, por exemplo, de vários painéis de teste.

Gráfico 7 – Resistência Média x CV%.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto menor o CV, menor a dispersão encontrada. É muito importante que os coeficientes de variações sejam os mais baixos possíveis, pois as manifestações patológicas não ocorrem na média e sim nos valores extremos (mais baixos). Um aspecto que influencia bastante a variabilidade dos resultados é o tipo de aplicação da argamassa de revestimento; um decréscimo do CV geralmente é observado quando se troca a aplicação manual pela aplicação mecanizada (CARASEK, 2012).

Quadro 5 – Classificação da Percentagem do CV.

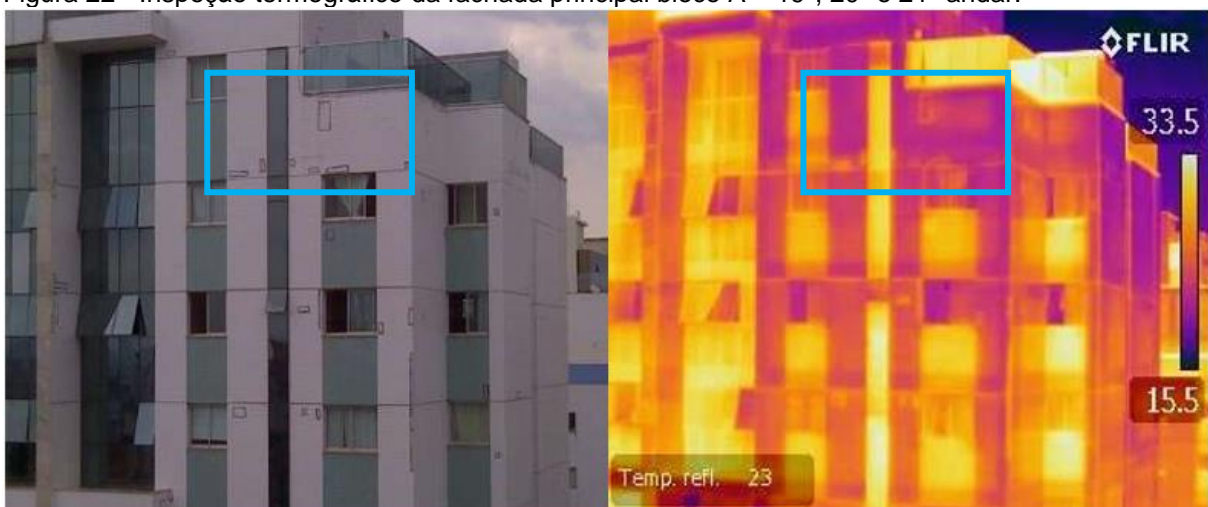
Faixa	CV	Dispersão
menor ou igual a 15%	Baixo	baixa dispersão dos dados
entre 15% e 30%	Médio	média dispersão dos dados
maior do que 30%	Alto	alta dispersão dos dados

Fonte: adaptado do site http://www.ufscar.br/jcfogo/EACH/Arquivos/Classif_CV.pdf.

Comparado os resultados do gráfico 7 com a classificação do quadro 5, temos que todos os resultados dos CVs estão entre os resultados médio e a alto, com valores entre 16,36% a 37,57%.

5.3 Apresentação dos resultados da inspeção termográfica

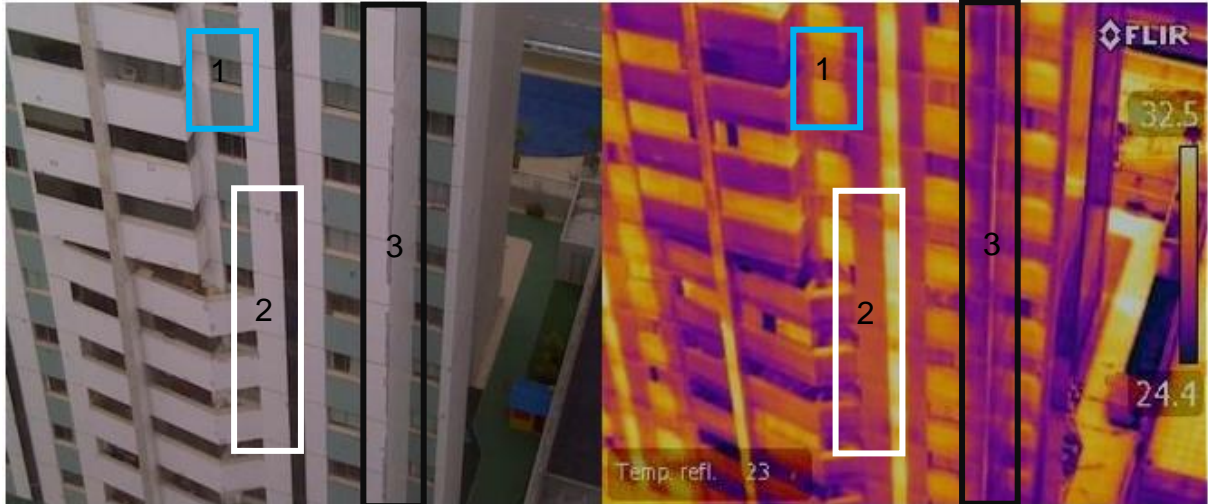
Figura 22 - Inspeção termográfica da fachada principal bloco A – 19º, 20º e 21º andar.



Fonte: elaborado pelo autor.

A figura 22, demonstra alguns pontos localizados no ensaio de percussão e no ensaio termográfico, algumas manifestações patológicas de segregação e de destacamento das placas cerâmicas, indicado pela mudança de cores na termografia.

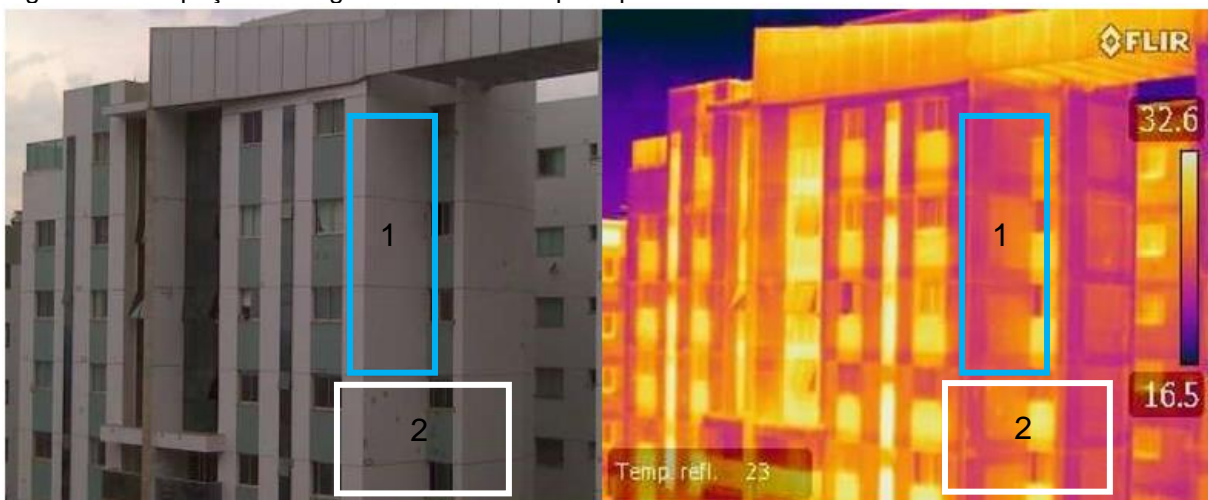
Figura 23 – Inspeção termográfico da fachada principal bloco A do 10^a ao 18^a andar.



Fonte: elaborado pelo autor.

Outrossim, a figura 23 indica 3 grandes áreas de manifestações, os retângulos 1 e 2 sinalizam temperaturas diferentes para o mesmo local, demonstrando assim falha de vedação (rejunte danificado ou gasto com o tempo), o retângulo 3 aponta uma extensa trinca vertical na quina da fachada que segue em direção aos andares inferiores.

Figura 24 – Inspeção termográfico da fachada principal do bloco B.



Fonte: elaborado pelo autor.

Do mesmo modo a figura 24 mostra duas grandes áreas com problemas patológicos, na parte de baixo representado pelo retângulo 2, a inspeção termográfica enfatiza o resultado do teste de percussão, o retângulo 1 mostra mais uma vez a importância do ensaio elaborado, pois ele demonstra a falta de rejuntamento em uma seção da fachada, uma anomalia representada na variação das cores azul para amarela causado por fissuras nas juntas ou por falta de parte ou da totalidade das mesmas.

5.4 Análise e Discussão dos Resultados Adquiridos

Com os resultados dos ensaios realizados no ERPI, podemos constatar que no teste de percussão foram detectados trincas e fissuras principalmente nas junções da fachada, além disso foi determinado uma grande área com problemas de deslocamento do RCF.

Com tudo este ensaio por si só se torna insuficiente por falta de coleta de dados para análise dessas manifestações. Uma vez que esse teste é feito por batida em repetição com aplicação humana, majora a chance de variação nas batidas ao longo de toda a fachada podendo assim interferir diretamente no resultado.

Os resultados dos ensaios de resistência a tração por sua vez trazem um bom conjunto de dados o que garante uma análise mais eficiente. Por conseguinte, foi possível identificar algumas incoerências nos resultados das amostras, assim podendo afirmar que em grande parte do RCF está com a resistência a baixo do permitido em norma.

A classificação de ruptura das amostras revelou um ponto crucial nesta análise, uma vez que demonstramos em quase sua totalidade uma ruptura do tipo adesiva a qual aumenta consideravelmente a chance de deslocamento dos RCF.

Outro fator importante é o coeficiente de variação segundo a revisão efetuada diz que quanto mais próximo for a percentagem do CV de zero melhor, pois as manifestações patológicas apontam no extremo abaixo da média da resistência de aderência à tração, isso confirma a tendência de frequente aparecimento de problemas patológicos sinalizados nos gráficos apresentados anteriormente.

Por sua vez a inspeção termográfica identificou por inúmeras vezes os vazios entre a base e o revestimento cerâmico de fachada e as trincas e fissuras nas junções

e juntas, validando assim junto ao ensaio de arrancamento, o ensaio de percussão. A inspeção ainda demonstrou, diversas áreas com infiltração através da mudança de temperatura de um mesmo corpo solido, na qual os outros dois ensaios não tinham identificado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

A realização desta dissertação confirmou a importância que o ensaio de arrancamento à tração tem na avaliação do desempenho dos sistemas de revestimento cerâmico de fachada e no controle de qualidade dos materiais adjuntos.

Por sua vez a inspeção termográfica vem ganhando cada vez, mais espaço na engenharia visto que o seu ensaio utiliza o método não destrutivo, e tem uma excelente eficiência na análise de dados com o tempo de resposta bem satisfatório.

Apesar do ensaio de percussão ter sua limitação na elaboração dos dados, ele ainda se torna necessário para a delimitação do ponto crítico, facilitando a manutenção do revestimento cerâmico de fachada.

Conclui-se que cada ensaio tem a sua linha de investigação das manifestações patológicas, ainda que tenha um ensaio com maior complexidade, seja na sua execução, na elaboração dos dados e ou na análise dos resultados, no entanto eles se complementam harmonicamente dando embasamento um ao outro, acrescentando informações pertinentes para o melhor diagnóstico.

Foi possível detectar com os ensaios, os tipos de manifestações recorrentes no sistema de RCF e apontar o gerador desse problema de acordo com os critérios de cada ensaio e pelo tipo de manifestação encontrada.

Seria por falta de conhecimento ou por negligência, uma vez que em seus 6 anos de existência nem uma manutenção foi realizada.

Deixar de fazer a manutenção periódica da fachada, é assumir o risco e a culpa por toda as manifestações patológicas decorrentes da ação do tempo sobre a estrutura, após analisar os resultados dos ensaios, podemos classificar como manifestações patológicas adquiridas de acordo com o quadro 2.

Se essas manifestações não podem ser eliminadas, elas podem ser reduzidas através de manutenções periódicas, que tem um ônus menor para o proprietário do que as manutenções corretivas.

Tendo como exemplo: um edifício novo que tem a garantia habitual de 5 anos pela construtora, esse deverá passar por manutenção periódica, conforme a norma

NBR 5674 ABNT 2012 que traz o plano de manutenção predial entre outras medidas que devem ser adotadas pelo proprietário ou pelo responsável legal.

6.2 Sugestões para pesquisas futuras

Sugere-se para futuros trabalhos:

- Inspeção predial com o uso da termografia.
- Inspeção termográfica em obras de arte para manutenção preventiva.
- Manifestações patológicas em construções de steel frame.
- Levantamento de custo: manutenção periódica e manutenção corretiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. L. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte MG. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753: Revestimento de piso interno com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante- Procedimento**. Rio de Janeiro. 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13816: Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia**. Rio de Janeiro. 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-1: Argamassa colante industrializada assentamento de placas cerâmicas-requisitos**. Rio de Janeiro. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução inspeção e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro. 2017.
- BAIA, L. L. M.; CAMPANTE, E. F. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. 1ª. ed. São Paulo SP: O Nome Da Rosa, 2003.
- BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 1990.
- CARASEK, H. **Materiais de Construção Civil**. São Paulo: bracon, v. 26, 2007.
- CARASEK, H. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2ª. ed. São Paulo: Geraldo C. Isaia, v. 2, 2010.
- CARASEK, H. Avaliação de resultados do ensaio de resistência de aderência de revestimentos de argamassa. **TÉCHNE 17**, n. 185, junho 2012. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/185/avaliacao-de-resultados-do-ensaio-de-resistencia-de-aderencia-de-286939-1.aspx>>. Acesso em: 22 novembro 2018.
- CORSINI, R. Trincas ou fissuras. **TÉCHNE 17**, n. 160, julho 2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em: 26 setembro 2018.
- FELIXBERGER, J. K. **Stresses in the composite system: tile – fixing mortar – base**. State University of St Petersburg (IFMO). CASTELLÓN (SPAIN). 2006.
- GRANATO, J. E. **PATOLOGIA DAS CONTRUÇÕES**, Brasil, 2002. Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>>. Acesso em: 8 agosto 2018.

KUMAR, V.; ABBAS, A. K.; ASTER, J. C. **Robbins & Cotran - PATOLOGIA - Base Patologica das Doenças**. 8. ed. Brasil: ELSEVIER EDITORA LTD, 2015.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Estudos sobre a técnica executiva de revestimento de argamassa sobre paredes de alvenaria**. 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis: EPUSP. 1998. p. 595-607.

NAKAMURA. Projeto de fachadas. **TÉCHNE 17**, n. 92, 2004. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/92/artigo287345-1.aspx>>. Acesso em: 08 setembro 2018.

OLIVA, L. Sustentabilidade: Infraestrutura e Meio ambiente. **Revista Direcional Condomínios**, São Paulo, n. 157, maio 2011.

OLIVEIRA; MITIDIARI; MOREIRA. Estanqueidade de fachadas à água de chuva. **TÉCHNE 17**, n. 106, Janeiro 2006. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/149/artigo-estanqueidade-a-agua-em-vaos-verticais-externos-285773-1.aspx>>. Acesso em: 27 setembro 2018.

RIPPER; SOUZA. **PATOLOGIA E REFORÇO DE CONCRETO**. 1. ed. São Paulo: Pini Ltda., 1998.

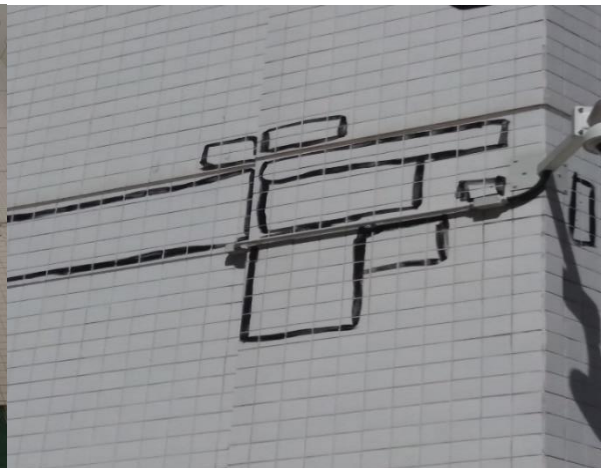
SABBATINI, F. H. AS FISSURAS COM ORIGEM NA INTERAÇÃO VEDAÇÃO-ESTRUTURA, 1999.

SHIRAKAWA, M. A. et al. **Identificação de fungos em revestimento de argamassa com bolo evidente**. Escola de engenharia civil - UFG ANTAC. goiânia. 1995.

THOMAZ, E. **Tricas em edifício causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, v. 1, 1989.

VIRÇOSA. **Patologia das edificações**. Brasil: Sagra, v. 1, 1991. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/387371/patologia-das-constru%C3%A7%C3%B5es>>. Acesso em: 08 agosto 2018.

APÊNDICE A - Fotos do teste de percussão





APÊNDICE B - Tabelas de resultados dos ensaios a resistências de aderência a tração.

Tabela 3 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 12).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	529,8	0,53	100%							
2	290,4	0,29	100%							
3	401,8	0,40	100%							
4	634	0,63	100%							
5	544,6	0,54	100%							
6	328	0,33	100%							
7	402,1	0,40	100%							
8	340,2	0,34	100%							
9	528,1	0,53	100%							
10	284,6	0,28	100%							
11	298	0,30	100%							
12	306,2	0,31	100%							

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Carga de Ruptura, (Bloco B - Fachada 12).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	234,6	0,23	100%							
2	198,6	0,20	100%							
3	240,8	0,24	100%							
4	290,8	0,29	100%							
5	274,8	0,27	100%							
6	200	0,20	100%							
7	286,9	0,29	100%							
8	199,4	0,20	100%							
9	312,4	0,31	100%							
10	300,8	0,30	100%							
11	298,3	0,30	100%							
12	245	0,25	100%							

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 6).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	318,6	0,32	100%							
2	408	0,41	100%							
3	392,4	0,39	100%							
4	298,6	0,3	100%							
5	446	0,45	100%							
6	517	0,52	100%							
7	389	0,39	100%							
8	282,6	0,28	100%							
9	400,2	0,4	100%							
10	392,6	0,39	100%							
11	482	0,48	100%							
12	519,4	0,52	100%							

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco A - Fachada 3).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	300	0,30	100%							
2	290,4	0,29	100%							
3	465,6	0,47	100%							
4	500,4	0,50	100%							
5	440,2	0,44	100%							
6	312,6	0,31	100%							
7	294	0,29	100%							
8	302,6	0,30	100%							
9	400,2	0,40	100%							
10	356	0,36	100%							
11	482,6	0,48	100%							
12	300	0,30	100%							

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 7 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 1).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	274,6	0,27			100%					
2	198	0,20			100%					
3	145,9	0,15			100%					
4	290,4	0,29			100%					
5	300,8	0,30			100%					
6	294	0,29			100%					
7	324,7	0,32			100%					
8	298	0,30			100%					
9	270,4	0,27			100%					
10	236,8	0,24			100%					
11	320,4	0,32			100%					
12	292,8	0,29			100%					

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 8 - Carga de Ruptura, (Bloco A - Fachada 16).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	256,6	0,26			100%					
2	210,6	0,21			100%					
3	135,4	0,14			100%					
4	132,6	0,13			100%					
5	185,2	0,19			100%					
6	199,2	0,2			100%					
7	122,4	0,12			100%					
8	45,3	0,05			100%					
9	223,8	0,22			100%					
10	200	0,2			100%					
11	95,6	0,10			100%					
12	128,4	0,13			100%					

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 9 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco A - Fachada 16).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	546,4	0,55		100%						
2	240	0,24			100%					
3	610,8	0,61			100%					
4	362,6	0,36	100%							
5	469,6	0,47			100%					
6	541,4	0,54			100%					
7	615,4	0,62			100%					
8	318	0,32			100%					
9	416	0,42			100%					
10	382,4	0,38	100%							
11	472	0,47	100%							
12	370,4	0,37	100%							

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 10 - Carga de Ruptura, (Bloco B - Fachada 17).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	274,6	0,27			100%					
2	198	0,20			100%					
3	145,4	0,15			100%					
4	290,4	0,29			100%					
5	300,8	0,30			100%					
6	294	0,29			100%					
7	324,6	0,32			100%					
8	298	0,30			100%					
9	270,4	0,27			100%					
10	236,8	0,24			100%					
11	320,4	0,32			100%					
12	292,6	0,29			100%					

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 11 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco B - Fachada 15).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	298	0,30	100%							
2	392,4	0,39	100%							
3	417,8	0,42	100%							
4	519	0,52	100%							
5	302,6	0,30	100%							
6	519	0,52	100%							
7	216,4	0,22	100%							
8	195,2	0,20	100%							
9	300,8	0,30	100%							
10	429,6	0,43	100%							
11	299	0,30	100%							
12	289,8	0,29	100%							

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 12 - Carga de Ruptura, (Cobertura - Bloco B - Fachada 17).

CP	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência de aderência à tração (Mpa)	Formas de ruptura (%)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
1	482,6	0,48			100%					
2	372,4	0,37			100%					
3	256,8	0,26			100%					
4	356,4	0,36			100%					
5	382	0,38			100%					
6	372	0,37			100%					
7	617,8	0,62			100%					
8	210,2	0,21			100%					
9	414,8	0,41			100%					
10	362	0,36			100%					
11	517	0,52			100%					
12	314,2	0,31			100%					

Fonte: elaborado pelo autor.

ANEXO A – FOTOS DA INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA

