



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

JONAS LOPES DE SOUSA NETO

DESENVOLVIMENTO DE LAUDO DE CAPACIDADE DE CARGA E
INSPEÇÃO DE *PLAYGROUNDS*: diretrizes e aplicação.

TERESINA

2025

JONAS LOPES DE SOUSA NETO

**DESENVOLVIMENTO DE LAUDO DE CAPACIDADE DE CARGA E
INSPEÇÃO DE *PLAYGROUNDS*: diretrizes e aplicação.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Edivaldo Feitosa Pereira Filho.

TERESINA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Sousa Neto , Jonas Lopes de

S725d Desenvolvimento de laudo de capacidade de carga e inspeção de playgrounds : diretrizes e aplicação / Jonas Lopes de Sousa Neto . - 2025.
50 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Me. Edivaldo Feitosa Pereira Filho.

1. Playgrounds. 2. Inspeções regulares. 3. Capacidade de carga. 4.
Segurança estrutural. I.Título.

CDD - 620

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

JONAS LOPES DE SOUSA NETO

DESENVOLVIMENTO DE LAUDO DE CAPACIDADE DE CARGA E INSPEÇÃO DE
PLAYGROUNDS: diretrizes e aplicação.

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Bacharel em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em: 19 / 02 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Edivaldo Feitosa Ferreira Filho (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dra. Jayna Kátia Dionísio dos Santos
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Jose Weliton Nogueira Junior
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Nesse momento, gostaria de agradecer primeiro a Deus, por todo o seu amor e sua graça derramado em minha vida, principalmente nesse período de curso. Sou grato por ter me conduzido, me sustentado e ter me agraciado com essa oportunidade. Toda honra e toda glória é para ti.

Agradeço também aos meus pais, Cristina Melo e Assis Melo, por todo apoio durante toda a minha vida, por todos os sacrifícios para a minha educação e dos meus irmãos. Agradeço a minha segunda mãe, Natividade, por cuidar de mim e dos meus irmãos todos os dias desde o nosso nascimento. Quero agradecer aos meus irmãos Assis Júnior, Emerita Melo e Luis Carlos por todo apoio e toda ajuda durante o meu crescimento, me ensinando e me mostrando o caminho correto a ser seguido. Agradeço também a minha namorada, Raylanne Ribeiro, que tem sido muito importante na minha vida, sendo meu porto seguro e sempre se mostrando paciente e me incentivando durante o processo.

Não posso deixar de agradecer aos meus companheiros de curso, Sara, Shaymar, Maycon, Kaynan, Cicilio e Flávio por todo apoio, todas as dificuldades e todos os momentos divertidos durante esses anos. Um agradecimento especial às minhas amigas de infância Gabriela Maria e Isabelle Pires, por serem irmãs em todos os momentos.

Por fim, gostaria de fazer um agradecimento especial ao meu professor e amigo Edivaldo Filho, por ser crucial nessa reta final da minha caminhada e sendo um exemplo de docência. Agradeço também ao meu coordenador Petteson Linniker, por estar sempre presente e disposto a ajudar.

“Para que todos vejam, e saibam, e
considerem, e juntamente entendam que a
mão do Senhor fez isto.”
(Isaías 41:20)

RESUMO

Os *playgrounds* são espaços recreativos desenvolvidos para o desenvolvimento e a formação integral das crianças. Esses ambientes são desenvolvidos mediante diretrizes estabelecidas por normas técnicas, sendo exigido inspeções regulares para a garantia da segurança dos usuários. Este trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento de laudos técnicos de capacidade de carga e de inspeção de *playgrounds*, assegurando a sua integridade estrutural e segurança. Nesse sentido, foi realizado uma revisão normativa, além de uma inspeção presencial detalhada dos equipamentos, tendo registros fotográficos. Os resultados obtidos mostraram que os equipamentos avaliados estão aptos para o funcionamento, seguindo as diretrizes normativas, com bom estado de conservação, instalações corretas, sendo necessário apenas a fixação da borracha do assento da gangorra dupla. Além do mais, os laudos desenvolvidos servirão como padrões a serem seguidos em outras inspeções e para auxiliar profissionais da área. Por fim, esse estudo tem contribuição para a melhoria na segurança de *playgrounds*, destacando a importância da manutenção preventiva e da aplicação das normas técnicas.

Palavras-chave: *playgrounds*; inspeções regulares; capacidade de carga; segurança estrutural; normas técnicas.

ABSTRACT

Playgrounds are recreational spaces designed for the development and integral training of children. These environments are developed according to guidelines established by technical standards, and regular inspections are required to ensure the safety of users. The main objective of this work is to develop technical reports on the load capacity and inspection of *playgrounds*, ensuring their structural integrity and safety. To this end, a regulatory review was carried out, in addition to a detailed on-site inspection of the equipment, with photographic records. The results obtained showed that the equipment assessed is fit for operation, following the normative guidelines, in a good state of repair, with correct installations, with only the rubber seat of the double seesaw needing to be fixed. Furthermore, the reports developed will serve as standards to be followed in other inspections and to help professionals in the field. Finally, this study contributes to improving *playground* safety, highlighting the importance of preventive maintenance and the application of technical standards.

Keywords: *playgrounds*; regular inspections; load capacity; structural safety; technical standards.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - <i>Playground</i> Smart	22
Figura 2 - Balanço duplo	22
Figura 3 - Escorregador	23
Figura 4 - Escada	23
Figura 5 - Escada de corda	24
Figura 6 - Gangorra dupla.....	24
Figura 7 - Detalhes do <i>playground</i> smart	34
Figura 8 - Detalhes do balanço duplo.....	35
Figura 9 - Detalhes do escorregador	36
Figura 10 - Detalhes da escada	36
Figura 11 - Detalhes da escada de corda (aranha)	37
Figura 12 - Detalhes da gangorra dupla com borrachas soltas	37
Figura 13 - Plataforma com escadinha, dimensões em milímetros	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficiente de carga para balanços	32
Tabela 2 - Dimensões da plataforma com escadinha.....	38
Tabela 3 - Resultados obtidos.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CREA/PI	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
OMS	Organização Mundial de Saúde

LISTA DE SÍMBOLOS

G_n	Massa total em kg;
n	Número de usuários no equipamento;
m	Média de massa de um usuário dentro de uma determinada faixa etária;
σ	Desvio padrão da referida faixa etária.
$F_{tot;v}$	Carga vertical dos n usuários sobre o equipamento, em N.
g	Aceleração da gravidade (10 m/s^2);
C_{dyn}	Coeficiente dinâmico.
$F_{tot;h}$	Carga horizontal dos n usuários sobre o equipamento, em N.
L	Longitude do elemento, em m .
A	Área expressa, em m^2 .
p	Cargas superficiais.
L_{pr}	Longitude da projeção sobre um plano horizontal, em m .
A_{pr}	Projeção da superfície sobre um plano horizontal, em m^2 .
y_F	Coeficiente de segurança parcial para cargas;
y_M	Coeficiente de segurança parcial para materiais;
S	Efeito da carga;
R	Resistência da estrutura.
$\gamma_{G;C}$	Coeficiente de segurança parcial para cargas permanentes, que é empregado durante os cálculos;
G	Carga permanente;
$\gamma_{Q;C}$	Coeficiente de segurança parcial para cargas variáveis, que é empregado durante os cálculos;
Q_1	Uma das cargas variáveis
F_h	Carga horizontal sobre o equipamento expressa em Newtons (N);
F_v	Carga vertical sobre o equipamento expressa em Newtons (N);
F_r	Carga resultante sobre o equipamento expressa em Newtons (N);
g	Aceleração da gravidade ($= 10 \text{ m/s}^2$);
G_s	Massa dos elementos em movimento, expressa em quilogramas (kg);
G_n	Massa total de n usuários, em kg ;
m	Peso do assento.
α	Ângulo;
C_h	Coeficiente de carga horizontal;
C_v	Coeficiente de carga vertical;
C_r	Coeficiente de carga resultante.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 JUSTIFICATIVA	16
4 REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1 IMPORTÂNCIA DOS <i>PLAYGROUNDS</i> NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL.....	18
4.2 INSPEÇÕES E DESENVOLVIMENTOS DE LAUDOS TÉCNICOS.....	18
4.3 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS A <i>PLAYGROUNDS</i>	19
4.4 IMPORTÂNCIA DA ENGENHARIA MECÂNICA NA SEGURANÇA DE <i>PLAYGROUNDS</i>	19
5 METODOLOGIA.....	21
5.1 TIPO DE PESQUISA.....	21
5.2 PROCEDIMENTOS.....	21
5.2.1 Detalhamento Estrutural	21
5.2.1.1 Balanço Duplo.....	22
5.2.1.2 Escorregador.....	22
5.2.1.3 Escada.....	23
5.2.1.4 Escada de Corda.....	23
5.2.1.5 Gangorra Dupla.....	24
5.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	24
5.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	25
5.4.1 Integridade Estrutural.....	25
5.4.2 Desgaste dos Materiais.....	25
5.4.3 Segurança dos Usuários.....	26
5.4.4 Condições Ambientais e Manutenção.....	26
5.4.4.1 Sinalização de Segurança	26
5.4.4.2 Sistema de Drenagem.....	26
5.4.4.3 Uso Indevido.....	27
5.4.4.4 Manutenção Preventiva.....	27
5.5 PROCEDIMENTO DE ELABORAÇÃO DO LAUDO TÉCNICO.....	27
5.5.1 Cálculo de Capacidade de Carga	27
5.5.1.1 Cargas de Usuários.....	27
5.5.1.2 Cálculo de Integridade Estrutural.....	30
5.5.1.3 Cargas Pelo Vento.....	32

5.5.2 Laudo de Inspeção.....	32
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.1 RESULTADOS DA INSPEÇÃO.....	34
6.1.1 Balanço Duplo.....	34
6.1.2 Escorregador.....	35
6.1.3 Escada.....	36
6.1.4 Escada de Corda (Aranha)	36
6.1.5 Gangorra Dupla.....	37
6.2 RESULTADOS DO CÁLCULO DE CAPACIDADE DE CARGA.....	38
6.2.1 Plataforma.....	38
6.2.2 Guarda-Corpo.....	39
6.2.3 Escadinha.....	39
6.2.4 Balanços.....	40
6.3 SUGESTÕES DE MELHORIAS.....	41
7 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXOS	45

1 INTRODUÇÃO

Os *playgrounds* são espaços recreativos desenvolvidos com a intenção de proporcionar lazer e o desenvolvimento infantil, sendo comumente utilizado em ambientes escolares, condomínios, restaurantes. Além da diversão, são importantes no desenvolvimento motor, cognitivo e social das crianças, por meio do estímulo de habilidades como a criatividade, equilíbrio e coordenação. Esses espaços normalmente são compostos por equipamentos como gangorras, escadas de corda, balanços. (SILVA et al., 2025)

No entanto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a norma 16071 define regras para garantir a segurança dos usuários em *playgrounds*, reforçando a necessidade de uma abordagem sistemática na análise estrutural. Situações como falhas estruturais, desgastes de materiais e ausência de inspeções periódicas comprometem a integridade dos equipamentos, contribuindo para o aumento dos riscos de acidentes. (ABNT, 2020)

Diante da crescente preocupação com a segurança de espaços destinados ao lazer infantil, é de suma importância a adoção de procedimentos técnicos que assegurem a integridade estrutural dos equipamentos presentes em *playgrounds*. O presente trabalho tem o propósito de desenvolver laudos técnicos voltados para a capacidade de carga e inspeção de *playgrounds*. Para essa avaliação será analisado os materiais utilizados, as cargas aplicadas e os principais critérios normativos que devem ser atendidos para garantir a confiabilidade dos equipamentos. (ABNT, 2021)

A importância desse trabalho está na contribuição para a segurança dos usuários, além da padronização dos procedimentos de inspeção e da aplicação de conhecimentos da engenharia mecânica na análise estrutural. Também, com a elaboração de um laudo técnico e *checklist* (Anexo 2) de inspeção servirá como referência para as empresas e para profissionais responsáveis pela instalação e manutenção desses *playgrounds*. (ABNT, 2021)

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), crianças em idade pré escolar devem realizar pelo menos 180 minutos de atividades físicas por dia, ajudando na prevenção a doenças crônicas na idade adulta. Os *playgrounds* são ambientes propícios para o desenvolvimento completo de toda criança, trabalhando todas as áreas que influenciam o seu crescimento e a sua relação com a sociedade. (OMS, 2019)

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um laudo técnico de capacidade de carga, um laudo técnico de inspeção de *playgrounds* por meio de *checklists* (Anexo 2) e diretrizes de inspeção com o intuito de apresentar a importância de cumprir as normas vigentes e garantir a segurança estrutural com a realização de inspeções e manutenções nesses equipamentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar e analisar as normas técnicas aplicáveis à inspeção e avaliação de *playgrounds*, com foco na segurança e na capacidade de carga;
- Elaborar um *checklist* (Anexo 2) de inspeção para padronização de avaliação estrutural dos *playgrounds*;
- Realizar análise estrutural do *playground* para determinação da capacidade de carga e possíveis falhas;
- Produzir um laudo técnico contendo os resultados da inspeção, a análise da capacidade de carga e as recomendações de correções e melhorias;

3 JUSTIFICATIVA

A integridade física das crianças é diretamente ligada a segurança oferecida pelos ambientes recreativos, como *playgrounds*. A inspeção e a avaliação estrutural são ferramentas essenciais para a identificação de estruturas mal projetadas, falta de manutenções adequadas e falhas nos materiais, prevenindo riscos e garantindo o cumprimento das normas de segurança.

Portanto, esse trabalho busca garantir a segurança dos usuários de *playgrounds*, além disso, apresentar a importância de inspeções e manutenções periódicas, garantindo o cumprimento das diretrizes normativas. Essas inspeções geram laudos técnicos que contribuem para o aumento da confiabilidade das avaliações, identificando falhas estruturais, além disso, contribui para uma padronização de análise.

Com isso, o desenvolvimento desse trabalho contribui para o desenvolvimento de um sistema de análise padronizado, facilitando e reduzindo o tempo de inspeções por responsáveis técnicos, além do aumento na confiabilidade na análise dos dados.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 IMPORTÂNCIA DOS *PLAYGROUNDS* NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL

O desenvolvimento motor e cognitivo infantil é muito influenciado pelos *playgrounds*, sendo responsável por estimular habilidades como equilíbrio, coordenação motora, força muscular, além da criatividade e da imaginação. Além disso, ajudam as crianças na capacidade de resolução de problemas e na tomada de decisões. Gimenes, 2023 destaca que ao brincar, as crianças exercitam funções sensoriais, motoras e perceptivo-cognitivas. (GIMENES, 2023)

Segundo Oliveira et al. (2021), os jogos e as brincadeiras são fundamentais para o desenvolvimento psicomotor, pois proporcionam momentos de descontração e de bem-estar, fatores esses que são essenciais no processo de aprendizagem infantil. Além disso, os *playgrounds* são ambientes recreativos que proporcionam a interação das crianças com outras crianças e desenvolvem também a ideia de trabalho em grupo.

4.2 INSPEÇÕES E DESENVOLVIMENTOS DE LAUDOS TÉCNICOS

Ao entender a importância e os riscos causados por *playgrounds*, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2012) estabeleceu uma norma específica de *playgrounds*, que aborda os requisitos de segurança, métodos de ensaio, instalação, inspeção, manutenção e utilização. A primeira publicação dessa norma foi em 2012 que foi intitulada NBR 16071. Essa norma foi dividida em 7 partes, e a última tem o foco em inspeções e manutenção dos *playgrounds*, tendo diretrizes para a realização de vistorias técnicas regulares. Essas inspeções são essenciais na identificação de possíveis pontos de falhas e de melhorias que podem trazer riscos para os usuários.

Os laudos técnicos são desenvolvidos baseados nas normas ABNT NBR 16071 (ABNT, 2012) e ABNT NBR 15926 (ABNT, 2011), que certificam que todos os equipamentos estão em condições ideais para uso. Esses laudos são realizados por profissionais da área, como engenheiros mecânicos, que avaliam detalhadamente a instalação, o funcionamento e a segurança dos brinquedos e estruturas.

Em algumas regiões, decretos específicos determinam a obrigatoriedade da apresentação dos laudos técnicos, portanto, os laudos são frequentemente exigidos por legislações municipais e estaduais para a liberação de licenças de funcionamento ou alvarás para estabelecimentos com áreas de recreação infantil. No Estado do Piauí, a Lei nº 6334 de 06/03/2013 (PIAUI, 2013), por meio do art. 1º decreta que todos os brinquedos de parques

infantis deverão passar por uma vistoria anual com laudo técnico elaborado por engenheiro habilitado e registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA/PI, além de uma via de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART.

4.3 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS A *PLAYGROUNDS*

A segurança dos usuários de qualquer projeto deve ser prioridade ao desenvolvê-lo, especialmente tratando-se de *playgrounds*, pois a sua maioria é utilizada por crianças. Por conta dessa necessidade, surgiram as normas técnicas que auxiliam os engenheiros ao projetar esses espaços de forma mais eficiente e segura.

A Norma Regulamentadora ABNT NBR 16071-8 (ABNT, 2021) trata especificamente de *playgrounds*. Essa norma inclui, entre outros aspectos, a terminologia, os requisitos de segurança, os métodos de ensaio, a instalação, a manutenção e a utilização, além de indicar os requisitos para *playgrounds* inclusivos.

Juntamente a essa norma, existe a NBR NM 300-1 (ABNT, 2007), que regulamenta a segurança de brinquedos e suas propriedades gerais, mecânicas e físicas. Esta norma não especifica apenas as características em brinquedos maiores, como os *playgrounds*, mas qualquer brinquedo que será utilizado por crianças menores de 14 anos.

Em um contexto mais aplicável a *playgrounds*, onde há a construção de uma estrutura maior, existe a norma ABNT NBR15926-2 (ABNT, 2011). Esta norma contém os requisitos de segurança tanto do projeto quanto da instalação de equipamentos de parques de diversão e apresenta diretrizes e critérios desde os materiais utilizados até a manutenção e inspeção desses equipamentos.

De forma local, o Estado do Piauí determinou a Lei nº 6334 (PIAUÍ, 2013) que exige uma vistoria anual em brinquedos de parques infantis públicos ou privados com a presença de laudo técnico e a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Ademais, este laudo deverá ficar exposto de forma visível para execução de fiscalizações.

4.4 IMPORTÂNCIA DA ENGENHARIA MECÂNICA NA SEGURANÇA DE *PLAYGROUNDS*

A formação de um engenheiro mecânico exige conhecimento em diversas áreas, desde fenômenos da natureza até gestão de projetos, que são fundamentais ao realizar um projeto e desenvolver equipes. O conhecimento de Normas Regulamentadoras e suas aplicações são

imprescindíveis porque garante que os projetos estão em conformidade com o que se exige de segurança e confiabilidade.

Segundo a Lei Federal nº 5194 (BRASIL, 1966), que regula o exercício da profissão de engenheiro, os engenheiros mecânicos estão habilitados para assumir Responsabilidades Técnicas mencionadas nela. Assim, considerando que tenham os requisitos obrigatórios, como diploma devidamente obtido e registro no Conselho Regional, os engenheiros mecânicos estão aptos para a inspeção, projeto e manutenção de *playgrounds*.

O projeto e a inspeção de *playgrounds* exige domínio de Normas Regulamentadoras, tais como ABNT NBR 16071-8 (2021) e ABNT NBR 15926-2 (2011), além da legislação local, como a Lei nº 6334 (PIAUÍ, 2013), do Piauí. Seguir essas diretrizes demonstra conhecimento e responsabilidade do engenheiro com seus clientes e com a sociedade, pois envolve a segurança não só daqueles que utilizam a estrutura desenvolvida, mas todos que estão ao redor dela.

5 METODOLOGIA

Nesta etapa do trabalho, será descrito como foi realizado todo o estudo realizado. Esse estudo está dividido em 5 etapas, sendo elas: tipo de pesquisa, modo de análise dos equipamentos, materiais e equipamentos utilizados, quais os critérios foram levados em consideração para a avaliação e por fim, a elaboração do laudo técnico.

5.1 TIPO DE PESQUISA

A definição do tipo de pesquisa é uma etapa crucial para o desenvolvimento do trabalho, pois é necessário a escolha correta do método a ser empregado. Para a realização desse trabalho, foi escolhido o método da pesquisa aplicada, que consiste na busca pelo conhecimento de forma prática, visando a resolução de um problema real, nesse caso, a segurança e a manutenção de *playgrounds*.

Devido ao grau de precisão do resultado final, esse método é o mais aconselhado, pois com ele é feito uma análise detalhada do produto, sendo ela estrutural, desde a distribuição de cargas até a forma correta de montagem, a análise dos materiais utilizados, seguindo a norma ABNT NBR 16071. Por fim teve a elaboração do laudo técnico juntamente com *checklist* (Anexo 2) de inspeção padronizado conforme os requisitos de segurança e capacidade de carga. (ABNT, 2020)

5.2 PROCEDIMENTOS

Na segunda etapa, que trata da elaboração do laudo técnico de capacidade de carga e inspeção, foi seguido uma sequência que se inicia com a revisão das normas técnicas, destacando a parte 7 da ABNT NBR 16071 que aborda os procedimentos de inspeção e manutenção que são necessários para a garantia da segurança dos equipamentos. (ABNT, 2020)

5.2.1 Detalhamento estrutural

Após essa revisão, foi elaborado um plano de inspeção com o intuito de descrever detalhadamente cada equipamento a ser inspecionado, sendo indentificado os tipos de brinquedos e suas respectivas estruturas.

Figura 1 - *Playground Smart*



Fonte: Autor (2025)

5.2.1.1 Balanço duplo

O balanço duplo é um brinquedo muito comum nos *playgrounds*, no caso estudado, ele foi fabricado em madeira eucalipto, pinus e maçaranduba, contém 02 assentos, mourões como viga transversal, mourões de toras de madeira em forma de X de sustentação do mourão transversal e cordas de poliamida.

Figura 2 - Balanço duplo



Fonte: Autor (2025)

5.2.1.2 Escorregador

Cumprindo a norma, o escorregador também foi fabricado com a utilização de eucalipto e pinus tratada em autoclave e ipê ou maçaranduba. Nesse equipamento foram analisados diferentes setores, como guarda-corpos, largura, proteções laterais, o acesso com barra, todos

esses critérios seguindo as especificações citadas na parte 2 da NBR 16071 que visa os requisitos de segurança em *playgrounds*. (ABNT, 2020)

Figura 3 - Escorregador



Fonte: Autor (2025)

5.2.1.3 Escada

As escadas são os principais meios de acesso a parte superior dos *playgrounds*. Assim como os outros equipamentos, as escadas também devem seguir as normas vigentes a segurança. Um dos requisitos cruciais é o distanciamento entre os degraus, dito pela norma que esses degraus devem ser equidistantes.

Figura 4 - Escada



Fonte: Autor (2025)

5.2.1.4 Escada de corda

A escada de corda é um equipamento desenvolvido para desafiar e estimular as

habilidades motoras das crianças, por meio do desenvolvimento de equilíbrio, coordenação e força muscular. Esse equipamento foi projetado com corda de poliamida, como se tem nas especificações da norma. (ABNT, 2021)

Figura 5 - Escada de corda



Fonte: Autor (2025)

5.2.1.5 Gangorra dupla

A gangorra dupla é um brinquedo tradicional de espaços recreativos, sendo ele utilizado por 2 crianças por vez, realizando uma interação e estimulando o desenvolvimento de equilíbrio e coordenação motora. De acordo com a norma, esse equipamento tem alguns critérios específicos a serem seguidos, como a inclinação máxima permitida. (ABNT, 2021)

Figura 6 - Gangorra dupla



Fonte: Autor (2025)

5.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a realização da visita e inspeção, foi necessário equipamentos corretos para as

avaliações. Esses equipamentos visam desde EPIs até de medição necessários para a validação dos requisitos apontados pela norma. (ABNT, 2021)

No caso em específico, o EPI necessário para a realização da visita foi bota com bico de aço e capacete. Para a realização da inspeção, foi necessário os seguintes equipamentos:

- Trena: necessária para a realização das medidas e validação dos espaços solicitados pelas normas;
- Nível de mão: necessário para verificar se o brinquedo está no prumo e se foi instalado em um local plano e seguro;
- Câmera fotográfica: necessária para a realização das fotos para montagem do laudo de inspeção;

5.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

5.4.1 Integridade estrutural

Durante a inspeção, o primeiro critério a ser avaliado foi mediante a integridade estrutural, etapa essa que foi analisada a conservação dos materiais, a presença de rachaduras, fixações corretas dos elementos, critérios esses importantes para a segurança dos equipamentos.

Visando determinar se os equipamentos suportam as cargas previstas sem comprometer sua integridade estrutural, foram utilizados critérios das normas ABNT NBR 16071 e ABNT NBR 7188. Com os resultados, é possível verificar a necessidade de esforços estruturais, substituição de componentes para garantir que os equipamentos funcionem dentro dos limites de segurança estabelecidos.

Conforme a ABNT NBR 16071-4:2021, foi necessário a realização de testes físicos para avaliação da carga exercida, para a verificação do comportamento das junções a serem utilizados na estrutura, analisando se irão afrouxar.

Portanto, para a realização completa da análise da integridade estrutural, teve a verificação da fixação dos componentes, com a checagem do aperto e estabilidade de parafusos, porcas e conexões estruturais. Além disso, é importante a presença de tampas protetoras e acabamentos em parafusos expostos, evitando que o usuário tenha contato e sofra lesões.

5.4.2 Desgaste dos materiais

Adiante, teve a análise do estado de conservação dos materiais utilizados nas estruturas, no caso estudado, foi feita a análise principalmente das madeiras e das cordas. Foi realizada a

identificação de superfícies desgastadas, rachaduras ou fragmentações que comprometem a durabilidade e a segurança do equipamento.

Nesse caso específico, o equipamento está em contato direto com a terra, portanto, a ABNT NBR 16071-4:2021 relata que é necessário o uso de madeiras com resistência natural suficiente a fungos e organismos xilófagos, como por exemplo, ipê e garapeira.

5.4.3 Segurança dos usuários

Os *playgrounds* são equipamentos que exigem rigorosidade na segurança, passando elas por inspeções sistemáticas fundamentadas em normas técnicas reconhecidas. Um dos principais tópicos citados na ABNT NBR 16071-2:2012 se refere ao espaçamento entre equipamentos, exigindo um posicionamento e espaçamento dos equipamentos, visando reduzir os riscos de acidentes.

5.4.4 Condições ambientais e manutenção

A funcionalidade dos *playgrounds* está diretamente correlacionada com as condições ambientais e eficácia dos programas de manutenção implementados. No caso estudado, foi feita a verificação de sinalizações, sistema de drenagem, sinais de uso indevido, além da verificação de plano de manutenção preventiva.

5.4.4.1 Sinalização de segurança

De acordo com a norma ABNT NBR 16071-2:2021, é importante o fornecimento de informações adequadas para os usuários, com o intuito de prevenir acidentes. Com isso, tem-se a necessidade da presença de placas que indiquem faixa etária recomendada nos brinquedos, além das instruções corretas de uso. No entanto, essas placas devem estar legíveis, bem fixadas e em locais de fácil visualização.

5.4.4.2 Sistema de drenagem

O sistema de drenagem tem critérios estabelecidos na norma ABNT NBR 16071-3:2021 que acomete em planejamento e manutenção, recomendando a utilização de superfícies permeáveis ou escoamento eficiente, evitando o acúmulo de umidade. Tem-se a necessidade da avaliação da inclinação do terreno, e a presença de drenos que garantam o correto escoamento da água.

5.4.4.3 Uso indevido

O uso indevido ou atos de vandalismo é comum em todo equipamento, no caso de *playgrounds* é um ponto importante para vistorias. Na parte 7 da ABNT NBR 16071 estabelece alguns critérios, como faixa etária, presença de pichações, peças quebradas.

5.4.4.4 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é um conjunto de atividades estabelecidas para evitar falhas aos equipamentos. Uma boa inspeção aliada com uma boa manutenção preventiva garante uma vida útil maior dos equipamentos, a norma 16071 da ABNT define diretrizes para a inspeção e conservação dos equipamentos.

5.5 Procedimento de elaboração do laudo técnico

Após a inspeção visual e coletado os dados, foi dado início a elaboração dos laudos técnico. Esses laudos são responsáveis por abranger tanto a comprovação da capacidade de cargas quanto a inspeção geral vinentes as normas técnicas.

5.5.1 Calculo de capacidade de carga

Após a análise dos dados, o primeiro laudo a ser realizado foi o de capacidade de carga, esse laudo tem a importância de comprovar a eficácia da estrutura instalada e assegurar quanto a segurança dos *playgrounds*. O calculo de capacidade de carga foi conduzido pela norma ABNT NBR 16071, que estabelece requisitos de segurança em *playgrounds* e cálculos de cargas estruturais.

O laudo de capacidade de carga tem como objetivo a integridade estrutural dos equipamentos. Para a sua elaboração, foi considerado diversos fatores para análise, sendo o primeiro deles o tipo de carga a ser analisado, sendo elas cargas permanentes e cargas variáveis, no caso específico, sendo as cargas do vento, cargas da temperatura e a carga dos usuários.

5.5.1.1 Cargas dos usuários

Para o cálculo da carga dos usuários, foi utilizado uma fórmula que depende diretamente do número de usuários que irão utilizar os equipamentos. Foi utilizada a equação 01:

$$G_n = n \times m + 1,64 \times \sigma \cdot \sqrt{n} \quad (01)$$

Sendo:

G_n – Massa total em kg;

n – número de usuários no equipamento;

m – média de massa de um usuário dentro de uma determinada faixa etária;

σ – é o desvio padrão da referida faixa etária.

De acordo com a norma ABNT NBR 16071, para *playgrounds* públicos e particulares e usuários de todas as idades, para crianças de até 14 anos de idade, o peso médio considerado é de 53,8 kg, enquanto o desvio padrão é de 9,6 kg. Para *playgrounds* com vigilância abertos somente para faixas etárias claramente definidas, são utilizados os seguintes valores:

- Idade até 4 anos: $m = 16,7 \text{ kg}$ $\sigma = 2,1 \text{ kg}$;
- Idade até 8 anos: $m = 27,9 \text{ kg}$ $\sigma = 5,0 \text{ kg}$;
- Idade até 12 anos: $m = 41,5 \text{ kg}$ $\sigma = 7,9 \text{ kg}$;

Tem-se também, o cálculo da carga vertical dos usuários, sendo ela calculada de acordo com a gravidade, massa total dos usuários e o coeficiente dinâmico.

a) Coeficiente dinâmico

$$C_{dyn} = 1 + \frac{1}{n} \quad (02)$$

Sendo:

C_{dyn} – Coeficiente que representa a carga ocasionada pelo movimento;

n – número de usuários no equipamento, conforme mostrado anteriormente.

b) Carga vertical dos usuários

A carga vertical dos usuários é a carga total dos n usuários sobre o equipamento.

$$F_{tot;v} = g \times G_n \times C_{dyn} \quad (03)$$

Sendo:

$F_{tot;v}$ – carga vertical dos n usuários sobre o equipamento, em N.

g – aceleração da gravidade (10 m/s^2);

G_n - massa total dos n usuários, em kg;

C_{dyn} – coeficiente dinâmico.

c) Carga horizontal dos usuários

Segundo a ABNT NBR 16071-2:2021, a carga horizontal dos usuários é 10% da carga total do usuário, portanto, é representado pela seguinte fórmula:

$$F_{tot;h} = 0.1 \times F_{tot;v} \quad (04)$$

d) Distribuição das cargas dos usuários

As cargas dos usuários estão distribuídas de forma uniforme sobre os elementos e devem ser consideradas de acordo com: Cargas pontuais, cargas lineares, cargas superficiais, cargas volumétricas.

1) Cargas pontuais

$$F = F_{tot} \quad (05)$$

A carga F irá atuar em uma área de $0,1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$.

2) Cargas lineares

$$q = \frac{F_{tot}}{L} \quad (06)$$

Onde:

L – Longitude do elemento, em m .

3) Cargas superficiais

$$p = \frac{F_{tot}}{A}, \text{ em } N/m^2 \quad (07)$$

Onde:

A – Área expressa, em m^2 .

4) Cargas volumétricas

As cargas volumétricas são expressas como cargas lineares ou então como cargas superficiais a depender dos tipos de elementos que compõe a estrutura.

$$q = \frac{F_{tot}}{L}, \text{ em } N/m. \quad (08)$$

Ou

$$p = \frac{F_{tot}}{A}, \text{ em } N/m^2 \quad (09)$$

5) Número de usuários sobre elementos em forma linear

O número de usuários posicionados sobre uma linha foi determinada da seguinte maneira:

- Elemento em forma de linha com inclinação igual ou menor a 60° :

$$n = \frac{L_{pr}}{0,6} \quad (10)$$

- Elemento em forma de linha com inclinação superior a 60°:

$$n = \frac{L}{1,20} \quad (11)$$

Onde:

L_{pr} – é a longitude da projeção sobre um plano horizontal, em m .

6) Número de usuários sobre uma área

O número de usuários n sobre uma plataforma pode ser calculada de duas formas, sendo elas:

- Planos com inclinações iguais ou menores que 60°:

$$n = \frac{Apr}{0,36} \quad (12)$$

Sendo:

Apr – projeção da superfície sobre um plano horizontal, em m^2 .

- Planos com inclinações maiores que 60°:

$$n = \frac{A}{0,72} \quad (13)$$

A – área expressa em m^2 .

5.5.1.2 Cálculo de integridade estrutural

a) Estado-limite

De acordo com a norma ABNT NBR 16071-2:2021, o estado-limite foi definido como o estado acima do qual a estrutura não mais atende aos requisitos que estão previstos.

O estado limite foi calculado com a seguinte fórmula:

$$yF \times S \leq \frac{R}{yM} \quad (14)$$

Sendo:

yF – é o coeficiente de segurança parcial para cargas;

yM – é o coeficiente de segurança parcial para materiais;

S – é o efeito da carga;

R – é a resistência da estrutura.

b) Combinação de cargas para análise estática

Durante o cálculo estrutural, foi feita uma combinação de cargas estáticas, aplicando a seguinte fórmula:

$$\gamma G; C \times G + \gamma Q; C \times Q1 \quad (15)$$

Sendo:

$\gamma G; C$ – é o coeficiente de segurança parcial para cargas permanentes, que é empregado durante os cálculos;

G – é a carga permanente;

$\gamma Q; C$ – é o coeficiente de segurança parcial para cargas variáveis, que é empregado durante os cálculos;

$Q1$ – é uma das cargas variáveis.

- $\gamma G; c = 1,00$ para efeitos favoráveis;
 - $\gamma G; c = 1,35$ para efeitos desfavoráveis;
 - $\gamma Q; c = 0,00$ para efeitos favoráveis;
- c) Cálculo de forças sobre o assento do balanço

Para balanças tradicionais, foi considerado $n = 2$, e tem-se as seguintes fórmulas de cálculo:

$$F_h = C_h \times g \times (G_n + G_s) \quad (16)$$

$$F_v = C_v \times g \times (G_n + G_s) \quad (17)$$

$$F_r = C_r \times g \times (G_n + G_s) \quad (18)$$

Sendo:

F_h - é a carga horizontal sobre o equipamento expressa em Newtons (N);

F_v - é a carga vertical sobre o equipamento expressa em Newtons (N);

F_r - é a carga resultante sobre o equipamento expressa em Newtons (N);

g - é a aceleração da gravidade ($= 10 \text{ m/s}^2$);

G_s - é a massa dos elementos em movimento, expressa em quilogramas (kg);

G_n - é a massa total de n usuários, em kg ;

C_h, C_v, C_r são os coeficientes de carga dependentes do maior ângulo do assento do balanço e a metade da massa dos cabos, cordas ou varetas;

m - peso do assento.

Tabela 1 - Coeficiente de carga para balanços

$\alpha_{\text{máx}} = 80^0$			
α	C_h	C_v	C_r
80^0	0,174	0,030	0,171
70^0	0,679	0,232	0,638
60^0	1,153	0,577	0,999
50^0	1,581	1,016	1,211
$42,6^0$	1,950	1,494	1,253
30^0	2,251	1,949	1,126
20^0	2,472	2,323	0,845
10^0	2,607	2,567	0,453
0^0	2,653	2,653	0,000

Fonte: Abnt, 2021

Sendo:

α – Ângulo;

C_h – Coeficiente de carga horizontal;

C_v – Coeficiente de carga vertical;

C_r – Coeficiente de carga resultante.

5.5.1.3 Cargas pelo vento

As cargas pelo vento seguem a norma ABNT NBR 6123, que é responsável pelas condições exigíveis na consideração das forças devidas às ações estática e dinâmica do vento sobre as estruturas.

5.5.2 Laudo de inspeção

A elaboração de um laudo de inspeção de *playgrounds* é realizado 01 vez por ano e por profissionais da área, como engenheiros mecânicos e metalurgistas como é dito na lei federal 5194/66 (BRASIL, 1966). Essa é uma etapa importante para avaliar a segurança, integridade estrutural e a conservação dos equipamentos mediante as normas. O principal objetivo desse laudo é de identificar possíveis falhas nos equipamentos, riscos de acidentes e propor medidas corretivas para garantir um ambiente seguro.

O primeiro passo da elaboração do laudo de inspeção foi a descrição do ambiente analisado, descrevendo as informações técnicas de todos os equipamentos detalhadamente. Na sequência foi descrito a metodologia utilizada na elaboração.

Após a descrição, tiveram os resultados da inspeção, com a utilização de dados que comprovem esses resultados, como imagens e justificativas perante as normas específicas de

cada caso analisado. Por fim, foram dadas recomendações e medidas corretivas para se ter a correção dos problemas encontrados durante a inspeção, afim de manter a integridade do equipamento e seguir o plano de manutenção preventiva.

Na última etapa do laudo técnico, foi feita a conclusão, relatando se o equipamento está apto para funcionamento ou se está reprovado e o motivo da sua reprovação, visando sempre a segurança dos usuários.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção, será apresentado os resultados obtidos por meio das inspeções realizadas nos *playgrounds*, além da análise da capacidade de carga dos equipamentos. Todos os dados coletados e analisados são baseados mediante as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 16071 e outras normas aplicáveis.

Esse estudo apresenta a importância da manutenção preventiva e das inspeções periódicas para reduzir os riscos e garantir uma durabilidade dos equipamentos. Com esses resultados e suas interpretações tem-se a identificação de possíveis falhas estruturais, desgaste dos materiais e fatores que possam comprometer a segurança dos usuários, além da recomendação de correções e prevenções para se ter um aprimoramento da confiabilidade dos *playgrounds*.

6.1 RESULTADOS DA INSPEÇÃO

Durante a inspeção do *playground*, foi feito uma análise geral do equipamento e na sequência de cada seção individual. Ao realizar a inspeção completa, constatou-se os pilares mourões bem fixados ao chão, com bom estado de conservação e segurança, tábuas do piso em bom estado de conservação, sem rachaduras e sem irregularidades, como pode ser visto na Figura 7. Além disso, o piso do *playground* está bem estruturado, firme e bem fixado, sem tábuas soltas na plataforma, ausência de rachaduras, boa impermeabilização na madeira, guarda copo com as madeiras em bom estado. Por fim, a estrutura não apresenta locais de risco.

Figura 7 - Detalhes do *playground* smart



Fonte: Autor (2025)

6.1.1 Balanço duplo

O primeiro setor analisado individualmente foi o balanço duplo, tendo os seus riscos neutralizados pelas suas cordas bem fixadas no mourão transversal e em bom estado de conservação, não estão laceradas e assentos sem fissuras nem rachaduras na madeira como é

estabelecido pela norma da ABNT NBR 16071. (ABNT, 2021)

Portanto, o balanço duplo tem mourões de madeira bem fixados ao chão, com bom estado de conservação e segurança, assentos de madeiras sem irregularidades, parafusos bem fixados sem amostra aparente e com proteções tampão de madeira nos furos. Com isso, o balanço duplo não apresenta riscos nas madeiras, nem nas cordas de sustentação dos assentos.

Figura 8 - Detalhes do balanço duplo



Fonte: Autor (2025)

6.1.2 Escorregador

Adiante, foi feita a análise do escorregador, tendo ele como específico a proteção no entorno do seu escorregador. Ao analisar, foi concluído que os riscos estão sendo neutralizados por essa proteção, além de uma estrutura bem fixada, sem rachaduras nas tábuas centrais, como estabelecido pelas normas da ABNT.

Em vista disso, foi percebido que o escorregador está bem fixado no piso da plataforma do *playground* smart, bem estruturado e firme, além de uma boa impermeabilização, madeira contendo revestimento de proteção, ausência de lascamento nas tábuas centrais do escorregador, proteções laterais e fixação na plataforma do *playground* em bom estado de conservação, parafusos bem fixados em mostra aparente e com proteções no tampão de madeira nos furos. Por isso, o escorregador está seguindo as diretrizes estabelecidas pelas normas da ABNT, estando apto para utilização.

Figura 9 - Detalhes do escorregador



Fonte: Autor (2025)

6.1.3 Escada

Durante a análise da escada, foi percebido que o ponto mais importante a ser analisado são os pontos de fixação dos degraus, percebendo que estão bem fixados, com ausência de rachaduras, lascamentos e nem fissuras nos mourões como estabelecido pelas normas da ABNT.

A escada apresenta estrutura bem fixada no piso, bem estruturada, firme, com impermeabilização para proteção da madeira, com ausência de lascamentos nas tábuas, parafusos da estrutura bem fixados, degraus com espaçamentos regulares. Portanto, a escada também está apta para o uso, conforme as normas da ABNT.

Figura 10 - Detalhes da escada



Fonte: Autor (2025)

6.1.4 Escada de corda (aranha)

A escada de corda é um setor que tem uma atenção especial na fixação das cordas nas madeiras, analisando o espaçamento entre os nós e a conservação e o tipo de corda utilizada, conforme as restrições das normas da ABNT.

Ao analisar, foi constatado uma boa fixação na estrutura, as madeiras não apresentam

rachaduras, lascamentos e nem fissuras nos mourões do quadrado da escada. A corda é de poliamida, como recomendado pela norma e está em bom estado de conservação. Com isso, a escada de corda está apta para sua utilização.

Figura 11 - Detalhes da escada de corda (aranha)



Fonte: Autor (2025)

6.1.5 Gangorra dupla

O último setor analisado foi o da gangorra dupla, observando a sua fixação no piso, concluindo que se tem uma boa fixação, as madeiras não apresentam rachaduras, nem lascamentos e nem fissuras no mourão transversal e nem nos de fixação no chão, mediante as normas da ABNT.

Poranto, tem boa fixação, mourões firmes e bem estruturados, madeiras bem impermeabilizadas, madeiras sem rachaduras e fissuras, garantindo a segurança. Porém, foi percebido que as proteções de borrachas dos assentos estão soltas, sendo necessário a fixação no mourão transversal.

Figura 12 - Detalhes da gangorra dupla com borrachhas soltas



Fonte: Autor (2025)

6.2 Resultados do cálculo de capacidade de carga

Para a realização da análise estrutural, foi feito o laudo de capacidade de carga, fundamental para a segurança dos usuários e a conformidade com as normas técnicas. Durante o cálculo de capacidade de carga, foram analisados todos os esforços mecânicos atuantes, tanto estáticos como dinâmicos.

Visando determinar se os equipamentos suportam as cargas previstas sem comprometer sua integridade estrutural, foram utilizados critérios das normas ABNT NBR 16071 e ABNT NBR 7188. Com os resultados, é possível verificar a necessidade de esforços estruturais, substituição de componentes para garantir que os equipamentos funcionem dentro dos limites de segurança estabelecidos.

Figura 13 - Plataforma com escadinha, dimensões em milímetros



Fonte: Abnt (2021)

Tabela 2 - Dimensões da plataforma com escadinha

Plataforma	Dimensões	1750 mm x 1500 mm	
	longitude	2000 mm	Número de degraus: 6
Escadinha	Largura extensa	600 mm	Largura interna 580 mm
	ângulo	75°	
Barreira	longitude	2 x 1750 = 3500 mm 2 x 1500 = 3000 mm	

Fonte: Autor (2025)

6.2.1 Plataforma

Como representado anteriormente, o número de usuários permitidos na plataforma é

calculado dividindo a área projetada por uma constante de 0,36. Portanto, ficará da seguinte forma:

$$n = \frac{1,75 \times 1,50}{0,36} = 7,29 \approx 8$$

A carga vertical total é baseada em valor representado pela tabela no Anexo 1, ficando da seguinte forma:

$$F_{tot,v} = 5340 \text{ N} = 534 \text{ kg}$$

Como dito anteriormente, a carga horizontal dos usuários é 10% do valor da carga vertical, sendo assim, a carga horizontal é igual a 534 N ou 53,4 kg.

6.2.2 Guarda-corpo

Para o cálculo do guarda corpo, por ser um elemento de linha, duas cargas são consideradas: a carga do usuário e a carga do guarda corpo.

$$n = \frac{L_{pr}}{0,6} = \frac{1,75}{0,6} = 2,9 \approx 3,0$$

$$n = \frac{L_{pr}}{0,6} = \frac{1,5}{0,6} = 2,5 \approx 3,0$$

Utilizando o anexo 1, tem-se que a carga vertical é de 2.516 N.

A carga linear é calculada da seguinte forma:

$$qv = \frac{F_{tot}}{L_{pr}} = \frac{2516}{1,75} = 1437,7 \text{ N/m} = 143,77 \text{ kg/m}$$

$$qv = \frac{F_{tot}}{L_{pr}} = \frac{2516}{1,50} = 1677,3 \text{ N/m} = 167,73 \text{ kg/m}$$

A carga horizontal é calculada da seguinte forma:

$$qh = 0,1 \times qv = 0,1 \times 1437,7 \approx 144 \text{ N/m} = 14,4 \text{ kg/m}$$

$$qh = 0,1 \times qv = 0,1 \times 1677,33 \approx 168 \text{ N/m} = 16,8 \text{ kg/m}$$

Nos guarda corpos e nas grades de proteção, a carga horizontal é de 750 N/m (75 kg/m).

6.2.3 Escadinha

Cada degrau deve ser capaz de suportar a carga devido ao usuário, sendo de 1391 N (13,91 kg).

A quantidade de usuários deve ser determinado de acordo com a soma da longitude de todos os degraus, portanto:

$$L_{pr} = 6 \times 0,58 = 3,48 \text{ m.}$$

Com isso, o número de usuários é determinado da seguinte forma:

$$n = \frac{L_{pr}}{0,6} = \frac{3,48}{0,6} = 5,8 \approx 6,0$$

Concluimos que a escada suporta a carga de até 6 usuários.

$$F_{tot}; y = 6 \times 713,4 = 4.280,4 \text{ N (428 kg)}$$

6.2.4 Balanços

Os balanços em estudo tem dimensões de 0,6 x 0,3 m, portanto, é seguido o seguinte procedimento para o cálculo da sua carga:

- a) Cálculo dos elementos sob movimentação

$$\begin{aligned} G_s &= m + (m_{pl} \times \frac{1}{2} m_{cb}) \\ G_s &= 5 + (2 \times \frac{1}{2}) \\ G_s &= 6,0 \text{ kg} \end{aligned}$$

- b) Perímetro do assento

$$P = 2l + 2c = 2 \times 0,60 + 2 \times 0,30 = 1,80 \text{ m}$$

- c) Número de usuários

$$n = \frac{L}{0,6} = \frac{1,80}{0,6} = 3$$

- d) Massa de n usuários

$$\begin{aligned} G_n &= n \times m + 1,64 \times \sigma \cdot \sqrt{n} \\ G_n &= 3 \times 53,8 + 1,64 \times 9,6 \cdot \sqrt{3} \\ G_n &= 188,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

De acordo com a tabela, o ângulo máximo do balanço é de 80°, porém, a força máxima nas cordas é atingida quando Fr é máxima. Para $\alpha = 0^\circ$, o $Cr = 2,653$.

- e) Forças horizontais

$$\begin{aligned} F_c &= C_r \times g \times (G_n + G_s) \\ F_c &= 2,653 \times 10 \times (188,4 + 6) \\ F_c &= 5.157 \text{ N} \end{aligned}$$

- f) Forças verticais

A força vertical vai ser máxima quando o coeficiente C_v é máximo. Portanto, a carga vertical sobre o equipamento é calculada da seguinte forma:

$$\begin{aligned} F_v &= C_v \times g \times (G_n + G_s) \\ F_v &= 2,653 \times 10 \times (188,4 + 6) \\ F_v &= 5.157 \text{ N} \end{aligned}$$

- g) Coeficiente de carga horizontal

$$C_h = 0 ; F_h = 0 N$$

h) Coeficiente de cargas para cargas verticais atuando ao mesmo tempo

$$F_v = C_v \times g \times (G_n + G_s)$$

$$F_v = 1,494 \times 10 \times (188,4 + 6)$$

$$F_v = 2.904,33 N = 290,4 kg$$

Portanto, ao finalizar os cálculos de cada setor, foi possível fazer a coleta dos dados de cargas admissíveis além da quantidade de usuários permitidos, dados esses que serão expostos na tabela a seguir:

Tabela 3 - Resultados obtidos

CARGAS ADMISSÍVEIS		Kg
PLATAFORMA	CARGA VERTICAL TOTAL	534
ESCADINHA	CARGA VERTICAL TOTAL	428
BALANÇOS	CARGA MÁXIMA HORIZONTAL	290
NÚMERO DE USUÁRIOS	PLAYGROUND COM CARGA MÁXIMA	25

Fonte: Autor (2025)

6.3 SUGESTÕES DE MELHORIAS

Ao final de todo laudo de inspeção, tem-se a necessidade de descrever as recomendações de melhorias e correções. No caso estudado, o *playground* apresentou boas condições, atendendo aos requisitos normativos de segurança e resistência mecânica. Porém, teve a identificação de uma pequena intervenção para otimizar a durabilidade e garantir a total segurança dos usuários.

O principal ponto a ser melhorado é a fixação da borracha do assento das gangorras duplas, que no dia da inspeção se encontrava solta, prejudicando o conforto do amortecimento do usuário, além de prejudicar a sua segurança, pois ela tem a função de redução de impactos. A ausência desse material pode comprometer a experiência do usuário e aumentar o risco de acidentes, sendo necessário a sua imediata correção.

Além disso, é válido destacar a implementação de um plano de manutenção preventiva mais detalhado, garantindo inspeções periódicas e a rápida identificação de desgastes futuros. O uso de *checklists* (Anexo 2) é um ponto muito importante, pois além de ter um controle, não necessariamente pessoas habilitadas podem preencher, como na verdade qualquer usuário pode preencher e avaliar. Esses planos ajudam a controlar a vida útil dos equipamentos, e fazem com que eles funcionem sempre em bom estado.

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos apresentaram um bom desempenho do equipamento avaliado, tornando-o apto para o funcionamento, sendo necessário o destaque de apenas 01 ponto de melhoria, que se trata de uma borracha do assento da gangorra dupla que estava se soltando. Além disso, é cabível destacar o atingimento do trabalho em relação aos seus objetivos específicos, sendo eles de levantar e analisar as normas técnicas aplicáveis à inspeção e avaliação de *playgrounds*, tendo foco na segurança e na capacidade de carga, além da elaboração de *checklists* (Anexo 2) de inspeção para padronização de avaliação estrutural dos *playgrounds* e realização de análise estrutural do *playground* para determinação da capacidade de carga e possíveis falhas.

Adiante, os objetivos específicos foram alcançados de forma satisfatória. No primeiro momento foi realizada a pesquisa e análise das normas técnicas aplicáveis à inspeção e avaliação de *playgrounds*, garantindo a segurança estrutural e a adequação às exigências normativas vigentes. Na sequência, procedeu-se com a elaboração de um checklist (Anexo 2) de inspeção, fundamental para a padronização das avaliações estruturais, facilitando futuras inspeções e garantindo uniformidade nos procedimentos.

A análise estrutural do *playground* possibilitou a determinação da capacidade de carga e a identificação de potenciais falhas que poderiam comprometer a segurança dos usuários. Por fim, foi produzido um laudo técnico completo, contendo todos os resultados da inspeção, a análise minuciosa da capacidade de carga e as recomendações de correções e melhorias para assegurar a integridade e a segurança do equipamento.

Por fim, o estudo destaca a importância da realização de inspeções periódicas e do seguimento rigoroso dos critérios abordados nas normas técnicas durante as avaliações dos *playgrounds*, garantindo ambientes recreativos seguros e eficazes para o público infantil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7188: Brinquedos – Requisitos de segurança. Rio de Janeiro, 1983. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 16 fev. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15926-2:2011: Playgrounds – Parte 2: Projetos e instalação. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 16 fev. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16071:2021: Playgrounds – Requisitos de segurança, métodos de ensaio, instalação, inspeção, manutenção e utilização. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 16 fev. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NM 300-1:2007: Segurança de brinquedos – Parte 1: Propriedades mecânicas e físicas. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 16 fev. 2025.

BRAGA, Tiago José et al. **A importância dos espaços exteriores dos jardins de infância na promoção de comportamentos ativos em crianças na educação pré-escolar.** 17.º Seminário de Desenvolvimento Motor da Criança: livro de atas, p. 149-153, 2022.

BRASIL. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício da profissão de engenheiro, arquiteto e agrimensor. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 dez. 1966. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5194.htm. Acesso em: 16 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 6.334, de 6 de março de 2013. Dispõe sobre a regulamentação das condições de segurança e manutenção dos brinquedos e equipamentos de recreação infantil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 6 mar. 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2013/L6334.htm. Acesso em: 16 fev. 2025.

GIMENES, Beatriz Picolo. **O papel da ludicidade como fator estruturante da identidade humana/individualidade.** Revista Psicopedagogia, v. 40, n. 121, p. 117-124, 2023.

OLIVEIRA, Maria; SILVA, João; PEREIRA, Ana. **A contribuição dos jogos e brincadeiras para o desenvolvimento da psicomotricidade infantil.** Recife: Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA), 2021. Disponível em: <https://www.grupounibra.com/repositorio/PEDAG/2021/a-contribuicao-dos-jogos-e-brincadeiras-para-o-desenvolvimento-da-psicomotricidade-infantil1.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Diretrizes da OMS sobre atividade física, comportamento sedentário e sono para crianças menores de 5 anos de idade.** Genebra: OMS, 2019. Disponível em: <https://eferpaulofreire.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/12/Diretrizes-da-OMS-sobre-atividade-fisica-comportamento-sedentario-e-sono-para-criancas-menores-de-5-anos-de-idade-TRADUZIDO.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SILVA, Lara Chiarinoti da; FULAS, Luciana Cristina Montone de Oliveira; CAMARGO, Márcia de; VARUSSA, Vanessa Cristina Rodrigues. **A importância do brincar na Educação Infantil: perspectivas teóricas e prática.** *Revista Acadêmica da Lusofonia*, v. 2, n. 6, p. 1–17, 2025. DOI: 10.69807/2966- 0785.2025.90. Disponível em: <https://revistaacademicadalusofonia.com/index.php/lusofonia/article/view/90>. Acesso em: 17 fev 2025.

ANEXO 1 – TABELA DE COEFICIENTES

Número de usuários n	Massa dos n usuários G_n kg	Coefficiente dinâmico C_{dyn}	Carga vertical total dos usuários $F_{tot,v}$ N	Carga vertical por usuário $F_{tot,v}$ N
1	69,5	2,00	1.391	1.391
2	130	1,50	1.948	974
3	189	1,33	2.516	839
5	304	1,20	3.648	730
10	588	1,10	6.468	647
15	868	1,07	9.259	617
20	1.146	1,05	12.083	602
25	1.424	1,04	14.810	592
30	1.700	1,03	17.567	586
40	2.252	1,025	23.083	577
50	2.801	1,02	28.570	571
60	3.350	1,017	34.058	568
∞		1,00		538

NOTA: No infinito, a carga vertical por usuário é igual à média de massa.

ANEXO 2 – CHECKLIST DE INSPEÇÃO

SEGURANÇA DO TRABALHO			
ESTRUTURA DO PLAYGROUND	SIM	NÃO	N/A
A estrutura do playground está livre de sinais aparentes de desgaste?			
A estrutura do playground está livre de sinais aparentes de danos ou componentes soltos?			
As condições originais do playground estão sendo mantidas (isentas de improvisações)?			
As madeiras e cordas estão em bom estado de conservação?			
O playground ainda conserva a impermeabilização?			
Existem placas/etiquetas de avisos de advertência legíveis fixados no playground?			
CASINHA DO PLAYGROUND	SIM	NÃO	N/A
O playground apresenta tábuas ou peças soltas?			
O playground apresenta tábuas do teto fixas e seguras?			
O playground apresenta parafusos enferrujados necessitando serem trocados?			
O playground apresenta pregos sobressalentes ultrapassando as tábuas ou enferrujados?			
O playground apresenta tábuas lascadas, quebradas, com fissuras ou rachadas?			
O playground apresenta firmeza na sua estrutura sem balanços ou folgas nos mourões de sustentação da estrutura?			
O playground apresenta as tábuas do piso bem fixadas, sem parafusos ou pregos soltos?			
O playground apresenta tamponamentos nos locais dos parafusos?			
ESCADA	SIM	NÃO	N/A
A escada do playground apresenta boa fixação na plataforma do playground e no chão?			
Os degraus da escada estão em bom estado de conservação sem fissuras, rachaduras ou lascamento?			

Os parafusos com as porcas dos degraus da escada estão em bom estado de conservação sem ferrugem e tamponados com madeira?			
As madeiras da escada estão em bom estado de conservação e bem fixadas na madeira?			
Os degraus da escada apresentam algum parafuso de fixação solto ou enferrujados?			
A escada do playground apresenta boa fixação na plataforma do playground e no chão?			
A escada tem caixa de areia na parte inferior da base?			
ESCORREGADOR	SIM	NÃO	N/A
O escorregador do playground apresenta tábuas lascadas, quebradas, com fissuras ou rachadas?			
O escorregador apresenta tábuas lascadas, quebradas, com fissuras ou rachadas?			
O escorregador do playground apresenta boa fixação na plataforma do playground e no chão?			
O escorregador apresenta parafusos com as porcas dos degraus bem fixados em bom estado de conservação sem ferrugem e tamponados com madeira?			
Os parafusos com as porcas de fixação do escorregado estão em bom estado de conservação sem ferrugem e tamponados com madeira?			
O escorregador tem caixa de areia na parte inferior da base?			
BALANÇO COM CADEIRAS	SIM	NÃO	N/A
O balanço apresenta firmeza na sua estrutura sem balanços ou folgas nos mourões de sustentação da estrutura?			
O balanço apresenta tábuas lascadas, quebradas, com fissuras ou rachadas?			
O balanço apresenta boa fixação das cordas na trave horizontal superior?			
O balanço apresenta as cordas de poliamida em bom estado de conservação, sem desgastes ou lasceadas?			

O balanço apresenta proteção de pvc nas voltas das cordas na trave horizontal superior?			
O balanço apresenta parafusos com as porcas dos mourões verticais e horizontal bem fixados em bom estado de conservação sem ferrugem e tamponados com madeira?			
O balanço apresenta regulagem correta da altura das tábuas?			
O balanço ainda conserva a impermeabilização?			
GANGORRA	SIM	NÃO	N/A
A gangorra apresenta firmeza na sua estrutura sem balanços ou folgas nos mourões de sustentação da estrutura?			
A gangorra apresenta mourões, tábuas, pegadores de mão lascados, quebrados, com fissuras ou rachadas?			
A gangorra apresenta alinhamento proporcional entre a trave horizontal e os dois mourões de fixação ao chão?			
A gangorra apresenta amortecedores pneumáticos embaixo dos assentos dos usuários e estão bem fixados?			
O balanço ainda conserva a impermeabilização?			
PASSARELA DO PLAYGROUND	SIM	NÃO	N/A
A estrutura da passarela está livre de sinais aparentes de desgaste?			
A estrutura da passarela está livre de sinais aparentes de danos ou componentes soltos?			
As condições originais da passarela estão sendo mantidas (isentas de improvisações)?			
As madeiras e cordas estão em bom estado de conservação?			
O playground ainda conserva a impermeabilização?			
A passarela apresenta firmeza na sua estrutura sem balanços ou folgas nos mourões de sustentação da estrutura?			
A passarela apresenta mourões, tábuas, corrimãos lascados, quebrados, com fissuras ou rachadas?			

Observações:

Visto do síndico do condomínio responsável pela manutenção do Playground.

Visto segurança: