



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

EDUARDO BARBOSA RODRIGUES  
JOSIEL MARQUES SANTANA

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM  
REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA:** Um estudo de caso  
na U.M.E.I. “Menino Deus” no município de Tucuruí/PA.

TUCURUÍ  
2022

EDUARDO BARBOSA RODRIGUES  
JOSIEL MARQUES SANTANA

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM  
REVESTIMENTOS CERÂMICOS:** Um estudo de caso na U.M.E.I. “Menino  
Deus” no município de Tucuruí/PA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Me. Grazielle Tigre de Souza.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBDSistema de Bibliotecas  
da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

R696a Rodrigues, Eduardo Barbosa.  
ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS  
CERÂMICOS DE FACHADA: Um estudo de  
caso na U.M.E.I. “Menino Deus” no município de Tucuruí/PA. /  
Eduardo Barbosa Rodrigues, Josiel Marques Santana . — 2022.  
78 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. MSc. Grazielle Tigre de Souza Trabalho de  
Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de  
Engenharia Civil, Tucuruí, 2022.

1. Manifestações patológicas. 2. Obras públicas. 3.  
Revestimento cerâmico. I. Título.

CDD 620.1122

---

EDUARDO BARBOSA RODRIGUES  
JOSIEL MARQUES SANTANA

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM  
REVESTIMENTOS CERÂMICOS:** Um estudo de caso na U.M.E.I. “Menino  
Deus” no município de Tucuruí/PA.

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Bacharel  
em Engenharia Civil, pela  
Universidade Federal do Pará.

Tucuruí, 21 julho de 2022.

**APROVADA EM: 21/07/2022**

**BANCA EXAMINADORA**

*Grazielle Tigre de Souza*

\_\_\_\_\_  
Grazielle Tigre de Souza, Me. em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental (UFPA)

(Orientadora)



\_\_\_\_\_  
Manoel José Mangabeira Pereira Filho, Dr. em Estruturas (UFPA)(Examinador

Interno)

*Rosângela Silva Pinto*

\_\_\_\_\_  
Rosângela Silva Pinto, Me. em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético

(Examinadora Externa)

## DEDICATÓRIA

*Eduardo Barbosa Rodrigues*

Eu, Eduardo Barbosa, dedico este trabalho primeiramente a Deus, por me dá forças quando eu mais precisei durante minha moradia em Tucuruí, longe da minha cidade natal, família e amigos de infância. Sem dúvidas, Ele é o autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora de angústia. Devo a Ele tudo o que sou.

Aos meus pais, Silvana Matos Barbosa e Evaldo Maia Rodrigues, pois foi graças ao esforço e trabalho árduo deles que hoje pude chegar ao fim do meu curso.

Ao meu irmão, Enzo Barbosa Rodrigues, pelo amor e carinho demonstrado.

À Rennara Paula, meu amor, que foi capaz de suportar todos os meus momentos de estresse durante esse processo. Sua presença sempre afetou positivamente a minha vida, em todos os aspectos. Esta é uma das muitas conquistas ao seu lado.

Aos meus avós, Fabiana Maia e Diocleciano Coelho, pelo carinho e amor incondicional, pelas palavras de incentivos em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica e por sempre acreditarem em mim.

Ao meu padrinho Marcos Fábio por toda sua ajuda, incentivo, confiança e estímulo para enfrentar as barreiras da vida.

Ao meu tio João Gama que, desde minha infância, concedeu a mim a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre a Engenharia Civil, abriu as portas de estágio e oportunidade de emprego, sempre me auxiliando com sua experiência e conhecimento. Sem dúvidas, um verdadeiro alicerce em minha vida.

Aos meus colegas de curso e amigos: Luciano, Vinicius, Tácio e Elivelton, que a graduação me deu a oportunidade de conhecer. Obrigado pelas trocas de ideias e ajuda mútua. Juntos conseguimos avançar e ultrapassar todos os obstáculos. Tenho certeza que vocês serão excelentes profissionais.

Ao meu amigo e parceiro de trabalho, Josiel Marques Santana, por toda sua ajuda, paciência, conhecimento compartilhado, esforço e dedicação. Uma pessoa com um coração incrível, serei eternamente grato a você, desejo todo o sucesso do mundo!

*Josiel Marques Santana*

Eu, sobretudo, agradeço infinitamente a Deus. Pois, minha fé me manteve firme porque sempre acreditei que Deus, na sua infinita grandeza, guiou meus passos e me permitiu que vencesse mais esse desafio.

À minha família sempre me dando aquele “sopro” de motivação, apoio e acreditando em mais uma benção alcançada.

À minha amada esposa, Jasmine Ferreira Alfonso, a qual muito contribuiu comigo ao longo desses anos, como também compartilhamos momentos de estresse, mas sempre superamos arraigados com amor que nos unem.

Aos colegas que ganhei durante o curso e amigos: Rafael (primo), Nei Carlos, Abimael, Patrick Ribeiro, Luciano, Vinicius, Tácio, Elivelton e José Eudes. Sou grato por me “adotarem” na hora dos trabalhos acadêmicos em grupo. Desejo todo sucesso a vocês!

Ao meu amigo e parceiro de trabalho, Eduardo Barbosa Rodrigues, por toda sua contribuição, paciência, aprendizados compartilhado, esforço e dedicação. Uma pessoa formidável que carregarei junto com minha gratidão. Do mais, desejo todo o sucesso do mundo!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a professora Me. Grazielle Tigre por todo seu incentivo, entusiasmo e orientação dedicados a esta pesquisa, que apesar da intensa rotina de sua vida acadêmica aceitou a nos orientar nesta monografia. Superamos juntos os entraves da pandemia, distância e cronograma. Nossas reuniões e conversas (presenciais e online) foram vitais para nos fazer progredir a cada dia nesta pesquisa e acreditar em nossa capacidade. Declaramos aqui nossa eterna gratidão pelo compartilhamento de seu conhecimento e tempo, bem como sua amizade.

A esta universidade por todo o suporte prestado, em especial a todo corpo docente pelos conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o nosso processo de formação ao longo do curso.

Ao Jaime Arcanjo pelo auxílio na realização do ensaio de aderência na creche nos finais de semana, em dias ensolarados e chuvosos. Nunca esqueceremos o que você fez por nós.

A diretora Maria Francisca pela atenção e tratamento na creche. Suas informações repassadas foram de grande valor para o enriquecimento dessa pesquisa.

Ao Eng. Miguel Oliveira Rodrigues por ter nos instruído na escolha do tema, bem como não ter medido esforço para nos ajudar no decorrer desses meses com sugestões, troca de conhecimento, transporte e busca de informações. Fica aqui nosso agradecimento.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes.”

## RESUMO

A utilização de revestimentos cerâmicos nas fachadas, em especial nas obras públicas, deve-se, especificamente, por esse material atribuir uma grande variedade de modelos e elevada durabilidade, garantindo para um edifício uma melhoria na estética, proteção e regularização da superfície dos elementos de vedação. Entretanto, a falta de planejamento, má execução e ausência de manutenção deste material possibilita o surgimento das manifestações patológicas e, conseqüentemente, gera medo e insatisfação social. Nesta perspectiva, por meio da presente pesquisa, foi realizado uma análise das manifestações patológicas de maior incidência nos revestimentos de fachada da creche “Menino Deus”, uma edificação inaugurada no ano de 2012 por meio de assistência técnica e financeira do FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação) localizada no município de Tucuruí-PA. Por conseguinte, foi atestado através da metodologia de pesquisa estatística proposta por Silva (2014), os fatores de danos mais acentuado no edifício no decorrer do processo de degradação, como também, foi realizado o ensaio de determinação da resistência de aderência de revestimentos cerâmico com placas assentadas com argamassa colante em conformidade com a ABNT NBR 13755:2017. Através dos resultados obtidos dos cálculos de fatores de danos, foi possível constatar que 76% dos danos são oriundos das trincas, quanto que 24% são dos deslocamentos cerâmicos, tais dados alerta que esses danos ainda podem estar em ascensão nesse edifício. Já os resultados obtidos na ruptura através do ensaio de aderência neste estudo apresentaram uma tensão média de 0,148 MPa, caracterizando em todo conjunto argamassado como “reprovado”, em virtude da baixa resistência de aderência nas paredes externas. Sendo, portanto, um dos fatores de deslocamento do SRC (Sistema de Revestimento Cerâmico). Isto, torna-se um agravante devido colocar em risco a segurança dos alunos e funcionários que fazem uso do edifício. Diante do exposto, tem-se como proposição a necessidade de reestruturação total desse revestimento. Como forma de recuperar a estética e o conforto desse espaço comunitário, a pesquisa sugeriu uma reforma do local, substituindo o revestimento cerâmico existente pela pintura, demonstrando o orçamento sintético que viabiliza financeiramente a execução desse serviço.

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas; Revestimento cerâmico; Obras públicas.

## ABSTRACT

The use of ceramic coatings on facades, especially in public works, is specifically due to the fact that this material provides a wide variety of models and high durability, guaranteeing for a building an improvement in the aesthetics, protection and regularization of the surface of the elements of seal. However, the lack of planning, poor execution and lack of maintenance of this material allows the emergence of pathological manifestations and, consequently, generates fear and social dissatisfaction. In this perspective, through the present research, an analysis was carried out of the pathological manifestations of greater incidence in the facade cladding of the "Menino Deus" day care center, a building inaugurated in 2012 through technical and financial assistance from the FNDE (National Health Fund). Education Development) located in the municipality of Tucuruí-PA. Therefore, it was attested through the statistical research methodology proposed by Silva (2014), the most accentuated damage factors in the building during the degradation process, as well as the test to determine the adhesion resistance of ceramic coatings with plates laid with adhesive mortar in accordance with ABNT NBR 13755:2017. Through the results obtained from the calculations of damage factors, it was possible to verify that 76% of the damages come from the cracks, while 24% are from the ceramic detachments, such data warns that these damages may still be on the rise in this building. On the other hand, the results obtained at rupture through the adhesion test in this study showed an average tension of 0.148 MPa, characterizing the entire mortar set as "failed", due to the low adhesion resistance on the external walls. It is, therefore, one of the factors of detachment of the SRC (Ceramic Coating System). This becomes an aggravating factor because it jeopardizes the safety of students and staff who make use of the building. In view of the above, the proposition is the need for a total restructuring of this coating. As a way of recovering the aesthetics and comfort of this community space, the research suggested a renovation of the place, replacing the existing ceramic coating with painting, demonstrating the synthetic budget that makes the execution of this service financially viable.

**Keywords:** Pathological manifestations; Ceramic coating; Public works.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camada de revestimento argamassado .....	24
Figura 2 – a) Preparo mecânico de argamassa b) Preparo manual de argamassa.....	27
Figura 3- Fluxograma para argamassa produzida em obra.....	28
Figura 4 - Análise de ocorrências anomalias DEpatológicas.....	29
Figura 5 - a) Desplacamento cerâmico com emboço b) Desplacamento de placas cerâmicas	30
Figura 6 - Etapas metodológica da pesquisa.....	36
Figura 7- Localização da creche Menino Deus .....	37
Figura 8- a) Uso de trena manual b) Uso da trena a laser.....	38
Figura 9 - Orientação cardinal “Creche Menino .....	39
Figura 10 Amplitude dos quadrantes Norte (N), Sul (S), Leste (L) e Oeste (O).....	39
Figura 11 - Etapas para o cálculo e análise de FD.....	40
Figura 12 - Sobreposição da malha na platibanda .....	40
Figura 13- Execução do teste a percussão .....	42
Figura 14 - Disposição dos corpos de provas .....	44
Figura 15- Cerâmica com a superfície limpa.....	45
Figura 16 – Preparo da cola.....	45
Figura 17 - Fixação da partilha sobre o revestimento.....	46
Figura 18 – Corte no entorno da pastilha.....	46
Figura 19 – a) Dinamômetro de tração b) Ruptura da amostra .....	47
Figura 20 - Formas mais comum de ruptura.....	48
Figura 21 - Croqui esquemático da orientação das fachadas da creche.....	50
Figura 22 – Dano registrados no edifício .....	51
Figura 23 – Amostra do deslocamento cerâmico e trincas no edifício .....	53
Figura 24 – a) Ruptura parcial no emboço b) Ruptura parcial na argamassa colante c) Camadas do revestimento d) Partilha metálica acoplada na amostra .....	59
Figura 25 – a) Substrato de concreto armado b) Substrato de alvenaria cerâmica.....	61

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Causas abandono das obras públicas Federais .....	23
Gráfico 2 – Quantitativo de alunos matriculados .....	50
Gráfico 3 - Histograma de frequência e porcentagem acumulada do FD-Total.....	57
Gráfico 4 – Distribuição dos danos .....	58
Gráfico 5 - Rupturas predominantes nos CP's.....	61
Gráfico 6 - Média das resistências das fachadas.....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Possíveis causas atribuídas as trincas .....	32
Quadro 2 - Normas técnicas nacional mais usuais .....	33
Quadro 3 - Incidência de anomalias nas fachas .....	52
Quadro 4 - Ficha de quantificação de manifestações patológicas por região, orientação cardinal, tipo de dano .....	54
Quadro 5 - Ensaio de arrancamento - determinação de aderência.....	60

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - FD's (DC/TC) e FDTotal .....	55
Tabela 2 - Dados estatísticos dos Fatores de Danos das amostras de fachadas.....	56
Tabela 3 - Requisitos e critérios de aceitação do sistema de revestimento .....	63
Tabela 4 - Orçamento da reforma no RCE da creche Menino Deus .....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFANCER	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres
<i>apud</i>	Citado por, segundo
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CP	Corpos de Prova
et.al.	E outros
FD – DC	Fator de Danos de Desplacamento Cerâmico
FD – TC	Fator de Danos de Trincas
FD – TOTAL	Fator de Danos Total
FD	Fator de Danos
FGD	Fator Geral de Danos
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
NBR	Norma Técnica brasileira
p.	página
PA	Pará
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
RCE	Revestimento Cerâmico Externo
SEDOP	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas
SRC	Sistema de Revestimento Cerâmico
SUDECAP	Superintendência de Desenvolvimento da Capital
SVVIE	Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas
TCU	Tribunal de Contas da União
UFPA	Universidade Federal do Pará
UMEI	Unidade Municipal de Ensino Infantil
VUP	Vida Útil de Projeto

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
'	Minuto
”	Segundo
=	Igual
±	Mais ou menos
≤	Menor que
≥	Maior que
°	Grau
°C	Grau Celsius
cm	Centímetro
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
Mm	Milímetros
mm <sup>2</sup>	Milímetro quadrado
MPa	Megapascal
N	Newtons
n°	Número
R\$	Real
s	Segundo
s/	Sem

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1	OBJETIVOS .....	19
1.1.1	Objetivo Geral .....	19
1.1.2	Objetivos Específicos.....	19
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>22</b>
3.2	SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERNO - RCE.....	24
3.2.1	Base ou substrato .....	25
3.2.2	Chapisco .....	25
3.2.3	Emboço.....	26
3.2.4	Camada de fixação.....	26
3.2.5	Argamassa de assentamento dosada em obra .....	27
3.3	ANOMALIAS NO REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERNO.....	28
3.3.1	Destacamento de placas cerâmicas .....	30
3.3.2	Trincas .....	31
3.4	NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS .....	32
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>36</b>
4.1.1	Particularidades da pesquisa.....	37
4.2	ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....	38
4.3	QUANTIFICAÇÃO DO FATOR DE DANOS – FD .....	39
4.3.1	Quantificação das manifestações patológicas.....	40
4.3.2	Cálculo do Fator de Danos (FD) .....	41
4.3.3	Análise da influência do tipo de dano na degradação das fachadas .....	41
4.4	ENSAIO DE RESISTÊNCIA A ADERÊNCIA .....	41
4.4.1	Teste a Percussão .....	42
4.4.2	Locação dos Corpos de Prova .....	42
4.4.3	Colagem da Pastilha Metálica .....	45
4.4.4	Corte do revestimento .....	46

## SUMÁRIO

4.4.5	Ensaio por tração simples.....	47
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>49</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	49
5.2	ANÁLISE DAS INCIDÊNCIAS DOS DESPLACAMENTOS CERÂMICOS E TRINCAS.....	51
5.3	QUANTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	53
5.4	RESULTADO DO FATOR DE DANOS (FD).....	55
5.5	ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE DANO NA DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS.....	56
5.6	ENSAIO DE ADERÊNCIA.....	58
5.6	SUGESTÃO DE REFORMA DA EDIFICAÇÃO.....	63
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>67</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	68
6.3	LIMITAÇÕES DURANTE A PESQUISA.....	69
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE A - Questionário aplicado na Creche Menino Deus.....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE B - Regiões da fachada e as suas áreas respectivamente.....</b>	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE C – CP’S do ensaio de tração simples.....</b>	<b>76</b>
	<b>APÊNDICE D – distribuição dos resultados no ensaio de aderência à tração no RCE ...</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da evolução histórica mundial na construção civil, o processo de aperfeiçoamento nos projetos e execuções alcançou os revestimentos de fachadas. Do mesmo modo, a cerâmica para acabamento externo agregou uma elevada notoriedade global, visto que a mesma concebeu ao longo dos anos uma diversidade de cores e formatos, aprimoramento na proteção e regularização a superfície dos elementos de vedação de um edifício, praticidade na execução, além de assegurar muita das vezes economia em relação a outros elementos de acabamento (CARRON, 2018).

No cenário mundial, o Brasil é destaque visto que conforme dados da ANFANCER (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres) o país ocupou no ano de 2021 a 3ª posição em produção e a 2ª posição em consumo de materiais cerâmicos. Além do mais, é válido ressaltar que no país a diversidade de matérias-primas é bastante acentuada, em que grande parte desses insumos utilizados na indústria cerâmica tradicional é natural, encontrando-se em depósitos espalhados na crosta terrestre.

Na prática, a execução do revestimento cerâmico, em especial em áreas externas, de um edifício deve cumprir os preceitos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Técnica brasileira (NBR) 13755:2017 - revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - projeto, execução, inspeção e aceitação — procedimento. Desse modo, esta Norma visa assegurar o máximo cumprimento das funções deste tipo de revestimento.

De acordo com as especificações da ABNT NBR 15575:2013, os revestimentos cerâmicos aderidos das obras precisam apresentar uma vida útil de no mínimo 20 anos. Entretanto, apesar das normatizações vigentes no país e a evolução dentro da construção civil no aprimoramento das técnicas de execução e manutenção, as falhas de projeto contribuem com 40% das origens das manifestações patológicas em edificações, seguidos pelo processo executivo com 28%, problemas envolvendo materiais com 18%, utilização das instalações com 10% e planejamento da obra com 4% (HELENE *apud* FREIRE, 2010).

Esse fato se agrava ainda mais quando se trata de obras públicas. Dessa maneira Moro (2010, p. 9) destaca que os erros gerenciais nessas etapas ocasionam, além de falhas, atrasos e prejuízos às empresas, à instituição e conseqüentemente aos cofres públicos. Isso ressalta os desafios de muitos municípios em controlar os orçamentos limitados e a destinação inadequada de recursos na qual comprometem a qualidade dessas edificações. Neste aspecto, quando os problemas construtivos em obras públicas são ocorridos em ambientes escolares a perspectiva

de cautela em prol da segurança habitacional torna-se mais que necessário. Kowaltowski et al. (2001 apud SOMMER, 1974) destaca que a participação dos usuários do ambiente escolar está diretamente relacionada com a estrutura funcional da escola.

Outrossim, trata-se da prestação de qualidade dos materiais nas construções civil em obras públicas. Walid (2009) destaca que a qualidade pode ser definida como a totalidade das características de uma entidade (atividade ou processo, produto, organização ou uma combinação destes), que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas dos clientes com demais partes interessadas. Logo materiais com baixa qualidade irão interferir diretamente na conformidade da obra e na satisfação social.

Por conseguinte, é indubitável que no decorrer da vida útil de uma obra civil, durante o processo de degradação, todo seu elemento construtivo está sujeito a manifestações patológicas. Em consideração a isso, Silva (2014) fomenta ainda mais para uma melhor compreensão, para ela é chamada de anomalias funcionais aquelas que afetam tanto a aparência, a integridade dos componentes do edifício, bem como a segurança dos usuários, usando como exemplo da definição os deslocamentos cerâmicos.

Um exemplo disso, no ano de 2016, na tentativa de reduzir essas constantes problemáticas, o Senado Federal aprovou a Medida Provisória 729, que mudou as regras de transferência de recursos da União para apoio financeiro suplementar à educação infantil nos municípios e no Distrito Federal, essa ferramenta realiza ajuste na ação de apoio financeiro suplementar à manutenção e ao desenvolvimento da educação infantil para o atendimento em creches de crianças de 0 (zero) a 48 (quarenta e oito) meses cadastradas no Censo Escolar da Educação Básica.

Ademais, essa medida também modificou a Lei nº 12.722/2012, aumentando o rigor, deixando condicionada no parágrafo 3º desta à existência de compromisso prévio do Governo Estadual, Municipal ou Distrital em assumir a operação, a guarda e a manutenção do edifício (escolas), imediatamente após a conclusão da obra, e colocá-lo em funcionamento em prazo compatível com o atendimento da demanda do empreendimento (CONGRESSO NACIONAL, 2016).

Em face disso, Moro (2010) argumenta sobre as consequências da má gestão das obras públicas, para ele quando estas são mal planejadas ou mal executadas, muitas vezes, acarreta em desperdícios e insucesso, e a escassez de fundos financeiros torna cada vez mais valiosa a técnica para aplicação de recursos. Seguindo essa mesma linha de raciocínio Freire (2010) acrescenta sobre o tema, para esse autor a preocupação com custos de reparos adicionais das

edificações escolares provocadas por manifestações patológicas faz sentido na administração pública, pois os recursos, tanto financeiros quanto de pessoal, são escassos.

A despeito disso, é sabido que na construção civil os danos podem acelerar o fim da vida útil da estrutura. Assim sendo, observa-se a importância da gestão de manutenção e reforma, bem como a relevância em desenvolver ações voltadas para edificações públicas. Diante do exposto, este estudo buscou expor as prováveis causas dos deslocamentos do revestimento cerâmico externo da edificação da pré-escola “Creche Menino Deus”, aprofundando na investigação das anomalias de maior incidência por meio de ensaios de resistência a tração e metodologia de pesquisa estatística adaptada de Silva (2014), bem como sugerir uma solução tecnicamente mais viável para a reestruturação desses danos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Realizar a análise das manifestações patológicas de maior incidência nos revestimentos cerâmicos externos da edificação de ensino municipal infantil “Creche Menino Deus”, localizada no município de Tucuruí - PA.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Apurar as manifestações patológicas de maior incidência no revestimento cerâmico externo da creche em análise;
- Analisar os fatores de danos no processo de degradação por meio da metodologia de pesquisa estatística proposta por Silva (2014);
- Determinar a resistência de aderência à tração simples do sistema do revestimento conforme a ABNT NBR 13755:2017;
- Sugerir soluções viáveis que busquem viabilizar a reforma na região degradada da edificação estudada.

## 2 JUSTIFICATIVA

Atualmente a indústria da construção civil, nos cenários nacional e internacional, tem sido marcada pelo uso de novos materiais e desenvolvimento de tecnologias construtivas (ANTUNES, 2010). Entretanto, no Brasil, observa-se a necessidade em executar obras com maior durabilidade, por meio da maior qualidade no nível de desenvolvimento dos projetos de engenharia, da mão de obra responsável pela construção e dos materiais que serão utilizados (NETTO, 2018).

A escolha do assunto sustenta-se no tocante ao crescente surgimento de manifestações patológicas do revestimento cerâmicos, especificamente, no que se refere às fachadas das obras em todo o país, tomando como realidade o município de Tucuruí. De acordo com Oliveira et al. (2017), 33% dos danos mencionado são de origem adquirida quanto que 67% são de origem construtiva. Neste aspecto, destaca-se a notoriedade da prestação de serviços de empresas licitantes com mão de obra não qualificada, bem como a aquisição de material com baixa qualidade. Sendo assim, a população sofre esses prejuízos direta e indiretamente decorrentes das aplicações insuficientes das normas existentes em nosso país (MORO, 2018).

Em detrimento da grande relevância do revestimento cerâmico na construção civil, estando este diretamente ligado à aderência e ao comportamento diferenciado entre cada camada desse sistema aos esforços de natureza mecânica, química, física, biológica, das ações das intempéries ou no decorrer do tempo (SILVA, 2014). Diante desse cenário, observa-se a necessidade de debater e difundir mais no meio acadêmico da UFPA (Campus Tucuruí), sobre o tema abordado neste trabalho, para que possa ser executado projetos de revestimentos de fachadas que garanta maior vida útil e segurança aos usuários.

Uma pesquisa realizada pela ANFACER aponta que no ano de 2021 no Brasil foram fabricados cerca de 219,5 milhões m<sup>2</sup> e 25,5 milhões m<sup>2</sup> de revestimentos cerâmicos destinados, respectivamente, para paredes e fachadas, relevando a alta notoriedade desse tipo de material na sociedade. Entretanto, a cerâmica quando aderida, em especial, na fachada tende a apresentar manifestações patológicas muito precocemente (ALTHOF, 2021).

Em concordância a isso, Alves (2010) constatou, a partir de uma abordagem estatística de seu estudo, que as fachadas apresentaram a maior frequência de problemas patológicos quando comparado com outros elementos do edifício. Neste aspecto, a correção da execução desse tipo de serviço abrange a qualificação da mão-de-obra e possibilita uma redução de custos e de impactos construtivos.

Outro fato que corrobora para este estudo, diz respeito a influência do clima da cidade de Tucuruí em relação a deterioração precoce dos revestimentos cerâmicos externos, sendo este predominante tropical tipo quente e úmido, com estações de seca e de chuva ao longo do ano (SEPOF, 2011). Para Barros e Sabbatini (2001, p. 10) recomenda-se considerar nas fachadas as solicitações como clima predominante na região e intensidade pluviométrica, a fim de que possam ser especificados os materiais e as técnicas de execução compatíveis com as mesmas.

Tal fato, é detalhado nos estudos de Gnipper e Mikaldo Jr. (2007), segundo os autores as principais causas das manifestações patológicas é de origem endógena durante ocupação, ou seja, originadas por fatores inerentes à própria edificação em virtude de erros atrelados a ação antrópica: falhas decorrentes de projetos (36% a 49%), falhas de execução (19% a 30%), de componentes (11% a 25%) e de utilização (9% a 11%).

Diante dessa realidade é de fundamental importância a colaboração de estudos dos danos intrínsecos nos revestimentos das fachadas das escolas públicas do município de Tucuruí-PA. Tendo em vista que através desse tipo de análise, por meio desse estudo de caso, esta pesquisa tende a contribuir na interpretação dos parâmetros de edificações escolares como grau de riscos, qualidade do material empregado, principais vícios construtivos, custo com a reestruturação do ambiente, servindo assim, como indicador de alerta para os agentes responsáveis quanto às fiscalizações das obras locais.

Sob o mesmo ponto de vista, considerando o surgimento das manifestações patológicas no revestimento cerâmico na “Creche Menino Deus” em oferecer riscos de ocorrer graves acidentes aos usuários do espaço, como também na funcionalidade, no conforto e na estética da creche, isto instigou o interesse pelo presente estudo das principais anomalias constatada em visita técnica, bem como sugerir possíveis ações mitigadoras com efeito de sanar a problemática estudada. Além disso, tratando-se de obras públicas é, também, primordial conhecê-las com o objetivo de preveni-las em outras edificações da mesma natureza.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 OBRAS PÚBLICAS

Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU, 2009), considera-se obra pública toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. É válido ressaltar, que ela pode ser executada de forma direta, quando a obra é feita pelo próprio órgão ou entidade da administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação. A origem de uma obra pública está vinculada a necessidade da população em obter um bem; seja na construção de uma estrada, de uma ponte, de uma creche ou de uma rede de abastecimento de água (BORGES, 2016).

Visando ampliar e garantir o acesso da comunidade infantil nos ambientes escolares, bem como a melhoria da infraestrutura física da rede de Educação Infantil, em 2007, o Governo Federal criou o Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância), uma das ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) do Ministério da Educação destinado aos Municípios e ao Distrito Federal. Estima-se que no ano de 2019, esse programa repassou aproximadamente R\$ 33 milhões, atendendo 114 municípios, 74 novos estabelecimentos e 12.458 matrículas (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2022).

Diante desse cenário, surge a necessidade de fiscalizar o processo de execução e qualidade das instituições educacionais. Para Borges (2016), apesar do rigor da legislação, e da atuação de órgãos de controle interno e externo, não é rara a constatação de graves irregularidades, observadas em empreendimentos com recursos públicos. O problema vai além disso, para Moro (2010), às irregularidades das obras públicas no país implica diretamente na qualidade das mesmas e gera problemas mais graves para a população.

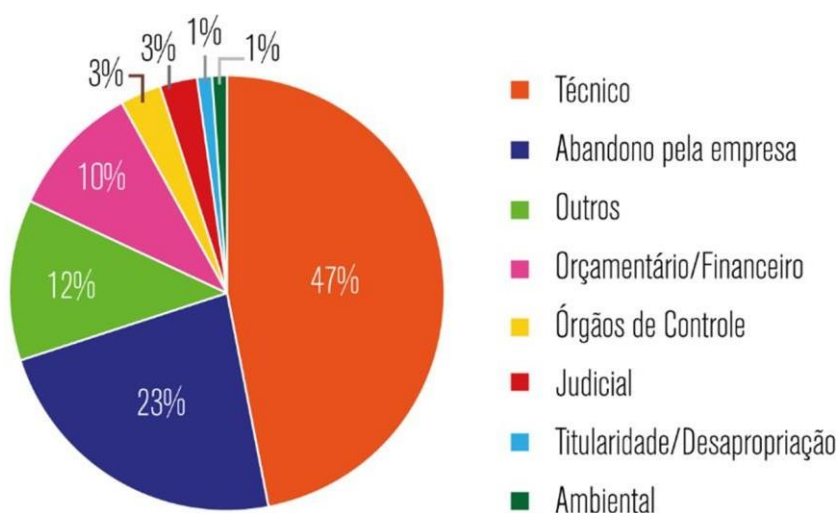
Muito embora não seja possível quantificar precisamente o montante de recursos públicos inadequadamente empregado em cada tipo de irregularidade relacionada à execução de obras públicas no Brasil, é evidente que um dos maiores problemas nas construções financiadas pelo estado é aquele relacionado à qualidade das mesmas. Obras construídas com má qualidade apresentam pouca durabilidade, oferecem riscos à população, frequentemente provocam acidentes que implicam indenizações a serem pagas com recursos públicos e demandam novos investimentos em curtos prazos (MORO, p.9, 2010).

Tendo em vista isso, o Brasil adotou diversos programas para cessar tais danos, entre eles, com base em alerta emitido pelo TCU, no distante ano de 1995 o Senado Federal criou a Comissão Temporária de Obras Inacabadas. Sob a presidência do então Senador Carlos Wilson, a comissão detectou existirem 2.214 empreendimentos paralisados já naquela época (GUIDI, 2020). A respeito disso, no ano de 2019, foram analisadas mais de 30 mil obras públicas financiadas com recursos federais. Destas, mais de 30% foram consideradas como paralisadas ou inacabadas. O que corresponde a quase 20% do investimento previsto (TCU, 2019).

A respeito desse tema, o estudo de Ricci (2013) permitiu constatar, por um lado, que a eficácia da implantação do Programa Proinfância, tem sido comprometida pela escassez da estrutura organizacional de muitos municípios. Para Borges (2010) no Brasil é recorrente problemas como fraudes em licitações, emprego de materiais de baixa qualidade, uso de técnicas inadequadas, obras paralisadas ou inacabadas, e há, superfaturamento de preços e pagamentos por serviços não realizados e materiais não empregados.

Para melhor entendimento a respeito disso, em 2019, houve a criação do Cadastro Geral de Obras Públicas integrando as bases de informação com vista a garantir maior transparência e confiabilidade das informações sobre recursos federais destinados a obras públicas. Gráfico 1, ilustra os principais motivos para a paralisação das obras, destacando-se as causas técnicas com o percentual de 47%, seguida por 23% relacionado ao abandono por parte da empreiteira.

Gráfico 1 - Causas abandono das obras públicas Federais



Fonte: Adaptado da TCU, 2019

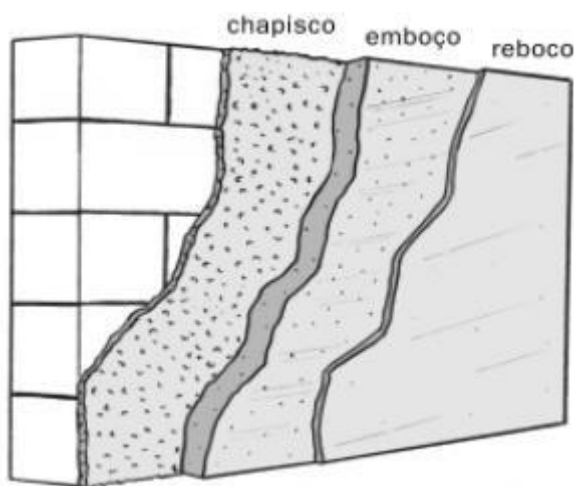
### 3.2 SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERNO - RCE

De acordo com a Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP, 2018) entende-se como sistema de revestimento o material de acabamento aplicado sobre a construção bruta (alvenaria, estrutura, entre outros) com cuja a principal função é resguardar a base e a estrutura da ação direta dos agentes agressivos contribuindo para o isolamento termoacústico e a estanqueidade à água e aos gases.

Em continuidade, para melhor entendimento, o sistema de revestimento divide-se em dois: os argamassados e não argamassados. Os revestimentos argamassados são tecnologias construtivas que, na sua essência, remontam seu uso desde a Idade Média, com argamassa proveniente da mistura de cal e areia (CEOTTO et al., 2005, p.7). Estes têm como características os procedimentos tradicionais da aplicação de argamassas sobre as alvenarias e estruturas (ZULIAN, 2002, p.2).

Ainda sobre os revestimentos argamassados, é válido ressaltar que usualmente a mesma pode ser aplicada na alvenaria ou base em camada dupla ou única e desempenhar diferentes funções conforme a Figura 1. No caso de apenas camada única ela deve cumprir as duas funções: regularização da base e acabamento. Já na camada dupla, é usado argamassas com propriedades diferenciadas, adequadas ao cumprimento das funções específicas (LEGGERINI; AURICH, 2000).

Figura 1 - Camada de revestimento argamassado



Fonte: Adaptado de Comunidade da construção, 2013

Tratando-se dos não argamassados, são revestimentos de paredes, constituídos por outros componentes de matéria-prima como o natural ou artificial, sobreposto no emboço de regularização, com argamassa colante ou estruturas especiais de fixação (ZULIAN, 2002, p.8 e p.9). Os mais usuais são:

- a) Revestimento cerâmico;
- b) Revestimento de pastilhas de porcelana;
- c) Revestimento de pedras naturais;
- d) Revestimento de mármore e granitos polidos;
- e) Revestimento de madeira;
- f) Revestimento de plástico;
- g) Revestimento de alumínio.

### 3.2.1 Base ou substrato

São elementos de um edifício convencional, combinado da estrutura de concreto armado e a alvenaria de vedação, sendo que esse último é composto, comumente, por tijolos e blocos (MACIEL et al., 1998). Neste sentido, é evidente que ao depender do tipo de base de aplicação, a propriedade do revestimento de argamassa pode variar.

A ABNT NBR 13529:2013, apresenta uma definição do referido, como sendo a parede ou teto constituídos por material inorgânico, não-metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado. Do mesmo modo, Fantine (2010, p.14), afirma que é o componente de sustentação dos revestimentos cerâmicos, podendo ser composto de alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, no caso de edificações com estrutura convencional.

### 3.2.2 Chapisco

De acordo com Manual de Revestimento da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2002), caracteriza-se como chapisco a região de preparo da base, composta da combinação do cimento, areia e aditivos, sobreposta de maneira contínua ou descontínua, a fim de homogeneizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Uma outra definição é encontrada na ABNT NBR 13529:2013, na qual o caracteriza como sendo uma camada de preparo da base ou substrato, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Marciel *et al.*, (1998, p.30), ainda acrescenta que o mesmo serve para regularizar a absorção da base e melhorar a aderência. Sendo que o mesmo deve sempre ser aplicado nas fachadas e nas superfícies de concreto, de acordo com as especificações do projeto. Os autores ainda completam que existe 3 tipos de chapisco: o tradicional, o industrializado e o rolado.

### 3.2.3 Emboço

De acordo com a ABNT NBR 13529:2013, defini-o como sendo uma camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final.

Fantine (2010, p.14), o caracteriza como sendo uma camada de regularização, podendo essa camada ser ausente, pois em alguns casos a placa cerâmica é assentada diretamente na alvenaria ou em outras superfícies. Esta camada deve proporcionar uma maior resistência mecânica, trabalhabilidade, aderência, durabilidade e capacidade de absorver deformações.

Em concordância, Toledo (2007, p.23) classifica o mesmo como um integrante de argamassa mista constituída de aglomerantes (cimento e cal hidratada) e agregado miúdo (areia média com  $2,4 \leq \text{Módulo de finura} \leq 3,3$ ). Tem como função regularizar a base (alinhamento, prumo) e servir de suporte para o assentamento da cerâmica nas fachadas.

### 3.2.4 Camada de fixação

De acordo com Barros e Sabbatinni (2001, p. 2), a finalidade da camada de fixação é assegurar a aderência necessária entre o emboço e os componentes cerâmicos. Tratando-se da execução em superfície vertical, pode ser usada argamassas colantes ou colas. A principal diferença entre as duas está vinculada quanto à espessura e a capacidade de aderência em bases não porosas.

De acordo com Campante e Baía (2003, p.19-20) afirmam que as argamassas colantes são os materiais mais utilizados para esse fim, devido às vantagens de produtividade e economia em relação à argamassa dosada em obra. Esta por sua vez é um produto industrializado, 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, especialmente, no assentamento de placas cerâmicas para revestimento (NORMA ABNT NBR 13.755:2017).

A camada de fixação, é de extrema relevância para o revestimento cerâmico, uma vez que quando o limite de resistência a aderência vinculado é superado, naturalmente surgem

manifestações patológicas como deslocamentos ou movimentação da peça na camada de regularização.

### 3.2.5 Argamassa de assentamento dosada em obra

Popularmente chamada de argamassa convencional ou argamassa artesanal, é o tipo de argamassa de assentamento mais utilizada na construção (CARVALHO, 2022). Sua composição é dada pela mistura do cimento, cal, areia e água; sendo facultativo o acréscimo de aditivos de acordo com as características desejadas. A variabilidade do desempenho das argamassas produzidas em obra é a variabilidade do seu único insumo não industrializado, a areia (CEOTTO et al., 2005, p.17)

A amostra deve consistir na quantidade de argamassa preparada com um saco de cimento, quantificando os outros componentes em função do traço escolhido para a aplicação pretendida (ABNT NBR 13281:2005). A argamassa convencional é preparada através do amassamento manual ou mecânico, até atingir a homogeneidade. O amassamento manual se dá através de ferramentas usuais de construção como inchadas e pá conforme a Figura 2b, já o amassamento mecânico se dá através da utilização da betoneira, veja a Figura 2a.

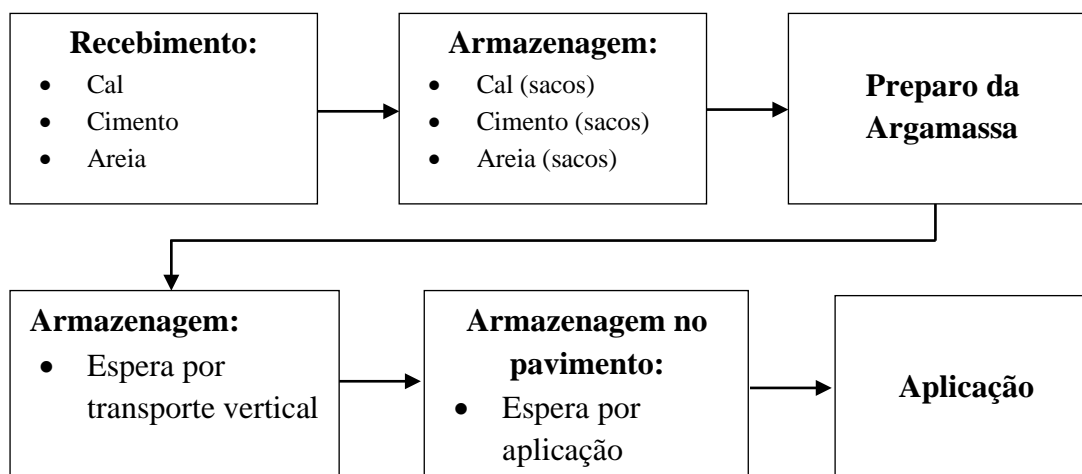
Figura 2 – a) Preparo mecânico de argamassa b) Preparo manual de argamassa



Fonte: Adaptado de Freitas, 2017

Em relação ao armazenamento dos materiais, o cimento e a cal devem ser sempre armazenados, protegidos de intempéries e em local de fácil acesso. Os agregados devem ser estocados em baias cujos pisos devem ser preferencialmente cimentados e separados em função de cada tipo de material. O fluxograma (Figura 3) representa o passo a passo da produção da argamassa produzida em obra.

Figura 3- Fluxograma para argamassa produzida em obra



Fonte: Adaptado de Manual de Revestimentos, 2002

Outro ponto relevante, trata-se da relevância dentro da construção civil a despeito da adesão do controle tecnológico, sendo capaz de prever e prevenir em uma obra o surgimento de anomalia, riscos e acidentes. Neste contexto, Junior (2020) destaca que a realização de ensaios prévios e de controle permite avaliar o desempenho de cada etapa em um sistema de revestimento, somado com um controle de qualidade rigoroso dos materiais utilizados nas etapas construtivas, auxilia a minimizar a ocorrência de manifestações patológicas decorrentes na vida útil das obras (JUNIOR, 2020).

Tendo em vista isso, pode-se destacar que a busca pelo entendimento e conscientização em relação à maneira correta de produção do material cimentício, torna-se o primeiro passo para minimizar o surgimento das problemáticas relacionado a construção. Assim sendo, como forma de contribuir, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) instituiu em 2010 o “Selo da Qualidade ABCP” para as empresas associadas ou não da ABCP que fábrica cimento Portland, criado para avaliar a conformidade dos cimentos com as normas técnicas brasileiras vigentes.

### 3.3 ANOMALIAS NO REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERNO

Segundo Luz (2004), as manifestações patológicas nos sistemas de revestimento cerâmico externo (RCE), são caracterizadas pela deterioração em parte ou todo o sistema. Desse modo, o autor aponta que existem dois níveis de manifestações, as que não geram riscos ao usuário e as que geram riscos ao usuário, que para este último caso é a ocorrência do destacamento de uma placa cerâmica da fachada.

De acordo com Campante e Baía (2008), afirmam que em algum momento da vida útil de uma edificação surgirá manifestações patológicas, devido a perda do desempenho previsto de uma determinada região da edificação. Ainda segundo, Campante e Baía (2008), as anomalias nos revestimentos cerâmicos podem ocorrer na fase de projeto ou na execução, onde no primeiro caso está intrínseco às escolhas dos materiais incompatíveis ou a desconsideração das interações dos componentes do revestimento pelo projetista - no segundo caso, relacionam a mão de obra não qualificada, ou o processo de produção não é controlado.

Assim, diante de diversas formas de abordagem e tratamento das manifestações patológicas incidentes sobre sistemas de revestimento de fachada, Pedro et al. (2002 *apud* ANTUNES, 2010) as classifica conforme suas origens em:

a) Congênitas - originárias da fase de projeto, em função da não observância das Normas Técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, resultando em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos.

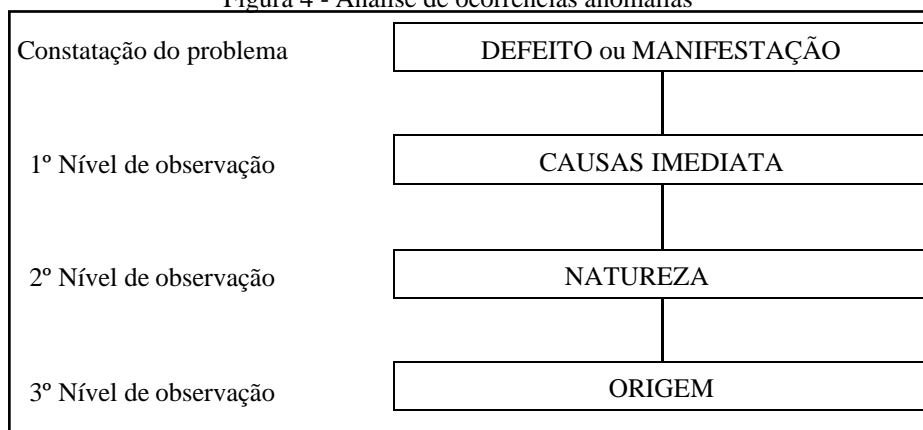
b) Construtivas - Às quais estão relacionadas à etapa de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra não qualificada, bem como produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças.

c) Adquiridas – Estas manifestações patológicas surgem ao longo da vida útil dos revestimentos que são expostos a intempéries naturais, ou decorrentes da ação humana.

d) Acidentais – São manifestações patológicas resultantes de algum fenômeno atípico que provocam ações de esforços de natureza imprevisível.

Desta forma, aponta-se algumas manifestações patológicas nos revestimentos cerâmicos, tais como os destacamentos de placas; as trincas, gretamento e fissuras; as eflorescências e deterioração das juntas. Esses danos são preliminarmente notados, conforme descreve Campante e Baía (2008), (Figura 4).

Figura 4 - Análise de ocorrências anomalias



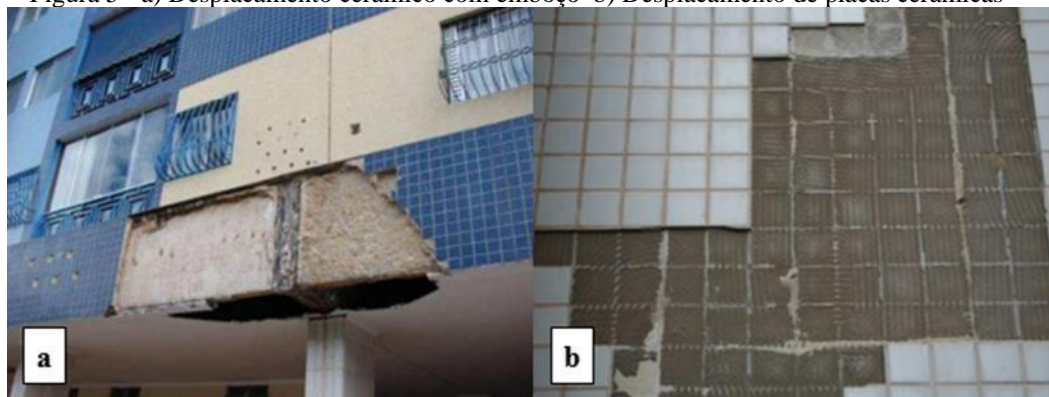
Fonte: Adaptado de Campante e Baía, 2008

Antunes (2010), afirma que a manifestação patológica está ligada à combinação de vários fatores que vão se acumulando ao longo da vida útil da edificação, ou seja, não se restringe apenas uma causa. Este efeito conseqüentemente resultará em danos de maior proporção que se torna inviável seu reparo.

### 3.3.1 Destacamento de placas cerâmicas

Essa anomalia, segundo Antunes (2010), considera que havendo queda de placas cerâmicas com ou não argamassa de assentamento ou mesmo parte do emboço, denomina-se de deslocamento (Figuras 5a e 5b), pois há o deslocamento do sistema de revestimento. Para a autora, a recuperação deste tipo de dano se torna onerosa, uma vez que exige remoção total do revestimento na área afetada, além do mais, é um serviço trabalhoso, como também os cuidados especiais são redobrados para que não haja ruína do substrato/base.

Figura 5 - a) Desplacamento cerâmico com emboço b) Desplacamento de placas cerâmicas



Fonte: Adaptado de Antunes, 2010

Diante do problema em epígrafe, Sabbatini e Barros (2001, p.27) explicam que quando surgem tensões maiores que a capacidade de aderência das ligações entre as camadas que compõe o sistema de revestimento, ocorrem, portanto, as falhas ou rupturas na interface dessas camadas denominando-se como deslocamento por perda de aderência. Neste sentido, Sabbatini e Barros (2001, p.27) apontam a instabilidade do suporte, à fluência do concreto armado, às variações hidrotérmicas e de temperatura, como causas mais importantes para o efeito de deslocamento.

Por outro lado, também mencionam outras possíveis causas que são fatores não considerados na execução da obra como, grau de solitação do revestimento; às características das juntas de assentamento e de movimentação; ausência de detalhes construtivos; especificação dos serviços de execução; imperícia ou negligência da mão-de-obra; utilização

de adesivo com prazo de validade vencido; fixação dos componentes cerâmicos após o vencimento do tempo de abertura da argamassa colante; impurezas nas superfície de contato (base-regularização-componente cerâmico).

Medeiros e Sabbatini (1999) destacam em suas pesquisas, que o deslocamento de RCE é uma das anomalias mais críticas, notadamente devido à queda de placas ou partes das camadas do sistema oferecer graves riscos de acidente. Por meio da pesquisa de Medeiros e Sabbatini (1999), foi possível analisar que esse tipo de manifestação patológica ocorreu com mais intensidade nos primeiros e últimos andares, nas regiões de deslocamento estrutural mais intenso (como os balanços) e nas fachadas mais solicitadas por insolação, como também a falta de reforço no substrato.

O RCE segundo a ABNT NBR 15575:2013 possui no mínimo 40 anos de vida útil de projeto (VUP), 50 anos de limite intermediário e 60 anos de limite superior. A norma também sugere valores de VUP para cada elemento da fachada (como esquadrias, vidros, pintura, revestimento aderido e não aderido, impermeabilização dos rejuntas). Para revestimento externo aderido, recomenda VUP mínima de 20 anos e máxima de 30 anos. E ainda sugere prazo de garantia para os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE) de cinco anos de segurança e integridade.

### 3.3.2 Trincas

Para Sabbatini e Barros (2001), entende-se por trinca como a ruptura no corpo da peça a qual está submetida a esforços que resultam na separação das partes, dando origem a linhas estreitas que configuram o grau de sua abertura, sendo que, em geral, apresenta-se com dimensões superiores a 1 mm. Essa manifestação pode surgir localizadas ou até mesmo generalizada nos panos de revestimento cerâmico, podendo ocorrer nas direções verticais, horizontais ou diagonais. No Quadro 1, são relacionadas as possíveis causas dessa anomalia.

Quadro 1 - Possíveis causas atribuídas as trincas

Dilatação e retração da cerâmica	Variação térmica ou de umidade na placa cerâmica, gerando tensões internas.
Deformação estrutural excessiva	Efeito que transfere parte das tensões para o revestimento cerâmico que levam o aparecimento de trincas.
Ausência de detalhes construtivos	Ausência de vergas e contravergas em aberturas; as pingadeiras em janela e platibanda e juntas de movimentações dos revestimentos
Retração da argamassa convencional	Efeito de retração da argamassa, pela secagem, promove aperto no corpo cerâmico resultando em tensões que torna a superfície da face convexa e tracionada.

Fonte: Adaptado de Sabbatini e Barros (2001)

Thomaz (1989), afirma também que as trincas são originadas dos fenômenos de sobrecarga excessiva; deformação estrutural, retração da argamassa, alterações químicas dos elementos construtivos, recalques diferenciais na fundação, assim como, as movimentações térmicas e higroscópicas. Outro ponto destacado por Thomaz (1989) é que as trincas além de se apresentar como um dano estético, também se torna um indício de um eventual dano maior, como por exemplo, o colapso de estrutura.

Perante o exposto, destaca-se que as trincas analisadas neste estudo não ocorre nas placas cerâmicas, tampouco na junção destas (área de rejunte), mas na interface do emboço e substrato, conforme registradas por fotografia nas regiões que estão acometidas por essa manifestação patológica

### 3.4 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

No estudo de Pacheco (2016), a autora afirma que para identificar as manifestações patológicas é preciso realizar inspeções que possam quantificar e qualificar as anomalias avaliadas. Neste panorama, a autora também destaca que não existe uma metodologia normatizada para inspeções prediais que possibilite a quantificar e mensurar adequadamente as

manifestações patológicas. Porém, ressalta que existem algumas diretrizes nacionais que norteiam os profissionais na execução das vistorias.

Por exemplo, o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), elabora normas de inspeção predial, entretanto, as normas do IBAPE têm somente teor pericial, com ênfase investigatório, ou seja, em suas apurações não fazem diagnósticos das manifestações patológicas, tampouco possuem um rigor quanto ao uso de uma metodologia de procedimentos de inspeção.

Posto isso, em algumas cidades brasileiras existem leis que obrigam a execução de inspeções prediais periódicas com a finalidade de avaliar o grau de risco à segurança dos usuários. Além do mais, existem algumas normas técnicas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no país, relacionadas à integridade das edificações, como também inspeções prévias do material argamassado utilizado, as quais atuam conjuntamente (Quadro 2):

Quadro 2 - Normas técnicas nacional mais usuais

<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
NBR 15575:2013	Aborda os critérios e níveis de desempenho para os sistemas das edificações.
NBR 14037:2014	Detalha como deve ser o manual fornecido pela construtora na entrega da obra.
NBR 13752:1996	Especifica os critérios e procedimentos de uma perícia de engenharia na construção civil.
NBR 13276:2016	Especifica um método de determinação do índice de consistência da argamassa a ser utilizada.
NBR 13279:2015	Estabelece o método para determinação da resistência à tração na flexão e da resistência à compressão de argamassas

	para assentamento e revestimento de paredes e tetos, no estado endurecido.
NBR 3277:2005	Prescreve o método de determinação da retenção de água em argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos.
NBR 13278:2005	Estabelece o método para determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado em argamassas no estado fresco.
NBR 16280: 2022	Trata da gestão de controle de processos, projetos, execução e segurança em reformas de edificações, em áreas tanto comuns quanto privadas.
ABNT NBR 5674: 2012	Estabelece critérios para a implantação de um programa de manutenção corretiva e preventiva nas edificações.

Fonte: Autores, 2022

Há, no Brasil, pesquisas em desenvolvimento que buscam entender os mecanismos de degradações que ocorrem nas fachadas e seus respectivos danos. Por exemplo, o estudo de Souza (2016), consolidou a metodologia de Silva (2014), através do parâmetro, Fator Geral de Danos - FGD, o qual é um dos modelos de quantificação da degradação e estimativa de vida útil.

## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Primeiramente, é válido ressaltar que a pesquisa na “Creche” foi realizada entre o período de 08 de dezembro de 2021 e 18 de abril de 2022. Neste intervalo, às aulas presenciais estavam suspensas em virtude das medidas de afastamento social para conter o avanço do Sars-CoV-2, coronavírus, como também, paralisada para reforma. Contudo, aplicou-se um questionário APÊNDICE A (p. 74) junto a atual diretora da unidade educacional (2022.1), elencando as diversas problemáticas da infraestrutura do local, além dos danos relacionado ao RCE.

Neste aspecto, tendo o conhecimento das problemáticas relatadas, principalmente, as relacionadas ao revestimento cerâmico de fachada, o presente estudo foi limitado em analisar duas manifestações patológicas: o deslocamento cerâmico e trincas, sendo estas as mais incidentes. Destaca-se também o planejamento e cronograma de reforma apresentada pela prefeitura, então para coletar as amostras em tempo hábil não foi possível mapear cautelosamente outras possíveis anomalias existente.

No sentido de analisar as manifestações patológicas incidentes em sistema de revestimento cerâmico que compõe parcialmente as fachadas dos blocos que constituem a edificação da “Creche Menino Deus”, localizada na avenida São Paulo, s/nº, bairro Bela Vista, Tucuruí-Pa. A presente pesquisa foi delineada em 6 etapas, conforme esquematizadas na (Figura 6).

**1ª Etapa:** Foram realizadas visitas nas três unidades de creches municipais, a partir disso, foi selecionada aquela em que se constatou a ocorrência de manifestações patológicas mais grave, ou seja, que necessitava de intervenção imediata.

**2ª Etapa:** Consistiu em levantamento da área de estudo durante as visitas técnicas, no qual por meio de observações visuais averiguou as características construtiva da creche. Em complementação, foi aplicado questionário a fim de levantar o quantitativo de alunos e profissionais que frequentam o espaço diariamente, bem como a existência e frequência das manutenções e reparos.

**3ª Etapa:** Foram localizadas as áreas de ocorrências de danos nas fachadas com auxílio de registros fotográficos.

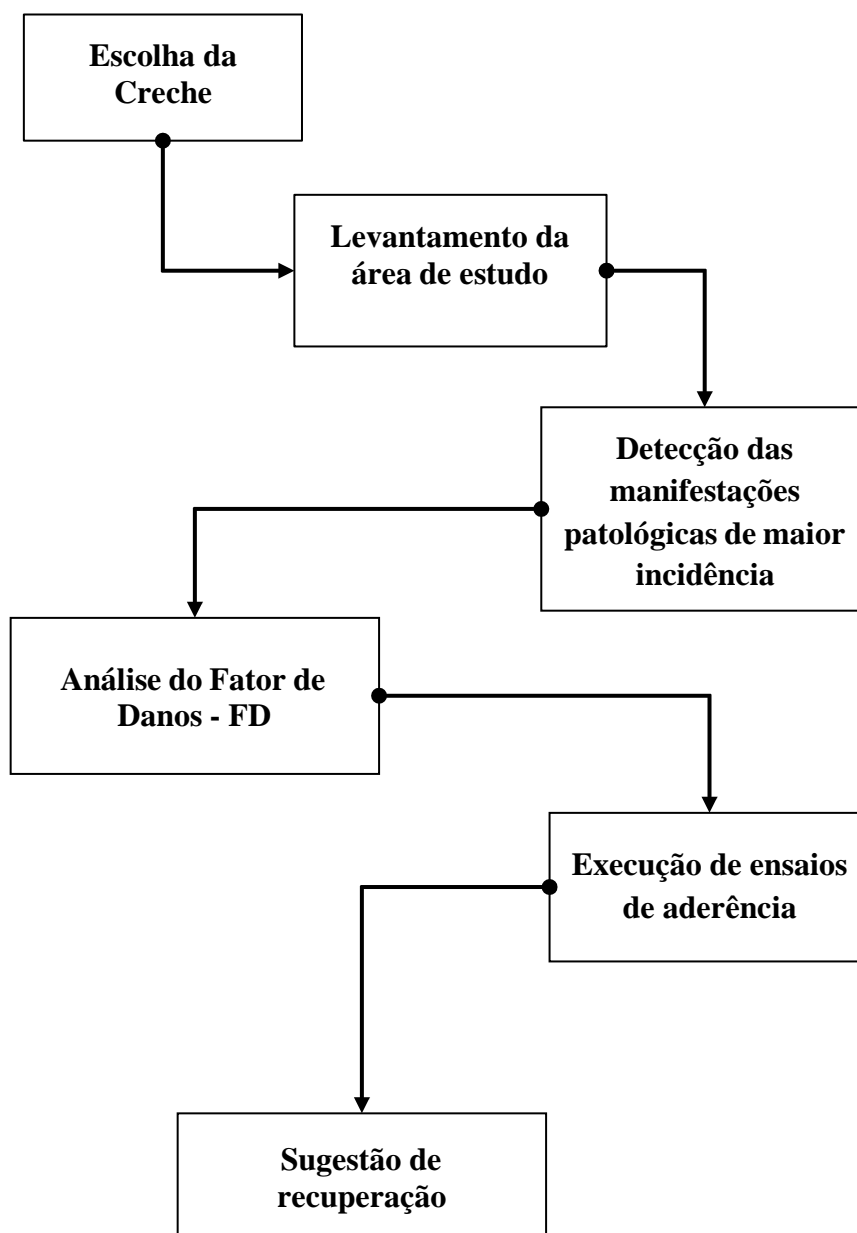
**4ª Etapa:** Determinou-se a quantificação dos Fatores de Danos – FD, conforme método aplicado no estudo de Silva (2014).

**5ª Etapa:** Nesta fase, foi realizado o ensaio determinação da resistência de aderência

de revestimentos cerâmico com placas assentadas com argamassa colante conforme rege a ABNT NBR 13755:2017.

**6ª Etapa:** Sugestão de recuperação do edifício analisado.

Figura 6 - Etapas metodológica da pesquisa



Fonte: Autores, 2022

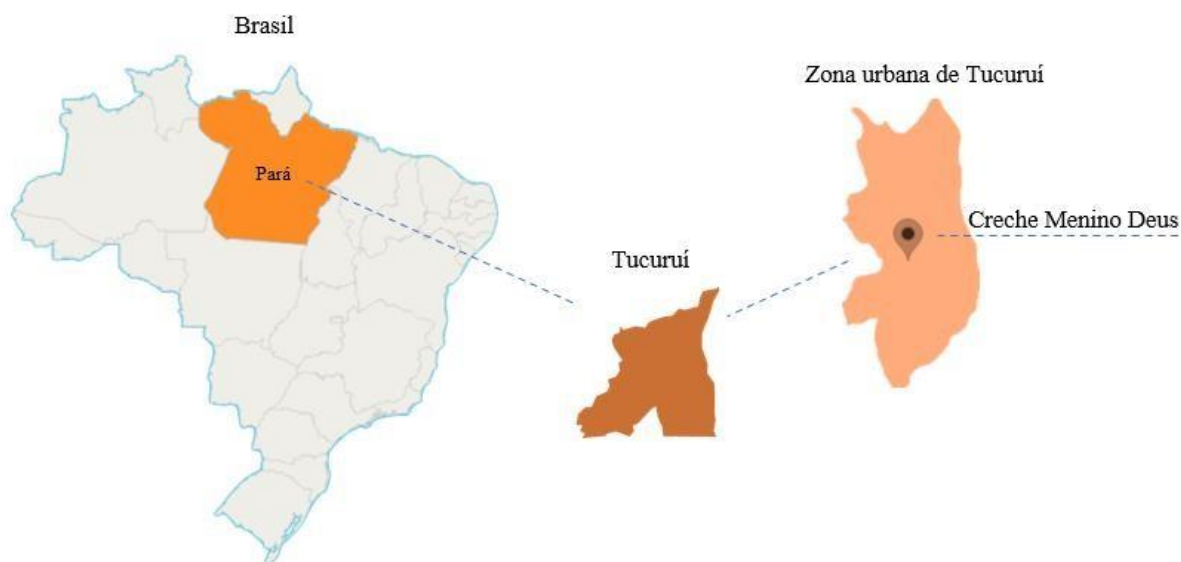
#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A inserção regional de Tucuruí, está localizada na mesorregião sudeste paraense e junto com os municípios de Breu branco, Jacundá, Nova Ipixuna, Itupiranga e Novo Repartimento,

formam microrregião de Tucuruí. A cidade limita-se ainda com os municípios de Baião (ao norte); Novo Repartimento (ao sul); Breu Branco (ao leste) e Pacajá a oeste, (Figura 7), conforme Plano Diretor Municipal de Tucuruí, (PDMT, 2006) (apud IBGE, 2000).

A área territorial do município corresponde a 2. 084, 289 km<sup>2</sup>, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2021). Além disso, possui uma população de 97. 128 pessoas, censo 2010. A sede municipal está situada nas coordenadas geográficas 03°45'21" latitude sul e 49°40'21" longitude oeste, cuja altitude de 42 m em relação ao nível do mar. Tucuruí tem um clima úmido de monção com moderada estação seca, o clima tropical chuvoso, subtipo Am, e ocorrência de precipitação média mensal inferior a 60 mm e temperaturas mínima de 22,10 °C; máxima de 32,5 °C com média anual de 26,4 °C.

Figura 7- Localização da creche Menino Deus



Fonte: Autores, 2022

#### 4.1.1 Particularidades da pesquisa

Tendo em vista que no município de Tucuruí existem três “Creches” públicas (Menino Deus; Menino Jesus e Pequeno Príncipe) ambas localizadas em bairros diferentes e em funcionamento. Neste sentido, buscou-se então, realizar visitas a estas unidades de ensino pré – infantil para averiguar a gravidade de ocorrência de manifestações patológicas nas estruturas de cada edificação. Posto isso, constatou-se que na “creche Menino Deus” apresentou a situação mais crítica de anomalia construtiva (deslocamento cerâmico em região da platibanda), sendo este fator determinante na escolha dessa creche para o desenvolvimento deste estudo.

Por conseguinte, foi realizado o levantamento de algumas informações preliminares da “Creche Menino Deus”, por meio de inspeções visuais, tais como as características arquitetônicas, a tipologia e orientação das fachadas, o nível de exposição a intempéries, o sistema estrutural e construtivo. Outras por meio de documentações como, as especificações e planta arquitetônica do sistema de revestimento de fachada, a idade do edifício, bem como a existência e frequência das manutenções e reparos.

Desta feita, realizou-se vistorias “*in loco*” e através de inspeções visuais detalhadas, registros fotográficos das fachadas da edificação, identificou-se que ora o revestimento cerâmico é aderido em região da base da alvenaria de blocos cerâmicos, ora aderidos em estrutura de concreto armado (vigas e pilares). Além disso, usou-se trenas para conferir algumas dimensões de elementos da edificação (Figura 8a e 8b).

Figura 8- a) Uso de trena manual b) Uso da trena a laser



Fonte: Autores, 2022

#### 4.2 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Nesta etapa, inicialmente, por meio de inspeção visual, analisou-se as condições das fachadas no que concerne a ocorrência do deslocamento cerâmico e/ou trincas, bem como averiguado em quais elementos construtivos predominavam a incidência dessas manifestações patológicas. Para tanto, foram efetuados registros fotográficos das localidades afetadas por alguma ou ambas anomalias em análise, a fim de facilitar o reconhecimento das mesmas.

Antes de quantificar a ocorrência dos danos, primeiramente, identificou-se o posicionamento cardinal da edificação no *Google Earth Pro, 2020* (Figura 9) e por conseguinte determinou-se a orientação cardinal das fachadas da “creche” pela amplitude dos quadrantes (Figura 10), conforme apresentado por Silva (2014).

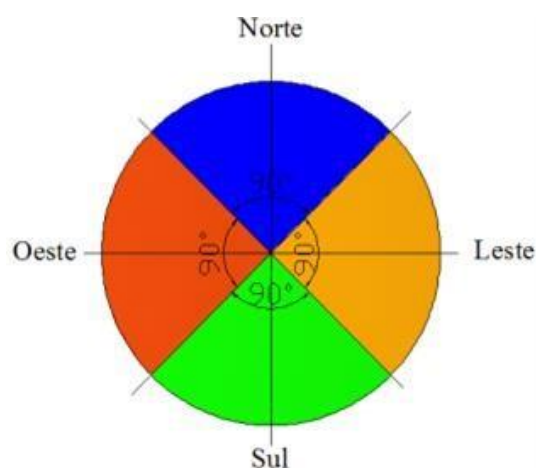
Figura 9 - Orientação cardinal “Creche Menino



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2020

Figura 10 Amplitude dos quadrantes Norte (N), Sul (S), Leste (L) e Oeste (O)

Fonte: Adaptado de Silva (2014)

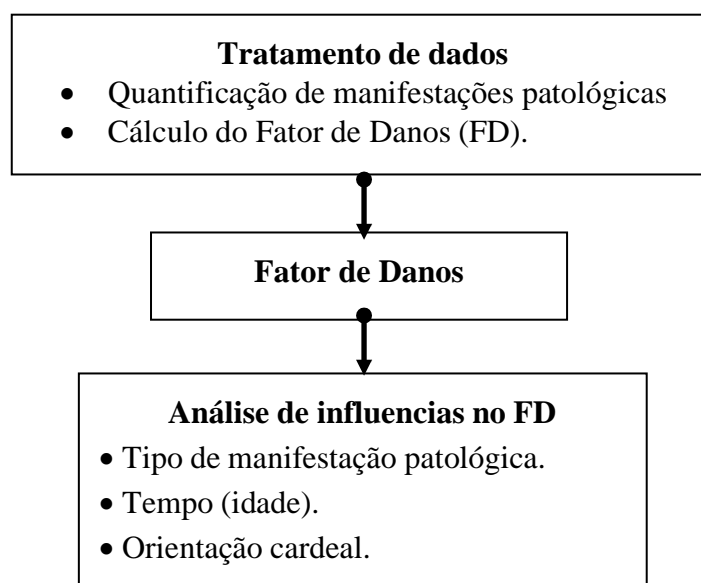


- Orientação Norte: compreendida entre os azimutes  $315^\circ$  e  $44^\circ$ ;
- Orientação Leste: compreendida entre os azimutes  $45^\circ$  e  $134^\circ$ ;
- Orientação Sul: compreendida entre os azimutes  $135^\circ$  e  $224^\circ$ ;
- Orientação Oeste: compreendida entre os azimutes  $225^\circ$  e  $314^\circ$ .

#### 4.3 QUANTIFICAÇÃO DO FATOR DE DANOS – FD

Para mensurar e quantificar a degradação que ocorre nas regiões externas da edificação, mais precisamente nas áreas revestidas de placa cerâmica, recorreu-se ao método proposto por (SILVA, 2014). A autora aplicou este método em seu estudo no qual analisou 12 edifícios em Brasília. Na Figura 11, apresenta-se as etapas do referido método.

Figura 11 - Etapas para o cálculo e análise de FD

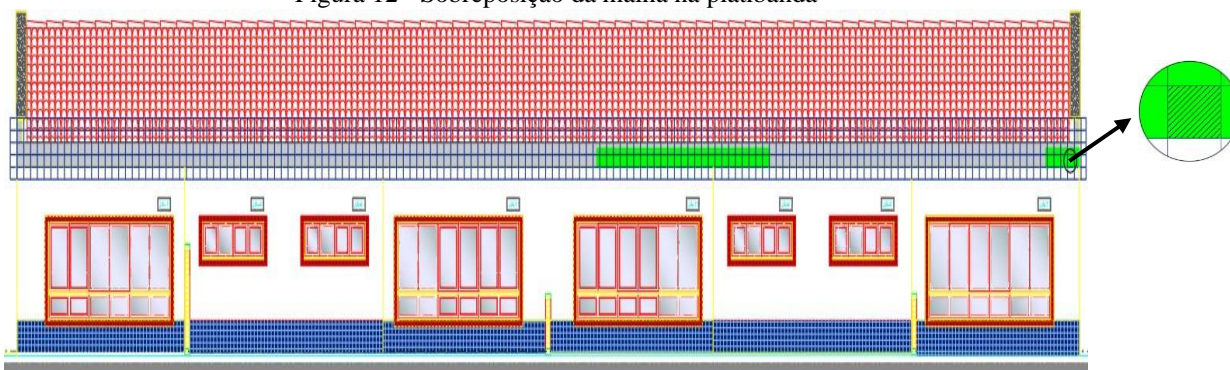


Fonte: Adaptado de Silva (2014)

#### 4.3.1 Quantificação das manifestações patológicas

Nesta etapa, para o procedimento de quantificação das manifestações patológicas deste estudo, elaborou-se no software AutoCad® - 2020, uma malha com área de abertura de 0,04 m<sup>2</sup>, correspondente a (0,20m por 0,20m). Em seguida a malha foi sobreposta nas regiões das platibandas e base das fachadas (Figura 12). Já no estudo de (SILVA, 2014), ela adotou malha de 0,5m<sup>2</sup>, entretanto, neste trabalho adaptou-se a área da malha para 0,04m<sup>2</sup> devido à altura da platibanda, por exemplo, ser menor que 0,5m. Vale destacar que cada malha corresponde a um ponto da anomalia, ou seja, para saber a área do dano, multiplica-se a quantidade de pontos encontrados pela área da malha.

Figura 12 - Sobreposição da malha na platibanda



Fonte: Adaptado de FNDE, 2012

#### 4.3.2 Cálculo do Fator de Danos (FD)

Nesta fase, foram levantadas as áreas das regiões da platibanda e da base da edificação analisadas em vistoria, conforme apresentado no Quadro 3 do APÊNDICE B (p. 75). Desse modo, a análise preliminar de quantificação de área degradada para cada fachada que apresentou danos, aplicou-se o Fator de Dano (FD). Este fator é um índice que relaciona a área de manifestações patológicas em função da área total de fachada em análise (Equação 1), permitindo, portanto, mensurar o primeiro estágio do estado de degradação das fachadas.

$$FD = \frac{Ad}{A} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

*FD* - Fator de Dano da Fachada (%);  
*Ad* - Área de manifestação patológica;  
*A* - Área total da amostra de fachada (m<sup>2</sup>).

#### 4.3.3 Análise da influência do tipo de dano na degradação das fachadas

Nesta etapa, foi determinado o Fator de Danos – FD das duas principais manifestações patológicas deste estudo: Desplacamento Cerâmico e Trincas. Também, calculou-se o FD - Total das ocorrências analisadas em cada fachada. Para tanto, os resultados são apresentados em gráficos de histogramas permitindo mostrar e verificar as intensidades das ocorrências dos FD's das anomalias consideradas no estudo, inclusive do Fator de Danos associado ao total de danos:

1. Fator de Danos de deslocamento cerâmico (FD – DC);
2. Fator de Danos de trincas (FD – TC) e
3. Fator de Danos Total (FD – TOTAL).

#### 4.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A ADERÊNCIA

Este ensaio tem o objetivo auxiliar na identificação da estabilidade mecânica da fachada, fundamentado na ABNT NBR 13755:2017. Nesta norma tem como condições as exigências necessárias para projeto, execução, inspeção e aceitação de revestimentos de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas ou pastilhas assentadas com argamassa colante.

Inicialmente, tomou-se como procedimento inicial a validação da escolha do local na creche para ser ensaiada, tomando como base a característica de umidade local em virtude que a norma ABNT NBR 13755:2017 requisita que o local da pesquisa esteja seco, uma vez que a umidade interfere nos valores e na variabilidade dos resultados.

#### 4.4.1 Teste a Percussão

Em continuidade, todas as placas cerâmicas a serem estudadas foram devidamente analisadas por meio de percussão com instrumento não contundente (cabo de madeira, martelo de plástico duro) à procura de som cavo, como mostra a Figura 13.

Figura 13- Execução do teste a percussão



Fonte: Autores, 2022

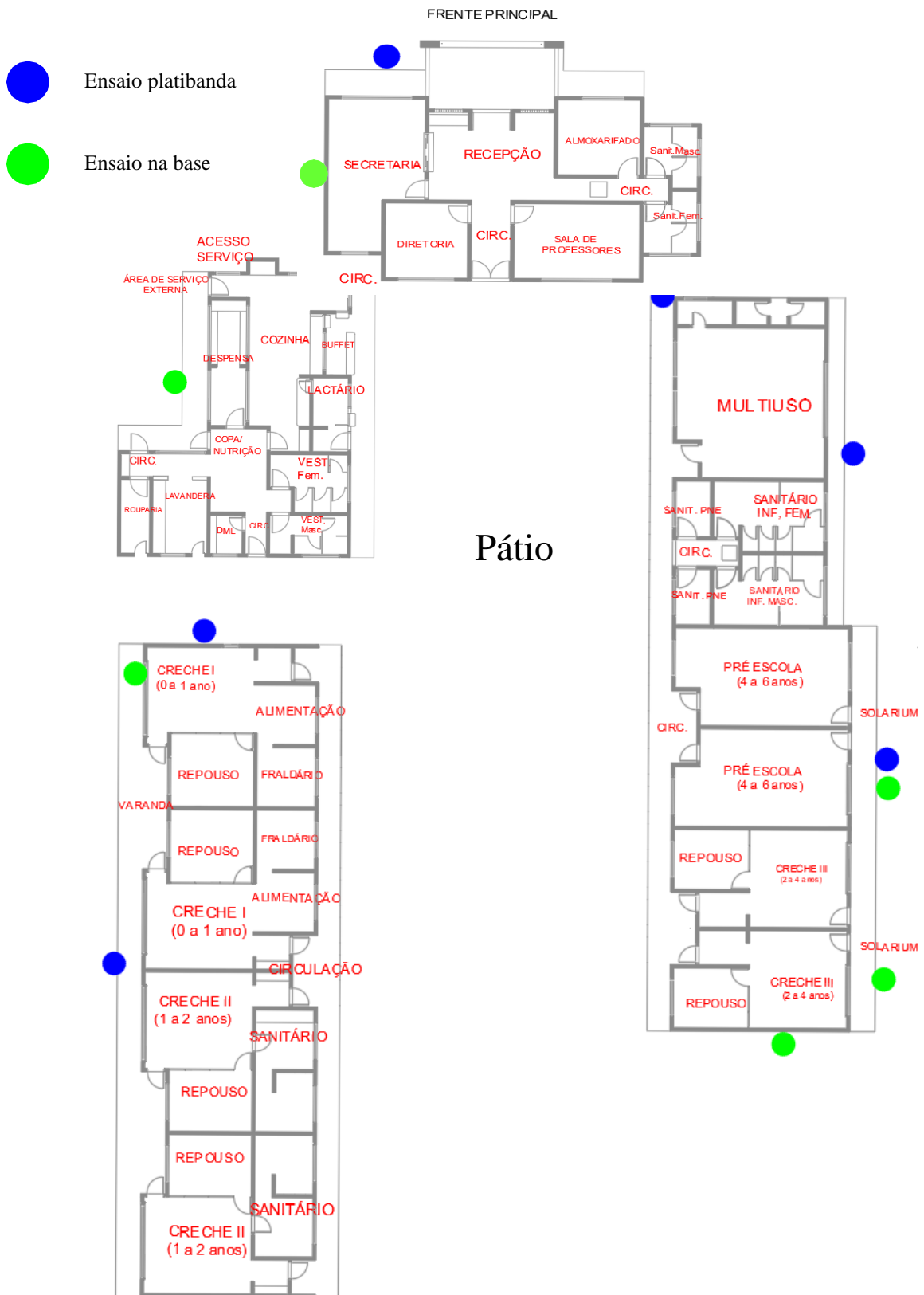
Nesse caso, as regiões que apresentaram som cavo, conseqüentemente, foram consideradas com baixa aderência, neste cenário foram consideradas locais a serem descartados para o ensaio de resistência a aderência conforme determina o item 7.2.3 da ABNT NBR 13755:2017. É relevante informar que não foram levantadas o total de áreas que apresentaram “som cavo”, uma vez que, a investigação foi direcionada apenas para localizar áreas intactas onde pudesse extrair os corpos de prova para que não tivessem resultados falsos positivos.

#### 4.4.2 Locação dos Corpos de Prova

Para a realização desse procedimento, primeiramente, definiu-se as regiões aprovadas a partir do ensaio de percussão. Com isso, alocou-se a região de doze (12) corpos de prova, dando preferência nas fachadas que apresentavam o maior índice de danos, os quais seis foram na

posição da base da edificação e os outros seis na região da platibanda, conforme apresentado no croqui (Figura 14). Além disso, certificou-se e comprovou-se que as cerâmicas aderidas nas estruturas da escola possuíam tempo superior aos 28 dias, uma vez que a "Creche" foi inaugurada em 2012. É válido ressaltar que o posicionamento dos CP's foram postos ao menos de 15 cm de quinas, requadros de janelas, passagem de tubos e qualquer outro elemento que pudesse interferir no resultado.

Figura 14 - Disposição dos corpos de provas



Fonte: Adaptado de FNDE, 2012

#### 4.4.3 Colagem da Pastilha Metálica

Conforme determina o item A.4.4 da ABNT NBR 13755:2017, a colagem das pastilhas metálicas foi executada obedecendo 3 (três) etapas indicadas a seguir:

I) Primeiramente, foram removidas as partículas soltas e a sujeira da superfície da placa cerâmica, como mostra a Figura 15, limpando-a com uma esponja;

Figura 15- Cerâmica com a superfície limpa



Fonte: Autores, 2022

II) Posteriormente, foi assegurado de que a região de colagem da pastilha metálica estava isenta de qualquer resíduo de ensaios anteriores. Por conseguinte, realizou-se o preparo da cola<sup>1</sup> *in loco*, como se observa na Figura 16, e em seguida com uma espátula metálica aplicou-se a cola sobre a pastilha metálica de 10cm x 10cm, onde a espessura da camada de cola não fosse maior que 2 mm.

Figura 16 – Preparo da cola



Fonte: Autores, 2022

<sup>1</sup> Adesivo epóxi de média fluidez - Sikadur Epóxi.

III) Dando prosseguimento, ao fixar a pastilha metálica sobre o revestimento cerâmico, esta foi pressionada manualmente contra o revestimento até ocorrer extravasamento da cola pelas bordas da pastilha e em seguida com removida o excesso da cola com a espátula. A referida técnica tem por finalidade garantir o preenchimento de vazios entre as faces da pastilha e revestimento cerâmico. Por fim, usou-se uma fita crepe para sustentação da pastilha enquanto o processo de cura da cola inicia-se até que se firme a pastilha metálica (Figura 17).

Figura 17 - Fixação da partilha sobre o revestimento

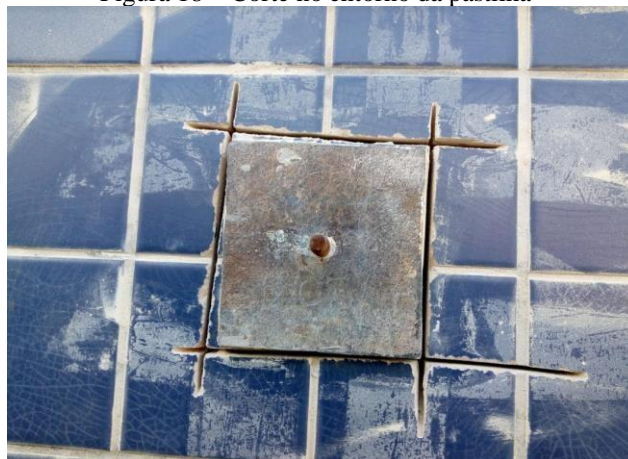


Fonte: Autores, 2022

#### 4.4.4 Corte do revestimento

Logo após um tempo de aproximadamente 24 horas de secagem da cola, realizou-se o corte do revestimento cerâmico com uma máquina elétrica de corte a seco de disco diamantado. Para tanto, a própria pastilha metálica foi usada como guia de corte, ressaltando que o equipamento de corte foi regulado de forma a seccionar o interior do emboço até a base (Figura 18).

Figura 18 – Corte no entorno da pastilha

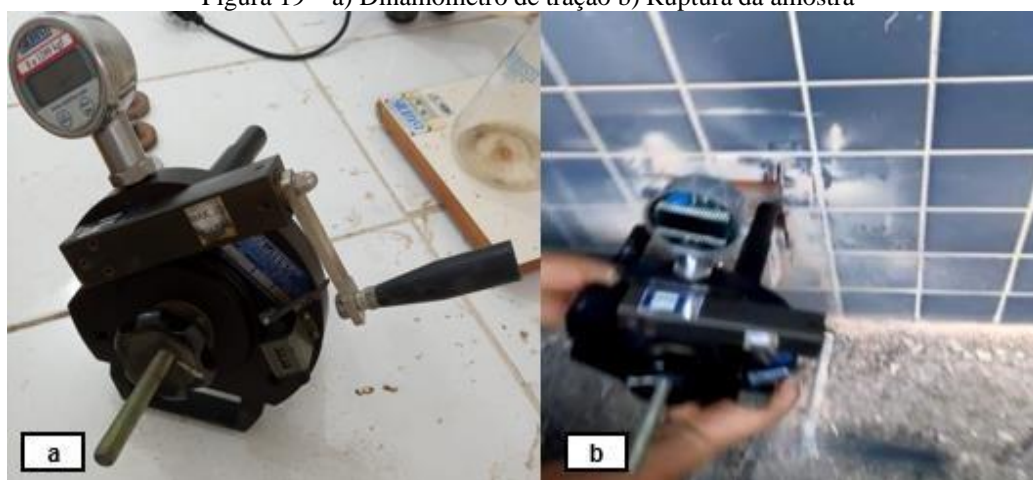


Fonte: Autores, 2022

#### 4.4.5 Ensaio por tração simples

Em continuidade, o aparelho de arrancamento (dinamômetro de tração) dotado de dispositivo para leitura de carga da marca SOLOTEST, foi devidamente inspecionado (Figura 19a) quanto a sua calibragem, atendendo os preceitos definidos no item A.3.1 (ABNT NBR 13755:2017). Após isso, o mesmo foi acoplado na pastilha metálica aplicando-se carga lenta e progressiva de forma ininterrupta e com velocidade de carregamento de  $(250 \pm 50)$  N/s da carga, até a ruptura do corpo de prova (Figura 19b).

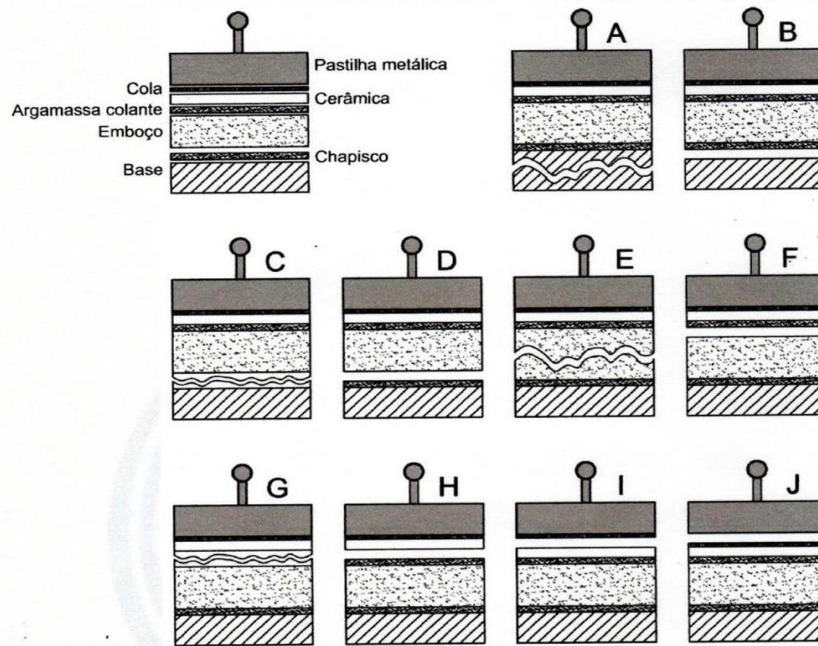
Figura 19 – a) Dinamômetro de tração b) Ruptura da amostra



Fonte: Autores, 2022

A cada ensaio realizado anotou-se em uma planilha a carga de ruptura (em Quilograma-força, convertendo posteriormente em Newton), como também às dimensões de cada corpo de prova extraído (e milímetros), por conseguinte, como determina A ABNT NBR 13755:2017, realizou-se o tratamento dos dados, encontrando desta forma as tensões de ruptura (MegaPascal). Por fim, analisou-se e registrou-se (em porcentagem) a camada ou interface onde ocorreu a ruptura (Figura 20).

Figura 20 - Formas mais comum de ruptura



Fonte: Adaptado da NBR 13755 (2017)

Posteriormente, os resultados obtidos das cargas aplicadas foram calculados a partir da (Equação 2) e tratados estatisticamente no *software Excel* (2016).

$$Ra = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Onde,

$Ra$  - Resistência de aderência (MPa);

$P$  - Carga de ruptura (N);

$A$  - Área do corpo de prova (mm<sup>2</sup>).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

No que se refere à localização da Unidade Municipal de Ensino Infantil Menino Deus (UMEI - CRECHE), está situada na Avenida São Paulo, s/nº, bairro - Bela Vista. A estrutura da creche é constituída de concreto armado, com vedação em alvenaria que internamente possui acabamento é revestida em pintura e face externa parcialmente em pintura e cerâmicas de três tipos de cores (azul-escura, amarela e vermelha) ambas de 20cm x 20cm.

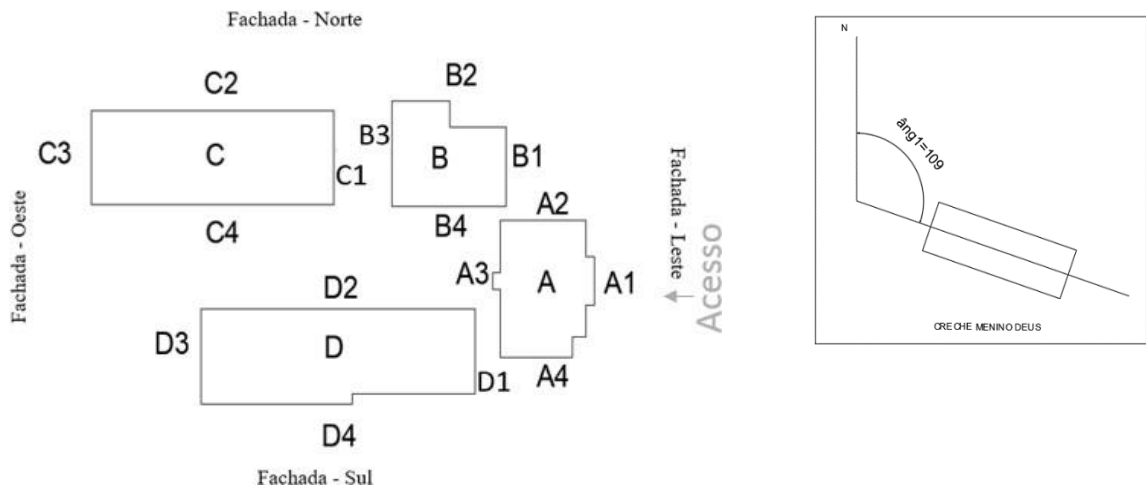
As esquadrias são metálicas com vidros, pisos do tipo “korodur”, com laje armada e forro revestido com gesso, a trama do telhado é composto em madeira de lei com telha cerâmica tipo “plan”. Ainda na escola, o pátio é constituído de pórticos em concreto armado e a trama da cobertura mista em concreto e madeira. Quanto aos ambientes há o bloco administrativo, cozinha, banheiros, berçários I e II, brinquedoteca, maternal I e II, bloco de recreação e urbanização.

Quanta a orientação cardeal, verificou-se que a frente da U.M.E.I. - Creche, está orientada à 109° a partir do eixo norte. Sendo assim, as fachadas foram classificadas da seguinte maneira:

- **Fachada da entrada:** Leste, subdividida nas prumadas A1, B1, C1, D1;
- **Fachada lateral direita:** Norte, subdividida nas prumadas A2, B2, C2 e D2;
- **Fachada posterior:** Oeste, subdividida nas prumadas A3, B3, C3 e D3;
- **Fachada lateral esquerda:** Sul, subdividida nas prumadas A4, B4, C4 e D4.

Com isso, a partir da observação do *layout* da edificação durante as visitas no local, elaborou-se no software AutoCad® (2020) um croqui nomeando as respectivas fachadas de acordo com a divisão dos blocos (Figura 21).

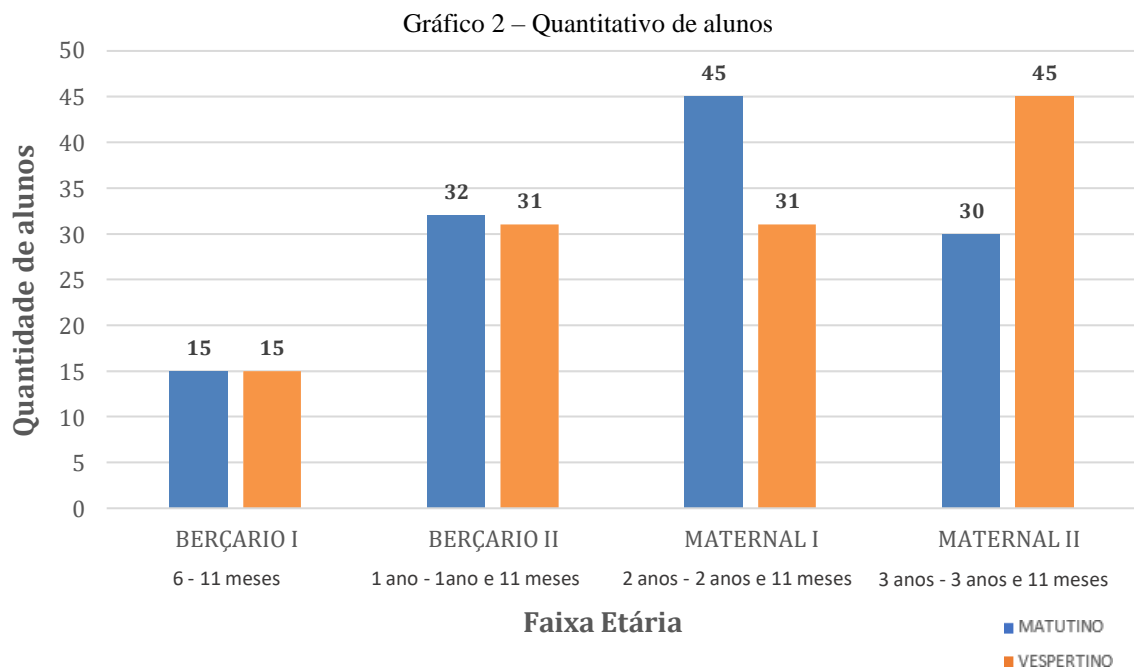
Figura 21 - Croqui esquemático da orientação das fachadas da creche



Fonte: Autores, 2022

Além disso, é importante enfatizar o campo amostral de estudantes da edificação em destaque, tais dados foram coletados através da ficha de entrevista - APÊNDICE A (p. 74). A creche conta, atualmente (2022.1), com um total de 244 alunos matriculados, sendo que esta quantidade faz parte de um conjunto de 2 turnos - matutino e vespertino - e a faixa etária dos mesmos varia de 6 meses a 3 anos e 11 meses de idade, dividindo-se em 4 universo escolar: Berçário I e II, assim como Maternal I e II, como é possível observar no Gráfico 2.

Através dos dados do Gráfico 2, é possível verificar a dimensão da demanda do público



Fonte: Autores, 2022

que requer atenção especial na edificação, nesta perspectiva os dados expõem condições

integras deste edifício, visto que o público dessa escola são pessoas vulneráveis, além do mais, como já comprovado no estudo de Duarte et al. (2011), quando a segurança do edifício de um ambiente escolar está comprometida, pode acarretar diretamente em uma queda no desenvolvimento de aprendizagem dos alunos, assim como insatisfação dos profissionais atuantes, como constatou-se na entrevista.

## 5.2 ANÁLISE DAS INCIDÊNCIAS DOS DESPLACAMENTOS CERÂMICOS E TRINCAS

Mediante as inspeções visuais e os levantamentos fotográficos, foram constatadas as regiões acometidas por uma ou as duas manifestações patológicas concomitantemente (desplacamento cerâmico e/ou trincas), conforme Figuras 22a, 22b, 22c e 22d.

Figura 22 – Dano registrados no edifício



Fonte: Autores, 2022

Na Figura 22a é demonstrada parte da fachada C1 com deslocamento cerâmico, onde o substrato é de concreto armado (viga). Percebe-se que na superfície do substrato não há camada de chapisco, essa falha construtiva faz com que haja diminuição da resistência de aderência entre o emboço e a viga. Já na figura 22b, que representa parte da fachada A3, o deslocamento cerâmico é mais intenso, também podendo ser justificado pela falta da aplicação de chapisco. Além do mais, essa estrutura é uma calha de drenagem pluvial, onde se observou que a camada

de impermeabilizante na parte interna não existia mais, podendo assim, ocorrer infiltração deixando a região mais úmida, agravando a diminuição de aderência.

Tratando-se das Figuras 22c, e 22d, verifica-se concentrações de trincas. Na Figura 22c, também se trata de uma calha, onde se repetiu a deterioração da camada de impermeabilizante. Na Figura 22d, é nítida a propagação da trinca, essa região está voltada para o norte e como se verifica, a anomalia ocorre na interface do emboço e substrato que também é uma viga de borda. Dado isso, infere-se que a provável causa se dá devido ausência do chapisco, como constatado na maioria das fachadas, bem como ser uma região que recebe muita irradiação solar.

Sendo assim, no Quadro 3, apresenta a divisão dos blocos com suas respectivas fachadas em que existia incidências dessas anomalias, bem como a orientação cardinal de cada fachada analisada.

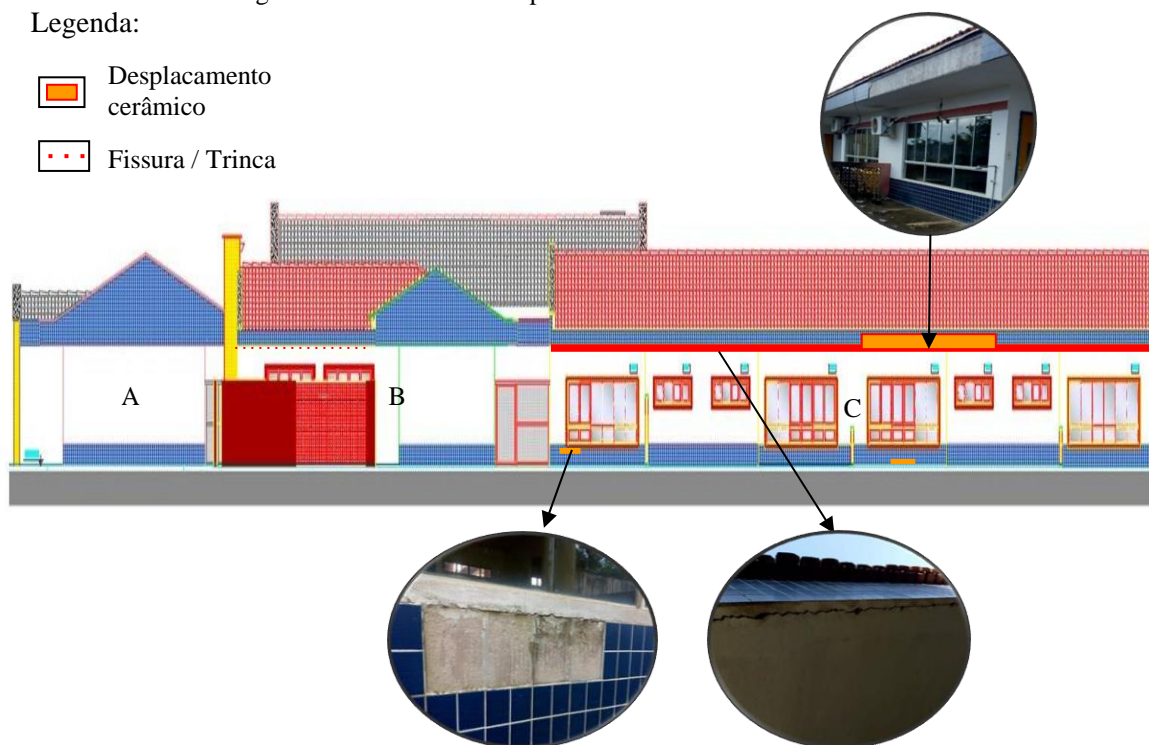
Quadro 3 - Incidência de anomalias nas fachas

	FACHADAS	ORIENTAÇÃO CARDEAL	MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA
BLOCO A	A1	Leste	Trincas
	A2	Norte	Trincas
	A3	Oeste	Deslocamento e trincas
BLOCO B	B2	Norte	Trincas
	B4	Sul	Trincas
BLOCO C	C1	Leste	Deslocamento e trincas
	C2	Norte	Deslocamento e trincas
	C3	Oeste	Deslocamento e trincas
	C4	Sul	Deslocamento e Trincas
BLOCO D	D1	Leste	Deslocamento e trincas
	D2	Norte	Trincas
	D3	Oeste	Deslocamento e trincas
	D4	Sul	Deslocamento e trincas

Fonte: Autores, 2022

Analisando o Quadro 3, verifica-se que é predominante a ocorrência de trincas em todas as fachadas averiguadas, enquanto o deslocamento cerâmico aparece em sete dessas fachadas. Ressalta-se também que as trincas acontecem nas extremidades inferiores e na interface do emboço com o substrato, principalmente, nas vigas de bordas. Na Figura 23, são identificados esses danos e como se expõe nas estruturas.

Figura 23 – Amostra do deslocamento cerâmico e trincas no edifício



Fonte: Adaptado de FNDE, 2012

Com relação ao deslocamento cerâmico, Antunes (2010) ressalta que os fatores climáticos são os fatores que influenciam em quase todas as manifestações patológicas. Além, disso, notou-se que todas regiões afetadas possuem o revestimento cerâmico de cor azul-escura, podendo ser outro agravante para o surgimento das trincas, pois, Moscoso (2013), afirma que o sistema com esse tipo de cerâmica tende falhar mais rápido, devido o coeficiente de absorção térmica ser maior, ou seja, gera grande concentração de calor na estrutura, influencia na fadiga, em virtude de as tensões serem maiores em decorrência da dilatação térmica nesse tipo de cerâmica.

### 5.3 QUANTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A partir do procedimento de sobreposição da malha, quantificou-se cada dano. Desse modo, elaborou-se uma ficha contendo informações da orientação cardinal, tipo de manifestação patológica e região onde ocorre o dano (Quadro 4).

Quadro 4 - Ficha de quantificação de manifestações patológicas por região, orientação cardeal, tipo de dano

<b>Edifício:</b> U.M.E.I Menino Deus		<b>Inaugurada:</b> 23 de Abril 2012			
<b>Endereço:</b> Avenida São Paulo, s/n, Bela Vista, Tucuruí-PA		<b>Idade:</b> 09 anos e 06 meses			
		<b>Data vistoria:</b> 20/01/2022			
<b>BLOCO A</b>					
<b>Região analisada</b>		<b>Platibanda A1</b>	<b>Platibanda A2</b>	<b>Platibanda A3</b>	<b>Platibanda A4</b>
<b>Orient. cardeal</b>		<b>Leste</b>	<b>Norte</b>	<b>Oeste</b>	<b>Sul</b>
<b>Danos<sup>2</sup></b>	DC	0	18	54	0
	TC	42	0	42	0
<b>BLOCO B</b>					
<b>Região analisada</b>		<b>Platibanda B1</b>	<b>Platibanda B2</b>	<b>Platibanda B3</b>	<b>Platibanda B4</b>
<b>Orient. cardeal</b>		<b>Leste</b>	<b>Norte</b>	<b>Oeste</b>	<b>Sul</b>
<b>Danos</b>	DC	0	0	0	0
	TC	0	36	0	48
<b>BLOCO C</b>					
<b>Região analisada</b>		<b>Platibanda C1</b>	<b>Base/Platibanda C2</b>	<b>Platibanda C3</b>	<b>Platibanda C4</b>
<b>Orient. cardeal</b>		<b>Leste</b>	<b>Norte</b>	<b>Oeste</b>	<b>Sul</b>
<b>Danos</b>	DC	21	58	14	22
	TC	0	156	6	156
<b>BLOCO D</b>					
<b>Região analisada</b>		<b>Platibanda D1</b>	<b>Platibanda D2</b>	<b>Platibanda D3</b>	<b>Platibanda D4</b>
<b>Orient. cardeal</b>		<b>Leste</b>	<b>Norte</b>	<b>Oeste</b>	<b>Sul</b>
<b>Danos</b>	DC	18	0	26	23
	TC	12	175	24	96

Fonte: Adaptado Netto, 2018

Em face dos dados obtidos no Quadro 4, extrai-se que as regiões das platibandas A3 e C2, obtiveram maiores incidência de deslocamento respectivamente a 54 e 58 pontos (unidade de malhas), isto, corresponde a 2,16m<sup>2</sup> e 2,32 m<sup>2</sup> de cada dano. Por outro lado, as platibandas

<sup>2</sup> **Danos:** DC - deslocamento cerâmico; TC - trincas

C2 e D2, foram as regiões mais expressivas, registrando-se 156 e 175 unidades de malhas referente a anomalia de trincas, ou seja, áreas de 6,25m<sup>2</sup> e 7m<sup>2</sup>.

Infere-se, portanto, acrescentar que as regiões C2 e D2 estão orientadas ao norte, região que recebe boa parte da irradiação solar. Além disso, para platibanda D2 além de receber certa irradiação ao longo do dia, essa estrutura faz parte de uma calha concreto que recebe água de dois telhados. Desse modo, enquanto a face externa da platibanda é revestida de material cerâmico, a face interna não, ademais, encontrava-se com a camada de impermeabilizante praticamente inexistente, favorecendo um ambiente úmido uma vez que a região é argamassada, logo, presença de muitos poros e conseqüentemente infiltrações.

#### 5.4 RESULTADO DO FATOR DE DANOS (FD)

O Fator de dano (FD) é um índice no qual permite identificar a degradação inicial das fachadas, porque, na fachada que apresentar maior FD, é percebido o maior processo de deterioração. Nesse aspecto, a Tabela 1 apresenta os valores calculados dos Fatores de Danos – (FD%) referentes as manifestações analisadas para cada fachada, bem como, o Fator de Dano Total (FD<sub>total</sub> %).

Tabela 1 - FD's (DC/TC) e FDTTotal

	FACHADAS	ORIENT. CARDEAL	IDADE (anos)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	DESPLACAMENTO		TRINCA		ÁREA PATOLÓGICA (m <sup>2</sup> )	FATOR DE DANO FD (total)%
					PONTOS	FD - DC%	PONTOS	FD - TC%		
BLOCO A	A1	Leste	9	15,30	0	0	42	10,98	1,68	10,98
	A2	Norte	9	17,70	18	4,07	0	0,00	0,72	4,07
	A3	Oeste	9	16,50	54	13,09	42	10,18	3,84	23,27
	A4	Sul	9	17,70	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00
BLOCO B	B1	Leste	9	14,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	B2	Norte	9	20,40	0	0,00	36	7,06	1,44	7,06
	B3	Oeste	9	19,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	B4	Sul	9	13,26	0	0,00	48	14,48	1,92	14,48
BLOCO C	C1	Leste	9	20,70	21	4,06	0	0,00	0,84	4,06
	C2	Norte	9	34,56	58	6,71	156	18,06	8,56	24,77
	C3	Oeste	9	20,70	14	2,71	6	1,16	0,8	3,86
	C4	Sul	9	34,56	22	2,55	156	18,06	7,12	20,60
BLOCO D	D1	Leste	9	19,66	18	3,66	12	2,44	1,2	6,10
	D2	Norte	9	38,12	0	0,00	175	18,36	7	18,36
	D3	Oeste	9	19,36	26	5,37	24	4,96	2	10,33
	D4	Sul	9	38,12	23	2,41	96	10,07	4,76	12,49

Fonte: Autores, 2022

Considerando que o maior processo de degradação está relacionado ao maior FD, destaca-se, portanto, da Tabela 1 que o FD<sub>total</sub>% é o índice que considera a soma dos danos

analisados com as áreas de todas fachadas, encontrou-se o valor máximo de 24,77% para fachada C2, seguido do percentual de 23,27% para fachada A3 (Oeste). Logo, observa-se que a fachada mais deteriorada é a C2, cuja, orientação se dá ao norte. Este resultado confirma de fato com o que foi inspecionado *in loco*.

Desse feito, os resultados validam que a orientação das fachadas é um dos fatores decisivos no processo de degradação, assim como apresentado nos resultados no estudo da Silva (2014) em que foram analisados dozes edifícios em Brasília. Vale ressaltar que essa região está exposta a elevada radiação solar, somada a isto, a cor azul-escura da cerâmica também contribui para o surgimento das manifestações patológicas estudadas, de acordo com os resultados obtidos no estudo de Antunes (2010) a coloração escura reflete menos e absorve mais intensamente a radiação solar, favorecendo o aquecimento mais acentuado do revestimento, contribuindo para o surgimento de trincas e quedas de rejunte.

## 5.5 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE DANO NA DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS

Nos resultados dos Fatores de Danos (FD), foram considerados a influência de intensidades de ocorrências dos danos, da idade das amostras de fachadas, orientação das fachadas. Sendo assim, a Tabela 2, mostra que a quantidade de amostras varia para cada tipo de dano, como também a média, mediana, valores mínimos e máximos, idade e orientação máximos e mínimos.

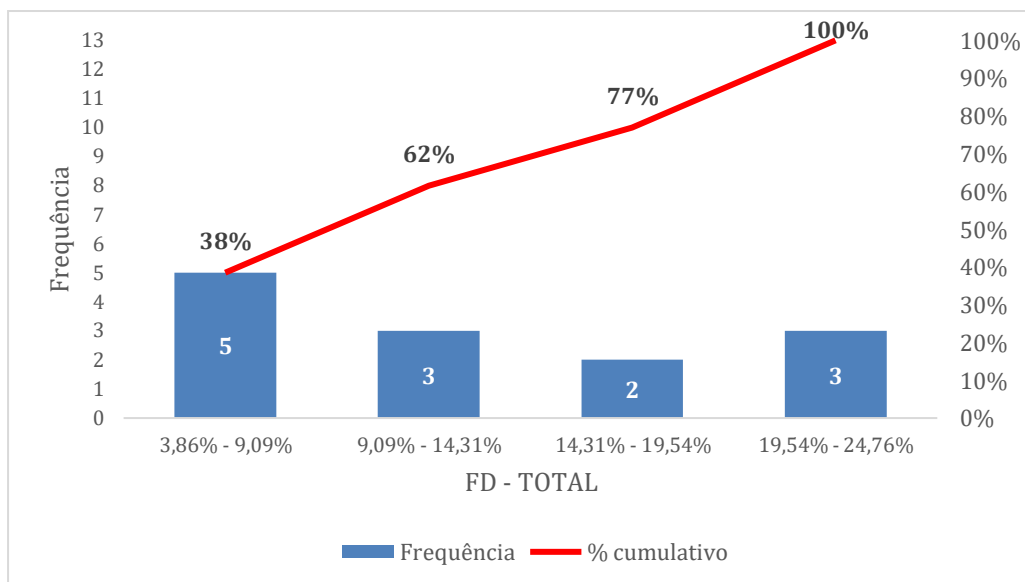
Tabela 2 - Dados estatísticos dos Fatores de Danos das amostras de fachadas

	TIPO DE FD		
	FD-DC	FD-TC	FD-TOTAL
<b>Qtd da amostra</b>	254	793	<b>13</b>
<b>Média %</b>	2,79	7,24	<b>10,03</b>
<b>Mediana %</b>	2,48	6,01	<b>8,69</b>
<b>Valor mínimo (VMI) %</b>	2,41	1,16	<b>3,86</b>
<b>Idade mínima (IMI)</b>	9	9	<b>9</b>
<b>Orient. Mínima (OMI)</b>	SUL	OESTE	<b>OESTE</b>
<b>Valor máx. (VMA) %</b>	13,09	18,36	<b>24,77</b>
<b>Idade máxima</b>	9	9	<b>9</b>
<b>Orient. Máxima (OMA)</b>	OESTE	NORTE	<b>NORTE</b>

Fonte: Autores, 2022

Diante dos resultados dos fatores de danos, observa-se que o FD-TOTAL, mínimo e máximo são 3,86% e 24,77%, respectivamente. Com isso, é plotado o histograma de frequência do Fator de Danos da amostra total, sendo distribuídas em quatro classes (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Histograma de frequência e porcentagem acumulada do FD-Total



Fonte: Adaptado Netto, 2018

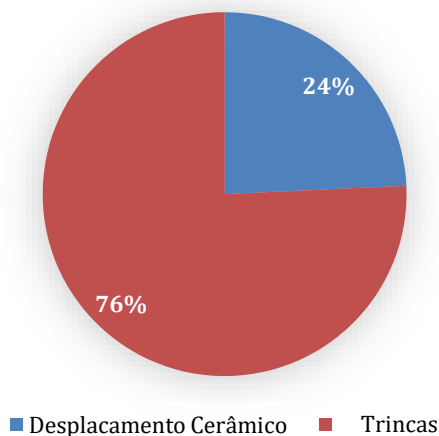
No Gráfico 3, nota-se a maior ocorrência de fatores de danos total em duas classes: de 3,86% a 9,09% com (5) registros para os menores valores de Fator de Danos e nas classes de 9,09% a 14,31% e de 19,54% a 24,76%, ambas com (3) ocorrências. Desse modo, os valores do Fator de Danos expressam 38% e 24%, respectivamente, do total de 13 amostras, em que foram consideradas as manifestações patológicas de maiores incidências: deslocamento cerâmico e trincas, reiterando que esse último dano está sendo conceituado de acordo com a definição de Sabbatini e Barros (2001), na qual os autores consideram como uma separação das partes das peças cerâmica como sendo linhas estreitas que configuram o grau de sua abertura.

Ainda, analisando o Gráfico 3, e considerando as 13 amostras, observa-se que os valores dos fatores de danos no intervalo de 3,86% a 14,31%, apresentam-se acentuados conforme a curva de porcentagem acumulada. Isto, reflete-se ao primeiro estágio de evolução dos danos nas fachadas sem qualquer outro tipo de influência, seja da idade ou da orientação das fachadas inspecionadas.

Por outro lado, no Gráfico 4, mostra a distribuição em percentual de cada manifestação patológica, quando se considera área degradada com o espaço amostral de todas as fachadas estudadas. Desse modo, as trincas representaram a maior frequência de ocorrência, portanto,

maior área de incidência patológica. Enquanto, o deslocamento cerâmico correspondeu a menor área de dano.

Gráfico 4 – Distribuição dos danos



Fonte: Autores, 2022

Analisando o Gráfico 4, compreende-se ambos os danos tem um comportamento deletério nas fachadas, estando em maior concentração as trincas e que o deslocamento cerâmico pode estar em ascensão nesse edifício, visto que um dos primeiros sinais desse tipo de problema é o aparecimento das trincas no conjunto argamassado, sendo caracterizada quando o estado de tensões internas ultrapassa o limite de resistência de aderência do emboço ao substrato, levando o aparecimento das trincas e quando não controladas, essas tensões podem ultrapassar também a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante seguindo para o destacamento destas áreas.

Visto isso, pode-se inferir que as manifestações patológicas incidentes no conjunto argamassado por não ter sido tratado, como, por exemplo, ocorreu na pesquisa de Antunes (2010), progrediu resultando no colapso do sistema e, conseqüentemente, na queda do revestimento. Portanto, a consolidação de tal prática poderia possibilitar a ascensão significativa da redução desses problemas construtivos em obras de interesse social por parte das empresas no município.

## 5.6 ENSAIO DE ADERÊNCIA

O ensaio de aderência à tração foi realizado como determina os preceitos descritos no item A.4 da ABNT NBR 13755:2017 (p. 36), conforme demonstrado durante a descrição do mesmo na metodologia. É válido ressaltar, que a área total analisada das fachadas, bases e platibanda, corresponde, aproximadamente, 339,27 m<sup>2</sup>, estando alocadas nessas regiões cerca

de 8482 peças cerâmicas (junho de 2022). Os testemunhos extraídos podem ser observados no APÊNDICE C (p. 76). Pode-se observar o ensaio correspondentes a ruptura das amostras (Figura 24a e 24b), assim como o conjunto argamassado aderida na partilha metálica (Figura 24c e 24d).

Figura 24 – a) Ruptura parcial no emboço b) Ruptura parcial na argamassa colante  
c) Camadas do revestimento d) Partilha metálica acoplada na amostra



Fonte: Autores, 2022

Em continuidade, para cada um dos testemunhos extraídos, suas respectivas cargas (Newtons), assim como a área da seção extraída como pode ser observada no APÊNDICE D (p. 77). Nesse contexto, os valores da tensão de resistência a aderência (MPa) obtidos, estão expressos no Quadro 5. Além disso, o referido quadro apresenta a orientação cardinal para cada CP, com base na figura 21 deste estudo, e o local de predomínio em porcentagem com base na sua região de ruptura.

Quadro 5 - Ensaio de arrancamento - determinação de aderência

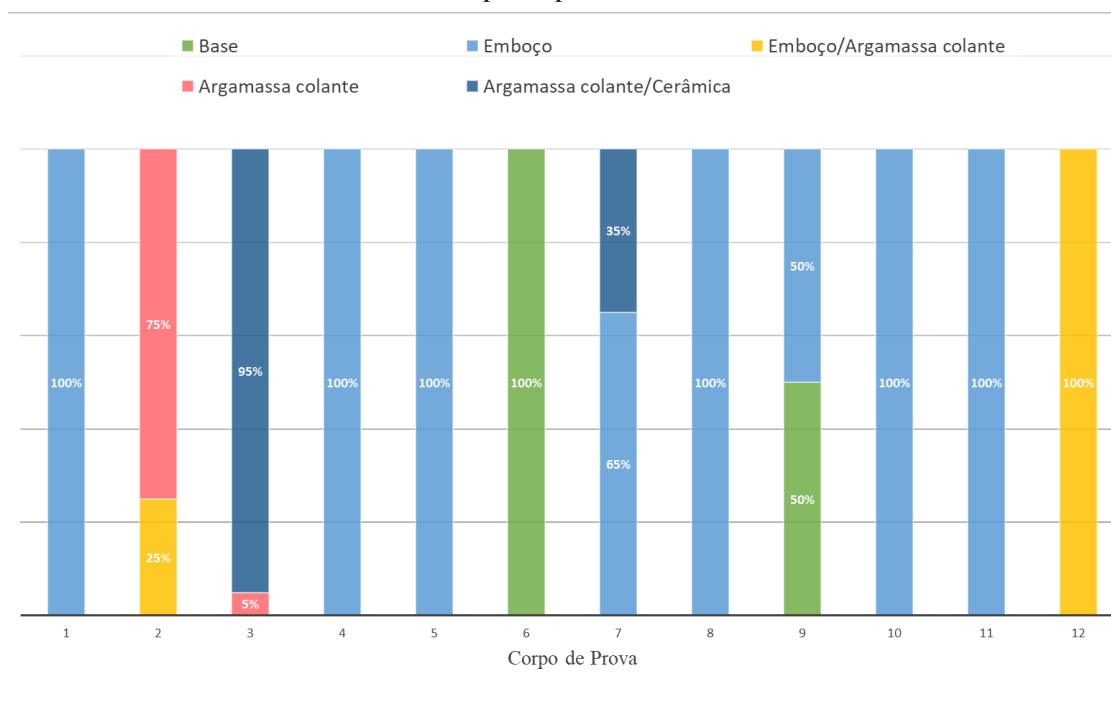
<b>Nº do CP</b>	<b>Local do ensaio</b>	<b>Resistência a aderência MPa</b>	<b>Local de ruptura</b>
1	Fachada Leste - A1	0,19	100% E
2	Fachada Norte - B2	0,16	25% F e 75% G
3	Fachada Norte - D2	0,2	5% G e 95% H
4	Fachada Norte - B2	0,08	100% E
5	Fachada Leste - C1	0,08	100% E
6	Fachada Norte - C2	0,15	100% B
7	Fachada Sul - D4	0,17	65% E e 35% H
8	Fachada Oeste - D3	0,13	100% E
9	Fachada Sul - D4	0,10	50% E e 50% A
10	Fachada Sul - D4	0,25	100% E
11	Fachada Norte - C2	0,09	100% E
12	Fachada Oeste - D3	0,18	100% F

A – Ruptura na Base  
E – Ruptura no Emboço  
F – Ruptura no Emboço/Argamassa Colante  
G – Ruptura na Argamassa Colante  
H – Ruptura na Argamassa colante/Cerâmica

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 13755 (2017)

Como notável os resultados expresso na quarta coluna do Quadro 4, é possível averiguar que os rompimentos ocorreram 100% na interface E, nas fachadas Leste - A1, Sul - D4, Norte - B2, Leste - C1 e Norte - C2, sendo que nas 3 ultimas mencionadas apresentaram o menores valores de tensão do conjunto, revelando desempenho não satisfatório da aderência entre as camadas de emboço e a base na fachadas destes blocos e, conseqüentemente, os locais de maiores riscos de acidente, visto que a maior incidência de queda natural do RCE, detectado durante a inspeção, situava-se nessas zonas. Em continuidade, em relação a camada com predominância de ruptura ganhou destaque a região E, sendo que dos 12 CP examinados 7 apresentaram resultados igual ou superior a 50% de rompimento em sua interface, como é possível observar no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Rupturas predominantes nos CP's



Fonte: Adaptado de ABNT NBR 13755 (2017)

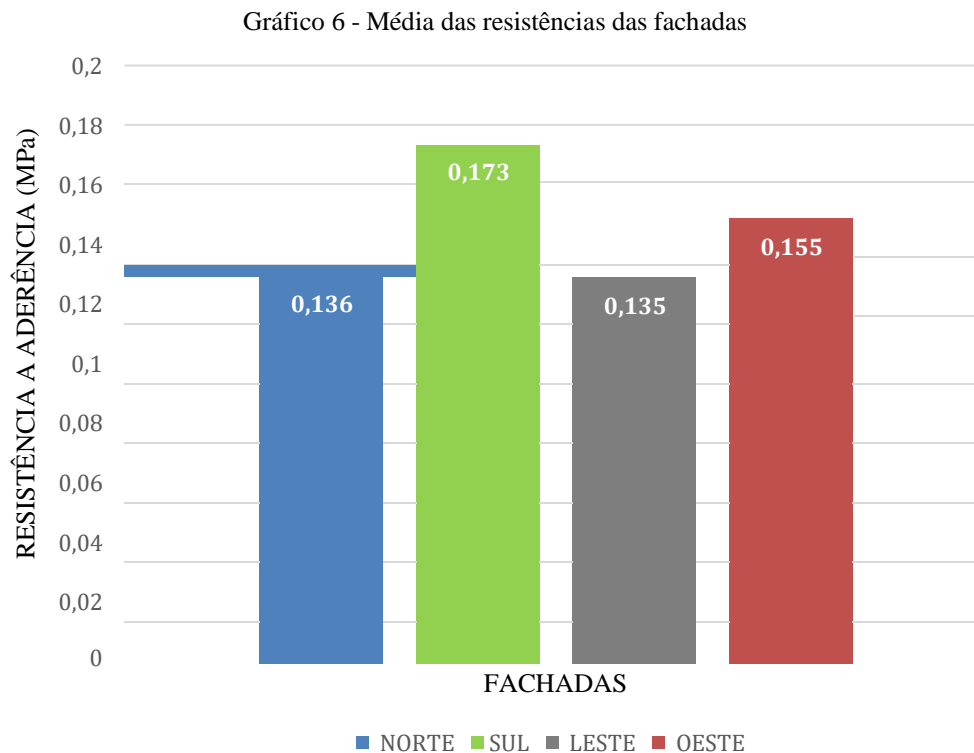
Ainda em detrimento aos dados de tensão de resistência a aderência encontrado (Quadro 5), é possível observar uma elevação das quantidades dos resultados nos corpos de provas com números ímpares em relação aos com números pares. As prováveis causas dessa diferença se devem a região do substrato na qual as placas cerâmicas foram inspecionadas, pois os corpos de provas ímpares foram alocados nas regiões superiores das paredes da creche em sua maioria nas camadas de concreto, sendo regiões com mais rugosidade da interface como, por exemplo, nas vigas (Figura 25a), concebendo um aumento de aderência na camada argamassa subsequente. Já os CP's de números pares foram retirados das regiões inferiores das paredes externas, apenas com a presença de elementos de vedação (Figura 25b).

Figura 25 – a) Substrato de concreto armado b) Substrato de alvenaria cerâmica



Fonte: Autores, 2022

O Gráfico 6 apresenta a região cardeal com fachadas mais deteriorada, relacionando a posição geográfica do bloco com suas respectivas médias de tensões (MPa) durante o ensaio de aderência.



Deste modo, conforme observa-se na Gráfico 6, a fachada Sul e Oeste apresentam as maiores resistências média na camada de revestimento, quanto que na fachada Norte e Leste apresentaram as menores. Atribui-se este comportamento devido as maiores quantidades de rompimento ocorrem na camada emboço com a base, bem como os valores de menores tensões, pois as fachadas Norte e Sul representaram cerca de 65,35% do total de rompimento nessa camada. Estes resultados, além de indicar a orientação das fachadas com revestimento mais suscetíveis aos deslocamento, revela também as zonas de maiores necessidade de manutenção corretiva.

Em relação aos critérios de qualidade do processo de produção do revestimento argamassado analisado, com base no tópico 7.2.6 da ABNT NBR 13755:2017, conclui-se que os 12 corpos de provas apresentarem resultados do ensaio inferior a 3 Mpa, sendo desse modo caracterizado, conforme mostra a Tabela 3, como “reprovados”.

Tabela 3 - Requisitos e critérios de aceitação do sistema de revestimento

Ensaio	Amostragem mínima	Resultado do ensaio MPa	Comentários
Resistência superficial	12 CP a cada 2000 m <sup>2</sup>	Pelo menos oito CPs $\geq 0,5$	Aprovado
		$0,3 \leq \text{oito} < 0,5$	Consultar o responsável pelo projeto
		Menos de oito CPs $\geq 0,3$	Reprovado
Aderência das placas ao emboço	12 CP a cada 2000 m <sup>2</sup>	Pelo menos oito CPs $\geq 0,5$	Aprovado
		$0,3 \leq \text{oito} < 0,5$	Consultar o responsável pelo projeto
		Menos de oito CPs $\geq 0,3$	Reprovado

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 13755 (2017)

Estes resultados revelam o baixo desempenho da argamassa de assentamento, sendo originado por vários fatores, sendo um fator preponderante relacionado com as falhas construtivas encontradas nesta edificação, como: ausência de chapisco, juntas de movimentação e dessolidarização, a falta de aderência física pela aplicação de argamassa de assentamento inadequada, não preenchimento adequado dos tarozos, constatado isto durante a realização dos ensaios de aderência, como também é possível reiterar por meio dos resultados do Quadro 5, na qual, aproximadamente, 92% dos valores encontraram-se abaixo de 0,20 Mpa. É válido ressaltar, dentre as anomalias construtivas detectada nesta creche destaca-se a possibilidade de carência da capacitação da mão de obra.

Sendo assim, ficou perceptível que devido a negligência das etapas construtiva, como rege a ABNT NBR 13755:2017, especialmente na região do substrato das fachadas da creche, solicitou da camada de emboço uma alta solicitação de aderência com a base, sendo este um fator preponderante para desgaste da camada argamassada. É válido destacar que as diferenças nos valores das resistências encontradas podem sofrer influência de diversos fatores presentes no entorno do edifício como: clima da região (úmido de monção com moderada estação seca, sendo tropical chuvoso), tipo de arquitetura dos blocos e ausência de manutenção preventiva.

## 5.6 SUGESTÃO DE REFORMA DA EDIFICAÇÃO

Em relação a atual condição das paredes externas (março de 2022), em virtude da área total analisada (339,27 m<sup>2</sup>), do revestimento argamassado não foi detectado a presença de chapisco, da mesma forma falhas foram detectadas no revestimento cerâmico, pois toda região peças cerâmicas analisadas apresentaram “som cavo” durante o teste a percussão, levando a

entender que existe algum espaço vazio sob o revestimento, o que pode indicar falha no assentamento pela falta de aderência nas peças.

Em virtude disso, a manutenção corretiva parcial, ou seja, apenas dos pontos mais críticos da zona degradada do revestimento argamassado das paredes torna-se uma restauração inviável economicamente a médio e longo prazo, uma vez que durante a execução do acabamento da alvenaria, na maior parte desse elemento, não foram seguidos os preceitos da Norma ABNT NBR 13529:2013, o que compromete todo o conjunto, assim como no assentamento do revestimento cerâmico externo do local, na qual existe um predomínio da incompatibilidade com a ABNT NBR 13755:2017.

Tendo em vista que o retorno das aulas presenciais é de caráter de urgência, a sugestão a mais viável de recuperação nessa situação, levando em conta o quesito eficiência e economia, deu-se em relação a substituição do revestimento cerâmico existente pela pintura, pois esse agrega uma economia financeira tanto para a sua aquisição quanto para a sua aplicação. Através dessas observações, foram feitas análises orçamentárias, com base no Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI - 02/2022 – Pará) desonerada e com base na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas (SEDOP - 02/2022 - Pará) - para o custo de mão de obra, levando em consideração um Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) igual a 28%, como mostra a Tabela 4.a

Tabela 4 - Orçamento da reforma no RCE da creche Menino Deus

ITEM	ORGÃO CONSULTA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR COM BDI	VALOR TOTAL
1			SERVIÇOS PRELIMINARES					
1.1	SEDOP	11340	PLACA DE OBRA EM LONA COM PLOTAGEM DE GRÁFICA	UN	1,00	R\$ 76,27	R\$ 225,63	R\$ 225,63
2			DEMOLIÇÕES E RETIRADAS					
2.1	SEDOP	20021	RETIRADA DE REVESTIMENTO CERÂMICO	m²	339,27	R\$ 5,76	R\$ 7,37	R\$ 2.500,42

2.2	SEDOP	20019	RETIRADA DE REBOCO OU EMBOÇO	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 5,76	R\$ 7,37	R\$ 2.500,42
<hr/>								
3	REVESTIMENTOS							
<hr/>								
3.1	SINAPI	87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM OLHER DE PEDREIRO	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 3,90	R\$ 4,99	R\$ 1.692,96
3.2	SEDOP	110762	EMBOÇO COM ARGAMASSA	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 37,46	R\$ 47,95	R\$ 16.268,00
3.3	SEDOP	110249	REBOCO COM ARGAMASSA	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 50,06	R\$ 64,08	R\$ 21.740,42
<hr/>								
4	PINTURA							
<hr/>								
4.1	SINAPI	88497	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 12,74	R\$ 16,31	R\$ 5.533,49
4.2	SINAPI	88415	APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 2,61	R\$ 3,34	R\$ 1.133,16
4.3	SINAPI	88423	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 16,19	R\$ 20,72	R\$ 7.029,67
<hr/>								
5	URBANIZAÇÃO E SERVIÇOS COMPLEMENTARES							
<hr/>								
5.1	SEDOP	270220	LIMPEZA GERAL E ENTREGA DA OBRA	m <sup>2</sup>	339,27	R\$ 6,83	R\$ 8,74	R\$ 2.965,22
<hr/>								

---

TOTAL	R\$ 61.589,39
-------	---------------

---

Fonte: Autores, 2022

Deste modo, os custos levantados para a reforma da área degradada, considerando apenas a mão de obra chegou a R\$ 61.589,39, embora não sendo o valor definitivo, vale ressaltar que ainda devem ser agregado um aumento no custo a despeito da aquisição dos materiais procedente desta reforma. Do mesmo modo, segundo Avelar *et al.* (2016), em seus resultados, o custo com o uso da pintura em relação ao revestimento cerâmico é de aproximadamente 35% inferior. Além disso, é de conhecimento social e válido ressaltar que o preço dos materiais na construção civil sofre variação de acordo com a região do país, marca do produto, demanda e praticidade na aplicação.

Logo, através desse quantitativo é possível perceber a importância dessa análise para gestão pública e sociedade, pois foi possível esclarecer o impacto financeiro gerado por meio da manutenção corretiva total devido aos vícios construtivos, mesmo ao se considerar possibilidades de reforma com menores gastos. Tal análise abre espaço relacionado à aplicação de reparos em outras edificações educacionais similares da região, maximiza-se, portanto, soluções mais simples que podem ser obtidas por método corretivo eficiente.

## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos e discussões apresentadas, o presente trabalho agregou um aprofundamento na compreensão das possíveis origem das manifestações patológicas nos revestimentos cerâmicos de fachada da Creche “Menino Deus”, bem como trouxe à tona os perigos para a vida humana, em especial das crianças, gerados através dos vícios construtivos no decorrer de uma execução de obra.

Diante das análises visuais realizadas nas camadas argamassadas da creche é possível concluir que muitas das manifestações patológicas identificadas, decorrem em grande parte da falta de qualidade da mão de obra. Neste contexto, é possível inferir que mesmo se tratando de uma obra com projetos baseado em preceitos federais pré-estabelecidos e regras, como determina a Lei Nº 8.666/93 de admissão empresas prestadoras de serviços para administração pública, existe uma carência por partes das construtoras sobre o entendimento específico acerca das técnicas de execução de acabamento, como também sobre características das interfaces dos materiais que os constituem.

Outrossim, ficou evidente a baixa qualidade do revestimento argamassado através das informações apresentadas neste trabalho, por meio do ensaio de resistência de aderência, com base na ABNT NBR 13755:2017, foi atestado que a média das resistências das fachadas analisada é inferior a 0,2 Mpa enquadrando-se como “reprovado”, visto que mesmo na etapa final da obra ocasionou em inseguranças para os habitantes e despesas com manutenção e reforma. Neste sentido, ficou indubitável, no caso estudado, uma “deficiência” por parte do município em equilibrar os gastos junto à qualidade na construção civil das obras de cunho social, assim como a sua correta fiscalização no decorrer da execução.

Além disso, por meio das entrevistas realizadas no ambiente estudado, constatou-se que antes da reforma havia uma insatisfação coletiva dos profissionais atuantes da creche. Logo, conclui-se, também, a importância da qualidade do ambiente de trabalho no setor público, principalmente vinculado a área da educação, pois os problemas construtivos existentes afetaram diretamente o retorno das aulas presencial, com as baixas nos casos do Sars-CoV-2, e conseqüentemente o desenvolvimento no aprendizado escolar das crianças matriculadas nesta instituição.

No tocante aos possíveis fatores de danos no processo de degradação, encontrou-se a maior frequência de ocorrência de danos (5 casos) no primeiro intervalo que correspondeu a

38% do espaço amostral. Soma-se a isso, que analisando o histograma, constatou que as duas primeiras classes (8 casos) correspondem a 61,53% do espaço amostral.

Analisando a Tabela 3, verifica-se que para a orientação norte o FD-total máximo foi de 24,77%, ou seja, área com maior ocorrência de manifestação patológica, correspondendo, portanto, a fachada C2 do bloco “C”. Já a fachada C3 do mesmo bloco foi obtido FD-total mínimo de 3,86%, correspondendo uma área de dano de 0,8 m<sup>2</sup>.

Analisando em termos de área patológicas (Gráfico 4), o dano trincas apresentou a maior área degradada (76%) e o deslocamento cerâmico (24%). Estes valores podem ser condicionados a falhas construtivas como não execução da camada de chapisco, assim como foi constatado nas inspeções *in loco*, a falta de tratamento da superfície do substrato (vigas) para garantir maior aderência entre as camadas que compõem o sistema de revestimentos, bem como as infiltrações ocorridas nas regiões das calhas de concreto armado, que durante a inspeção no local as mesmas apresentava ausência de tratamento de impermeabilização, sendo preponderante para a contribuição desse processo.

## 6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando a importância da qualidade final dos serviços executados dentro da construção civil, especialmente vinculados na fase do acabamento, além de seu impacto no progresso das atividades essenciais para a sociedade, pode-se fazer algumas sugestões de aprofundamento do tema. Em relação a baixa resistência do material cimentício analisado, atrelado às manifestações patológicas vistoriadas, propõe-se fazer um estudo quanto aos riscos dos elementos estruturais do edifício, sugerindo também a ampliação desse estudo para outras creches no município, bem como a extração de amostras para a realização de ensaios mecânicos no Laboratório da Faculdade de Engenharia Civil, na UFPA, Campus Tucuruí.

Com o intuito de contribuir para a correta execução das obras públicas e minimizar gastos, sugere-se ainda a qualificação da mão de obra local por meio de programas municipais de qualificação profissional que priorize a relevância de todas as etapas de uma edificação para o desenvolvimento de uma sociedade.

Ademais, para inspeção e diagnóstico de fachadas, usar também o método de termografia infravermelha, além do ensaio de arrancamento.

### 6.3 LIMITAÇÕES DURANTE A PESQUISA

No que se refere às limitações deste estudo de caso, aponta-se o acesso a algumas informações relevantes como, não obter relato de quando ou aproximadamente ocorreu a primeira queda de RCE, os tipos de materiais usados na execução do sistema de revestimento, bem como a proporcionalidade dos traços da argamassa de emboço usado pela empresa construtora.

Tendo em vista que a unidade escolar estava no rol de obras públicas para reforma, principalmente, reparos das áreas danificadas conforme o relatório técnico da Secretaria de Obras do município. Neste sentido, a aplicabilidade do ensaio de aderência, que apresenta características destrutiva, não foi autorizada a ser feita em regiões externas não comprometida, tendo em vista que retardaria o serviço de reforma na instituição.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (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 Seleção e contratação de serviços e obras de engenharia e arquitetura de natureza privada**. Rio de Janeiro, 2017, 57p.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15575. **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013, 71p.

ALVES, S. M. A. **Um contributo para a sistematização do conhecimento da patologia da construção**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

ANTUNES, G. R. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimento de Fachada em Brasília - Sistematização da Incidência de casos**. Dissertação de Mestrado em Estrutura e Construção Civil, Publicação E.DM-001A/10 Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 178p.

AVELAR, A. Souza; BRUM, D. Luiza; FERRAZ, D. Pantaleão; LOPES, E. Gregório. **Custo versus benefícios da utilização de placas cerâmicas em fachadas em relação à fachada**. Nova Venécia, Espírito Santo. 2016. 21 f. Projeto (Graduação em Engenharia Civil,). Faculdade Capixaba de Nova Venécia, Espírito Santo, 2016.

CARRON, Bruno. **Estudo de caso para implantação de projeto para produção de fachada em uma empresa construtora**. São Paulo, 2018, 88p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PoliIntegra. São Paulo, 2018.

BRASIL. Senado Federal. **Medida Provisória nº 729, de 2016**. Altera a Lei nº 12.722, de 3 de outubro de 2012, que dispõe sobre o apoio financeiro da União aos Municípios e ao Distrito Federal para ampliação da oferta da educação infantil. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. Disponível em: <https://www.congressonacional.leg.br/materias/medidas-provisorias/-/mpv/125978>. Acesso em: 17 mar. 2022.

CAMPANTE, E. F.; BAÍÁ, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico** - São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. (Revestimento de cerâmicas: Materiais de construção) - Segunda edição abril de 2008.

CAMPANTE, E. F.; BAÍÁ, L.L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestação patológicas em revestimento cerâmico de fachada**. São Paulo: USP, 2001. Boletim técnico n. 301.

CONSOLI, O. J. **Análise da durabilidade dos componentes de fachadas de edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 208 p. 2006.

DA SILVA, M. de N. Batista. **Avaliação quantitativa a degradação e vida útil de revestimentos de fachada – Aplicação ao caso de Brasília/DF**. Brasília, Distrito Federal. 2014. 217 f. Tese (Doutorada em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

DUARTE, J., GARGUILO, C., MORENO, M. **School Infrastructure and Learning in Latin American Basic Education: An Analysis from the SERCE**. Washington, DC: Inter-American Development Bank. 2011.

FREIRA, Altair. **Patologia nas edificações públicas do Estado do Paraná: Estudo de caso da unidade escolar padrão 023 da superintendência de desenvolvimento escolar - SUDE**. Curitiba, Paraná. 2010. 50 f. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas). Curso de Pós Graduação em Construção de Obras Públicas - Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, 2013.

GNIPPER, Sérgio F.; MIKALDO JR. Jorge. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://docplayer.com.br/55289233-Patologias-frequentes-em-sistemas-prediais-hidraulico-sanitarios-e-de-gas-combustivel-decorrentes-de-falhas-no-processo-de-producao-do-projeto.html>. Acesso em: 22 jun. 2022.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992.

HENRIQUE C.; RAGUEB, C. B.; ELZA H. N. **Revestimentos de Argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005. Recomendações Técnicas Habitare, v. 1. 96p. Porto Alegre, 2005.

INSTITUTO DE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População no último censo de Tucuruí – população estimada 2021**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/panorama>. Acesso em 16 fev. 2022.

JUNIOR, A. M. de Freitas. **Estudo comparativo entre as propriedades das argamassas produzida em obra e de sarrafeamento**. 2017. 51 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil). Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, Pau dos Ferros – RN, 2017.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C.; PINA, S. A. M. G. **Conforto e ambiente escolar**. Bauru: Cadernos de Arquitetura, 2001. Disponível em: [https://www.academia.edu/24699750/CONFORTO\\_E\\_AMBIENTE\\_ESCOLAR](https://www.academia.edu/24699750/CONFORTO_E_AMBIENTE_ESCOLAR). Acesso em 15 mai. 2022.

**Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993** (Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências).

LUZ M. A. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de balneário Camboriú**. Dissertação (Mestrado) na área Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, Camboriú, 2004.

MINAS GERAIS. Superintendência de desenvolvimento da capital. **Caderno de encargos SUDECAP – Capítulo 14: revestimentos**. 4ª Ed. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2018. 17p.

MORO, Jeciele Marreto. **Obras Públicas (falhas, vícios e omissões)**. Dissertação (Especialização de construção de obras públicas). Universidade Federal do Paraná, Cascavel, 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34373/JECIELE%20MARRETO%20MORO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 jun. 2022.

MOSCOSO, Y. F. M. **Estudo Numérico e experimental das tensões atuantes na argamassa colante de fachadas de edificações sob ação da fadiga termomecânica**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de tecnologia. Distrito Federal: 2013. 142p

NETTO, C. J. dos Santos. **Análise quantitativa da degradação de fachadas em revestimento cerâmico: Estudo de caso em edifícios de Belém – PA**. Belém, Pará. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Área de Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Pará, Pará, 2018.

OLIVEIRA, Luciana A. de; SAHADE, Renato F; VARELLA, Luciana A.; TEIXEIRA, Evania S. L. **Descolamento em revestimentos cerâmicos aderidos em fachadas: contribuição para o projeto e produção**. Workshop de tecnologia de processos e sistemas construtivos. Campinas, São Paulo, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319961241\\_INCIDENCIA\\_DE\\_DESCOLAMENTO\\_EM\\_REVESTIMENTOS\\_CERAMICOS\\_ADERIDOS\\_EM\\_FACHADAS\\_UMA\\_CONTRIBUICAO\\_PARA\\_O\\_PROJETO\\_E\\_A\\_PRODUCAO](https://www.researchgate.net/publication/319961241_INCIDENCIA_DE_DESCOLAMENTO_EM_REVESTIMENTOS_CERAMICOS_ADERIDOS_EM_FACHADAS_UMA_CONTRIBUICAO_PARA_O_PROJETO_E_A_PRODUCAO). Acesso em: 24 mar. 2022.

PACHECO, C. Pereira. **Análise das manifestações patológicas nos sistemas de revestimentos externos**. Vitória, Espiro Santo. 2016. 329 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

PEREIRA, Matheus Barros. **Avaliação in loco da aderência do revestimento cerâmico sobre impermeabilização cimentícia**. Brasília, Distrito Federal. 2013. 74 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Uniceub Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. Centro Universitário de Brasília, 2013.

SABBATINI F.H; Medeiros J.S. **Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, EPUSP, 1999. 28p. São Paulo, 1999.

SABBATINI, F. H; BARROS, M. M.S. B. **Produção de revestimento cerâmicos para parede de vedação em alvenaria: diretrizes básicas. 2001**. Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para parede de vedação e em alvenaria - Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, R6-06/90-Ep/ENCOL-6, São Paulo, 1990.

SEPOF. **Estatística municipal de Tucuruí - Pará**. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças- Instituto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Pará, 2011.

SILVA, M. N. Batista. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – Aplicação ao caso de Brasília/DF**. 2014. 217 f. Tese (Doutorado em Estruturas

e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

TUCURUÍ. **Lei n. 7.145, de 29 de dezembro de 2006.** Plano Diretor de Tucuruí-Pa, 2006. 263p.

YAZIGI, WALID. **A Técnica de Edificar.** 3ª Ed. São Paulo: editora Pini, 2000.

ZULIAN, Carlan Seiler. **Nota de aulas da disciplina construção civil.** 2002, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**APÊNDICE A** - Questionário aplicado na Creche Menino Deus**1. IDENTIFICAÇÃO DO (A) ENTREVISTADO (A):**

Nome: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

**2. QUANTO ÀS PESSOAS QUE FREQUENTAM A UNIDADE:**

- a. Quantos alunos frequentam a unidade de ensino?

\_\_\_\_\_

- b. Qual a faixa etária dos alunos?

\_\_\_\_\_

- c. Quantos funcionários ao todo trabalham na “CRECHE”?

\_\_\_\_\_

**3. COM RELAÇÃO AO DESPLACAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO:**

- a. Antes de ocorrer a primeira queda de revestimento cerâmico, quando foi percebido o surgimento ou agravamento das rachaduras na face inferior das platibandas?

\_\_\_\_\_

- b. Quando foi notado o primeiro deslocamento do revestimento cerâmico?

\_\_\_\_\_

- c. Em qual dos blocos ocorreu o primeiro deslocamento do revestimento cerâmico?

\_\_\_\_\_

- d. Como passou a funcionar as atividades escolares após o primeiro deslocamento cerâmico?

\_\_\_\_\_

- e. Qual a primeira medida tomada pela unidade escolar diante do problema apresentado?

\_\_\_\_\_

- f. Dentre o período de inauguração da “Creche Menino Deus” até início do ano 2022, quantas vezes foram realizadas manutenções ou reformas na mesma?

\_\_\_\_\_

- g. Diante da situação de deslocamento cerâmico, registrou-se algum tipo de acidente em decorrência dessa patologia?

\_\_\_\_\_

Tucuruí, \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /2022, às \_\_\_\_\_ :

**APÊNDICE B** - Regiões da fachada e as suas áreas respectivamente

<b>Blocos</b>	<b>Região da fachada</b>	<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Região da fachada</b>	<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>
<b>A</b>	Platibanda A1	8,25	Base da edific. A1	7,05
	Platibanda A2 = A4	14,70	Base da edific. A2=A4	3,00
	Platibanda A3	9,45	Base da edific. A3	7,05
<b>B</b>	Platibanda B1	10,55	Base da edific. B1	3,50
	Platibanda B2	13,64	Base da edific. B2	6,77
	Platibanda B3	15,12	Base da edific. B3	4,25
	Platibanda B4	7,56	Base da edific. B4	5,70
<b>C</b>	Platibanda C1=C3	16,45	Base da edific. C1=C3	4,25
	Platibanda C2=C4	18,85	Base da edific. C2=C4	15,71
<b>D</b>	Platibanda D1	16,16	Base da edific. D1	3,5
	Platibanda D2=D4	20,80	Base da edific. D2=D4	17,32
	Platibanda D3	15,11	Base da edific. D3	4,25

## APÊNDICE C – CP'S do ensaio de tração simples



**APÊNDICE D – Distribuição dos resultados no ensaio de aderência à tração no RCE**

CP	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (N)	Tensão (Mpa)	Forma de Ruptura %										
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
				Base	Base/Chapisco	Chapisco	Chapisco/Emboço	Emboço	Emboço/Argamassa colante	Argamassa colante	Argamassa colante/Cerâmica	Cerâmica/Cola	Cola/Pastilha	
1	10817,01	2060	0,19					100						
2	10920	1760	0,16						25	75				
3	11025	2200	0,2							5	95			
4	10434,51	820	0,08					100						
5	10734,66	870	0,08					100						
6	10333,53	1540	0,15	100										
7	10443,92	1800	0,17					65			35			
8	11176,68	1430	0,13					100						
9	10371,77	1070	0,1	50				50						
10	10411,13	2600	0,25					100						
11	10961,79	980	0,09					100						
12	10934,7	2000	0,18						100					
Média			0,148											