



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

GABRIELLY RODRIGUES DIAS

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE
LAZER URBANO DE PARQUES INFANTIS E ACADEMIAS AO AR LIVRE:
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS-TO**

PALMAS

2026

GABRIELLY RODRIGUES DIAS

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE
LAZER URBANO DE PARQUES INFANTIS E ACADEMIAS AO AR LIVRE:
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS-TO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel no Curso Superior de Engenheiro
Civil do Instituto Federal do Tocantins,
Campus Palmas.

Orientador: Dr. Moacyr Salles Neto

**PALMAS
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

D541a Dias, Gabrielly Rodrigues
 Análise de manifestações patológicas em equipamentos de lazer urbano
 de parques infantis e academias ao ar livre: Estudo de caso na cidade de
 Palmas-TO / Gabrielly Rodrigues Dias. – Palmas, TO, 2026.
 99 f. : il. color.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
 Palmas, Palmas, TO, 2026.

Orientador: Dr. Moacyr Salles Neto

1. Manifestações patológicas. 2. Academias ao ar livre. 3. Parques
infantis. I. Neto, Moacyr Salles. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

GABRIELLY RODRIGUES DIAS

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE LAZER URBANO DE PARQUES INFANTIS E ACADEMIAS AO AR LIVRE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS-TO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Civil Instituto Federal do Tocantins - Campus Palmas, como exigência à obtenção do grau em Engenheiro Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente
 **MOACYR SALLES NETO**
Data: 19/06/2026 09:57:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Moacyr Salles Neto (Orientador)

IFTO – Campus Palmas

Documento assinado digitalmente
 **GILSON MARAFIGA PEDROSO**
Data: 19/06/2026 09:39:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedroso

IFTO – Campus Palmas

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO DIAS DE ARAÚJO E SILVA**
Data: 12/06/2026 19:03:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thiago Dias de Araújo e Silva

IFTO – Campus Palmas

Aos meus pais, Edimilson e Rosangila, não me tornei forte pelas dificuldades, mas pela segurança de sempre ter vocês ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ser presente durante todo este processo, por não me deixar desistir e me guiar pelos caminhos corretos.

Ao meu pai, Edimilson, por ser meu maior admirador e apoiador nessa jornada, você é e sempre será o meu exemplo de persistência, dedicação e coragem, sem você eu não conseguiria ser metade da profissional que estou me tornando, obrigada por trabalhar incansavelmente debaixo do sol para que eu pudesse estudar no conforto da sombra.

À minha mãe, Rosângela, por ser meu porto seguro e me confortar nos momentos de angústia, por cada palavra de afago, pela preocupação e pelo amor que a distância não conseguiu diminuir, obrigada por não me deixar desistir e me fazer acreditar que não há nada que eu não possa alcançar.

À minha irmã por estar presente sempre que o mundo parecia desmoronar ao meu redor e a toda a minha família pelo amor, força e preocupação que foi dedicada a mim.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Moacyr Salles Neto, por aceitar meu convite, pela paciência, dedicação e por todos os ensinamentos no decorrer dessa etapa importante para meu êxito acadêmico.

Aos meus amigos, em especial a Jhenifer, Camile e Raquel, que se tornaram minha família dentro e fora do curso, e a todos os outros que me ajudaram direta e indiretamente durante todo o processo árduo, guardarei cada lembrança em meu coração. Obrigada por tornar os meus dias mais leves e cheios de risadas.

“Não basta construir, é preciso conservar.”

Victor Hugo

RESUMO

A implementação de espaços públicos destinados a atividades de recreação e prática de exercícios físicos desempenham importante função social ao promoverem lazer, entretenimento e qualidade de vida para a sociedade, assim, a necessidade de condições adequadas de segurança, conservação e durabilidade das estruturas presentes nesses ambientes é evidente. Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo identificar e analisar as principais manifestações patológicas observadas nos equipamentos urbanos inseridos nas praças públicas da cidade de Palmas - TO, avaliando os fatores que contribuem para sua degradação e os possíveis riscos oferecidos aos usuários, mediante o estudo de estruturas constituídas por diferentes materiais, como plástico, madeira e aço, presentes em academias ao ar livre e parques infantis instalados em seis praças selecionadas imparcialmente e distribuídas no Plano Diretor do município. A metodologia adotada baseou-se em inspeções visuais e registros fotográficos *in loco* e na aplicação de *checklist* técnico desenvolvido. A análise dos seis centros urbanos de lazer permitiu identificar as manifestações patológicas recorrentes e o conhecimento das características dos danos e dos mecanismos de degradação atuantes. Destacando a importância de inspeções periódicas e de programas de manutenção para garantir a segurança, funcionalidade e vida útil dos equipamentos instalados nos espaços públicos.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Academias ao ar livre. Parques infantis. Ambientes recreativos. Manutenção.

ABSTRACT

The implementation of public spaces intended for recreational activities and physical exercise plays an important social role by promoting leisure, entertainment, and quality of life for society. Therefore, the need for adequate safety, conservation, and durability conditions of the structures present in these environments is evident. In this context, the present research aims to identify and analyze the main pathological manifestations observed in urban equipment installed in public squares in the city of Palmas, evaluating the factors that contribute to their degradation and the possible risks posed to users through the study of structures made from different materials, such as plastic, wood, and steel, present in outdoor gyms and playgrounds installed in six impartially selected public squares distributed throughout the city's Master Plan area. The adopted methodology was based on visual inspections, in situ photographic records, and the application of a developed technical checklist. The analysis of the six urban leisure centers allowed the identification of recurrent pathological manifestations and the understanding of the characteristics of the damages and the active degradation mechanisms. The study highlights the importance of periodic inspections and maintenance programs to ensure the safety, functionality, and service life of the equipment installed in public spaces.

Keywords: Pathological manifestations. Outdoor gyms. Playgrounds. Recreational environments. Maintenance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Checklist anomalias encontradas na praça 307 Norte	55
Tabela 2 - Checklist das anomalias enontradas na praça 506 Norte.....	58
Tabela 3 - Checklist das anomalias encontradas na praça 1005 Sul.....	60
Tabela 4 - Checklist das anomalias encontradas na 1306 Sul	63
Tabela 5 - Checklist das anomalias encontradas na Setor Jardim Aurenny IV	66
Tabela 6 - Checklist das anomalias encontradas no Setor Vale do Sol	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Materiais atenuadores de impacto conforme alturas críticas de queda.....	34
Quadro 2 – Proteção contra queda	34
Quadro 3 – Resumo das manifestações patológicas encontradas nos parques infantis.....	74
Quadro 4 – Resumo das manifestações patológicas encontradas nas academias ao ar livre...	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tipo de manifestações patológicas encontradas em sistemas de plástico.....	74
Gráfico 2 – Tipo de manifestações patológicas encontradas em sistemas de aço.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de contraforte e acorbotante.....	22
Figura 2 – Resumo de possíveis situações de aprisionamento.....	32
Figura 3 – Sonda de ensaio de aprisionamento de cabeça.....	33
Figura 4 – Espaço livre mínimo em volta dos parques infantis.....	36
Figura 5 – Parque infantil ao ar livre composto por elementos em polímero.....	41
Figura 6 – Principais manifestações patológicas em estruturas de plástico.....	41
Figura 7 – Teste de umidade em madeira.....	43
Figura 8 – Teste com equipamento de ondas de tensão FAKOPP.....	44
Figura 9 – Mapa de distribuição dos objetos de estudo selecionados no Plano Diretor	47
Figura 10 – Praça urbana da quadra 307 Norte.....	48
Figura 11 – Praça urbana da quadra 506 Norte.....	48
Figura 12 – Praça urbana da quadra 1005 Sul.....	49
Figura 13 – Praça urbana da quadra 1306 Sul.....	50
Figura 14 – Praça urbana do Jardim Aurenny IV.....	50
Figura 15 – Praça urbana do Vale do Sol em Taquaralto.....	51
Figura 16 – Portão de acesso sem grades do parque infantil da quadra 1306 Sul.....	52
Figura 17 – Parque infantil da quadra 307 Norte.....	56
Figura 18 – Academia ao ar livre da quadra 307 Norte.....	57
Figura 19 – Parque infantil da quadra 506 Norte.....	58
Figura 20 – Parque infantil da quadra 1005 Sul.....	61
Figura 21 – Academia ao ar livre da quadra 1005 Sul.....	62
Figura 22 – Parque infantil da quadra 1306 Sul.....	64
Figura 23 – Academia ao ar livre da quadra 1306 Sul.....	65
Figura 24 – Parque infantil do Setor Jardim Aurenny IV.....	67
Figura 25 – Academia ao ar livre do Setor Jardim Aurenny IV.....	68
Figura 26 – Parque infantil da quadra Vale do Sol em Taquaralto.....	69
Figura 27 – Academia ao ar livre do Setor Vale do Sol.....	71

LISTA DE SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR Normas Técnicas Brasileiras

PEAD Polietileno de alta densidade

PP Polipropileno

PVC Policloreto de Vinila

UV Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.2 JUSTIFICATIVA.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	20
1.3.1 Objetivo Geral.....	20
1.3.2 Objetivos Específicos	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 HISTÓRIA DA PATOLOGIA NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.2 ESTRUTURAS UTILIZADAS EM PARQUES INFANTIS E ACADEMIAS AO AR LIVRE	23
2.2.1 Particularidades em estruturas de plástico	24
2.2.1.1 Parques Infantis.....	24
2.2.1.2 Academias ao ar livre	24
2.2.2 Particularidades em estruturas de madeira.....	25
2.2.2.1 Parques Infantis.....	25
2.2.2.2 Academias ao ar livre.....	25
2.2.3 Particularidades em estruturas de aço.....	26
2.2.3.1 Parques Infantis.....	26
2.2.3.2 Academias ao ar livre.....	27
2.3 MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO NO AMBIENTE EXTERNO	27
2.3.1 Ação da Radiação Ultravioleta	28
2.3.2 Umidade.....	28
2.3.3 Variações de Temperatura.....	28
2.3.4 Agentes Biológicos	29
2.3.5 Ações de uso.....	29
2.4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS	29
2.4.1 Regulamento de segurança em <i>playgrounds</i>.....	30
2.4.1.1 Materiais empregados	31
2.4.1.2 Risco de aprisionamento de membros.....	31
2.4.1.3 Limites de alturas	33
2.4.1.4 Proteções contra quedas	34
2.4.1.5 Responsabilidades dos fabricantes	35
2.4.2 Estruturas de plástico.....	37
2.4.3 Estruturas de madeiras	38
2.4.4 Estruturas de aço	38

2.5 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS	40
2.5.1 Levantamento em estruturas de plástico	40
2.5.2 Levantamento em estruturas de madeira.....	42
2.5.3 Levantamento em estruturas de aço	44
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO	46
3.1.1 Quadra 307 Norte	47
3.1.2 Quadra 506 Norte	48
3.1.3 Quadra 1005 Sul	49
3.1.4 Quadra 1306 Sul	49
3.1.5 Jardim Aurenny IV.....	50
3.1.6 Vale do Sol - Taquaralto	51
3.2 ANÁLISE DO ENTORNO DOS OBJETOS DE ESTUDO E INTEGRIDADE DOS SISTEMAS.....	51
3.3 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	53
3.4 PROCESSAMENTO DOS RESULTADOS	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1 PRAÇA DA QUADRA 307 NORTE	55
4.1.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil.....	55
4.1.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre	56
4.2 PRAÇA DA QUADRA 506 NORTE	57
4.2.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil.....	58
4.2.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre	59
4.3 PRAÇA DA QUADRA 1005 SUL.....	60
4.3.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil.....	61
4.3.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre	62
4.4 PRAÇA DA QUADRA 1306 SUL.....	63
4.4.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil.....	64
4.4.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre	65
4.5 PRAÇA DA QUADRA JARDIM AURENNY IV	66
4.5.1 Manifestações Patológicas nos equipamentos do parque infantil	66
4.5.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre	67
4.6 PRAÇA DA QUADRA VALE DO SOL TAQUARALTO	68
4.6.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil.....	69

4.6.2 Manifestações patológicas em equipamentos da academia ao ar livre	70
4.7 ORGANIZAÇÃO DAS ANOMALIAS ENCONTRADAS	72
5 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICES.....	81
APÊNDICE A – <i>Checklist</i> para avaliação das manifestações patológicas <i>in loco</i>	81
APÊNDICE B – Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 307 Norte.....	82
APÊNDICE C - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça 307 Norte.....	83
APÊNDICE D - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre da praça 307 Norte.....	84
APÊNDICE E - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 506 Norte.....	85
APÊNDICE F – Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça 506 Norte.....	86
APÊNDICE G - Imagens das manifestações patológicas em aço e plástico da academia ao ar livre da praça 506 Norte	87
APÊNDICE H - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 1055 sul	88
APÊNDICE I - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça 1005 Sul.....	89
APÊNDICE J - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre da praça 1005 Sul.....	90
APÊNDICE K - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 1306 Sul.....	91
APÊNDICE L - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre da praça 1306 Sul.....	92
APÊNDICE M - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça da Aurenny IV.....	93
APÊNDICE N - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça da Aurenny IV	94
APÊNDICE O - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre	

da praça da Aurenny IV	95
APÊNDICE P - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça do Setor Vale do Sol em Taquaralto	96
APÊNDICE Q - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça no Setor Vale do Sol em Taquaralto	97
APÊNDICE R - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre da praça no Setor Vale do Sol em Taquaralto	98
ANEXOS	99
ANEXO A – Diário Oficial de Palmas que estabelece a obrigatoriedade do uso da NBR 16071.....	99

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos remotos da história humana a necessidade de abrigo e proteção constitui uma necessidade para sobrevivência e autocuidado, consolidando a construção civil como peça fundamental ao desenvolvimento e estruturação da civilização. No decorrer da evolução histórica, cada avanço dado pela humanidade refletiu-se também no aprimoramento significativo dos métodos construtivos, alcançando os processos e técnicas atualmente empregadas, afirma Heerdt et al (2016). Em paralelo com o notável progresso da engenharia civil, observa-se o surgimento de manifestações patológicas nas edificações, decorrente de variados fatores, tais como inexistência ou inadequação de projetos, falhas na execução, mão de obra insuficientemente qualificada, inadequação dos materiais, além de utilização predial indevida.

Com origens gregas, o termo Patologia é amplamente usado nas áreas científicas como meio de descrever e caracterizar estudos de cunho investigativo a determinado setor. Tambara Júnior e Barraza (2021), afirmam que é possível definir a patologia como a vertente da engenharia responsável pela investigação e diagnóstico dos elementos que integram uma edificação, essencialmente quando estes apresentem inconsistências e resultados negativos em relação ao seu desempenho. Fazendo análises com rigor das origens, causas e consequências destas manifestações a partir dos indícios de desconformidade perceptíveis que surgem nas estruturas dos empreendimentos (Cremonini, 1988).

A medida que os sintomas patológicos nos edifícios foram sendo cada vez mais presentes no âmbito construtivo, notou-se a necessidade de implementar normativas de segurança que viessem a elucidar e mitigar futuros problemas oriundos destas manifestações. Pois, segundo Martins (2013), a jornada para o aperfeiçoamento profissional de todos os setores da construção civil parte do entendimento da funcionalidade dos sistemas construtivos. Reforçando o pensamento de que para aprimorar o controle e manutenção das manifestações patológicas é essencial conhecer seu processo executivo, de forma que facilite a correção e prevenção de possíveis anomalias (Cardoso, 2021).

Conforme Silva et al (2011), existem atualmente inúmeras metodologias voltadas ao estudo das manifestações patológicas em estruturas, contando com múltiplos ensaios que visam aferir as condições que motivaram o surgimento dos problemas, possibilitando, ser realizada posteriormente a intervenção corretiva dos mesmos. Em decorrência disso, esta pesquisa tem como motivação a análise das anomalias que acometem as estruturas de lazer

presentes em parques infantis e academias ao ar livre no município de Palmas – TO. Visto que as mesmas apresetam riscos elevados para a sociedade, pois equipamentos com anomalias representam riscos, principalmente para crianças e idosos, porque comprometem a estabilidade e integridade estrutural, bem como a segurança do uso, aumentando a probabilidade de quedas, cortes e acidentes mais graves, como o esmagamento. Estruturas danificadas, como peças soltas, superfícies corroídas ou trincadas, podem romper durante o uso ou causar desequilíbrio. A falta de manutenção preventiva e inspeções regulares agravam esses riscos, transformando pequenas falhas em potenciais causas de lesões.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

É amplamente reconhecido que a ação do tempo incide sobre toda a vida útil de qualquer elemento estrutural, promovendo sua degradação, podendo ser desencadeada por inúmeros motivos. Caldas (2008) afirma que há distintas tipologias de falhas e que estas podem vir a gerar, proporcionalmente, diferentes tipos de riscos para uma construção, que também incide tanto na segurança predial como na garantia de bem estar e segurança de seus usuários ou proprietários. Reforçando a importância de identificar e tratar de forma preventiva as estruturas de plástico, madeira e aço presentes em áreas destinadas a recreação pública.

No contexto específico de academias e parques infantis ao ar livre, destacam-se entre as principais causas a negligência profissional – manifestada por equívocos cometidos ainda nas fases iniciais das construções - falhas relacionadas ao uso incorreto, conservação inadequada e manutenção insuficiente dos elementos patrimoniais. Diante disso, torna-se evidente a importância do presente trabalho para elucidar questionamentos como: quais as manifestações patológicas mais frequentes em cada tipo de estrutura? quais os principais agentes causadores dessas anomalias? E de que forma podem ser conduzidas as intervenções corretivas adequadas desses problemas?

1.2 JUSTIFICATIVA

Conforme apontam Silva e Pontes (2013), o desenvolvimento de práticas recreativas desempenham um papel fundamental na prevenção da exposição de crianças e adolescentes a situações de vulnerabilidade, dentre elas vale ressaltar as de maiores riscos a integridade física e psicológica dos mesmos, tais como permanência nas ruas, exploração sexual infantil,

envolvimento com o tráfico de entorpecentes e contextos de isolamento social. Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de centros de lazer e recreação públicos, que venham possibilitar e incentivar a prática de atividades físicas, para que não somente crianças e adolescentes, mas todas as faixas etárias possam disfrutar de hábitos saudáveis, por meio de práticas de boa convivência social e estímulo a melhora do condicionamento físico.

Silva et al (2012), afirma que outros fatores determinantes para a adoção de comportamentos esportivos ou de lazer em espaços públicos ao ar livre, são as condições ambientais em que a sociedade está envolvida, com destaque para segurança, condições de moradia, aspectos socioeconômicos, acesso à saúde básica, educação, transporte e espaços disponíveis, entretanto, raramente os profissionais de educação física – que são responsáveis legais pelo incentivo do exercício físico - voltam seu olhar crítico para a condição e integridade dos espaços de uso social destinados a recreação e atividades físicas, o que pode agravar a evasão dos usuários, visto que grande parte destes não possui condições de terem acesso a ambientes privados para desenvolverem práticas esportivas e de lazer. Santos (2006) acrescenta que parques e praças configuram-se como os principais espaços públicos destinados ao lazer. Dessa forma, a garantia de bem estar e segurança da sociedade ao utilizar estes espaços deve ser assegurada pela gestão pública.

Visando reforçar a busca por meios de mitigação das manifestações patológicas, a escolha adequada dos materiais que irão compor os equipamentos de uso coletivo é fundamental, pois influenciam diretamente a durabilidade, a segurança e o desempenho das estruturas, além de contribuem para a sustentabilidade das obras. Como ressalta Vasconcellos (2011), a estabilidade depende diretamente da seleção de materiais apropriados, uma vez que mecanismos de degradação podem comprometer a integridade da construção ao longo do tempo. Equipamentos sujeitos ao uso intenso demandam materiais capazes de resistir ao desgaste e às condições ambientais, especialmente quando instalados em áreas externas. A seleção incorreta pode resultar em deterioração acelerada, falhas estruturais e riscos à integridade dos usuários. Estudos no âmbito patológico da construção civil apontam que há três requisitos básicos e fundamentais para garantir a qualidade de uma construção e prevenir manifestações de anomalias no decorrer de sua utilização, tais como um projeto bem elaborado, uma execução adequada e a realização de reparos conforme as demandas do tempo, de acordo com Erat et al (2016).

Perante esses fatos, é evidente que o estudo e análises das manifestações patológicas em estruturas presentes em parques infantis e academias ao ar livre faz-se fundamental, pois cada

tipologia de materiais apresenta comportamentos distintos diante de processos de degradação, o que exige a entendimento de suas particularidades para a elaboração de procedimentos mais competentes, facilitando a prevenção, controle e recuperação de danos. Portanto, a pertinência desse trabalho é evidente, uma vez que fornece subsídios importantes para a elaboração e acompanhamento de projetos, manutenções e gestão de equipamentos e estruturas de uso coletivo. Contribuindo também para o potencial de enriquecimento do meio acadêmico e a sua importante contribuição no contexto social. Pois, dentro da comunidade acadêmica a presente pesquisa tem grande pertinência no desenvolvimeto de material para consultas futuras acerca do tema, visto a gama de conhecimento abordado sobre as manifestações patológicas nas depedências dos centros de recreações infantis e academias ao ar livre. Sua contribuição para a sociedade está voltada para o levantamento das técnicas de diagnóstico e a mitigação de seus danos nas estruturas de patrimônio público.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo realizar a análise das manifestações patológicas presentes nos parques infantis e academias ao ar livre no município de Palmas – TO, com ênfase para as anomalias presentes em estruturas de plástico, estruturas de madeira e estruturas de aço. Mediante consultas bibliográficas e análise de estudo de caso com visitas *in loco* às praças públicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar e levantar as manifestações patológicas mais recorrentes em estruturas de plástico, madeira e aço, presentes em parques infantis e academias ao ar livre;
- Elaborar um *checklist* para avaliar as manifestações patológicas mais comuns encontradas nos ambientes públicos de lazer, com foco em academias ao ar livre e parques infantis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA DA PATOLOGIA NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

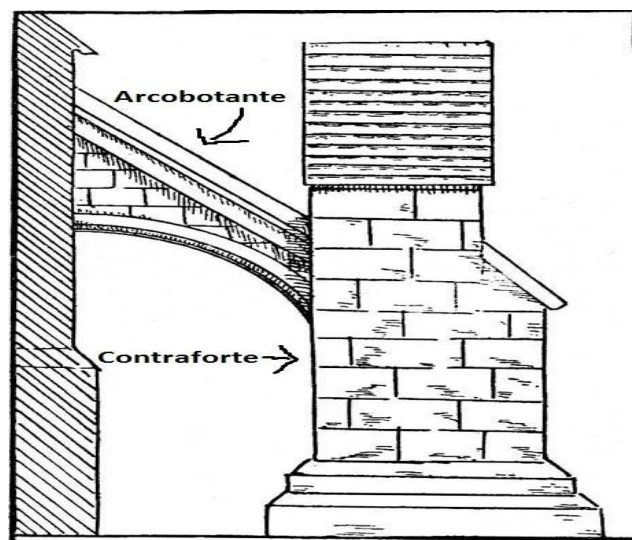
A patologia das construções, como uma área de estudo consolidada, é resultado de uma longa jornada histórica que acompanha a evolução das técnicas construtivas, dos materiais e das necessidades sociais relacionadas ao desempenho e segurança das edificações. O entendimento das falhas nas construções surgiu inicialmente de forma empírica, por meio da observação de colapsos, deformações e anomalias que afetavam edificações desde a antiguidade.

De acordo com Souza e Ripper (1998), as primeiras civilizações já reconheciam manifestações patológicas em suas construções, ainda que sem o conhecimento científico necessário para entender e identificar seus mecanismos e causas. Templos, aquedutos e edificações em pedra e argamassa frequentemente apresentavam fissuras e deteriorações provocadas principalmente por ações do tempo ou falhas construtivas. Foram justamente essas ocorrências que orientavam ajustes nos métodos utilizados nos projetos seguintes.

Durante o período da Idade Média, a Patologia das construções ainda não era um estudo científico, mas os conhecimentos empíricos seguiam cada vez mais presentes na elaboração e inspeção das edificações da época. Nesse período os construtores acumulavam experiência prática ao lidar com problemas recorrentes, como fissuras em arcos, falhas de fundação, infiltrações, erosões, degradação de argamassas de cal e deterioração de elementos em madeira, ajustando técnicas conforme as falhas eram percebidas.

Grandes desastres estruturais também contribuíram para aperfeiçoar soluções, destacando o uso de contrafortes, arcobotantes (Figura 1) e reforços em pilares, que buscavam equilibrar os empuxos gerados pelas construções cada vez mais altas e complexas. Embora o conhecimento fosse transmitido oralmente e sem rigor científico, as práticas de reparo, reforço e análise visual dos danos constituíram a base do entendimento primitivo das patologias da área.

Figura 1 – Exemplo de contraforte e acorbotante



Fonte: WordPress (2019)

Entre os séculos XVIII e XIX, marcada pela Revolução Industrial a construção civil passou por transformações ainda mais significativas com a introdução de novos materiais no mercado, sendo estes, o aço e o cimento Portland, que posteriormente possibilitaram o desenvolvimento de sistemas estruturais em concreto armado. Essa fase marcou o início de uma abordagem mais científica sobre o comportamento dos materiais e as causas das falhas estruturais, pois os engenheiros e construtores da época estavam enfrentando desafios inéditos com o surgimento das novas manifestações patológicas em todos os ambientes que continham a presença de ferro e concreto, com destaque para as relacionadas com fadigas, corrosões e dilatações térmicas em elementos metálicos e retrações, fissurações e curas inadequadas para elementos em concreto. Este período é marcado também pelo surgimento das primeiras escolas de engenharia, que proporcionou ambientes científicos e técnicos propícios à formalização do diagnóstico de anomalias, transformando experiências empíricas em conhecimento sistematizado.

Avançando para o século XX, pós Segunda Guerra Mundial e mediante aos danos sofridos pelo marco histórico, a reconstrução das cidades precisou ser acelerada, sendo aliada à industrialização da construção, provocou o surgimento de inúmeras manifestações patológicas em edificações recentemente executadas. Esse cenário favoreceu e impulsionou a consolidação da patologia das construções como disciplina específica da engenharia, com métodos próprios de diagnóstico, classificação de anomalias e implementação de técnicas preventivas e/ou corretivas. Helene (1992), afirma que essa fase foi marcada pela ampliação

dos estudos acerca da durabilidade, desempenho e vida útil das estruturas, viabilizando o desenvolvimento de normas e diretrizes voltados à assegurar a qualidade das construções.

Ao final do século XX e início do XXI nota-se uma mudança de perspectiva no ramo das patologias construtivas, tendo seu enfoque voltado para critérios que trabalhem mais a visão preventiva, pois com os avanços tecnológicos impulsionados pela crescente demanda de edificações mais duráveis, seguras e sustentáveis, a indústria da construção passou a adotar métodos mais rigorosos de controle tecnológico, bem como normas específicas voltadas à manutenção, inspeção e avaliação de desempenho. A expansão urbana acelerada, a exposição das estruturas a ambientes agressivos e a necessidade de reabilitação de edificações antigas intensificaram a importância das práticas de diagnóstico e prognóstico, provam isso. Dessa forma o ramo da patologia evoluiu com o apoio de tecnologias mais precisas, como os ensaios não destrutivos e monitoramento estrutural, permitindo análises mais detalhadas e intervenções mais eficazes (Meira, 2017).

Assim, a trajetória da patologia no âmbito construtivo mostra uma evolução que vai da simples observação empírica das falhas até a formação de um meio técnico-científico estruturado, baseado na compreensão dos mecanismos de degradação e na busca por maior durabilidade e segurança das edificações.

2.2 ESTRUTURAS UTILIZADAS EM PARQUES INFANTIS E ACADEMIAS AO AR LIVRE

Comumente os parques recreativos infantis e as academias dispostas ao ar livre são compostos por diferentes sistemas estruturais desenvolvidos para garantir segurança, estabilidade, funcionalidade e durabilidade aos usuários. Por estarem localizados em ambientes públicos e sem coberturas, esses equipamentos permanecem continuamente expostos às ações climáticas, ao desgaste provocado pelo uso frequente e, muitas vezes, à ausência de manutenção preventiva, fatores que contribuem diretamente para o surgimento de manifestações patológicas.

Os materiais mais utilizados na fabricação dessas estruturas são plástico, madeira e aço, podendo estes equipamentos serem constituídos por apenas um material ou por sistemas mistos. A escolha dos materiais depende de fatores como resistência mecânica, custo, durabilidade, conforto, estética e facilidade de manutenção.

Entretanto, cada material apresenta características específicas e está sujeito a

diferentes processos de degradação ao longo do tempo, que devem ser periodicamente observados e tratados preventivamente para que sua vida útil seja prolongada e a integridade dos usuários preservada.

2.2.1 Particularidades em estruturas de plástico

2.2.1.1 Parques Infantis

Em parques infantis componentes feitos em materiais plásticos são amplamente escolhidos por proporcionarem características como leveza, versatilidade e segurança, essas peças possuem superfícies lisas e com menor risco de causar acidentes em seu perfeito estado, tornando-se apropriadas para aplicações em escorregadores, túneis, balanços, gangorras, assentos e até em elementos decorativos.

Os materiais plásticos mais utilizados nesses equipamentos são o polietileno de alta densidade (PEAD), o polipropileno (PP) e o polietileno rotomoldado, devido às suas propriedades de resistência ao impacto, facilidade de conformação e múltiplas possibilidades de formatos.

Uma das principais especificações exigidas para estruturas plásticas em ambientes externos é a resistência à radiação ultravioleta (UV). A exposição prolongada ao sol provoca degradação química dos polímeros, causando perda de coloração, ressecamento, redução da elasticidade e fragilidade estrutural. Por esse motivo, os materiais devem possuir aditivos estabilizantes contra UV incorporados durante o processo de fabricação, capazes de minimizar os efeitos da radiação solar e prolongar a durabilidade das peças. Além disso, esses materiais devem ser atóxicos e não liberar substâncias nocivas durante o uso ou exposição solar.

Outro aspecto relevante são os sistemas de fixação, entre componentes plásticos e metálicos, que devem permitir estabilidade estrutural sem provocar tensões excessivas nos pontos de contato, evitando fissuras e desgastes prematuros. Em muitos casos, utilizam-se buchas e arruelas para reduzir atritos e distribuir melhor os esforços mecânicos.

2.2.1.2 Academias ao ar livre

Nas academias ao ar livre, embora os componentes plásticos normalmente não

exercem função estrutural, eles desempenham papel importante no conforto e na ergonomia dos equipamentos, sendo encontrados comumente em assentos e manoplas, estes devem possuir resistência ao desgaste por atrito e ter estabilidade térmica, além de conforto tátil, garantindo melhor experiência de uso aos praticantes.

Alguns materiais como o PEAD, o PP também podem estar presentes, bem como o policloreto de vinila (PVC) e o nylon. O PEAD é utilizado devido à alta resistência ao impacto e às intempéries, enquanto o polipropileno é comum em acabamentos e peças ergonômicas, já o PVC é aplicado em revestimentos flexíveis e o nylon pode estar presente em buchas e componentes de articulação por apresentar boa resistência ao desgaste.

2.2.2 Particularidades em estruturas de madeira

2.2.2.1 Parques Infantis

A madeira já foi um dos materiais mais tradicionalmente utilizados em parques infantis devido às características estéticas, ao conforto térmico e à integração visual com áreas verdes. As estruturas em madeira proporcionam aspecto natural aos ambientes recreativos, porém sua utilização em equipamentos destinados ao uso infantil teve uma significativa redução por fatores relacionados ao custo-benefício e a manutenção desse sistema.

Os principais componentes fabricados em madeira atualmente incluem postes estruturais, plataformas elevadas, pontes, passarelas, escadas, corrimãos, guarda-corpos, casinhas recreativas e bancos de apoio. Na maioria dos casos, são utilizadas madeiras tratadas em autoclave ou espécies com maior resistência natural às intempéries e aos ataques biológicos.

Esse sistema normalmente é ligado a elementos metálicos de fixação, como parafusos, suportes, chapas e conectores, responsáveis por proporcionar estabilidade e resistência mecânica aos equipamentos. Entretanto, a combinação entre madeira e metal pode favorecer o acúmulo de umidade em regiões de contato, acelerando os processos de deterioração, pois a exposição prolongada à umidade e à radiação solar provoca alterações dimensionais e perda gradual das propriedades mecânicas do material.

2.2.2.2 Academias ao ar livre

Academias ao ar livre em estruturas de madeira são ainda mais raras que parques infantis constituídos por esse sistema. Sendo predominantemente fabricadas em estruturas metálicas, especialmente em aço, devido às exigências de resistência mecânica, durabilidade e segurança associadas ao uso contínuo dos equipamentos. A utilização de madeira nesse tipo de estrutura é menos frequente porque o material apresenta limitações técnicas quando submetido aos esforços repetitivos e o contato direto com intempéries.

Além disso, muitos equipamentos de academias ao ar livre possuem partes móveis, articulações, rolamentos e conexões mecânicas que necessitam de elevada rigidez estrutural e precisão dimensional. O aço oferece melhor desempenho para esse tipo de aplicação, garantindo estabilidade e segurança durante o uso dos aparelhos.

Do ponto de vista econômico, embora a madeira possa apresentar custo inicial competitivo em alguns casos, a necessidade de manutenção contínua e a menor durabilidade em ambientes externos podem aumentar os custos ao longo da vida útil dos equipamentos.

2.2.3 Particularidades em estruturas de aço

2.2.3.1 Parques Infantis

As estruturas metálicas são amplamente utilizadas tanto em parques infantis quanto em academias ao ar livre devido à elevada resistência mecânica, facilidade de fabricação e capacidade de suportar cargas repetitivas e esforços dinâmicos. O aço carbono e o aço galvanizado estão entre os materiais mais empregados na fabricação desses equipamentos.

Nos parques infantis, as estruturas metálicas são utilizadas em balanços, gangorras, trepa-trepas, escadas, corrimãos, plataformas, sistemas de sustentação e elementos de fixação.

Os componentes metálicos são geralmente constituídos por tubos de aço, chapas, perfis estruturais, parafusos, soldas, buchas de fixação, rolamentos e conexões mecânicas. Para aumentar a resistência à corrosão, muitos equipamentos recebem tratamentos superficiais, como galvanização ou pintura eletrostática.

Entretanto, as estruturas metálicas estão sujeitas a diversas manifestações patológicas decorrentes da exposição contínua ao meio ambiente. A corrosão constitui uma das manifestações patológicas mais frequentes, principalmente em regiões com falhas de pintura, acúmulo de água ou desgaste da camada protetora. Também são comuns afrouxamento de parafusos, deformações estruturais e desgaste de componentes móveis.

2.2.3.2 Academias ao ar livre

Diferente dos parques a presença desse sistema nas academias ao ar livre é notória, pois praticamente todos os equipamentos possuem a estrutura metálica como principal material, incluindo simuladores de caminhada, bicicletas ergométricas, aparelhos de musculação, barras de alongamento e equipamentos multifuncionais. O aço carbono e o aço galvanizado são os materiais mais empregados por seu custo benefício e facilidade na produção e implantação dos mesmos.

Nos equipamentos das academias ao ar livre, além de problemas recorrentes como corrosão e oxidação, ocorre o desgaste mecânico principalmente nas articulações, rolamentos e pontos de movimentação contínua. A ausência de manutenção preventiva pode intensificar o atrito entre as peças, comprometendo o funcionamento dos aparelhos e aumentando os riscos de acidentes.

Estes também devem receber tratamentos de proteção contra agentes externos e ações do tempo para prolongar a vida útil das peças e assegurar a integridade dos usuários.

2.3 MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO NO AMBIENTE EXTERNO

Os equipamentos e estruturas instalados em ambientes externos estão constantemente expostos a agentes físicos, químicos, biológicos e mecânicos que contribuem para sua degradação ao longo do tempo. Em praças públicas, parques infantis e academias ao ar livre, a ação combinada das intempéries, do uso contínuo e da ausência de manutenção adequada acelera o surgimento de manifestações patológicas, comprometendo a durabilidade, a segurança e o desempenho estrutural dos materiais.

A degradação em ambientes externos ocorre principalmente devido à exposição direta à radiação solar, chuva, variações térmicas, umidade, vento e poluentes atmosféricos. Esses fatores atuam de maneira distinta conforme o tipo de material empregado na estrutura, podendo provocar corrosão em elementos metálicos, apodrecimento em componentes de madeira e envelhecimento precoce em materiais poliméricos.

2.3.1 Ação da Radiação Ultravioleta

A radiação ultravioleta proveniente da exposição solar é um dos principais agentes de degradação em ambientes externos. Nos materiais plásticos, a incidência contínua de raios UV provoca alterações químicas nas cadeias poliméricas, resultando em perda de resistência mecânica, ressecamento, desbotamento e fissuração. Em pinturas e revestimentos, a radiação solar também favorece o desbotamento e o desprendimento da camada protetora.

Além disso, o aquecimento excessivo das superfícies expostas ao sol contribui para a dilatação térmica dos materiais. Quando essa movimentação ocorre repetidamente, podem surgir deformações, fissuras e falhas nas conexões estruturais.

2.3.2 Umidade

Também sendo um dos principais males agressivos para estruturas expostas ao meio externo, a umidade favorece processos de deterioração física e química. Em estruturas metálicas, a presença de água associada ao oxigênio promove a corrosão, reduzindo gradativamente a espessura e a resistência dos elementos estruturais.

Nas estruturas de madeira, a umidade excessiva facilita o surgimento de fungos, bolores e processos de apodrecimento, comprometendo a integridade do material. Além disso, ciclos sucessivos de absorção e secagem provocam retrações e expansões que podem gerar empenamentos e fissuras.

Em materiais plásticos, embora muitos polímeros apresentem resistência à água, a exposição contínua à umidade pode acelerar o envelhecimento dos aditivos protetores e favorecer o surgimento de microfissuras superficiais.

2.3.3 Variações de Temperatura

As oscilações térmicas diárias e sazonais causam expansão e contração dos materiais. Quando diferentes materiais estão conectados em uma mesma estrutura, suas distintas taxas de dilatação térmica podem gerar tensões internas, ocasionando desprendimentos, deformações e fissuras.

Temperaturas elevadas também podem acelerar reações químicas de envelhecimento, especialmente em materiais plásticos e revestimentos protetivos.

2.3.4 Agentes Biológicos

Os agentes biológicos representam importante mecanismo de degradação em ambientes externos. Fungos, bactérias, insetos xilófagos e microrganismos atuam principalmente em materiais orgânicos, como a madeira, promovendo deterioração gradual de suas propriedades físicas e mecânicas.

Além disso, o acúmulo de sujeira e matéria orgânica em superfícies externas favorece a proliferação biológica e aumenta a retenção de umidade, potencializando outros mecanismos patológicos.

2.3.5 Ações de uso

O desgaste mecânico causado pelo uso frequente dos equipamentos contribui significativamente para a degradação das estruturas. Impactos, abrasão, sobrecargas e vandalismo podem provocar deformações, afrouxamento de conexões, trincas e desgaste superficial.

2.4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

As normas técnicas desempenham um papel fundamental na criação e desenvolvimento de diversas fases e setores da vida, no âmbito da construção civil estas normativas são exiamente necessárias e estão presentes estabelecendo diretrizes que orientam desde a concepção de projetos, a execução de obras e posteriormente a manutenção das edificações.

As regulamentações são definidas e aplicadas por diversos órgãos e entidades, contando com esferas municipais, estaduais, nacionais e internacionais, como afirma Silva (2022). No Brasil, essas normas são elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e têm como objetivo garantir segurança, qualidade, durabilidade e desempenho adequado das construções. A ausência ou o não cumprimento integral dessas diretrizes podem resultar em falhas construtivas, aumento de custos e riscos à integridade dos usuários. Dessa forma, compreender a importância das normas técnicas e seguir suas especificações é essencial para assegurar a eficiência e a longevidade das edificações.

Para fomentar esta pesquisa serão apresentadas normativas nacionais do banco de

dados da ABNT que foram usadas como base, tendo enfoque em estruturas recreativas com elementos de plástico, madeira e aço.

2.4.1 Regulamento de segurança em *playgrounds*

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) que ampara o todo processo de concepção e manutenção de parques infantis é a ABNT NBR 16071 – *Playgrounds*. Publicada no ano de 2012, mas com uma versão atual desde 2021, essa normativa foi implementada para substituir a ABNT NBR 14350 publicada em 1999 e usada até o ano seguinte de sua substituição, apesar de abordarem praticamente os mesmo conceitos, a ABNT NBR 16071:2021 possui parâmetros mais atuais e extensos quanto as diretrizes necessárias para construção, manutenção e utilização deses ambientes recreativos, sendo dividida em oito partes, enquanto a norma anterior era seccionada em apenas duas. Uma forte motivação para a atualização da norma fora a evolução dos materiais empregados nos parques infantis, que ocorreu entre as décadas de 1970 a 2000. Anterior a isso eram utilizados em grande parte apenas aço para moldar os equipamentos de recreação.

Diante disso, esta normativa será fundamental para determinar os principais critérios de execução e manutenção dos ambientes públicos destinados a recreação e lazer nas praças de Palmas – TO.

As partes que compõem a normativa ABNT NBR 16071:2021 são:

- NBR 16071-1 – Terminologia;
- NBR 16071-2 – Requisitos de segurança;
- NBR 16071-3 – Requisitos de segurança para superfícies absorventes de impacto;
- NBR 16071-4 – Métodos de ensaio;
- NBR 16071-5 – Projeto da área de lazer;
- NBR 16071-6 – Instalação;
- NBR 16071-7 – Inspeção, manutenção e utilização;
- NBR 16071 -8 – Acessibilidade.

A primeira parte da norma aborda os principais termos técnicos utilizados, afim de padronizar a linguagem aplicada ao estudo de playgrounds, assegurando que projetistas, fabricantes, inspetores e responsáveis técnicos locais usem o mesmo vocabulário. Inclui também definições como área de utilização, altura de queda, elementos de retenção, faixa etária recomendada, entre outras nomenclaturas essenciais para o entendimento e aplicação

das demais partes da norma. A terminologia é fundamental para evitar interpretações equivocadas durante análises, inspeções e elaboração de laudos técnicos.

A parte dois discute as exigências de segurança aplicáveis aos equipamentos dos *playgrounds*, contemplando critérios geométricos, estruturais e funcionais. Abrangendo aspectos como a prevenção do aprisionamento de membros, que pode vir a ocorrer em fissuras presentes nos equipamentos. Bem como a eliminação de arestas cortantes e saliências, que podem provocar a perda de um membro, o dimensionamento adequado de guarda-corpos, resistência dos materiais e limites de altura para uso. É o ponto mais crítico para garantir que os brinquedos não apresentem riscos mecânicos previsíveis aos usuários.

2.4.1.1 Materiais empregados

O tópico 4 da ABNT NBR 16071-2:2021 especificamente aborda os materiais utilizados na fabricação dos equipamentos de *playground*, estabelecendo requisitos mínimos para garantir segurança, durabilidade e resistência das estruturas. A Norma determina que a escolha dos materiais empregados deve estar em concordância com as normativas apropriadas, para assegurar que estas venham a suportar as condições de uso, exposição ao tempo e esforços mecânicos, sem comprometer a integridade dos equipamentos nem oferecer riscos aos usuários.

Trazendo fundamentos para materiais como madeira, metais, plásticos, cordas, cabos e correntes, estabelecendo critérios relacionados à resistência estrutural, acabamento superficial, proteção contra corrosão e degradação. Reiterando que as superfícies não podem apresentar arestas cortantes, rebarbas, fissuras ou partes que possam causar ferimentos. Além disso, os materiais devem possuir resistência adequada à umidade, radiação solar e desgaste.

Para as estruturas metálicas, a norma exige proteção contra corrosão e oxidação. Já para elementos em madeira, determina-se que estejam livres de apodrecimento, rachaduras excessivas, lascas e deteriorações que prejudiquem a segurança. Já para componentes plásticos, devem apresentar estabilidade dimensional, resistência mecânica e proteção contra degradação causada pelos raios UV.

2.4.1.2 Risco de aprisionamento de membros

O aprisionamento de membros ocorre quando partes do corpo da criança, como dedos, mãos, braços, pernas ou pés, podem ficar presas em aberturas, frestas, juntas ou componentes móveis dos equipamentos de playground. Esse tipo de risco é considerado uma das principais causas de acidentes em áreas infantis, podendo provocar lesões leves, fraturas, esmagamentos e até situações mais graves decorrentes da impossibilidade de liberação do membro preso (Figura 2).

Figura 2 – Resumo de possíveis situações de aprisionamento

		Aberturas de perímetro fechado		Aberturas de perímetro aberto	Forma de V	Saliências	Partes móveis dos equipamentos
		Rígidas	Não rígidas				
A	Corpo completo						
B	Cabeça/pescoço entrando de cabeça						
C	Cabeça/pescoço entrando com os pés						
D	Braço e mãos						
E	Perna e pé						
F	Dedo						
G	Roupas						
H	Cabelo						

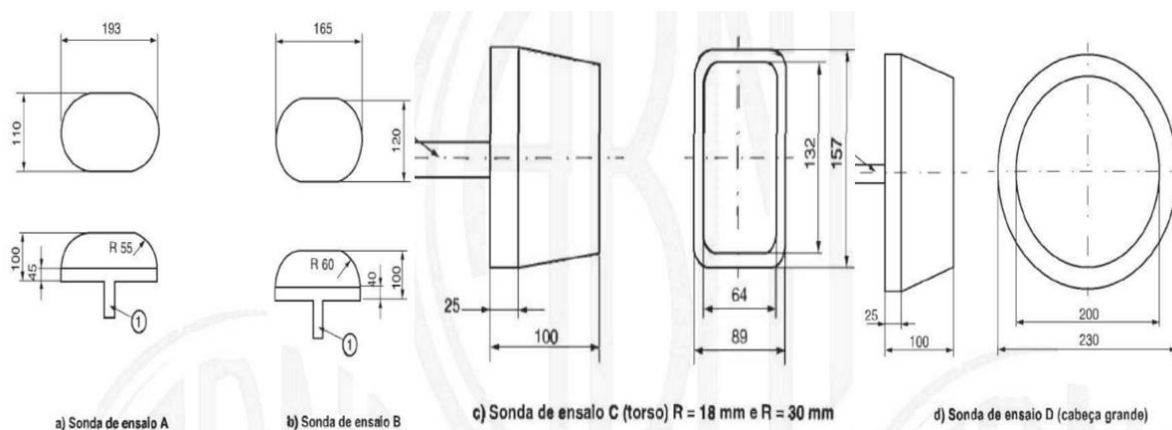
Fonte: ABNT (2021)

A norma estabelece que os equipamentos devem ser projetados de forma a eliminar ou minimizar pontos de aprisionamento, especialmente em regiões de movimentação, articulações, conexões estruturais e transições entre peças. Para isso, são definidos critérios dimensionais específicos para aberturas e espaçamentos, evitando que partes do corpo da criança entrem parcialmente nos espaços e fiquem retidas.

Para estimar esses valores são realizados ensaios de aprisionamentos que simulam situações reais de uso e avaliam se as dimensões das aberturas, frestas e componentes estão

dentro dos limites seguros definidos pela norma, sendo possível mediante o auxílio de sondas de distintos tamanhos (Figura 3).

Figura 3 – Sonda de ensaio de aprisionamento de cabeça



Fonte: ABNT (2021)

Assim, o procedimento ocorre aplicando as sondas nos vãos dos elementos presentes nos parques infantis registrando se as mesmas passam sem complicações pelas aberturas. Esses ensaios devem ser realizados em aberturas que estejam com altura igual ou superior a 60 centímetros de solo ou de plataformas.

Para os riscos de aprisionamentos de corpo em túneis e passagens, a norma resguarda que as aberturas desses ambientes devem ser de no mínimo 60 centímetros de diâmetro. Já para casos de riscos de aprisionamentos de dedos também são feitos ensaios com próteses de dedos nas medidas de 8 milímetros e 25 milímetros, aplicando-os em frestas e pequenos espaços registrando em relatório se as próteses passam ou ficam presas nas aberturas.

2.4.1.3 Limites de alturas

A norma ainda determina que equipamentos elevados devem possuir dispositivos de proteção adequados à altura e à faixa etária das crianças, evitando quedas acidentais. Dessa forma, plataformas, passarelas e escadas devem apresentar dimensões seguras, em relação as alturas máximas estabelecidas para quedas livres em ambientes elevados, esta não deve ultrapassar 3 metros, pois a partir disso um acidente poderia ser fatal para os usuários.

Há uma correlação com a altura de queda livre com o material de composição para

absorver o impacto apresentada pela Norma e descrita no quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Materiais atenuadores de impacto conforme alturas críticas de queda

Equipamento por faixa etária	Tipo de proteção requerida		
	Altura ≥ 600 mm	Altura $\geq 1\ 000$ mm	Altura $\geq 2\ 000$ mm
Acessível a usuários menores que 36 meses	Superfícies atenuantes de impactos		
	Barreira		
Não acessível a usuários menores que 36 meses	Superfícies atenuantes de impactos		
	—	Guarda-corpos	Barreiras

Fonte: ABNT (2021)

2.4.1.4 Proteções contra quedas

A norma determina que equipamentos elevados devem possuir dispositivos de proteção adequados à altura e à faixa etária das crianças, evitando quedas acidentais. Dessa forma, plataformas, passarelas e escadas devem apresentar dimensões seguras, superfícies antiderrapantes e espaçamentos compatíveis com o uso e lazer infantil. No quadro 2 há um resumo quanto as proteções que devem ser adotadas de acordo com a faixa etária dos usuários e altura dos equipamentos.

Quadro 2 – Proteção contra queda

Materiais ^{a)}	Descrição mm	Profundidade mínima ^{c)} mm	Altura máxima de queda mm
Gramado	–	–	≤ 1 000
Casca Lasca de madeira Areia ^{b)} Cascalho ^{b)}	De 20 a 80 tamanho grão De 5 a 30 tamanho grão De 0,2 a 2 tamanho grão De 2 a 8 tamanho grão	300	≤ 3 000
Outros materiais	Segundo ensaio de HIC (ver ABNT NBR 16071-3)		Altura crítica de queda conforme ensaiado

a) Materiais preparados propriamente para uso em *playgrounds*.

b) Sem partículas de lama ou argila.

c) Acrescer 200 mm de material solto.

Fonte: ABNT (2021)

Os guardas corpos necessariamente devem ser implementados quando as plataformas estiverem com altura superior a 1 metro e devem conter no mínimo 80 centímetros de altura a partir da base, para o caso de barreiras, estas devem conter 90 centímetros no mesmo parâmetro.

2.4.1.5 Responsabilidades dos fabricantes

Dentro dos critérios da ABNT NBR 16071-2:2021 há uma seção que aborda as informações e orientações que devem ser fornecidas pelos fabricantes dos equipamentos de lazer destinados para uso público. Esse item estabelece que os sistemas devem possuir identificação adequada e documentação técnica que permita garantir a instalação, utilização, inspeção e manutenção seguras das estruturas.

A norma exige que o fabricante disponibilize informações claras acerca de:

- faixa etária recomendada;
- capacidade de uso dos equipamentos;
- instruções de instalação;
- procedimentos de manutenção e inspeção;
- cuidados de segurança;
- especificações dos materiais utilizados.

Além disso, os equipamentos devem conter identificação permanente com dados do fabricante, modelo, ano de fabricação e referências normativas aplicáveis. Essas informações são importantes para rastreabilidade, controle de manutenção e verificação de conformidade técnica.

O tópico também estabelece que os manuais devem apresentar orientações relacionadas à montagem correta, fixação das estruturas, conservação dos componentes e substituição de peças desgastadas, contribuindo para a prevenção de acidentes e prolongamento da vida útil dos equipamentos.

Outro aspecto importante é que as instruções devem alertar sobre riscos decorrentes de uso inadequado, ausência de manutenção e modificações não autorizadas nas estruturas dos *playgrounds*.

Na terceira seção da Norma são abordados os parâmetros aplicáveis aos pisos de amortecimento, considerados essenciais para reduzir a gravidade de lesões provenientes de

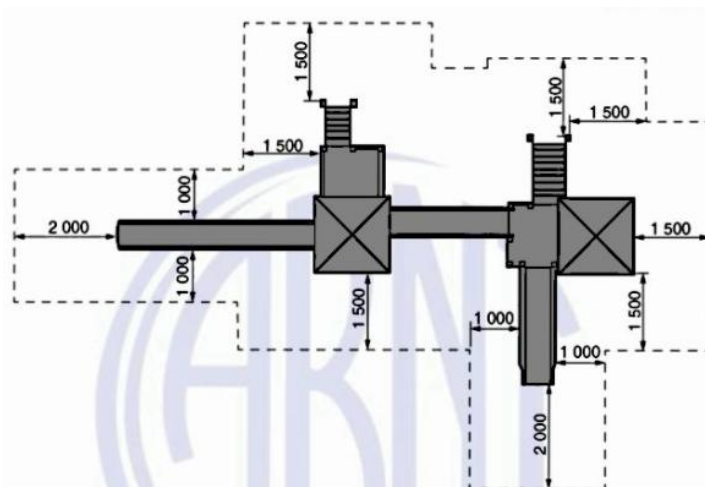
quedas. Especificando os critérios de desempenho, incluindo altura de queda crítica, espessura mínima e características físicas dos diferentes tipos de pavimento, como borracha ou areia. Também define condições de instalação e manutenção necessárias para conservar o desempenho ao longo da vida útil dos elementos.

A quarta parte detalha os procedimentos normativos utilizados para avaliar a segurança dos equipamentos. Abrange métodos padronizados para verificar risco de aprisionamento, resistência mecânica, estabilidade, durabilidade e eficiência dos pisos absorventes. Incluindo ensaios tanto em laboratórios como em campo, com o uso sondas específicas, aplicação de cargas estáticas e dinâmicas, e também testes de impacto. Esta parte garante que as verificações sejam realizadas de forma a permitir a repetição e apresente resultados técnicos confiáveis.

Na parte cinco estão os critérios de planejamento e organização espacial dos parques infantis, com recomendações para a distribuição dos equipamentos segundo definição de áreas de circulação e uso, distanciamento seguro entre estruturas, acessos, visibilidade para supervisão, garantindo que os usuários fiquem dentro do campo de visão dos responsáveis e condições ambientais, como o sombreamento. Assegurando assim, que o ambiente seja projetado de maneira funcional e coerente com a dinâmica de uso das crianças.

A figura 4 a seguir elucida os conceitos trazidos pela norma e que consiste nos espaços adequados para cada frente de uso dos parques, onde a liberação de espaço varia de 1,20 metros a 2 metros de área livre.

Figura 4 – Espaço livre mínimo em volta dos parques infantis



Fonte: ABNT (2021)

Abordando os requisitos técnicos para a correta instalação dos equipamentos, a sexta parte da norma compete conceitos de montagem que reforçam a importância de seguir as prescrições e manuais das indústrias. Também aborda as responsabilidades do fabricante e instalador quanto à disponibilização de manuais, especificações e instruções de montagem. A relevância dessa parte é indiscutível, pois a mesma é fundamental para assegurar que a montagem não comprometa a integridade estrutural dos brinquedos e do piso amortecedor.

Nesta sétima seção são apresentados os critérios e periodicidades para a realização das inspeções dos parques infantis, que são classificadas em inspeção rotineira, operacional e principal. É também a parte com maior relevância para a presente pesquisa, mediante ao estudo aprofundado dela será possível compreender e executar de forma correta as análises *in loco*. A norma estabelece ainda *checklists* para auxílio nas visitas, condições de manutenção preventiva e corretiva, critérios de retirada de equipamentos de uso e orientações sobre sinalização e instruções ao usuário. É uma parte essencial para os responsáveis técnicos e também para garantir a segurança contínua ao longo da vida útil dos centros de recreação.

A oitava e última parte da norma compete os requisitos para tornar as áreas de lazer inclusivas, definindo parâmetros para rotas acessíveis, áreas de aproximação e manobras, superfícies adequadas e com equipamentos adaptados. Sua aplicação ao cenário atual ainda é pouco desenvolvida, visto que nem todas as áreas públicas contam com equipamentos recreativos que atendam os critérios da acessibilidade. Contudo, essa seção expressa a necessidade e o objetivo de promover integração e participação de crianças com mobilidade reduzida ou outras deficiências, garantindo igualdade de acesso às atividades recreativas.

Apesar de serem extremamente importantes e de grande resguardo para garantir a segurança dos usuários, a utilização da norma ABNT NBR 16071:2021 não é obrigatória para a concepção de parques infantis, ficando a critério do poder público a decisão de adotar ou não seus métodos e prescrições. Contudo, a cidade de Palmas-TO sancionou em seu Diário Oficial (Anexo A) no dia 27 de outubro de 2021, a Lei nº 2.625 que torna obrigatório a aplicação da ABNT NBR 16071 – ou de normas que a sucederem – para fins de segurança e manutenção dos parques infantis em áreas de uso público. A lei municipal responsabiliza os gestores e setores públicos quanto a vistoria e manutenção desses espaços.

2.4.2 Estruturas de plástico

Atualmente o Brasil não conta com normas que regulamentem especificamente o

emprego de elementos plásticos nos parques infantis públicos dispostos ao ar livre, contando apenas com a ABNT NBR 16071:2021, que tem sido amplamente adotada como referência técnica para assegurar o desempenho e a integridade dos equipamentos, pois engloba o conjunto de parâmetros e métodos para construções desses ambientes recreativos em estruturas plásticas.

2.4.3 Estruturas de madeiras

Embora a ABNT NBR 16071:2021 também regulamente sobre todas as etapas pré e pós construtivas e ainda resgase as estruturas de parques infantis feitos em madeira quanto a manutenção e uso, há outras normas que se aplicam a este sistema. A ABNT NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira, publicada em 1997 e atualizada em 2022, estabelece critérios normativos necessários para o dimensionamento, verificação, execução e controle de estruturas confeccionadas em madeira no Brasil. Seu papel é assegurar que projetos estruturais nesse material atendam aos requisitos de segurança, desempenho e durabilidade, baseados em métodos de cálculos para verificações.

Esta norma também busca padronizar procedimentos técnicos relacionados ao projeto estrutural, tais como a classificação das espécies de madeira, a determinação das propriedades físicas e mecânicas, a aplicação de coeficientes de segurança e os critérios para o dimensionamento de elementos estruturais. Bem como os processos das ligações realizados para unir os elementos estruturais, buscando evitar falhas associadas ao mau desempenho das juntas.

Outro objetivo relevante da ABNT NBR 7190 é disciplinar os aspectos de durabilidade da madeira, indicando a necessidade de tratamentos preservativos, levando em consideração as condições ambientais da localidade em que essas estruturas estão inseridas, como classes de umidade e risco biológico, contribuindo para a prevenção de manifestações patológicas como a degradação por fungos, cupins ou agentes climáticos (Ibama, 2010). A norma ainda estabelece métodos de ensaio e critérios de classificação das madeiras, indispensáveis para a determinação confiável de propriedades mecânicas que servirão de base para o dimensionamento.

2.4.4 Estruturas de aço

No que tange a utilização de estruturas metálicas em parques infantis e academias ao ar livre públicos no Brasil não há apenas uma normativa regulamentadora, mas sim um conjunto de normas que tratam simultaneamente da segurança dos equipamentos, do desempenho estrutural do aço e da proteção contra a corrosão, assegurando que brinquedos e equipamentos de ginástica atendam aos critérios de segurança, durabilidade e acessibilidade.

A base normativa principal quanto aos parques infantis, assim como em estruturas de plástico e madeira, é a ABNT NBR 16071:2021, que estabelece os requisitos gerais para os processos construtivos dos centros de lazer que comportem esse tipo de material. Embora não exista uma normativa técnica exclusiva que aborde de forma única e completa as estruturas metálicas de academia ao ar livre, seu processo construtivo e de manutenção pode ser regido por fragmentos da ABNT NBR 16071:2021.

Com relação ao comportamento estrutural dos componentes metálicos, aplica-se a ABNT NBR 8800:2024, que regulamenta o projeto e a execução de estruturas em aço, incluindo critérios de dimensionamento, ligações, resistência mecânica e desempenho mediante as ações de uso. Essa norma é indispensável quando a estrutura em aço é considerada parte resistente do equipamento, assegurando estabilidade e segurança frente às solicitações previstas para brinquedos de uso público e contínuo.

Além disso, parques e academias públicas são ambientes com alta exposição a intempéries, o que exige atenção especial à durabilidade do aço. Assim, normas específicas de proteção anticorrosiva, como a ABNT NBR 16733:2019 e documentos internacionais como a ISO 12944 - Tintas e vernizes – Proteção anticorrosiva de estruturas de aço por sistemas de pintura anticorrosiva. Aliadas, tornam-se fundamentais para definir sistemas de pintura, preparação de superfície, camadas protetivas e métodos de inspeção de revestimentos. Tais normas orientam o desempenho do aço ao longo do tempo, prevenindo degradações típicas como corrosão generalizada, corrosão localizada e falhas de revestimento, que podem comprometer a segurança dos usuários.

A ABNT NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio, estabelece critérios para o dimensionamento e verificação estrutural de elementos de aço formados a frio, sendo também aplicável às estruturas metálicas presentes em equipamentos urbanos, como academias ao ar livre e parques infantis, apesar de não ser em sua totalidade, mas no contexto desta pesquisa, a norma contribui para a análise da estabilidade, resistência e segurança de componentes metálicos tubulares e perfis leves utilizados nesses equipamentos, auxiliando na identificação de manifestações patológicas

relacionadas à corrosão, deformações excessivas, flambagem e falhas estruturais decorrentes do uso contínuo e da exposição às intempéries.

2.5 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS

Para que seja realizado o estudo e levantamento das técnicas de diagnóstico das anomalias presentes em estruturas de plástico, inicialmente, é necessário observar detalhes indispensáveis, como o ambiente em que esses elementos estão inseridos e a que tipo de agentes de degradação seus componentes estão sujeitos. Para as estruturas de plástico localizadas em parques infantis e academias ao ar livre, entende-se que estas estejam sujeitas a diversos mecanismos de degradação decorrentes da exposição contínua ao ambiente externo e a intempéries que contribuem para o desgaste diário das mesmas.

Outro fator determinante para o desenvolvimento de um acervo de diagnósticos consistente é a necessidade de um conhecimento profundo acerca das manifestações patológicas típicas que podem acometer cada tipologia estrutural. Além disso, é fundamental saber identificar as anomalias a partir dos sintomas apresentados pelas estruturas, uma vez que nem sempre é possível determinar o problema real sem investigações mais detalhadas. Contudo, é viável mapear os sinais de deterioração para subsidiar o diagnóstico (Pereira et. al, 2018), permitindo posteriormente a compreensão de suas causas e a elaboração de um laudo técnico preciso.

2.5.1 Levantamento em estruturas de plástico

As principais composições dos materiais plásticos encontrados em ambientes públicos de recreação são polímeros, como apresentado na figura 5. A escolha dessas estruturas está diretamente ligada as vantagens técnicas, funcionais e econômicas que os tornam mais adequados do que outros materiais, por serem mais leves, com boa resistência ao impacto, baixa necessidade de manutenção e flexibilidade na modelagem. Porém, sua durabilidade pode ser comprometida quando submetida a intempéries, esforços repetitivos, cargas não previstas e uso indevido.

Figura 5 – Parque infantil ao ar livre composto por elementos em polímero



Fonte: Ecopex (s.d)

Dessa forma, mediante a observação e estudos dos sintomas é possível elencar anomalias recorrentes que surgem em elementos plásticos, tendo como principais manifestações o surgimento de trincas e fissuras, desbotamentos, deformações e quebras (Figura 6).

Figura 6 – Principais manifestações patológicas em estruturas de plástico



Fonte: Autor (2025)

Assim, o levantamento das técnicas de diagnóstico inicia-se pela observação e identificação das manifestações patológicas típicas que ocorrem em estruturas de plástico. Sendo uma etapa fundamental para determinar quais métodos serão empregados na vistoria, uma vez que cada tipo de dano exige um procedimento de análise específico, variando o grau de intensidade conforme a necessidade de cada investigação. Podendo ser delimitadas em três

níveis, com inspeções simples, ensaios não destrutivos e até mesmo análises laboratoriais.

O primeiro nível compreende métodos amplamente utilizados em estudos de campo por sua praticidade e baixo custo, e será o ideal para a presente pesquisa, assim como os ensaios não destrutivos, pois a associação destes atendem, em grande maioria, a identificação das anomalias encontradas nos elementos constituídos de plástico de centros de recreação públicos, a terceira fase aplica-se a ensaios mais complexos somente quando se fizerem necessários para uma melhor avaliação do cenário patológico.

Portanto, determina-se que a associação de inspeções visuais, registros fotográficos, medições dimensionais e análises de coloração, constituem o conjunto de métodos mais apropriado para a análise *in loco* das anomalias presentes em estruturas de plástico.

2.5.2 Levantamento em estruturas de madeira

Semelhantemente aos estudos preliminares das manifestações patológicas em estruturas de plástico, para estruturas constituídas de madeira os procedimentos iniciais seguirão a mesma linha de raciocínio, onde o conhecimento do ambiente externo e entendimento dos processos de degradação característica que estes estão sujeitos é parte fundamental para fomentar o levantamento das técnicas de diagnósticos.

Os principais tipos de madeiras utilizadas para a constituição dos elementos de uso recreativos em centros urbanos são eucalipto tratado e pinus tratado em autoclave, mas há também outros tipos menos empregados que podem gerar graus de satisfação consideráveis e tão bons quanto, como a garapa e o angelim. A escolha da tipologia da madeira está diretamente relacionada a questões de resistência, durabilidade e estabilidade das peças, que apresentam variações de acordo com o tipo de tratamento realizado nas mesmas antes de sua comercialização. Outro fator influenciante é a disponibilidade e logística dessas madeiras na dependências da região que se deseja implementá-las, podendo variar significativamente o custo dos materiais.

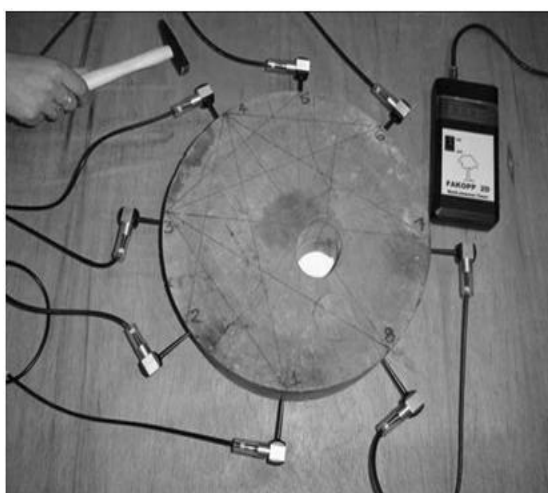
Estes procedimentos de tratamento são importantes pois garantem um maior desempenho das condições de segurança e proteção da integridade do sistema, visto que as estruturas de madeira utilizadas em parques infantis e academias ao ar livre estão sujeitas a processos de degradação característico desse material e a intempéries, em especial devido à ação da umidade, radiação solar, agentes biológicos e variações térmicas, além de serem suscetíveis a ataques de microorganismos.

O levantamento das técnicas para realizar os diagnósticos nessas estruturas requer métodos específicos que permitam identificar tanto danos aparentes externamente quanto deteriorações internas que possam vir a colocar o desempenho estrutural em risco. De acordo com Teles et. al (2008), os danos físicos se dão por inúmeros fatores, com destaque para as deformações causadas pelo excesso de cargas, o apodrecimento por fungos, ataques de insetos, formação de fissurações, empenamentos, lascamentos e deterioração causadas por umidade. Esses fenômenos, quando agravados, podem gerar instabilidade e risco aos usuários, tornando indispensável o processo de inspeção para o entendimento e resolução das anomalias.

Contundo, devem ser empregados métodos de análise visuais e registros de materiais fotográficos nas vistorias realizadas em campo, pois quando associados estas práticas permitem construir subsídios comparativos quanto a padrões de degradação conhecidos, auxiliam na documentação dos danos e na determinação de sua evolução. Ensaio táteis, com o uso de ferramentas, como martelo de borracha, possibilitam detectar áreas fragilizadas ou ocas, indicativas de deterioração interna.

Além disso, medições de umidade, realizadas com higrômetros (Figura 7) específicos para madeira, são fundamentais, uma vez que elevados teores hídricos favorecem o desenvolvimento de fungos e reduzem a resistência do material.

Figura 7 – Teste de umidade em madeira



Fonte: Schaller Messtechnik (s.d)

Segundo Abreu et. Al (2013), ensaios mais concisos e especializados como os não destrutivos também podem ser aplicados em estruturas de madeira, fornecendo análises

internas dos danos com uso de métodos de perfurações controladas e propagação de ondas de tensão (Figura 8), sem danificar a integridade das peças.

Figura 8 – Teste com equipamento de ondas de tensão FAKOPP



Fonte: SciELO Brasil (2009)

2.5.3 Levantamento em estruturas de aço

Bem como os elementos apresentados anteriormente, as estruturas de aço presentes em parques infantis e academias ao ar livre também estão submetidas a condições ambientais que favorecem a deterioração de sua integridade. Por se tratar de um material metálico exposto à atmosfera, seus processos construtivos exigem uma atenção maior desde a concepção dos projetos ao fim das construções desenvolvidas com este tipo de estruturas, pois apesar de serem mais leves e possuírem maiores resistências, estão sujeitos a desenvolverem manifestações patológicas quando não são adequadamente executadas ou protegidas. Tais falhas comprometem sua durabilidade e reduzem significativamente sua vida útil. Mas apesar dessas particularidades ainda são os materiais mais versáteis para a construção, podendo ser empregados em múltiplas especificidades e distinsões de projetos (Filho, 2022).

A avaliação de manifestações patológicas em estruturas metálicas depende de técnicas capazes de identificar tanto processos visíveis quanto os danos estruturais não aparentes. O diagnóstico, portanto, deve considerar as características do aço, o ambiente de exposição, o revestimento utilizado e a espessura das peças (Vieira, 2015).

O processo de levantamento das técnicas de diagnósticos em elementos metálicos pode

ser iniciado pela caracterização das principais anomalias observados nesse tipo de estrutura, as mais comuns incluem: Processos corrosivos, oxidações, falhas nas conexões e nas áreas de solda, perda de seção metálica, descascamento da pintura e deformações plásticas. Esses danos contribuem significativamente para a redução do desempenho e vida útil das estruturas e elevam o risco de acidentes, principalmente no contexto da presente pesquisa, visto que os elementos em estruturas de aço estão inseridos em locais públicos de lazer e recreação, como também por sua carga de impacto econômico e ambiental, o que justifica a importância da aplicação de técnicas adequadas para diagnóstico.

Visto que a corrosão se enquadra como a manifestação patológica mais danosa e recorrente em estruturas metálicas, faz-se pertinente ter uma visão mais crítica e detalhada acerca dos agentes externos e condições ambientais que possibilitam seu desenvolvimento. Em determinados ambientes a taxa de reação pode ser relativamente baixa, variando conforme o material empregado e interação com a atmosfera, a presença de agentes agressivos – principalmente água – no ambiente provoca um aumento significativo dessa velocidade, acelerando o processo corrosivo e tornando a atmosfera tóxica para o material, conforme Silva Filho, Drumond e Jucá (2022).

Dessa forma, tendo realizado o método básico e primário da identificação das anomalias, caracterizado pelas vistorias e tomada de nota das manifestações patológicas encontradas e documentos fotográficos, aplicam-se os demais meios de ensaios, sendo os de natureza não destrutiva, por meio de técnicas de sondagem, com ultrassonografias e radiografias, que buscam avaliar condições adversas internas e não perceptíveis a olho nu.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi desenvolvido mediante pesquisas de estudos de casos acerca da análise de manifestações patológicas acometidas em estruturas presentes nos ambientes de lazer públicos da cidade de Palmas – TO. Tendo como objetivo central a identificação e os agentes motivadores dessas anomalias nos distintos sistemas de estruturas, sendo estes, elementos de plástico, madeira e aço, encontrados em parques de uso infantil e academias ao ar livre.

3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

Nas quadras avaliadas durante a pesquisa, buscou-se selecionar com imparcialidade e distribuição uniforme dos objetos de estudo, de maneira que todas as áreas do Plano diretor da cidade fossem visitadas. Dessa forma, podendo evidenciar se a espacialidade geográfica influencia no tratamento e manutenção dos espaços públicos, sendo relevantes para a investigação das manifestações patológicas observadas nos equipamentos urbanos.

As amostras analisadas foram selecionadas a partir de levantamentos preliminares realizados em parques infantis e academias ao ar livre, considerando a presença de diferentes materiais estruturais, como aço, madeira e plástico. As inspeções tiveram como finalidade identificar as principais manifestações patológicas presentes nos equipamentos, bem como analisar as condições de uso, exposição ambiental, ausência de manutenção dos equipamentos.

Foram utilizadas como objeto de estudo desta pesquisa seis praças públicas que continham parques infantis e academias ao ar livre que apresentavam manifestações patológicas em seus componentes, estando localizadas e dispostas no Plano Diretor da cidade de Palmas-TO. Visando uma varredura justa e imparcial, a escolha dos espaços públicos fora distribuída de forma a escolher dois centros recreativos no Plano Diretor Norte, sendo estes a praça localizada na quadra 307 norte e a praça da 506 norte, dois no Plano Diretor Sul, nas quadras 1005 sul e 1306 sul e dois em bairros mais afastados do centro da cidade, sendo uma nas dependências do Jardim Aurenny IV e a outra situada no Setor Vale do Sol em Taquaralto, ambos localizados no distrito de Palmas. A figura 9 ilustra esta distribuição, onde cada local selecionado foi demarcado com um “X” em vermelho para melhor visualização.

Figura 9 – Mapa de distribuição dos objetos de estudo selecionados no Plano Diretor



Fonte: Google Maps (2025)

3.1.1 Quadra 307 Norte

A quadra 307 Norte, popularmente reconhecida como Vila União (Heerd e Oliveira, 2017), está localizada ao Noroeste da região do Plano Diretor Norte de Palmas, a praça de uso comum é sediada aproximadamente ao centro da quadra, facilitando o acesso da comunidade. O espaço conta com quadra poliesportiva, *playground* e área destinada à academia ao ar livre, possui áreas verdes com bastante árvores que contribuem para a estabilização do conforto térmico, como mostra a figura 10.

As análises se concentraram na observação e coleta de materiais fotográficos dos equipamentos em plástico e aço presentes nas áreas com brinquedos infantis e e aparelhos de ginástica dispostos na praça.

Figura 10 – Praça urbana da quadra 307 Norte



Fonte: Agisoft (2026)

3.1.2 Quadra 506 Norte

A quadra 506 Norte é sediada à Nordeste do Plano Diretor da cidade e possui predominância residencial, mas também conta com áreas institucionais, praças e equipamentos públicos de lazer, incluindo espaços esportivos e áreas de convivência utilizadas pela comunidade local, também contando com uma vasta arborização (Figura 11).

As análises se concentraram na observação e coleta de materiais fotográficos dos equipamentos em plástico e aço presentes nas áreas com brinquedos infantis e aparelhos de ginástica dispostos na praça.

Figura 11 – Praça urbana da quadra 506 Norte



Fonte: GoogleEarth (2026)

3.1.3 Quadra 1005 Sul

A quadra 1005 Sul está inserida em uma das áreas urbanas mais centrais da região sul de Palmas, apresentando grande fluxo de moradores e utilização frequente dos espaços públicos de lazer e convivência, esta apresenta arborização distribuída em algumas vias e espaços públicos, proporcionando sombreamento parcial e contribuindo para o conforto térmico dos usuários (Figura 12).

As análises se concentraram na observação e coleta de materiais fotográficos dos equipamentos em plástico e aço presentes nas áreas com brinquedos infantis e aparelhos de ginástica dispostos na praça.

Figura 12 – Praça urbana da quadra 1005 Sul



Fonte: Agisoft (2026)

3.1.4 Quadra 1306 Sul

A quadra 1306 Sul também é uma área predominantemente residencial, com presença de comércios locais, instituições de ensino, áreas de lazer e equipamentos públicos destinados à convivência comunitária, apesar de possuir arborização, esta não é tão abundante (Figura 13).

As análises se concentraram na observação e coleta de materiais fotográficos dos equipamentos em plástico e aço presentes nas áreas com brinquedos infantis e aparelhos de ginástica dispostos na praça.

Figura 13 – Praça urbana da quadra 1306 Sul



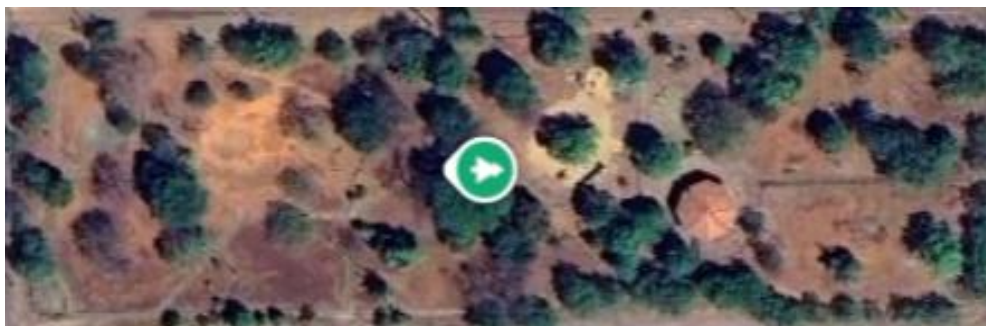
Fonte: Agisoft (2026)

3.1.5 Jardim Aurenys IV

Este bairro está localizado na região sul de Palmas e integra um dos conjuntos urbanos mais populosos da capital tocantinense. O setor faz parte do complexo dos bairros Aurenys, implantados durante o processo inicial de expansão urbana da cidade, apresentando predominância residencial, porém modesta presença de áreas para convivência e equipamentos públicos de lazer coletivo, bem como a prática de arborização nesses espaços de uso comum (Figura 14).

As análises se concentraram na observação e coleta de materiais fotográficos dos equipamentos em plástico e aço presentes nas áreas com brinquedos infantis e aparelhos de ginástica dispostos na praça.

Figura 14 – Praça urbana do Jardim Aurenys IV



Fonte: GoogleEarth (2026)

3.1.6 Vale do Sol - Taquaralto

A Praça Vale do Sol está localizada no setor Vale do Sol, na região sul de Palmas, no distrito de Taquaralto, é sediada às margens da Avenida Taquaruçu com a Rua SF-11, dentro do Setor Vale do Sol (Figura 15).

Bem como nas demais praças avaliadas, os processos de análises se concentraram na observação e coleta de materiais fotográficos dos equipamentos em plástico e aço presentes nas áreas com brinquedos infantis e aparelhos de ginástica dispostos na praça.

Figura 15 – Praça urbana do Vale do Sol em Taquaralto



Fonte: GoogleEarth (2026)

3.2 ANÁLISE DO ENTORNO DOS OBJETOS DE ESTUDO E INTEGRIDADE DOS SISTEMAS

A partir das inspeções visuais e dos registros fotográficos realizados durante as visitas *in loco*, também foi possível observar aspectos relevantes por todo o entorno das praças estudadas, sendo os principais pontos às condições de uso, conservação, e influência ambiental.

De maneira geral, verificou-se que as áreas analisadas possuem, em sua maioria, presença efetiva de arborização no entorno dos equipamentos, proporcionando sombreamento parcial e contribuindo para o conforto térmico dos usuários. A vegetação presente em algumas das praças também auxilia na redução da incidência direta de radiação solar sobre alguns

pontos das estruturas, sendo necessárias especialmente nos equipamentos infantis compostos por elementos plásticos, minimizando parcialmente os efeitos do envelhecimento acelerado causado pela exposição UV. Entretanto, observou-se que boa parte dos equipamentos permanece exposta diretamente às intempéries durante determinados períodos do dia, favorecendo processos de degradação.

Nas áreas destinadas às academias ao ar livre, observou-se que os equipamentos metálicos se encontram instalados sobre piso de concreto, o qual apresenta desgaste superficial, presença de fissuras e acúmulo pontual de sujeira e resíduos naturais provenientes da vegetação próxima. Embora os espaços apresentem relativa organização, é notório a ausência de manutenção preventiva mais frequente, especialmente em relação à limpeza do piso e conservação das pinturas protetivas dos equipamentos.

Em relação aos parques infantis, verificou-se que os brinquedos estão implantados sobre solo arenoso, solução que contribui para a redução do impacto em eventuais quedas e atende parcialmente às condições de segurança para utilização infantil, porém esse material atrai animais, como gatos e cachorros domésticos que podem vir a realizar suas necessidades fisiológicas nesses ambientes, diante disso é de suma importância que estas áreas sejam cercadas de forma a impedir o acesso desses bichos, evitando a contração de alguma enfermidade por contato com solo contaminado. Apesar de algumas praças terem essa proteção, há falhas quanto a sua efetividade, conforme a figura 16.

Figura 16 – Portão de acesso sem grades do parque infantil da quadra 1306 Sul



Fonte: Autor (2026)

A proximidade da vegetação favorece o conforto ambiental do espaço, embora também contribua para o acúmulo de folhas, galhos e resíduos orgânicos no entorno dos brinquedos. Foi observada também a presença de lixos e detritos acumulados neste entorno, situação que compromete a limpeza, a estética e as condições de uso dos espaços públicos, pois gera cenários propícios para contaminações e acidentes envolvendo as crianças que fazem uso desses espaços.

Outro aspecto relevante identificado refere-se à ausência de elementos complementares de infraestrutura urbana em algumas áreas das praças, como lixeiras, sinalizações informativas e placas de orientação sobre uso adequado dos equipamentos. A inexistência desses dispositivos pode contribuir para práticas inadequadas de utilização, descarte irregular de resíduos e redução das condições gerais de conservação do ambiente.

Além disso, observou-se que os espaços analisados apresentam potencial de uso comunitário significativo, uma vez que dispõem de áreas amplas, equipamentos recreativos e condições mínimas de acessibilidade. Contudo, o estado de conservação atual dos equipamentos condena as práticas de lazer nesses centros, pois as anomalias percebidas comprometem a funcionalidade e qualidade dos ambientes públicos, incidindo diretamente na segurança dos usuários de todas as faixas etárias.

3.3 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Em todas as praças adotadas foram aplicados os levantamentos das técnicas de diagnósticos das anomalias presentes em suas estruturas, tornando possível a execução de uma investigação prática e consistente sobre as manifestações patológicas presentes em cada tipo de sistema estrutural, levando em conta as particularidades dos danos provocados pelas condições ambientais e de uso, bem como suas consequências.

A etapa de coleta de dados foi conduzida por inspeções técnicas mediante a visitas *in loco*, que permitiram análises visuais e táteis do equipamentos, além de registros fotográficos dos cenários observados.

As manifestações patológicas observadas foram classificadas conforme o tipo de material estrutural e o grau de risco apresentado.

Para as estruturas metálicas, foram observadas anomalias como corrosão, descascamento de pintura, falhas nas regiões das soldas, quebra e a presença de parafusos frouxos ou expostos.

Nas estruturas de madeira, não foram avaliados nenhum tipo de problema, pois nos ambientes públicos relacionados para estudo de caso não continham equipamentos constituídos da madeira.

Já nas estruturas plásticas, foram analisadas manifestações patológicas mais presentes como desbotamento, trincas, quebra, esfarelamento e fissuras.

Os problemas patológicos foram classificados quanto ao grau de criticidade observados no estado dos equipamentos, podendo ser categorizados em:

- Leve risco;
- Médio risco;
- Grande risco;
- Risco crítico.

Essa classificação considerará o potencial de comprometimento da segurança dos usuários e da integridade estrutural dos aparelhos de lazer.

3.4 PROCESSAMENTO DOS RESULTADOS

Com base nos dados obtidos nas análises realizadas, foram elaborados quadros e gráficos contendo as manifestações patológicas mais notórias e alarmantes identificadas nos sistemas analisados. A organização dessas informações possibilitou a visualização das ocorrências verificadas em estruturas de aço e plástico presentes nos centros de recreações públicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PRAÇA DA QUADRA 307 NORTE

Durante a inspeção realizada na praça localizada na quadra 307 Norte, foram identificadas diferentes manifestações patológicas nos equipamentos destinados ao lazer infantil e às atividades físicas. As anomalias observadas estão associadas principalmente à exposição contínua às intempéries, à ausência de manutenção preventiva e ao desgaste decorrente do uso frequente dos equipamentos.

Neste Ambiente foi possível realizar inspeção *in loco* detalhada, associada ao levantamento fotográfico sistemático dos equipamentos, permitindo uma avaliação mais profunda das manifestações patológicas presentes e das condições gerais de conservação da área. A Tabela 1 apresenta o checklist feito mediante os resultados obtidos da visita *in loco* para a análise das ocorrências de manifestações patológicas nos sistemas constituídos por equipamentos plásticos e em aço.

Tabela 1 - Checklist anomalias encontradas na praça 307 Norte

Material	Manifestação patológica	Sim/Não	Grau	
Plástico	Desbotamento	SIM	M	
Plástico	Trincas	NÃO		
Plástico	Deformação	SIM	L	
Plástico	Quebra	SIM	L	
Plástico	Esfarelamento	NÃO		
Plástico	Fissuras	SIM	L	
Aço	Corrosão	SIM	G	
Aço	Descascamento de pintura	SIM	G	
Aço	Falha em solda	SIM	M	
Aço	Quebra	SIM	G	
Aço	Parafusos frouxos/expostos	SIM	G	

Grau	
L	Leve
M	Médio
G	Grande
C	Crítico

Fonte: Autor (2026)

4.1.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil

Nos equipamentos destinados ao parque infantil foram observadas manifestações patológicas relacionadas apenas à degradação dos componentes plásticos e metálicos, por não conter elementos em madeira em sua concepção (Figura 16).

Figura 17 – Parque infantil da quadra 307 Norte



Fonte: Autor (2026)

Entre as principais anomalias identificadas nesse sistema destacam-se o desbotamento superficial e fissuração das peças plásticas expostas continuamente à radiação solar, indicando perda das propriedades mecânicas do material ao longo do tempo (Apêndice B).

Também foram constatados pontos de descascamento de pintura e corrosão dos elementos metálicos estruturais, evidenciando falhas na proteção superficial e ausência de manutenção periódica. Em alguns equipamentos verificou-se presença de arestas cortantes expostas e pequenas deformações em componentes estruturais, fatores que podem comprometer a segurança dos usuários (Apêndice C).

Outro aspecto relevante identificado durante a vistoria foi a ausência de grades de proteção no entorno dos parques, além da presença e acúmulo de sujeiras e umidade, favorecendo processos de deterioração acelerada. A insuficiência de arborização em determinados setores do parque é outro fator relevante, pois essa insuficiência também contribui para a exposição direta dos equipamentos às intempéries, intensificando os mecanismos de degradação dos materiais.

4.1.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre

Nos equipamentos presentes na academia ao ar livre observou-se predominância de manifestações patológicas associadas à corrosão e ao desgaste mecânico decorrente do uso contínuo (Figura 17).

Figura 18 – Academia ao ar livre da quadra 307 Norte



Fonte: Autor (2025)

As estruturas metálicas apresentaram pontos de corrosão superficial e localizada, principalmente em bases de apoio e regiões soldadas, indicando comprometimento parcial da camada de proteção anticorrosiva, o que implica diretamente no desgaste significativo identificado na pintura dos equipamentos, que, com exposição direta do metal ao ambiente externo, favorece a progressão dos processos corrosivos (Apêndice D).

4.2 PRAÇA DA QUADRA 506 NORTE

Mediante a vistoria executada na praça situada na quadra 506 Norte, foram identificadas diferentes manifestações patológicas nos equipamentos voltados ao entretenimento infantil e à prática de exercícios físicos. As irregularidades constatadas evidenciam os efeitos da exposição prolongada às intempéries, associados ao processo natural de deterioração dos materiais e à insuficiência de ações de manutenção preventiva nas estruturas urbanas.

A Tabela 2 apresenta o checklist feito mediante os resultados obtidos da visita *in loco* para a análise das ocorrências de manifestações patológicas nos sistemas constituídos por equipamentos plásticos e em aço.

Tabela 2 - Checklist das anomalias enontradas na praça 506 Norte

Material	Manifestação patológica	Sim/Não	Grau
Plástico	Desbotamento	SIM	M
Plástico	Trincas	SIM	G
Plástico	Deformação	SIM	L
Plástico	Quebra	SIM	C
Plástico	Esfarelamento	NÃO	L
Plástico	Fissuras	SIM	M
Aço	Corrosão	SIM	G
Aço	Descascamento de pintura	SIM	G
Aço	Falha em solda	NÃO	L
Aço	Quebra	SIM	M
Aço	Parafusos frouxos/expostos	NÃO	L

Grau	
L	Leve
M	Médio
G	Grande
C	Crítico

Fonte: Autor (2026)

4.2.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil

Bem como o espaço infantil da quadra avaliada anteriormente, nesta também não há presença de sistemas desenvolvidos em madeira, portanto as análises acerca das anomalias serão realizadas somente em estruturas de plástico e aço (Figura 18).

Figura 19 – Parque infantil da quadra 506 Norte



Fonte: Autor (2026)

Assim, foram identificadas manifestações patológicas relacionadas principalmente a quebras, trincas e fissuras incidentes nos componentes plásticos e à deterioração de elementos metálicos estruturais e de ligação.

Entre as anomalias identificadas nos elementos plásticos destacam-se o desbotamento superficial, classificado com grau médio, evidenciando degradação causada pela exposição contínua à radiação solar e às condições climáticas da região, apesar de ser uma área que conta com arborização em níveis significativos. Também foram verificadas fissuras com grau médio, indicando comprometimento parcial das superfícies dos brinquedos, tendo maior incidência nos escorregadores dispostos, que com o uso contínuo sem a devida intervenção e processo de manutenção corretiva, podem evoluir para trincas.

As trincas apresentaram grau elevado, demonstrando maior potencial de comprometimento estrutural e riscos à segurança dos usuários, pois essas condições geram ambientes com septos expostos aumentando o risco de cortes ou aprisionamento de algum membro, este quadro é alarmante pois o público que costuma frequentar esses ambientes são crianças que não possuem a cognição tão aguçada quanto aos perigos que essas superfícies podem trazer. Além disso, foram identificadas deformações nos revestimentos das escadas e plataformas, classificadas com grau leve e associadas ao desgaste natural, ação da exposição ao meio e pelo uso contínuo dos equipamentos sem a devida manutenção preventiva. A manifestação patológica mais severa, também por seu alto potencial de dano ao usuário, observada nos componentes plásticos foi a quebra de peças estruturais, classificada com grau crítico, indicando necessidade imediata de intervenção corretiva devido ao elevado risco de acidentes (Apêndice E).

Em relação aos componentes metálicos dos brinquedos infantis, verificou-se a presença de corrosão com grau elevado, por toda a sua estrutura, escadas, corrimãos, guarda-corpos, conexões e bases de fixação estavam severamente sendo afetadas. Também foi observado descascamento da pintura protetiva com grau elevado, favorecendo a exposição direta do aço ao ambiente externo e acelerando os processos corrosivos (Apêndice F).

4.2.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre

Nos equipamentos da academia ao ar livre foram identificadas manifestações patológicas semelhantes às verificadas no parque infantil, principalmente relacionadas ao desgaste dos componentes metálicos e plásticos.

As estruturas em aço apresentaram corrosão em diferentes pontos dos equipamentos, classificada com grau elevado, evidenciando deficiência na proteção superficial e ausência de manutenção preventiva adequada.

O descascamento da pintura também foi identificado com grau elevado, principalmente em regiões submetidas à maior incidência de atrito e exposição às intempéries. Em alguns aparelhos observou-se a presença de quebras pontuais em componentes estruturais e acessórios, classificadas com grau médio, pois a quebra aconteceu predominantemente, nos elementos de rolamentos, não apresentando superfícies cortantes que ocasionem risco aos usuários, indicando apenas o comprometimento parcial das condições de uso e funcionamento dos equipamentos, mas que ainda não devem ser utilizados para a prática de atividades físicas.

Nos elementos plásticos utilizados em acabamentos e manoplas foram constatados apenas a ausência destes em alguns equipamentos. Também foram observadas deformações leves em algumas peças submetidas ao uso contínuo e à exposição solar intensa. Não foram identificados casos de esfarelamento, falhas em solda ou parafusos frouxos/expostos durante a vistoria técnica (Apêndice G).

4.3 PRAÇA DA QUADRA 1005 SUL

Na praça situada na quadra 1005 Sul, também foram observadas variadas manifestações patológicas nos equipamentos destinados ao lazer infantil e às atividades físicas, como nos casos anteriores, este espaço público não possui sistemas desenvolvidos em madeira. As anomalias identificadas demonstram os efeitos da exposição contínua às intempéries, associados ao envelhecimento natural dos materiais e à insuficiência de manutenção preventiva dos equipamentos urbanos. A partir do *checklist* aplicado durante a vistoria técnica, foi possível classificar as manifestações conforme o grau de severidade identificado nos equipamentos analisados e demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Checklist das anomalias encontradas na praça 1005 Sul

Material	Manifestação patológica	Sim/Não	Grau		
Plástico	Desbotamento	SIM	G		
Plástico	Trincas	SIM	G		
Plástico	Deformação	SIM	M		
Plástico	Quebra	NÃO			
Plástico	Esfarelamento	NÃO			
Plástico	Fissuras	SIM	M		
Aço	Corrosão	SIM	C		
Aço	Descascamento de pintura	SIM	G		
Aço	Falha em solda	NÃO			
Aço	Quebra	SIM	G		
Aço	Parafusos frouxos/expostos	SIM	G		

Grau	
L	Leve
M	Médio
G	Grande
C	Crítico

Fonte: Autor (2026)

4.3.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil

Não foi possível avaliar elementos de madeira nesta praça pela presença apenas de elementos em plástico e aço, como elucida a figura 19.

Figura 20 – Parque infantil da quadra 1005 Sul



Fonte: Autor (2026)

Nos sistemas com elementos plásticos observou-se desbotamento superficial classificado com elevado grau, revelando intensa exposição aos raios UV, provocando degradação do material, o que fortalece essa condição é a ausência de arborização mais próxima ao *playground* para sombrear e proteger os equipamentos dessa radiação. Também foram constatadas trincas com grau elevado na região do escorregador em espiral, indicando a necessidade da manutenção corretiva urgente, pois esse quadro leva ao comprometimento significativo da integridade das peças utilizadas nos brinquedos infantis e põem em risco a segurança das crianças.

As deformações presentes em componentes plásticos, com centralização no revestimento aplicado a escada, foram classificadas com grau médio, estando relacionadas ao desgaste natural e às solicitações causadas pela variação térmica sofrida continuamente pelos equipamentos. Além disso, verificaram-se fissuras classificadas também em grau médio, representando sinais de deterioração superficial e perda gradual das propriedades mecânicas do material. Durante a vistoria não foram identificadas ocorrências de quebra ou esfarelamento nos componentes plásticos analisados (Apêndice H).

Nos elementos metálicos presentes nos brinquedos infantis observou-se corrosão classificada com grau crítico, especialmente em regiões de solda, conexões estruturais e bases de fixação dos equipamentos. Tal condição evidencia elevado comprometimento da proteção superficial do aço e potencial risco à segurança dos usuários. Também foi identificado descascamento da pintura protetiva com grau elevado, o que propicia a aceleração dos processos corrosivos por estar expondo as superfícies do sistema diretamente ao ambiente externo e às condições climáticas. Outros aspectos relevantes observados durante a inspeção foram a presença de quebras em regiões de ligação dos componentes metálicos e a incidência de parafusos expostos, ambos classificados com grau elevado, indicando deterioração significativa de partes estruturais e necessidade de intervenção corretiva imediata, pois a ocorrência de cortes e até decepamento de membros se torna eminente nesses casos (Apêndice I).

4.3.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre

Nos equipamentos destinados a academia ao ar livre foram constatadas manifestações patológicas semelhantes às observadas no parque infantil, destacando-se principalmente os processos de deterioração em elementos metálicos e peças plásticas (Figura 20).

Figura 21 –Academia ao ar livre da quadra 1005 Sul



Fonte: Autor (2026)

As estruturas confeccionadas em aço apresentaram corrosão classificada como grau crítico, indicando um nível avançado de degradação em determinadas partes dos aparelhos,

causando até perda de seção, especialmente nas bases de sustentação e nas regiões de conexão entre os componentes estruturais.

O descascamento da pintura de proteção também foi identificado com grau elevado, evidenciando desgaste significativo da camada protetiva superficial e contribuindo para a intensificação dos mecanismos corrosivos.

Além disso, verificaram-se rupturas em componentes metálicos classificadas com grau elevado, afetando a estabilidade estrutural e as condições adequadas de uso de alguns equipamentos presentes no espaço para prática de atividades físicas da praça.

Todas essas anomalias estão relacionadas no apêndice J.

4.4 PRAÇA DA QUADRA 1306 SUL

Na praça localizada na quadra 1306 Sul, também foram constatadas diversas manifestações patológicas nos equipamentos voltados ao lazer infantil e à prática de atividades físicas. Assim como verificado nos objetos de estudos anteriores, o referido espaço público não apresenta estruturas executadas em madeira. As irregularidades observadas evidenciam os impactos provocados pela exposição prolongada às condições climáticas, aliados ao desgaste natural dos materiais e à deficiência de manutenção preventiva nos equipamentos. Com base no *checklist* utilizado em campo, foi possível entender as manifestações patológicas, categorizando de acordo com o nível de severidade identificado nos equipamentos avaliados, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Checklist das anomalias encontradas na 1306 Sul

Material	Manifestação patológica	Sim/Não	Grau
Plástico	Desbotamento	NÃO	
Plástico	Trincas	NÃO	
Plástico	Deformação	SIM	L
Plástico	Quebra	NÃO	
Plástico	Esfarelamento	NÃO	
Plástico	Fissuras	NÃO	
Aço	Corrosão	SIM	G
Aço	Descascamento de pintura	SIM	M
Aço	Falha em solda	NÃO	L
Aço	Quebra	SIM	G
Aço	Parafusos frouxos/expostos	SIM	M

Grau	
L	Leve
M	Médio
G	Grande
C	Crítico

Fonte: Autor (2026)

4.4.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil

Nos equipamentos do parque infantil não foram observadas manifestações patológicas em componentes metálicos, estando todos em ótimos estados de conservação e manutenção, enquanto os elementos plásticos apresentaram menor incidência de degradação quando comparados às demais praças analisadas, sendo notado inconsistências em toda a estrutura que não afeta diretamente na integridade ou apresenta risco alarmante aos usuários. (Figura 21).

Figura 22 – Parque infantil da quadra 1306 Sul



Fonte: Autor (2026)

Entre as anomalias identificadas nos componentes plásticos verificou-se a presença de deformações classificadas com grau leve, relacionadas a ações de mau uso e presença de manchas causadas por umidade em alguns setores (Apêndice K).

Durante a inspeção não foram constatadas ocorrências de desbotamento, trincas, quebras, esfarelamento ou fissuras nos componentes plásticos presentes nos brinquedos infantis, indicando melhores condições de conservação desses elementos em relação às demais estruturas avaliadas. Entretanto a presença de lixo e dejetos é notável, apesar de ser dever público manter a organização e bom funcionamento, bem como a limpeza desses espaços, a população que comumente tem acesso e frequenta o ambiente pode contribuir para assegurar que o local seja limpo, organizado e seguro para as crianças usufruírem sem a preocupação de ocorrer incidentes pelo contanto com esses detritos.

Também foram observadas quebras em componentes metálicos classificadas com grau elevado, comprometendo parcialmente as condições de estabilidade e segurança de alguns

brinquedos. Além disso, verificou-se a presença de parafusos frouxos e expostos com grau médio, situação que pode representar riscos aos usuários devido à possibilidade de acidentes e perda de estabilidade estrutural. Não foram identificadas falhas em solda durante a vistoria técnica realizada no local.

4.4.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre

Em contrapartida ao cenário dos sistemas no parque infantil, os componentes metálicos presentes na academia apresentaram manifestações patológicas relevantes (Figura 22).

Figura 23 – Academia ao ar livre da quadra 1306 Sul



Fonte: Autor (2026)

Foram identificadas corrosões com elevado grau, principalmente nas regiões dos assentos, conexões estruturais e bases de fixação dos equipamentos, outro fator notado foi o descascamento da pintura protetiva, classificado com grau médio. Associados essas anomalias demonstram que o desgaste parcial da camada de revestimento responsável pela proteção superficial do aço contra agentes agressivos do ambiente externo é imprescindível e necessita das corretas manutenções para trabalhar de maneira efetiva e adequada.

Também foram constatadas quebras em componentes estruturais metálicos classificadas com grau elevado, comprometendo parcialmente a funcionalidade e as condições seguras de utilização dos equipamentos danificados. Outro aspecto relevante observado durante a inspeção foi a presença de parafusos frouxos ou inexistentes na fixação das bases das estruturas, classificados com grau médio, situação que pode ocasionar instabilidade estrutural e aumentar os riscos de acidentes durante a utilização dos aparelhos.

No apêndice L estão reunidas as imagens do levantamento fotográfico para visualização das anomalias constadas.

4.5 PRAÇA DA QUADRA JARDIM AURENY IV

As análises para levantamento das manifestações encontradas na praça do Setor Jardim Aurenny IV foram desenvolvidas no mesmo método aplicado nos centros de recreação públicos anteriores. Por não conter estruturas executadas em madeira, foram encontrados somente anomalias em estruturas de plástico e aço. E para auxiliar no estudo dos resultados foi empregada também o *checklist* desenvolvido classificar as manifestações conforme o grau de severidade identificado nos equipamentos, conforme a tabela 5 apresenta.

Tabela 5 - Checklist das anomalias encontradas na Setor Jardim Aurenny IV

Material	Manifestação patológica	Sim/Não	Grau		
Plástico	Desbotamento	SIM	G		
Plástico	Trincas	SIM	M		
Plástico	Deformação	SIM	M		
Plástico	Quebra	SIM	G		
Plástico	Esfarelamento	NÃO			
Plástico	Fissuras	NÃO			
Aço	Corrosão	SIM	C		
Aço	Descascamento de pintura	SIM	G		
Aço	Falha em solda	SIM	M		
Aço	Quebra	SIM	G		
Aço	Parafusos frouxos/expostos	NÃO			

Grau	
L	Leve
M	Médio
G	Grande
C	Crítico

Fonte: Autor (2026)

4.5.1 Manifestações Patológicas nos equipamentos do parque infantil

Nos equipamentos constituintes do parque infantil foram constatadas manifestações patológicas relevantes tanto em componentes plásticos quanto em elementos metálicos, não tendo informações acerca do sistema de madeira pela inexistência de elementos nesse material (Figura 23).

Figura 24 – Parque infantil do Setor Jardim Aurenly IV



Fonte: Autor (2026)

Entre os danos identificados nas peças plásticas, o desbotamento sobressai apresentando um grau elevado, evidenciando intensa perda de coloração causada pela exposição prolongada à radiação UV e às elevadas temperaturas características da região.

As trincas e deformações verificadas nesses componentes foram classificadas com grau médio, pois estão intimamente ligadas, indicando comprometimento moderado das propriedades físicas do material, mas que ainda assim apresenta risco para a segurança dos usuários, principalmente nas deformações que criam espaços propícios para que ocorram aprisionamento de membros em meio as seções dos brinquedos. Também foram identificadas ocorrências de quebra em peças plásticas com grau elevado, situação que representa risco potencial aos usuários devido à perda parcial da integridade estrutural dos brinquedos. Durante a inspeção não foram observados casos de esfarelamento ou fissuras nos elementos plásticos analisados, apesar da incidência solar recebida nesses equipamentos (Apêndice M).

Nos componentes metálicos dos brinquedos verificou-se corrosão em estágio crítico, principalmente em elementos tubulares, corrimãos e escada do sistema, demonstrando elevado nível de deterioração do aço, conforme apêndice N.

4.5.2 Manifestações patológicas nos equipamentos da academia ao ar livre

Os equipamentos da academia ao ar livre apresentaram quadro patológico semelhante ao observado no parque infantil, com predominância de degradação em estruturas metálicas e danos localizados em componentes plásticos (Figura 24).

Figura 25 – Academia ao ar livre do Setor Jardim Aurenny IV



Fonte: Autor (2026)

As estruturas em aço apresentaram corrosão classificada com grau crítico, evidenciando processo avançado de deterioração em regiões submetidas à ação contínua da umidade, radiação solar e demais intempéries.

O desgaste da pintura de proteção foi identificado também com grau elevado, demonstrando perda significativa da camada protetiva superficial e favorecendo o avanço da oxidação nos elementos metálicos. Foram verificadas quebras em alguns aparelhos metálicos, sendo classificadas com grau elevado, implicando na redução parcial e total - a depender do equipamento - das condições adequadas de funcionamento e utilização dos aparelhos.

As falhas em solda identificadas durante a inspeção receberam classificação de grau médio, indicando comprometimento moderado em determinados pontos de ligação estrutural. Nos componentes plásticos utilizados em acabamentos e áreas de apoio observou-se apenas a ausência de algumas proteções.

Todas essas anomalias podem ser visualizadas no Apêndice O.

4.6 PRAÇA DA QUADRA VALE DO SOL TAQUARALTO

Assim como em todos os outros espaços públicos estudados, durante a visita técnica realizada na praça em estudo, foram identificadas diversas manifestações patológicas nos equipamentos das academias ao ar livre e no parque infantil situados nas dependências da quadra Vale do Sol.

As inspeções foram realizadas por meio de pesquisa em campo, levantamento visual e

aplicação do *checklist* elaborado especificamente para auxiliar na identificação das principais manifestações patológicas presentes nas estruturas analisadas, a tabela 6 mostra o resultado da coleta e organização de acordo com o grau de severidade das anomalias encontradas.

Tabela 6 - Checklist das anomalias encontradas no Setor Vale do Sol

Material	Manifestação patológica	Sim/Não	Grau	Grau	
Plástico	Desbotamento	SIM	M	L	Leve
Plástico	Trincas	SIM	M	M	Médio
Plástico	Deformação	SIM	L	G	Grande
Plástico	Quebra	SIM	L	C	Crítico
Plástico	Esfarelamento	SIM	G		
Plástico	Fissuras	SIM	L		
Aço	Corrosão	SIM	C		
Aço	Descascamento de pintura	SIM	G		
Aço	Falha em solda	SIM	M		
Aço	Quebra	SIM	G		
Aço	Parafusos frouxos/expostos	SIM	M		

Fonte: Autor (2026)

4.6.1 Manifestações patológicas nos equipamentos do parque infantil

Nos componentes de plástico e aço há evidente presença de manifestações patológicas, porém em materiais em madeira não foi possível determinar, devido a ausência de componentes nesta praça, conforme ilustrado na figura 25.

Figura 26 – Parque infantil da quadra Vale do Sol em Taquaralto



Fonte: Autor (2026)

Nos componentes plásticos presentes no parque infantil foram observadas todas as manifestações elencadas no *checklist*, sendo elas desbotamento, trincas, deformações, fissuras, esfarelamento e quebra. Alertando para o indicativo de ausência na manutenção preventiva periódica que deve ser realizada nesses centros de recreação.

O desbotamento, esfarelamento e fissuras acometidos na estrutura possui correlação, pois ocorrem principalmente em peças diretamente expostas à radiação solar, como a cobertura do *playground*, os escorregadores e seus guarda-corpos e a rampa de escalada, evidenciando degradação causada pela ação dos raios UV associado a falta de arborização que auxilie na proteção desses elementos, que apesar de possuir árvores em seu entorno não são próximas o suficiente para mitigar esse problema.

Outras anomalias como deformação, trincas e quebra também podem ser motivados pela ação das intempéries, porém, perda de resistência mecânica do material plástico ao longo do tempo e solicitações de uso colaboram em conjunto para o surgimento dessas manifestações patológicas, conforme exposto no apêndice P.

Quanto ao sistema metálico implantado no parque verificou-se elevada incidência de processos corrosivos, principalmente nos guarda-corpos e barreiras, pontos de conexão dos equipamentos e elementos estruturais. A corrosão observada indica comprometimento da camada protetiva da superfície metálica, colaborando com o processo de oxidação decorrente da exposição à umidade, variações térmicas e ação do tempo.

Há ainda elementos de ligação, como parafusos expostos e em avançado estado de corrosão, constituindo a ligação entre algumas peças plásticas e metálicas, promovendo risco de cortes e contaminação por tétano aos usuários que tiverem incidentes com estes elementos.

As anomalias referentes a sistemas em aço do parque infantil estão dispostas no apêndice Q.

4.6.2 Manifestações patológicas em equipamentos da academia ao ar livre

Nas estruturas metálicas das academias ao ar livre também foi possível verificar anomalias em estruturas metálicas, sendo ausente, em mais um ambiente de lazer público, componentes confeccionados em madeira (Figura 26).

Figura 27 – Academia ao ar livre do Setor Vale do Sol



Fonte: Autor (2026)

As anomalias observadas na academia da praça no Setor Vale do Sol, evidenciam avançado estado de degradação em determinados componentes, demonstrando clara ausência de manutenção preventiva e corretiva ao longo do período de utilização dos equipamentos.

A manifestação patológica observada com elevada incidência neste caso foi o descascamento da pintura superficial dos equipamentos metálicos. Em diversas partes da estrutura verificou-se o desprendimento da camada de tinta, deixando seções dos elementos expostos diretamente ao ambiente externo. Nos assentos e encostos dos aparelhos, foi possível notar o desgaste acentuado da pintura causado principalmente pelo atrito decorrente do uso contínuo dos equipamentos, associado à ação da radiação solar e da umidade. A deterioração da película protetiva favorece o início e a propagação dos processos corrosivos.

Isso implica diretamente na outra anomalia muito presente nesse sistema, a corrosão, conforme verificado nas estruturas tubulares dos equipamentos, houve intensa oxidação nos componentes metálicos expostos, principalmente em regiões de extremidade, conexões e áreas onde ocorreu perda da camada de pintura.

Destaca-se ainda a quebra parcial de um componente metálico pertencente a um equipamento da academia ao ar livre. O elemento apresentava perda avançada de material provocada pela corrosão, resultando em fratura da extremidade do tubo. Essa ocorrência representa uma condição crítica de uso, uma vez que compromete diretamente a estabilidade e a segurança estrutural da peça de ginástica. A ruptura observada indica que o processo corrosivo evoluiu sem intervenções corretivas adequadas, permitindo a progressiva redução da espessura do aço até o colapso localizado do componente, evidenciando risco potencial de

acidentes, tornando necessária a imediata interdição do equipamento para manutenção ou substituição da peça comprometida (Apêndice R).

4.7 ORGANIZAÇÃO DAS ANOMALIAS ENCONTRADAS

Neste capítulo será realizada a organização das manifestações patológicas observadas nos estudos de caso avaliados, visando estruturar e interpretar as informações coletadas de maneira objetiva e comparativa. O Quadro 3 e 4 sintetizam as principais características de cada caso estudado, contemplando a localização, os sistemas que compõem os equipamentos e as anomalias presentes nas estruturas urbanas. O quadro 3 reúne as manifestações analisadas nos parques infantis.

Quadro 3 – Resumo das manifestações patológicas encontradas nos parques infantis

Quadra	Sistema afetado	Manifestações Patológicas
307 Norte	Plástico	Desbotamento de superfície Deformação estrutural Quebra na seção Fissuras
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Quebra na seção Parafusos frouxos/expostos
506 Norte	Plástico	Desbotamento de superfície Deformação estrutural Trincas Fissuras
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão
1005 Sul	Plástico	Desbotamento de superfície Deformação estrutural Trincas Fissuras
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Parafusos frouxos/expostos
1306 Sul	Plástico	Deformação estrutural
	Aço	-

Aureny IV	Plástico	Desbotamento de superfície Deformação estrutural Trincas Quebra na seção
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão
Vale do Sol	Plástico	Desbotamento de superfície Deformação estrutural Trincas Quebra na seção Esfarelamento da peça Fissuras
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Quebra na seção

Fonte: Autor (2026)

O quadro 4 segue a mesma didática, porém contém a sistematização das manifestações acometidas nas academias ao ar livre.

Quadro 4 – Resumo das manifestações patológicas encontradas nas academias ao ar livre

Quadra	Sistema afetado	Manifestações Patológicas
307 Norte	Plástico	Elemento parcialmente ausente
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Falha em solda Quebra Parafusos frouxos/expostos
506 Norte	Plástico	Deformação estrutural
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Quebra
1005 Sul	Plástico	Deformação estrutural
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Quebra Parafusos frouxos/expostos
1306 Sul	Plástico	Elemento parcialmente ausente
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão

		Quebra Parafusos frouxos/expostos
Aureny IV	Plástico	Elemento parcialmente ausente
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Quebra Falha na região da solda
Vale do Sol	Plástico	-
	Aço	Descascamento de pintura Corrosão Quebra Falha na região da solda Parafusos expostos

Fonte: Autor (2026)

Os Gráficos 01 e 02 apresentam, respectivamente, as manifestações patológicas identificadas nas estruturas de plástico e aço dos espaços públicos analisados. A utilização dessa representação gráfica tem como finalidade tornar mais clara a visualização dos padrões de incidência das patologias, auxiliando na identificação das anomalias mais recorrentes decorrentes da exposição às condições ambientais, ao desgaste de uso e à ação de agentes externos.

Gráfico 1 – Tipo de manifestações patológicas encontradas em sistemas de plástico

Desbotamento de superfície	307 Norte	506 Norte	1005 Sul	Aureny IV	Vale do Sol	
Trincas	506 Norte	1005 Sul	Aureny IV	Vale do Sol		
Deformação estrutural	307 Norte	506 Norte	1005 Sul	1306 Sul	Aureny IV	Vale do Sol
Quebra na seção	307 Norte	Aureny IV	Vale do Sol			
Esfarelamento do material	Vale do Sol					
Fissuras	307 Norte	506 Norte	1005 Sul	Vale do Sol		

- 307 Norte
- 506 Norte
- 1005 Sul
- 1306 Sul
- Aureny IV
- Vale do Sol

Fonte: Autor (2026)

Gráfico 2 – Tipos de manifestações patológicas encontradas em sistemas de aço

Corrosão	307 Norte	506 Norte	1005 Sul	Aureny IV	Vale do Sol	
Descascamento de pintura	307 Norte	506 Norte	1005 Sul	Aureny IV	Vale do Sol	
Falha na solda	Aureny IV					
Quebra na seção	307 Norte	506 Norte	1005 Sul	Aureny IV	Vale do Sol	
Parafusos frouxos/expostos	307 Norte		1005 Sul	1306 Sul		

307 Norte506 Norte1005 Sul1306 SulAureny IVVale do Sol

Fonte: Autor (2026)

5 CONCLUSÃO

A análise dos estudos de caso desenvolvidos nesta pesquisa possibilitou identificar os principais fatores responsáveis pelo surgimento e agravamento das manifestações patológicas observadas em estruturas de plástico, madeira e aço presentes em academias ao ar livre e parques infantis. Além disso, foi possível reconhecer padrões recorrentes de degradação associados às condições ambientais, ao uso contínuo dos equipamentos e à ausência de manutenção preventiva adequada.

Inicialmente, destacam-se os fatores relacionados à exposição ambiental como elementos determinantes para a intensificação dos danos verificados. A ação contínua da radiação solar, da umidade, das variações térmicas e do desgaste mecânico mostrou-se diretamente associada à deterioração dos materiais analisados. Nas estruturas de plástico, principalmente nos parques infantis, observou-se a ocorrência frequente de desbotamento, analisadas em todas as praças selecionadas, com exceção da 1306 sul, fissuração e quebra, se fazendo presente em três quadras para ambas anomalias, evidenciando os efeitos da radiação ultravioleta e do envelhecimento natural dos polímeros expostos ao ambiente externo.

Nas estruturas de madeira, não foi possível realizar a verificação nos estudos de campo, uma vez que os centros de recreação públicos não continham elementos nessa composição. Contudo, mediante as pesquisas realizadas em bibliografias, verificou-se que a elevada exposição à umidade e às intempéries favorece o aparecimento anomalias, como fissuras, empenamentos, apodrecimento e ataques de agentes biológicos, incluindo fungos e insetos xilófagos. Esses fatores comprometeram significativamente a integridade e a durabilidade dos elementos, demonstrando a necessidade de tratamentos protetivos e inspeções periódicas mais rigorosas.

Em relação às estruturas de aço, constatou-se que os processos corrosivos e o descascamento das camadas de pintura representaram as manifestações patológicas mais predominantes, estando presentes em ambos os sistemas avaliados e ambientes de lazer, especialmente em regiões com maior exposição à umidade e desgaste dos revestimentos protetores, observados em assentos, guarda-corpos e corrimãos. A presença de corrosão, falhas em conexões, quebra e descascamento de pintura reforçou a importância da manutenção preventiva e da correta aplicação dos sistemas de proteção anticorrosiva para garantir a segurança e a vida útil dos equipamentos.

Outro aspecto relevante identificado durante as inspeções foi a presença de embalagens, detritos e outros resíduos na área de utilização com predominância nos parques infantis, principalmente nas quadras 506 Norte e 1306 Sul, aumentando o risco de acidentes e comprometendo a segurança dos usuários. Assim, a conservação dos espaços de lazer, não é responsabilidade apenas do poder público, mas também da sociedade que usufrui desses locais, que deve praticar a conscientização coletiva afim manter a limpeza, integridade e funcionalidade nesses centros recreativos, minimizando os riscos e promovendo segurança quanto ao uso dos elementos.

Os resultados também evidenciaram a importância da aplicação de técnicas de diagnóstico adequadas para a identificação e classificação das manifestações patológicas. A utilização de inspeções visuais sistematizadas, registros fotográficos, *checklists* padronizados e planilhas de classificação de risco mostrou-se eficiente para a organização dos dados e para a análise comparativa entre os diferentes materiais estudados. Esses procedimentos contribuíram para um diagnóstico mais preciso das condições dos equipamentos avaliados.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. B. de. et al. **Valiação não destrutiva de estruturas de madeiras em edifício histórico de Tiradentes, MG.** Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000300016>. Acesso em: 11 set. 2025.

CALDAS, R. B. **Análise numérica de estruturas de aço, concreto e mistas em situação de incêndio.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais - Minas Gerais, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/2c9ee117-80b7-4a7c-9ca1-798e5c0d2f12>. Acesso em: 10 out 2025.

CARDOSO, J. C. Q. **Patologias da construção civil:** investigação em ginásios públicos na cidade de Tupaciguara-MG. 2021, 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre:** recomendações para projeto, execução e manutenção. 1988, 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 1988.

ERAT, D. Et al. **Análise de patologias da construção civil.** Revista Maiêutica, Indaial, v. 2, n. 1, p. 25-35, 2016. Disponível em: https://revistas.uniasselvi.com.br/index.php/ENG_EaD/article/view/1524/661. Acesso em: 15 set. 2025.

FERREIRA J. B; LOBÃO V. W. N. **Manifestações Patológicas na construção civil.** Ciências exatas e tecnológicas, Aracaju, v. 5, n. 1, p. 71-80. 2018. Disponível em: <https://periodicosgrupotiradentes.emnuvens.com.br/cadernoexatas/article/view/5853/2971>. Acesso em: 10 nov. 2025.

FILHO. G. F. M. **Manifestações patológicas nas estruturas metálicas:** principais medidas preventivas. Facere Scientia, v. 2, n. 2, dez. 2022.

HEERDT, C; OLIVEIRA, M. C. A. de. **Um estudo sobre a influência da arborização na praça da avenida NS15 da quadra 307 norte.** Revista Desafios, v. 3, n. Especial, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2016v3nespp34>. Acesso em: 11 mar. 2026.

HEERDT, G. B. et al. **Principais patologias na construção civil.** 2016. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52086869/patologias_nas_fundacoes-libre.pdf?1489062470=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPRINCIPAIS_PATOLOGIAS_NA_CONSTRUCAO_CIVIL.pdf&Expires=1764553220&Signature=Y2EeFwWUsFHPq-HY663h4yliOvQwD09nMV9VeYB5~AYbTBENRyuGyyUJtdypKzPAE6spQO1mlIsAcGD OOSXRfIP5CmP9DcONzKvWZus7m~9Q60BE1lhH7qRZOyQoKdMPDhVbacUmtq8sjeGB ePFqQEM35ZudHUxxdRcIJPomKeSvdcGn4382QaMpIisQCSFcz6EPs-KCk13TutRwoAC4nXcizD3c2ogrMdgha1gW7Mv7TQlkaQqKqiczvWUSLcgDvt9F~iAsPKj VQssK58mKYfPWJ42cB~34j6736AKoEJhiNpvoqkdknqFLaDzjf-h1W761cVExnnoTfjUnPAC6MQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 13 set. 2025.

HELENE, P. **Manual de reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

HUGO, V. **Os miseráveis**. São Paulo: Martin Claret, 2024.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de preservação da madeira**. Brasília: IBAMA, 2010.

MARTINS, J. C. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

MEIRA, G. R. **Corrosão em barras em estruturas de concreto**: Fundamentos, diagnósticos e prevenção. Editora IFPB, 2017.

PEREIRA, A. S., PARREIRA, F. J., SHITSUKA, D. M. & SHITSUKA, R. Licenciatura em computação - **Metodologia da pesquisa científica**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 02 out. 2025.

SANTOS, E.S. Reflexões sobre a utilização de espaços públicos para o lazer esportivo. **RA'É GA: O Espaço Geográfico em Análise**, v. 11, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/7745>. Acesso em: 02 nov. 2025.

SILVA, B. R. R. **Análise comportamental de lajes de concreto armado em situação de incêndio**. 2022. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/34937>. Acesso em: 06 mar 2026.

SILVA, F. P. da. et al. **Patologia das construções**: uma especialidade na engenharia civil. 174. ed. P. 19 – 29, Set. 2011.

SILVA FILHO, A. J; DRUMOND, M.F.R; JUCÁ, T. **Avaliação de danos em estruturas metálicas**: estudo de caso. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 2022.

SILVA, J.L.P.; PONTES, J.A.M. **A importância do esporte para o desenvolvimento social: uma análise do incentivo de programas federais**. VI Jornada Internacional de Políticas Públicas. Cidade Universitária da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013.

SILVA, M. C.; SILVA A. B.; AMORIM, T. E. C. **Condições de espaços públicos destinados a prática de atividades Físicas na cidade de Pelotas/RS/Brasil**. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde, Pelotas, 2012.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 2003. Disponível em: <https://lucasmonteiro.site.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/vicente-custc3b3dio-e-thomaz-ripper-patologia-recuperacao-e-reforco-de-estruturas-de-concreto.pdf>. Acesso em: 29

out. 2025.

TAMBARA JÚNIOR, L. U. D; BARRAZA, M. T. **Patologia das construções**. 1. ed. Indaial: Uniasselvi, 2021.

TELES, R. F.; RIBEIRO, P. G.; DEL MENEZZI, C. H. S. **Avaliação estrutural não-destrutiva do prédio Oca II, Universidade de Brasília**. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11, 2008.

VASCONCELLOS. R. C. de. **Durabilidade das estruturas do concreto armado: principais conceitos e fundamentos**. Monografia Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/193d902d-0c95-44a2-99f1-4f6673f2fc1c>. Acesso em: 05 out. 2025.

VIEIRA, F. N. **Proposta de elaboração de plano de manutenção para edificações a partir da obrigatoriedade legal da inspeção predial no contexto urbano das Cidades**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – *Checklist* para avaliação das manifestações patológicas *in loco*

Material	Manifestação patológica	Sim/Não	Grau
Plástico	Desbotamento		
Plástico	Trincas		
Plástico	Quebra		
Plástico	Esfarelamento		
Plástico	Fissuras		
Aço	Corrosão		
Aço	Descascamento de pintura		
Aço	Falha em solda		
Aço	Quebra		
Aço	Parafusos frouxos/expostos		

Grau	
L	Leve
M	Médio
G	Grande
C	Crítico

APÊNDICE B – Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 307 Norte

Desbotamento de elemento inferior



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento de elemento superior



Fonte: Autor (2026)

Ecorregador com fissuras



Fonte: Autor (2026)

Fissura na base do escoregador



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE C - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça 307 Norte

Descascamento de pintura em corrimão



Fonte: Autor (2026)

Descascamento de pintura



Fonte: Autor (2026)

Aresta cortante exposta



Fonte: Autor (2026)

Aresta cortante exposta



Fonte: Autor (2026)

Corrosão em elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Corrosão em guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

**APÊNDICE D - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre
da praça 307 Norte**

Corrosão



Fonte: Autor (2026)

Corrosão e ausência de fixação



Fonte: Autor (2026)

Aresta cortante exposta



Fonte: Autor (2026)

**Equipamento quebrado
parcialmente**



Fonte: Autor (2026)

**Equipamento quebrado
parcialmente**



Fonte: Autor (2026)

Aresta cortante exposta



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE E - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 506 Norte

Brinquedo com aresta cortante



Fonte: Autor (2026)

Fissura no escorregador



Fonte: Autor (2026)

Quebra e trinca no escorregador



Fonte: Autor (2026)

Quebra do escorregador



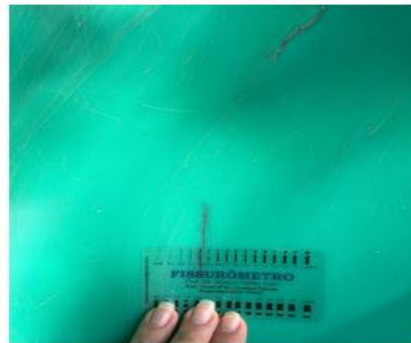
Fonte: Autor (2026)

Fissura no escorregador



Fonte: Autor (2026)

Fissura no escorregador



Fonte: Autor (2026)

Deformação no revestimento



Fonte: Autor (2026)

Deformação no revestimento



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE F – Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça 506 Norte

Corrosão em guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Corrosão elemento tubular



Fonte: Autor (2026)

Corrossão elemento de ligação



Fonte: Autor (2026)

Corrossão elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de corrimão



Fonte: Autor (2026)

Corrosão da base de fixação



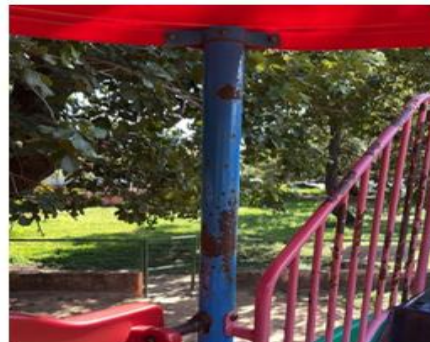
Fonte: Autor (2026)

Corrosão em guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Corrossão elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

**APÊNDICE G - Imagens das manifestações patológicas em aço e plástico da academia
ao ar livre da praça 506 Norte**

Corrosão generalizada



Fonte: Autor (2026)

Corrosão na ligação da solda



Fonte: Autor (2026)

Corrosão peça de ligação



Fonte: Autor (2026)

Corrosão elemento tubular



Fonte: Autor (2026)

Corrosão da peça estrutural



Fonte: Autor (2026)

Corrosão da base de fixação



Fonte: Autor (2026)

Corrosão em assento



Fonte: Autor (2026)

Deformação de elemento de apoio



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE H - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 1005 sul

Quebra no sistema de ligação



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento



Fonte: Autor (2026)

Fissura na região da ligação



Fonte: Autor (2026)

Deformação de revestimento



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento em escorregador



Fonte: Autor (2026)

Deformação de revestimento



Fonte: Autor (2026)

Trinca no escorregador



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE I - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça 1005 Sul

Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Parafuso exposto



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de corrimão



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Parafuso exposto



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE J - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre da praça 1005 Sul

Corrosão de assento e encosto



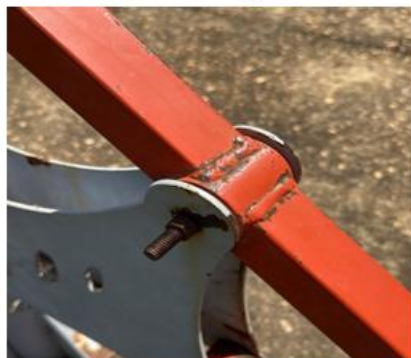
Fonte: Autor (2026)

Quebra de elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Parafuso exposto



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de base de apoio



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de base de fixação



Fonte: Autor (2026)

Corrosão severa



Fonte: Autor (2026)

Quebra de elemento de apoio



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE K - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça 1306 Sul

Deformação no elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Deformação no elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Machas de umidade



Fonte: Autor (2026)

Machas de umidade



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE L - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre da praça 1306 Sul

Descascamento de pintura e corrosão



Fonte: Autor (2026)

Corrosão da base de fixação



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de equipamento



Fonte: Autor (2026)

Quebra de seção e arestas expostas



Fonte: Autor (2026)

Corrosão da base de fixação



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de assento



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE M - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça da Aurenny IV

Deformação de elemento



Fonte: Autor (2026)

Quebra de elemento de cobertura



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento



Fonte: Autor (2026)

Formação de trinca



Fonte: Autor (2026)

Formação de trinca



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE N - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça da Aurenny IV

Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Corrosão da escada



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

**APÊNDICE O - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre
da praça da Aurenny IV**

Corrosão na área da solda



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de equipamento



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de equipamento



Fonte: Autor (2026)

Corrosão na área da solda



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de equipamento



Fonte: Autor (2026)

Corrosão e quebra da peça



Fonte: Autor (2026)

Descascamento de pintura



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE P - Imagens das manifestações patológicas em plástico do parque infantil da praça do Setor Vale do Sol em Taquaralto

Desbotamento do escorregador



Fonte: Autor (2026)

Esfarelamento de peças



Fonte: Autor (2026)

Trincas nas áreas de ligação



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento de peça



Fonte: Autor (2026)

Deformação de revestimento



Fonte: Autor (2026)

Quebra nas áreas de ligação



Fonte: Autor (2026)

Desbotamento de peça



Fonte: Autor (2026)

Trincas nas áreas de ligação



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE Q - Imagens das manifestações patológicas em aço do parque infantil da praça no Setor Vale do Sol em Taquaralto

Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Quebra de peça e aresta cortante



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

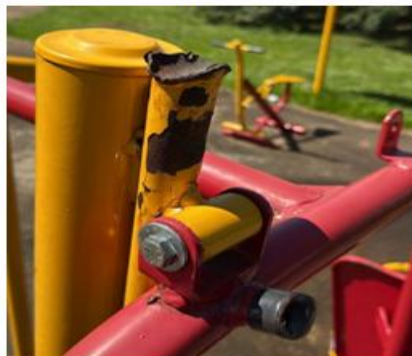
Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

APÊNDICE R - Imagens das manifestações patológicas em aço da academia ao ar livre da praça no Setor Vale do Sol em Taquaralto

Quebra de peça e aresta cortante



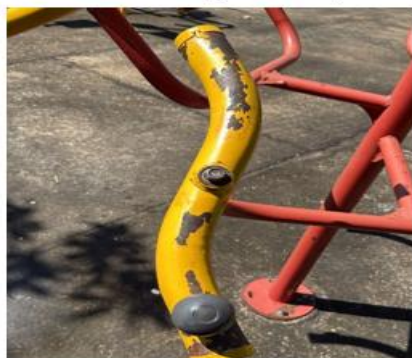
Fonte: Autor (2026)

Quebra de peça e aresta cortante



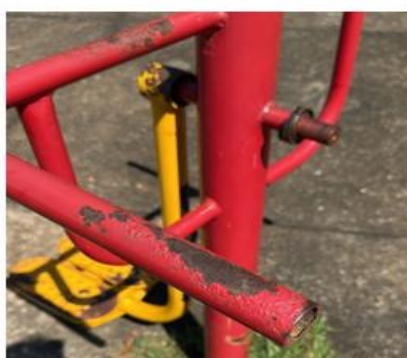
Fonte: Autor (2026)

Corrosão de guarda corpo



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento estrutural



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de peça deformada



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de elemento de apoio



Fonte: Autor (2026)

Corrosão de assento e encosto



Fonte: Autor (2026)

ANEXOS

ANEXO A – Diário Oficial de Palmas que estabelece a obrigatoriedade do uso da NBR 16071



Diário Oficial de Palmas

ANO XII
QUARTA-FEIRA
27 DE OUTUBRO DE 2021
MUNICÍPIO DE PALMAS
ESTADO DO TOCANTINS

EDIÇÃO Nº
2.846

SUMÁRIO

ATOS DO PODER LEGISLATIVO	1
ATOS DO PODER EXECUTIVO.....	1
CASA CIVIL DO MUNICÍPIO.....	6
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO HUMANO.....	7
SECRETARIA DE FINANÇAS.....	11
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO	11
SECRETARIA DA SAÚDE.....	17
SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E SERVIÇOS REGIONAIS	22
SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E EMPREGO.....	22
SECRETARIA DE SEGURANÇA E MOBILIDADE URBANA.....	22
FUNDAÇÃO DE ESPORTES E LAZER.....	23
FUNDAÇÃO ESCOLA DE SAÚDE PÚBLICA	23
FUNDAÇÃO DA JUVENTUDE.....	24
PREVIPALMAS.....	25
AGÊNCIA DE TURISMO.....	27
AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, CONTROLE E FISCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS.....	33
PUBLICAÇÕES DA CÂMARA MUNICIPAL	34

ATOS DO PODER LEGISLATIVO

LEI Nº 2.625, DE 15 DE OUTUBRO DE 2021.

Dispõe sobre as normas de segurança e de manutenção em brinquedos de parques infantis localizados em áreas de uso coletivo e público no Município de Palmas, e dá outras providências.

A PREFEITA DE PALMAS

Faço saber que a Câmara Municipal de Palmas decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Estabelece normas de segurança e de manutenção em brinquedos dos parques infantis (playgrounds), em áreas de uso coletivo e público no Município de Palmas.

Parágrafo único. Entre os serviços de manutenção incluem-se, pelo menos:

I - revisão de parafusos e outros elementos de fixação, com aperto de peças soltas e troca das que apresentam defeitos;

II - revisão e reforço dos pontos de solda em brinquedos metálicos;

III - revisão e conserto dos encaixes em brinquedos construídos de madeira;

IV - lixamento e pintura.

Art. 2º Os parques infantis localizados em áreas públicas devem ser mantidos em conformidade com as determinações da NBR 16071 (Segurança de Brinquedos de playground), da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ou de outra norma que vier a sucedê-la.

Parágrafo único. O disposto no caput deste artigo deverá observar a legislação edilícia municipal.

Art. 3º O Poder Executivo providenciará para que os parques infantis (playground) sejam vistoriados por profissional habilitado.

§ 1º Da vistoria de que trata o caput deste artigo deve resultar laudo técnico que permita a devida manutenção dos aparelhos.

§ 2º Caso o parque infantil necessite de manutenção preventiva, tais modificações deverão ser apontadas no referido laudo para que sejam providenciadas sob recomendação de interdição do parque infantil.

Art. 4º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Palmas, 15 de outubro de 2021.

CINTHIA ALVES CAETANO RIBEIRO
Prefeita de Palmas

(Originária do Projeto de Lei nº 103/2021, de autoria do Vereador Joatan de Jesus)

ATOS DO PODER EXECUTIVO

ATO Nº 1.382 - NM.

A PREFEITA DE PALMAS, no uso das atribuições que lhe confere o art. 71, incisos I e VI, da Lei Orgânica do Município,

RESOLVE:

Art. 1º É nomeado SALVADOR CALIXTO DE CARVALHO no cargo de Gerente de Manutenção de Paisagismo - DAS-7, na Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos, a partir de 28 de outubro de 2021.

Art. 2º Este Ato entra em vigor na data de sua publicação.

Palmas, 27 de outubro de 2021.

CINTHIA ALVES CAETANO RIBEIRO
Prefeita de Palmas

Agostinho Araújo Rodrigues Júnior
Secretário da Casa Civil do Município de Palmas

DESPACHOS DA PREFEITA

MENSAGEM Nº 48/2021

Palmas, 27 de outubro de 2021.

A Sua Excelência a Senhora
VEREADORA Janad Valcari
Presidente da Câmara Municipal de Palmas
NESTA

Senhora Presidente,

Comunico a Vossa Excelência e aos seus dignos Pares que, nos termos do art. 48 e 71, IV da Lei Orgânica do Município, decidi VETAR TOTALMENTE, por inconstitucionalidade formal, o Autógrafo