

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNA GRANEMANN MENDES  
LIZ VICTORIA MAGNAGUAGNO NEUTZLING**

**O USO DE ORTOMOSAICO GEORREFERENCIADO PARA  
INSPEÇÃO DE DORMENTES DE MADEIRA E FIXAÇÕES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA  
2021**

**BRUNA GRANEMANN MENDES  
LIZ VICTORIA MAGNAGUAGNO NEUTZLING**

**O USO DE ORTOMOSAICO GEORREFERENCIADO PARA  
INSPEÇÃO DE DORMENTES DE MADEIRA E FIXAÇÕES**

**THE USE OF GEOREFERENCED ORTHOMOSAIC FOR INSPECTION  
OF WOODEN RAILROAD CROSSTIES AND FASTENINGS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção de título  
de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Orientador: Prof. Dr. Jair Ferreira de Almeida  
Coorientador: Prof. Dr. Matheus David Inocente  
Domingos

**CURITIBA  
2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**BRUNA GRANEMANN MENDES  
LIZ VICTORIA MAGNAGUAGNO NEUTZLING**

**O USO DE ORTOMOSAICO GEORREFERENCIADO PARA INSPEÇÃO DE  
DORMENTES DE MADEIRA E FIXAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: Quinze de dezembro de 2021.

---

Jair Ferreira de Almeida  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Matheus David Inocente Domingos  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Clarice Farian de Lemos  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Camilo Borges Neto  
Doutorado  
Universidade Federal do Paraná

**CURITIBA  
2021**

“Qualquer nova tecnologia gradualmente cria um novo ambiente para o ser humano.”  
Marshall McLuhan

## RESUMO

As ferrovias possuem uma grande importância na história mundial e no progresso da sociedade. O mercado ferroviário mundial se desenvolvia em grande velocidade antes mesmo da inauguração da primeira ferrovia brasileira em 1854 - a estrada de ferro Mauá. Em decorrências de mudanças políticas e econômicas, o Brasil realocou os investimentos antes repassados as ferrovias para o modal rodoviário de transporte. Nas últimas décadas, tem se observado a importância e necessidade de um modal mais eficiente e econômico, a fim de acompanhar o crescimento da economia nacional e das exportações. Em face deste cenário, o investimento em ferrovias tem crescido, e com ele o emprego de novas tecnologias nesse ramo. Desse modo, tem-se a importância em relação à fiscalização aos componentes que formam a ferrovia, como os dormentes de madeira, que representam uma grande parcela dos dormentes totais. A inspeção de dormentes de madeira ocorre de modo antigo e oneroso, onde o inspetor de campo percorre a via férrea analisando separadamente cada dormente. Portanto, a inspeção de dormentes de madeira realizadas via ortomosaico georreferenciado de alta resolução, visa possibilitar uma inspeção mais rápida e precisa, que possa unir o aerolevante georreferenciado com uma análise realizada em escritório, e com base nas normas estabelecidas pela ABNT NBR 7511:2013, caracterizar dados de geometria, fendilhamentos, esmoamentos, determinar ausência de dormentes, estado de utilização do dormente, identificação do número de fixações e escorregamentos. O seguinte trabalho mapeou 200 metros de uma linha férrea urbana na cidade de Curitiba – PR, possibilitando analisar nos critérios citados anteriormente 374 dormentes e 41 ausências, com precisão centimétrica. Criando um histórico de análise da via e alerta de não conformidades, de tal forma que as características analisadas possam colaborar com o planejamento de reparos, tornando o processo de inspeção de dormentes de madeira mais eficiente e eficaz.

**Palavras-chave:** Drone, Inspeção de dormentes, Georreferenciamento, Manutenção de dormentes.

## ABSTRACT

Railroads have great importance in the world's history and in the progress of society. The world rail market was developing at great speed even before the inauguration of the first Brazilian railroad in 1854 - the Mauá railroad. As a result of political and economical changes, Brazil reallocated the investments previously destined to railroads to the road transport mode. In the last decades, the importance and need for a more efficient and economical transport mode has been observed, in order to keep up with the growth of the national economy and exportation. Along with this scenario, investment in railways has grown, and with it the use of new technologies in this field. Thus, there is the importance in relation to inspection of the components that make up the railroad, such as railroad wooden crossties, which represent a large portion of the total crossties. The inspection of railroad wooden crossties is still being made the old and onerous way, where the inspector walks through the railway analyzing crosstie by crossties. Therefore, the examination of railroad wooden crossties via high resolution georeferenced orthomosaic aims to enable a faster and more precise inspection, that can unite the georeferenced aerial survey with an office-based analysis, upon standards established by ABNT NBR 7511:2013, to characterize geometry data, cracks, collapses, determine the absence of wooden crossties, usage status, identification of the number of fixations and slips. The following work mapped 200 meters of an urban railroad in the city of Curitiba - PR, allowing to analyze the criteria previously established in 374 railroad wooden crossties and the absence of 41, with centimeters accuracy. Creating an historical of analysis of the railway and alerts of unconformities, in such a way that the characteristics analyzed can collaborate with the planning of repairs, making the inspection process of wooden crossties more efficient and effective.

**Keywords:** Drone, Inspection of railroad crossties, Georeferencing, Maintenance of railroad crossties.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Seção transversal da plataforma ferroviária .....	19
Figura 2 - Dormentes: (1) Madeira; (2) Concreto; (3) Aço; (4) Plástico .....	20
Figura 3 - Linha férrea com dormentes de madeira em Curitiba/PR.....	21
Figura 4 - Esquema de zona de fixação dos trilhos.....	23
Figura 5 - Perspectiva da área de pregação em dormente de bitola estreita .....	23
Figura 6 - Placa de apoio .....	24
Figura 7 – Peças utilizadas na fixação do trilho ao dormente.....	24
Figura 8 – Demonstração da correlação entre pixel e GSD .....	32
Figura 9 - Relação entre pixel na imagem e sua correspondente com GSD e terreno .....	32
Figura 10 - Correlação entre resolução da imagem e GSD .....	33
Figura 11 - Etapas do mapeamento aéreo.....	36
Figura 12 – Imagem da Área 01 .....	37
Figura 13 – Imagem da Área 02 .....	38
Figura 14 – Imagem da Área 03 .....	38
Figura 15 – Imagem da Área 04 .....	39
Figura 16 - Receptor GPS X900U e coletora HCE300.....	40
Figura 17 - Ponto de controle 07.....	41
Figura 18 - Configurações de conexão entre a coletora e o GNSS .....	41
Figura 19 - Informações do receptor .....	42
Figura 20 - Configurações iniciais do projeto.....	42
Figura 21 - Lista de pontos de controle e sua localização.....	43
Figura 22 - Dados extraídos do GNSS .....	44
Figura 23 - Dados extraídos em KML .....	44
Figura 24 - Nuvem esparsa gerada no Pix4D.....	45
Figura 25 - Nuvem esparsa gerada no <i>Argisoft Metashape</i> .....	45
Figura 26 - Exemplo dos Índices de qualidade de imagem obtidos.....	46
Figura 27 - Configurações utilizadas na importação dos pontos de controle .....	47
Figura 28 -Nuvem de pontos esparsa sobreposta com as imagens de satélite do local.....	47
Figura 29 - Comparação da altitude da nuvem esparsa gerada em relação as coordenadas dos pontos de controle coletados .....	48
Figura 30 - Nuvem esparsa com altura corrigida .....	49
Figura 31 - Nuvem densa gerada .....	49
Figura 32 -Modelo Digital de Elevação da área levantada .....	50
Figura 33 - Ortomosaico georreferenciado gerado.....	50
Figura 34 - Ilustração de dormentes (a) prismático em perspectiva; (b) semirrolço;.....	51

Figura 35 - Esmoado .....	52
Figura 36 - Dormente serrado - fendilhamento.....	53
Figura 37 - Dormente de duas faces - fendilhamento .....	53
Figura 38 - Trecho da planilha de análise de dormentes (Apêndice A).....	55
Figura 39 - Medição da bitola da linha .....	56
Figura 40 - Medição da largura do dormente.....	56
Figura 41 - Medição do comprimento do dormente .....	57
Figura 42 – Trecho com sequência de dormentes ausentes .....	58
Figura 43 - Trecho com ausência de dormentes.....	58
Figura 44 - Dormente em estado crítico .....	59
Figura 45 - Dormente em estado de deterioração avançada.....	59
Figura 46 - Dormente sem zona de fixação .....	60
Figura 47 - Dormente com geometria faltante .....	61
Figura 48 - Dormente sem zona de fixação .....	61
Figura 49 - Fendilhamento ultrapassando zonas .....	62
Figura 50 - Fendilhamento crítico .....	63
Figura 51 - Fendilhamento acima do permitido .....	64
Figura 52 - Fendilhamento em dormente recém trocado.....	64
Figura 53 - Falta de fixadores.....	65
Figura 54 - Dormente apresentando escorregamento e falta de fixadores.....	66
Figura 55 - Dormente apresentando escorregamento e esmoamento .....	67
Figura 56 - Escorregamentos de dormentes.....	67
Figura 57 - Corte realizado na nuvem de pontos .....	68
Figura 58 - Trecho da ferrovia em nuvem de pontos.....	68



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características da Fotogrametria quanto à localização da câmara .....	30
Quadro 2 – Sistema Geodésico para fins topográficos .....	34
Quadro 3 – Dimensões nominais e tolerâncias dos dormentes prismáticos conforme NBR 7511:2013 – Dormentes de madeira – Requisitos e métodos de ensaio .....	51
Quadro 4 – Dimensões nominais e tolerâncias dos dormentes semirrolidos conforme NBR 7511:2013 – Dormentes de madeira – Requisitos e métodos de ensaio .....	52
Quadro 5 – Dimensões de esmoado em cm.....	53
Quadro 6 – Dimensões máximas de rachaduras e fendas .....	54
Quadro 7 – Ausência de dormentes .....	57
Quadro 8 – Dormentes em estado crítico. ....	59
Quadro 9 – Resultado da análise de integridade das zonas. ....	60
Quadro 10 – Análise de fendilhamento.....	61
Quadro 11 – Análise de esmoamento.....	64
Quadro 12 – Análise de fixadores .....	65
Quadro 13 – Análise de escorregamento .....	66

## LISTA DE SIGLAS

ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ANTF	Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
AREMA	<i>American Railway Engineering and Maintenance-of-Way</i>
ATSM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
DEM	Modelo Digital de Elevação
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSD	<i>Ground Sample Distance</i>
KML	<i>Keyhole Markup Language</i>
KMZ	<i>Zipped KML format</i>
MDS	Modelos Digitais de Superfície
MDT	Modelo Digital de Terreno
NTRIP	<i>Networked Transport of RTCM via Internet Protocol</i>
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas
RGB	<i>Red-Green-Blue</i>
RTK	<i>Real Time Kinematic</i>
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SIV	Sistema de Informação de via permanente
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
VANT	Veículos Aéreos Não Tripulados

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1.1.</b>	<b>Objetivos</b>	<b>17</b>
1.1.1.	Objetivo geral	17
1.1.2.	Objetivos específicos	17
<b>1.2.</b>	<b>Justificativa</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>19</b>
<b>2.1.</b>	<b>Ferrovias</b>	<b>19</b>
<b>2.2.</b>	<b>Dormentes</b>	<b>19</b>
2.2.1.	Dormentes de madeira	20
2.2.2.	Dormentes de aço	21
2.2.3.	Dormentes de concreto	22
2.2.4.	Dormentes de plástico	22
<b>2.3.</b>	<b>Zona de fixação do trilho</b>	<b>22</b>
<b>2.4.</b>	<b>Placas de apoio</b>	<b>23</b>
<b>2.5.</b>	<b>Fixações</b>	<b>24</b>
<b>2.6.</b>	<b>Inspeção</b>	<b>25</b>
2.6.1.	Inspeção da via permanente	25
2.6.2.	Normativas	26
<u>2.6.2.1.</u>	<u>ABNT NBR 7190:1997 - Projetos de estruturas de madeira</u>	<u>26</u>
<u>2.6.2.2.</u>	<u>AREMA</u>	<u>27</u>
<u>2.6.2.3.</u>	<u>ABNT NBR 7511:2013 - Dormentes de madeira - requisitos e métodos de ensaio</u>	<u>27</u>
<b>2.7.</b>	<b>Drones</b>	<b>28</b>
<b>2.8.</b>	<b>Aerofotogrametria</b>	<b>29</b>
<b>2.9.</b>	<b>Ground sample distance (gsd)</b>	<b>31</b>
<b>2.10.</b>	<b>Georreferenciamento</b>	<b>33</b>
<b>2.11.</b>	<b>Processamento</b>	<b>35</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>37</b>
<b>3.1.</b>	<b>Definição da área a ser levantada</b>	<b>37</b>
<b>3.2.</b>	<b>Levantamento gnss</b>	<b>39</b>
<b>3.3.</b>	<b>Processamento de dados</b>	<b>43</b>
<b>3.4.</b>	<b>Análise dos ortomosaicos e avaliações de dormentes</b>	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>70</b>
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE A	70

## 1 INTRODUÇÃO

A história mundial aponta para a grande importância da malha ferroviária para o progresso da sociedade. No Brasil, Dom Pedro II foi o responsável por inaugurar a Estrada de Ferro Mauá em 30 de abril de 1854, sendo esta, a primeira ferrovia do País e com 14,5 km de extensão. A extensão máxima da malha ferroviária brasileira foi alcançada em 1958, com 37.967 km de extensão (Nabais, 2014).

Com as mudanças políticas e econômicas implementadas pelo presidente Juscelino Kubitschek no fim da década de 1950, o Brasil decidiu trocar seu principal modal de transporte para o sistema rodoviário. Assim, o investimento nas ferrovias foi cada vez menor, causando o sucateamento desse sistema de transporte. Segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), hoje o País conta com uma malha de 29.320 km (ANTF, 2021).

Por outro lado, os planos de crescimento econômico demonstram cada vez mais a importância do modal ferroviário e a necessidade da retomada dos investimentos neste modal. Em 2018, as operadoras ferroviárias associadas à ANTF conseguiram antecipar seus contratos de concessão, inaugurando um cenário de maior investimento a longo prazo. Isto expandiu a capacidade de transporte, a produtividade e a geração de empregos em várias regiões do país (ANTF, 2021).

Segundo Carmo (2006), mesmo que a frequência de acidentes ferroviários seja inferior ao de outros modais, sua gravidade é elevada e suas consequências abrangem desde problemas com o meio ambiente e vítimas fatais até danos permanentes na via e material rodante. Isto gera um grande prejuízo econômico para as concessionárias de vias férreas.

O monitoramento da linha férrea, onde se busca verificar a geometria da linha, bitolas e espaçamentos entre dormentes, desníveis e torção, podem ser realizados através de carros de controle.

Segundo Silva (2002), o carro de controle consiste em um método de inspeção direta, visto que o veículo automaticamente fotografa e armazena em sistema computacional embarcado dados da geometria da via permanente, isto é feito através de leitura a laser e câmeras de vídeos de alta resolução. Toda informação da via coletada é fornecida através de arquivos digitais são inseridas no Sistema de

Informação de via permanente (SIV). Os dados do carro de controle são gravados em um CD e repassado ao sistema para análise de dados.

Grandes fabricantes de equipamentos como a Plasser e Theurer e a RailVision (*Rail Vision Europe Ltda.*) oferecem produtos comerciais para monitoramento de dormente. As inspeções efetuadas com o carro de controle da Plasser e Theurer embora apresentadas em gráficos e relatórios, possuem diversos parâmetros que não são fornecidas de forma nativa pelo equipamento, resultando em grande esforço para formatação, processamento e organização dos dados até que chegue aos setores de manutenção. No entanto, não há informações públicas disponíveis acerca de suas produtividades e desempenho (AUER, 2013).

Já defeitos como dormentes quebrados, fendilhamento, madeiramento apodrecido, fixações soltas e verificação de faixa de domínio são determinados através da verificação visual a pé. Tal verificação pode ser considerada ultrapassada, pois engloba diversas variáveis que diminuem sua efetividade como grande extensão de linha, exaustão do funcionário, divergências entre conceitos de validade dos dormentes de madeira e financeiros.

Para Franca (2017) a demanda por pesquisas nessa área se faz presente no meio acadêmico, onde há diversas publicações que objetivam a inspeção ferroviárias. A *University of Central Florida* em parceria com a *Florida Department of Transportation* (Shah, 2010) desenvolveu equipamentos com a finalidade de inspecionar defeitos da via permanente como medida de bitola, fixações, fraturas no trilho, no entanto o estudo se mostrou insatisfatório, exceto pela medição de bitola.

Mohammad (2008) propõe a avaliação de defeitos das condições de dormentes utilizando a chamada visão de máquina que permite que os sistemas eletrônicos e mecânicos transformem a informação visual (imagem) obtida em tomada de decisões. O presente trabalho embora direcione ao mesmo resultado possui métodos diferentes de atingi-lo.

Nesse sentido, este estudo busca uma forma de alinhar a tecnologia de uso de drones com essas necessidades por meio de uma metodologia existente, rápida e economicamente viável. Isto permite também a geração de diversos dados e a obtenção de benefícios para a uma boa gestão.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivo geral

Em face da importância do modal ferroviário e frequentes dificuldades encontradas na inspeção de dormentes, a proposta principal deste trabalho é a aplicação da tecnologia do uso de *drones* em aerolevantamentos, visando a rapidez e a eficiência na identificação dos principais defeitos em dormentes de madeira (fendilhamento, esmoamento e escorregamento) e suas fixações.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Gerar um ortomosaico georreferenciado para fins de mapeamento dos principais defeitos dos dormentes em um trecho de via férrea, situada na cidade de Curitiba/PR.
- Verificar a ocorrência de defeitos existentes em dormentes de madeira, utilizando aspectos morfológicos observados nas imagens, em conformidade com os parâmetros da NBR 7511:2013 (ABNT, 2013).

## 1.2. Justificativa

A inspeção dos dormentes de madeira nas ferrovias normalmente é feita por um operador caminhando ao longo de um trecho da linha e inspecionando de maneira visual. O processo possui diversos fatores que variam de acordo com o próprio inspetor de campo, tais como a velocidade média com que se percorre o trecho e critérios de análise do dormente. Desse modo, não se possui um procedimento padrão na inspeção de danos existentes e futuros reparos a serem realizados na linha férrea – muitas concessionárias adotam sua própria classificação.

A inspeção presencial da maneira como é realizada atualmente – cravamento de uma ponteira nos dormentes para verificação do estado da madeira – apresenta excelentes resultados. No entanto, essa inspeção não necessariamente precisa ocorrer fisicamente, pois a qualidade dos dormentes pode ser verificada através de ortomosaicos georreferenciados e utilizando parâmetros apresentados nas normas da NBR 7511- Dormentes de madeira - Requisitos e métodos de ensaio de verificação (ABNT, 2013), NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira (ABNT, 1996) e da *American Railway Engineering and Maintenance-of-Way* (AREMA).

Outros autores como Lam, Hu e Wong (2014) propõem introduzir uma frequência e analisar a resposta de vibrações da via permanente de forma que a massa vibrante determine a integridade do dormente, permitindo-se que seja analisado sem se utilizar dos parâmetros comuns a ele relacionado como fendas e rachaduras. Já Yella, Rahman e Dougherty (2010) adotou dois métodos para avaliação de dormentes - processamento das imagens do dormente e ensaio de impacto acústico.

A proposta apresentada neste trabalho possibilita maior velocidade de inspeção, abrangência, análise, redução de custos de inspeção e compartilhamento, visto que os dados coletados são catalogados e disponibilizados em nuvem para vários departamentos da empresa. Neste aspecto, cada dormente possui uma identidade registrada com suas coordenadas *Universal Transversa de Mercator* (UTM) e imagem de alta resolução. A contribuição científica deste trabalho consiste no desenvolvimento de um método inédito aplicado no Brasil e pode ser nivelado ou comparado aos demais trabalhos publicados da área.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Ferrovias

No Brasil, a inauguração da primeira ferrovia ocorreu em abril de 1854, a Estrada de Ferro Mauá com uma extensão de 14,5 quilômetros (DEMARZO, 2020). Para Ribeiro (2002), o modal ferroviário é um forte elo logístico para economia, sobretudo em uma país com grandes extensões territoriais e predominantemente agrícola.

A composição de uma ferrovia pode ser classificada como: material rodante, sistema de sinalização e via permanente. A via permanente é constituída por elementos de superestrutura e infraestrutura. A superestrutura é formada por trilhos, dormentes, elementos responsáveis pela fixação e lastro, sendo tais elementos responsáveis pela atenuação da carga e sua transferência ao subleito. A infraestrutura é constituída pelos elementos de drenagem (sarjetas e sarjetões), obras geotécnicas, cortes, aterros e obras de arte especiais como pontes e túneis, tendo como finalidade o suporte (BRINA, 1979). A Figura 1 apresenta a seção transversal típica de uma via permanente.

Figura 1 - Seção transversal da plataforma ferroviária



Fonte: Porto (2004).

### 2.2. Dormentes

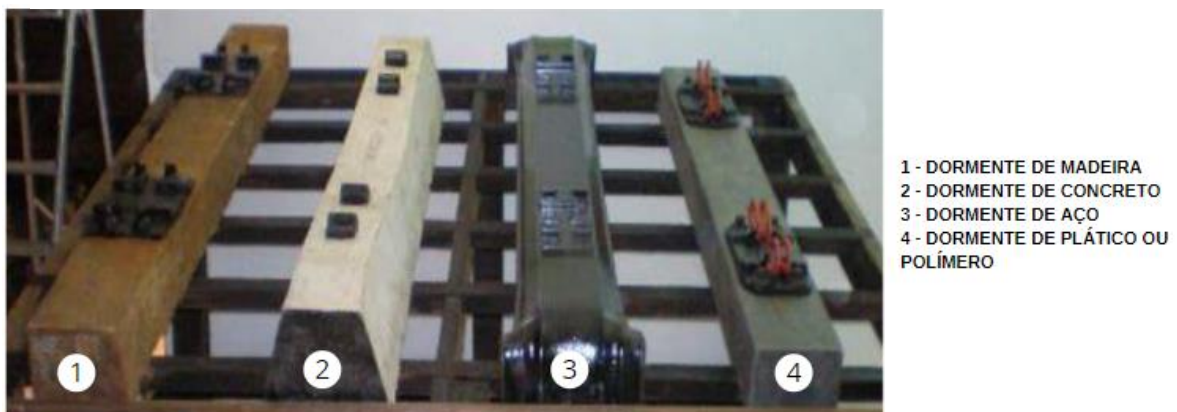
Para Brina (1979), os dormentes são componentes responsáveis por receber os esforços provenientes das cargas e distribuí-los ao lastro. Tais elementos suportam



os trilhos a fim de garantir que as bitolas não sofram variações e isso ocorre devido aos dormentes serem fixos.

É importante que os dormentes sejam dimensionados de maneira a fornecer apoio suficiente a via permanente e material rodante que nele trafega, fazendo com que a pressão admissível do lastro não extrapole os limites estabelecidos. Sua espessura necessita conferir rigidez ao trilho, ao mesmo tempo em que precisa ser elástica. Assim, é possível fornecer tanto a resistência aos esforços atuantes quanto a durabilidade. O dormente precisa permitir o perfeito nivelamento em relação ao lastro, sem formação de bolsões vazios. Também necessita permitir firme fixação do trilho, porém sem ser demasiadamente rígido (BRINA, 1979). Os materiais habitualmente empregados nos dormentes são madeira, concreto, aço e compostos plásticos, todos ilustrados na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Dormentes: (1) Madeira; (2) Concreto; (3) Aço; (4) Plástico



### 2.2.1. Dormentes de madeira

Segundo Brina (1979), o dormente de madeira reúne quase todas as qualidades estruturais exigidas de um bom dormente se comparado aos outros tipos (concreto, polímeros e aço), fazendo com que seja o mais utilizado nas ferrovias. No entanto, a carência de madeiras nobres e a dificuldade de fornecimento de dormentes de eucalipto reflorestado têm feito com que novos materiais sejam empregados nos dormentes.

Os dormentes de madeira são flexíveis, resistentes a cargas, elásticos e isolantes elétricos, características estas que são primordiais para seu perfeito funcionamento. Todavia, Borges (2012) cita algumas desvantagens do emprego de dormentes de madeira, tais como a necessidade de tratamento prévio à sua utilização

e a vida útil reduzida à medida que são empregadas madeiras de menor qualidade, além da possibilidade de combustão. A Figura 3 apresenta linha férrea com dormentes de madeira, localizada em Curitiba/PR.

Figura 3 - Linha férrea com dormentes de madeira em Curitiba/PR



**Fonte:** As autoras (2021).

### 2.2.2. Dormentes de aço

Dormentes de aço são confeccionados em chapas metálicas com seção em “U” invertido e com artifícios geométricos nas extremidades. Segundo Franca (2017), a vida útil do dormente de aço é elevada, além de ser leve e demandar uma espessura menor de lastro. Também possui maior estabilidade e pode ser recuperado em caso de fraturas. Suas desvantagens se dão ao fato de ocasionarem muitos ruídos ao tráfego, terem custo elevado, conduzirem eletricidade e serem suscetíveis à corrosão. Sua fixação também é complicada, no geral, realizada por intermédio de parafusos e castanhas que com a trepidação da via tende a se afrouxar necessitando de constante reaperto e manutenção.

### 2.2.3. Dormentes de concreto

Segundo Brina (1983), têm-se adotado nas ferroviárias dormentes de concreto devido à escassez de madeira de boa qualidade em muitos países, após Segunda Guerra Mundial e aos contratempos apresentados por dormentes de aço. Estes dormentes são aplicados em vias de alto tráfego como alternativa aos dormentes de madeira. Sua forma é trapezoidal, fazendo com que haja distribuição dos esforços. Tais elementos podem ser monoblocos, onde uma peça única é confeccionada em concreto e aço protendido, ou bi-blocos, onde duas peças de concreto protendido nas extremidades são unidas por um perfil metálico.

As vantagens do uso de dormentes de concreto são a elevada vida útil, a grande estabilidade e a resistência ao fogo e fungos. Entretanto, também há desvantagens como a dificuldade na instalação e transporte devido ao peso; a maior possibilidade de quebra devido à fragilidade aos impactos e à rápida propagação de trincas; o alto custo inicial e a necessidade de maior volume de lastro; assim como, maior atenção em relação ao lastro, para que não haja falta de apoio e conseqüentemente, quebras e trincas.

### 2.2.4. Dormentes de plástico

Segundo Trindade (2012), o dormente de plástico é uma solução sustentável devido à confecção a partir de plásticos descartáveis. Sua matéria prima principal, o Polietileno de Alta Densidade (PEAD), pode ser obtido através de reciclagem de embalagens de detergente, tampas e tambores para tintas, por exemplo. As vantagens desse tipo de dormente incluem uma vida útil maior que 50 anos, a leveza, o suporte de grandes cargas, a ausência de fissuras, o isolamento elétrico, a impermeabilidade e a capacidade de absorção de vibrações.

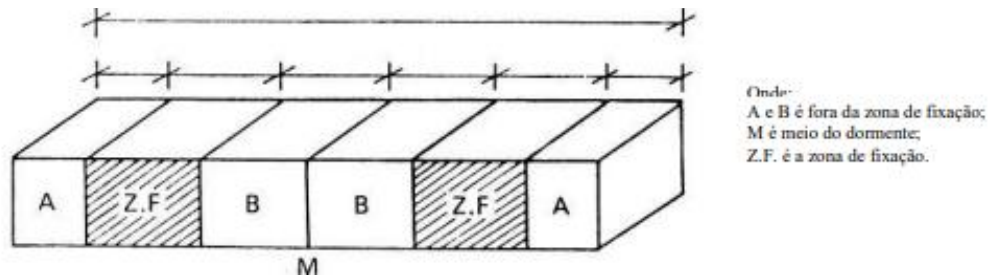
## 2.3. Zona de fixação do trilho

A zona de fixação, também denominada zona de pregação, é o trecho da face superior do dormente designada à fixação da fiada de trilho. Em dormentes de bitola larga (1,60 m), essa região corresponde aos 50 cm após 60 cm do centro do dormente (COLENCI, 2002). A Figura 4 apresenta um desenho esquemático da zona de fixação



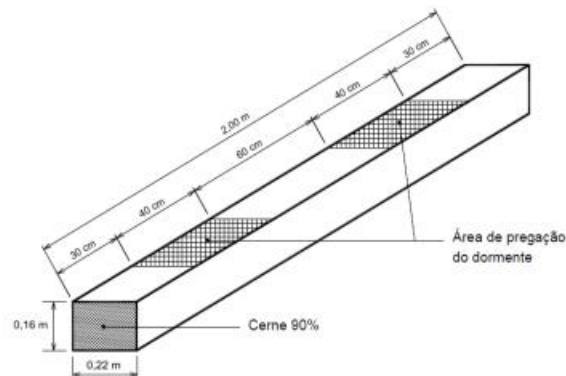
dos trilhos, ao passo que a Figura 5 demonstra a zona de pregação de um dormente de bitola estreita (1,00 m).

Figura 4 - Esquema de zona de fixação dos trilhos



Fonte: Colenci (2002).

Figura 5 - Perspectiva da área de pregação em dormente de bitola estreita

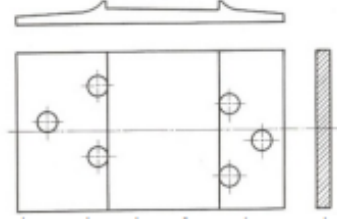


Fonte: All (2008).

## 2.4. Placas de apoio

Brina (1979) descreve placas de apoio como sendo chapas de aço cujos furos são necessários para passagem de elementos fixadores, visando o aumento da área de apoio entre eles. Os furos não possuem alinhamento, o que é fundamental para evitar rachaduras no dormente de madeira. A Figura 6 mostra as vistas frontal, superior e lateral de uma placa de apoio que pode ser confeccionada em ferro fundido ou aço, dependendo da carga e tipo de trilho do trecho.

Figura 6 - Placa de apoio



Fonte: Brina (1979).

## 2.5. Fixações

As fixações são elementos que têm por objetivo a manutenção do trilho na posição adequada e a preservação da bitola da via. Elas impedem os deslocamentos horizontal e vertical do trilho quando há dilatação ou frenagem dos veículos. As fixações devem permitir a substituição dos trilhos sem que ocorra o afrouxamento do tirefão e ligações. Os elementos de ligação e fixação podem ser rígidos ou elásticos. Fixações rígidas como o tirefão tendem a se soltar devido às vibrações e, assim, perdem a capacidade de resistir a esforços longitudinais e manter a posição adequada do trilho. Por outro lado, as fixações elásticas como grampos mantêm pressão constante sobre o trilho (PORTO, 2004).

A Figura 7 abaixo, demonstra peças utilizadas para fixação dos trilhos ao dormente.

Figura 7 – Peças utilizadas na fixação do trilho ao dormente



Fonte: Extraído de Sinchold (2021).

## 2.6. Inspeção

### 2.6.1. Inspeção da via permanente

Para se realizar uma boa manutenção em ferrovias, sobretudo no caso da via permanente, são necessárias uma boa definição do estado em que seus componentes se encontram e de qual é o prazo ideal para substituição ou reparo. Para isso, são conduzidas inspeções ao longo da extensão da linha férrea com o intuito de identificar possíveis anomalias que possam comprometer suas funções básicas do dormente como suporte aos esforços solicitantes, restrição da bitola e possíveis problemas que podem aparecer no futuro (AGUIAR, 2011).

Segundo Soares (2006), os elementos constituintes de uma via permanente influenciam o desempenho e o cumprimento da função que uma linha férrea possui. As condições em que se encontram os mesmos podem causar restrições ou mesmo o impedimento de trechos da ferrovia. Os motivos para a implantação de restrições ou impedimentos do uso da linha férrea podem incluir má condição do dormente, deslocamento entre bitolas, escassez de lastro, trilhos fraturados, estado dos elementos de fixação ou falta dos mesmos.

A inspeção da via permanente tem como objetivo nortear a ordem e prioridade dos serviços de manutenção a serem executados, servindo como subsídio para tomada de decisão por parte da empresa ou órgão público responsável pela via. A inspeção pode ser realizada através de ferramentas como carros de controle, onde gera-se dados para posterior análise de parâmetros geométricos da via permanente, quando se trata dos dormentes a inspeção é comumente efetuado a pé pelo inspetor de campo. Quando as inspeções são exercidas de forma manual e por meio de um inspetor de campo equipado com uma picareta, inúmeros elementos da via são avaliados como trilhos, dormentes, lastro e conjuntos de fixações (VALE, 2011).

No caso específico de dormentes, além da avaliação visual buscando a identificação de fraturas, quebras e manifestações de fungos e insetos, o inspetor finca a madeira com o cabo de uma picareta de soca, batendo no dormente para ouvir o barulho que o mesmo emite. Dessa forma, é possível avaliar o estado interno em que este dormente se encontra. Em contrapartida, quando realizada de maneira semiautomática ou automática, parâmetros específicos são avaliados de acordo com sensores dispostos no equipamento (câmera, *scanner*, *laser*).

Encontra-se procedimentos padrões adotados na rotina de inspeção e manutenção de dormentes estabelecidos pelas próprias empresas do setor ferroviário. Além disso, há normas técnicas que regulamentam os parâmetros de defeitos aceitáveis em dormentes de madeira novos, mas não há norma específica para dormentes em uso. Publicações como a NBR 7511- Dormentes de madeira - Requisitos e métodos de ensaio de verificação (ABNT, 2013) e a Especificação Técnica de Material 003 (ETM: 003): Dormentes do DNIT - Define parâmetros máximos de encurvamento, arqueamento, saliência, rachadura fora do topo, nós sadios, nós mortos, empenamento e diferença de altura nas faces.

Os itens mais interessantes para a inspeção visual da superfície dos dormentes são rachaduras fora do topo do dormente (faces menores), que devem ter comprimento máximo de 15 cm e abertura máxima de 2 cm e fora da zona de fixação. No caso dos nós vivos, estes não devem estar presentes na zona de fixação do trilho. Em termos dos nós mortos, suas dimensões devem ser menores que 2 cm de diâmetro e 5 cm em profundidade, e a soma dos diâmetros de todos os nós devem ser inferiores a 5 cm (além de não estarem presentes na região de fixação dos trilhos).

A *American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association* (AREMA), define em seu manual alguns parâmetros para as fendas em dormentes de madeira. Por exemplo, a largura não pode ser maior que 1/8" (3 mm) e/ou o comprimento deve ser menor que 4" (10 cm) para dormentes não tratados. Para dormentes tratados, a largura deve ser menor que 1/4" (6 mm) e/ou o comprimento menor que a largura da face que apresenta a fenda (AREMA, 2009). O dormente é considerado desqualificado quando já não auxilia no suporte necessário à via, principalmente em termos do suporte lateral, permitindo assim que haja abertura e distanciamento da bitola.

## 2.6.2. Normativas

### 2.6.2.1. ABNT NBR 7190:1997 - Projetos de Estruturas de Madeira

A norma NBR 7190 - Projetos de Estruturas de Madeira (ABNT, 1997) apresenta com base em propriedades mecânica e físicas, critérios para o cálculo de elementos estruturais de madeira e ligações, bem como recomendações quanto ao processo de produção, aplicações e classes de uso e durabilidade.

O dormente é um elemento estrutural de madeira, portanto muitos desses parâmetros apresentados na norma são adotados.

#### 2.6.2.2. AREMA

A norma estadunidense AREMA/2009 aborda diversos itens envolvendo desde infraestrutura até superestrutura ferroviária. Ela fornece orientações para projeto, aplicação e requisitos mínimos exigidos para dormentes e seus componentes, além de ensaios necessários para análise de propriedades mecânica e físicas.

A norma contempla qualidade de cada componente, processo fabril, instalação e manutenção. Suas especificações estão atreladas sociedades técnicas, tais como: *American Concrete Institute (ACI)* e *American Society for Testing and Materials (ATSM)*.

#### 2.6.2.3. ABNT NBR 7511:2013 - Dormentes de madeira - Requisitos e métodos de ensaio

A norma ABNT NBR 7511 - Dormentes de madeira-Requisitos e métodos de ensaio (ABNT, 2013) baseou-se na norma americana AREMA/2009 para estabelecer as propriedades mecânicas de dormentes a serem consideradas e as adequou a realidade brasileira.

Dessa forma, definiu-se os seguintes ensaios mecânicos que foram incorporados à nova ABNT NBR 7511 - Dormentes de Madeira – Requisitos e métodos de ensaio (ABNT, 2013):

- Resistência convencional do dormente a compressão normal às fibras;
- Resistência ao arrancamento do tirefão (fixação) da placa de apoio;
- Módulo de ruptura e módulo de elasticidade;
- Resistência do dormente à penetração no sentido normal da fibra;
- Capacidade do tirefão de manter a resistência ao movimento lateral.



## 2.7. Drones

O uso de drones foi inicialmente difundido na indústria militar, sendo que o drone mais conhecido e respeitado da história norte-americana foi desenvolvido pelo engenheiro espacial israelista Abe Karem. Isto foi feito para buscar o reconhecimento de terrenos, serviços de espionagem, envios de mensagens e atuação na linha de frente em missões especiais (BUZZO ,2015).

Segundo Eisenbeiss (2004), os chamados Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) são os veículos aéreos que voam sem necessariamente possuir tripulantes. Neste caso, o controlador da aeronave está posicionado em uma base no solo. A operação dos drones pode ser realizada de maneira autônoma, sendo operados apenas por computadores; podem ser remotamente controlados por um piloto através de controle portátil; ou ainda de maneira semiautônoma, funcionando como uma combinação das duas modalidades (MORGENTHAL; HALLERMANN, 2014).

Hoje o mercado de *drones* se encontra em grande expansão, possuindo modelos que vão desde atividades de lazer até a inserção nos mais variados setores da economia. Despontando como um dos grandes representantes no movimento da indústria 4.0 por conta das suas qualidades no processo de obtenção de imagens de alta resolução, os *drones* possuem vantagens como baixo custo e maior eficácia em terrenos acidentados, áreas que necessitam de maior densidade de informações se comparado com outros métodos já utilizados como aerofotogrametria realizada por aeronaves tripuladas (CEZNE; JUMBERT; SANDVIK, 2015).

A possibilidade de fixação de dispositivos tecnológicos como GPS, giroscópios, scanners e câmeras digitais de alta resolução aos VANTs, transforma essa nova tecnologia em uma plataforma móvel com alta capacidade de sensoriamento e aquisição de dados, o que já é extremamente útil para diferentes atividades dentro da engenharia civil como terraplenagem, restaurações de edificações históricas (SIEBERT; TEIZER, 2014).

Os VANTs em decorrência das características apresentadas (GPS, giroscópios, scanners e câmeras digitais de alta resolução) tornou-se amplamente utilizado entre empreendedores e pesquisadores, especialmente na produção de mapas em pequenas ou afastadas áreas onde a aplicação da fotogrametria é economicamente inexecutável (BARCELOS, 2017).

## 2.8. Aerofotogrametria

Segundo Brito e Coelho (2002), a fotogrametria é definida como a ciência que reconstrói o espaço tridimensional (ou parte dele) a partir de imagens bidimensionais. A aerofotogrametria é uma subdivisão da Fotogrametria, pois nela as fotografias dos terrenos são tomadas por uma câmera de precisão montada em uma aeronave (TOMMASELLI, 2009).

As primeiras aerofotografias de que se tem registro foram obtidas na França em 1888, com uma câmera fotográfica acoplada em uma pipa (LONGHITANO, 2010). Com a evolução da tecnologia, percebe-se um aumento na procura por aerofotogrametrias a partir de VANTs devido às suas vantagens técnicas e econômicas. A ampla utilização desta técnica relaciona-se à possibilidade de adequação a cada projeto, uma vez que as propriedades das imagens estão diretamente relacionadas a parâmetros como resoluções, escalas e tipos de sensores, estes escolhidos baseando-se na necessidade de cada trabalho (MORGAN *et al.*, 2010).

O Quadro 1 apresenta as principais diferenças entre a fotogrametria aérea por meio de aeronaves tripuladas, terrestre por meio de fotos manuais e o veículo aéreo não tripulado. A aerofotogrametria quando realizada por VANT, possibilita que a operação se torne mais automatizada se comparada aos demais métodos, pois tanto seu planejamento como sua aquisição de dados, ou seja, as fotografias, pode ocorrer de modo automático, enquanto os demais métodos são necessariamente manuais. A extensão da área também é um fator onde os drones apresentam uma maior cobertura de possíveis cenários de mapeamentos, pois é aplicável desde áreas menores até maiores, como hectares, diferentemente dos demais métodos, onde cada um aplica-se para um tipo específico de mapeamento, o aéreo para grandes áreas e terrestre para áreas menores.

A resolução adquirida através da aerofotogrametria varia de acordo com o método escolhido, onde o valor obtido no GSD pode variar desde milímetros até metros no caso em que se executa com o drone, já em levantamentos aéreos é possível obter dados em escala centimétrica e métrica, em levantamentos terrestres obtém-se valores de GSD menores, devido à distância do objeto que também deve ser menor se comparada aos demais métodos.

Por fim, o aerolevanteamento pode ser aplicado em levantamentos de área inacessíveis e perigosas, possibilitando a equipe do aerolevanteamento uma visão aérea e com aplicação em tempo real.

Quadro 1 - Características da Fotogrametria quanto à localização da câmara

Atividade /Planejamento	Fotogrametria		
	Aérea	Terrestre	VANT
Planejamento	Semiautomático	Manual	Automático/Manual
Aquisição de dados	Assistido e manual	Manual	Automático/Manual
Extensão da área	km <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> -km <sup>2</sup>
Resolução da Imagem/GDS	cm-m	mm-dm	mm-m
Distância do objeto	100 m-10 km	cm - 300 m	m - km
Orientação	Normal e Oblíqua	Normal e Oblíqua	Normal e Oblíqua
Precisão absoluta dos valores de orientação inicial	cm - dm	mm - m	cm - 10 cm
Tamanho dos blocos de números de varreduras	10 - 1000	1 - 500	1 - 1000
Aplicações e características	Escalas em grandes áreas (mapeamento)	Objetivo e áreas em pequenas escalas (arqueologia)	Áreas em pequenas e grandes escalas (monitoramento de perigos)
		Fotogrametria arquitetural e industrial	Aplicação de áreas inacessível e perigosas
	Visão aérea	Visão	Visão aérea
			Aplicação em tempo real (monitoramento)
			Aplicação em tempo real (monitoramento)

**Fonte:** Adaptado de Einsenbeiss (2009).

Analisando-se os dados apresentados no Quadro 1, há evidência das vantagens de um levantamento aerofotogramétrico realizado através de VANTs, aliada à flexibilidade das áreas dos levantamentos terrestres pelas facilidades do levantamento aéreo com aeronaves em se levantar maiores áreas, independentes de seu acesso, mas com uma aplicação em tempo real e de menor custo se comparado ao uso de outras aeronaves.

Para garantir maior assertividade ao levantamento, é de suma importância que ele possua pontos de apoio. Esses pontos são locais com coordenadas conhecidas e dentro da área levantada, estando posicionados em um sistema de referência que pode ser identificado nas fotografias. Os pontos de apoio têm sua utilização voltada para a orientação absoluta do modelo estereoscópico, devendo ser identificáveis e bem definidos nas fotografias, além de estarem localizados em pontos estratégicos no levantamento (SOUZA, 2001).

O número ideal de pontos de apoio varia de acordo com a necessidade e o local do levantamento, mas um estudo realizado por Braz et al. (2015) apresenta que a correção geométrica apresenta pouca variação a partir de quatro pontos de apoio, pois ao inserir esses pontos e suas coordenadas a imagem se ajusta. Esses pontos de apoio auxiliam no processamento dos dados, bem como no georreferenciamento e na resolução de possíveis falhas de identificação das imagens nos softwares.

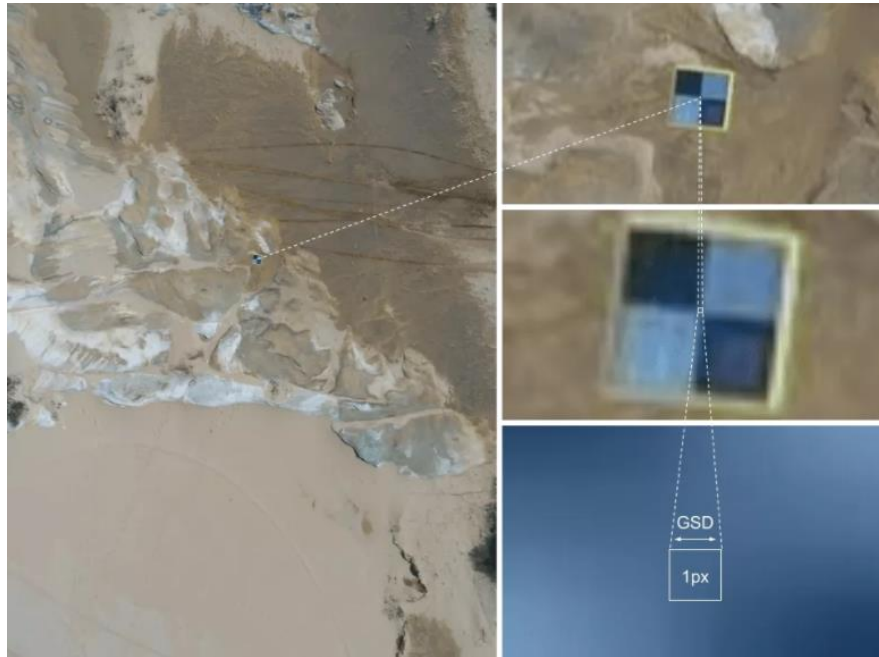
## **2.9. Ground sample distance (GSD)**

Os grandes responsáveis pelo sucesso do levantamento aerofotogramétrico são as câmeras ou sensores acoplados aos VANTs. Além da variação em relação ao megapixel das câmeras que influencia diretamente na qualidade da imagem e do levantamento, elas têm variações em sua tipologia – desde *Red-Green-Blue* (RGB), câmeras multiespectrais, até câmeras térmicas. As câmeras RGB são as que mais se assemelham à faixa do espectro visível do olho humano. Já as câmeras multiespectrais e térmicas operam de maneira similar ao olho humano, mas estendem a faixa visível do espectro porque captam ondas de comprimentos mais longos como o infravermelho (GHILANI; WOLF, 2013).

O termo pixel significa *Picture Element*, sendo a menor unidade em uma imagem digital e estando correlacionado à definição da imagem. Portanto, quanto maior o número de pixels existentes na imagem, maior será sua resolução. Por sua

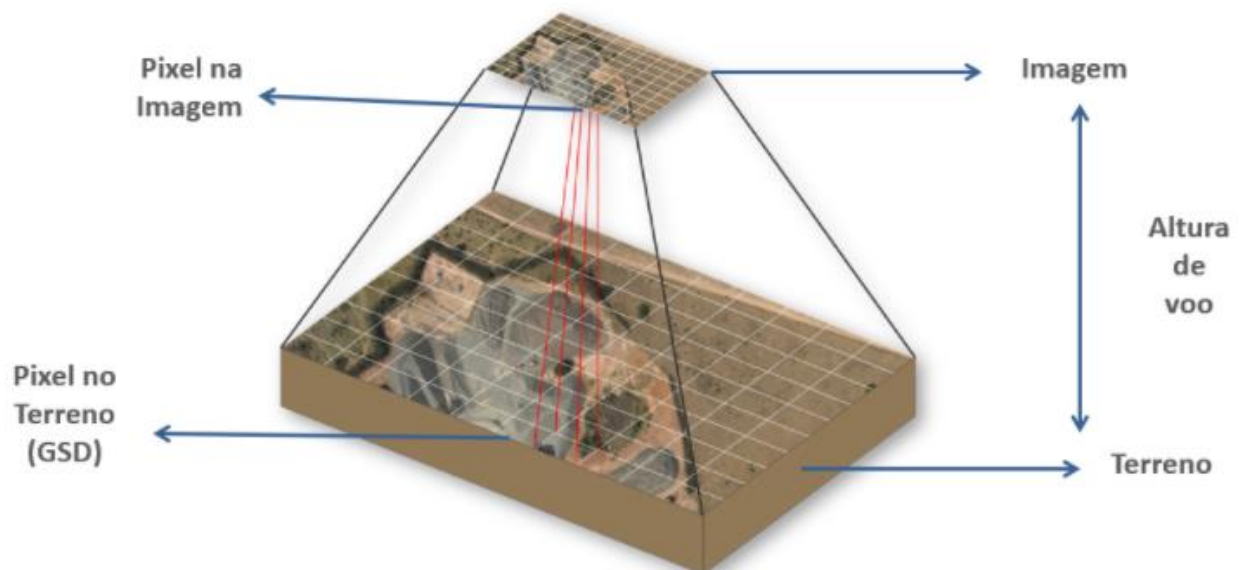
vez, o *Ground Sample Distance* (GSD) se refere a cada pixel da foto, significando a área correspondente no terreno em que cada pixel irá corresponder. Assim, quanto menor o GSD, melhor será a definição dos objetos na imagem. A Figura 8 permite uma comparação entre os conceitos de pixel e GSD. Em termos da Figura 9, é demonstrada a relação entre cada pixel na imagem e sua correspondente com o terreno e GSD.

Figura 8 – Demonstração da correlação entre pixel e GSD



Fonte: Extraído de Giovanini (2021).

Figura 9 - Relação entre pixel na imagem e sua correspondente com GSD e terreno



Fonte: Extraído de Giovanini (2021).

As câmeras utilizadas em *drones*, assim como a maioria das câmeras, possuem pixel com os dois lados iguais - ou seja, formato quadrado. Sendo assim, um GSD de 3 cm/pixel corresponderá a uma área de terreno com 3 cm<sup>2</sup>. A título de exemplo, a Figura 10 permite a análise da correlação entre o GSD utilizado e a resolução da imagem e os detalhes levantados.

Figura 10 - Correlação entre resolução da imagem e GSD



Fonte: Extraído de Geosensori (2021).

Para o levantamento realizado no presente trabalho com intuito de inspecionar os defeitos dos dormentes o GSD deverá ser igual ou menor que um centímetro por pixel, possibilitando uma imagem com alta resolução e identificação dos componentes do dormente.

## 2.10. Georreferenciamento

O georreferenciamento de uma imagem consiste na atribuição de coordenadas em alguns pontos na imagem, considerando que esses pontos possuem coordenadas conhecidas em um sistema de referência (SILVA, 2016). O sistema de referência brasileiro é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000 (SIRGAS 2000), equivalente ao sistema *World Geodetic System* de 1984 (WGS-84), pois ambos são geocêntricos e possuem elipsoides similares.

Segundo IBGE (1996), o levantamento geodésico fornece o apoio básico indispensável às operações topográficas de levantamento, com a finalidade de mapeamento usando a fotogrametria. Assim, é possível controlar as coordenadas verticais por meio de coordenadas altimétricas e as coordenadas horizontais por meio

de coordenadas geodésicas. O Quadro 2 apresenta um resumo das características gerais e as finalidades dos levantamentos geodésicos, para fins topográficos.

Quadro 2 - Sistema Geodésico para fins topográficos

	<b>Para áreas menos desenvolvidas</b>	<b>Local</b>
Finalidade	Dirigido às áreas remotas ou aquelas em que não se justifiquem investimentos imediatos e, sempre em função da inexistência de se desenvolver levantamentos geodésicos de alta precisão	Dirigido ao atendimento dos levantamentos no horizonte topográfico, os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da Terra.
<b>Planimetria</b>		
Exatidão	Melhor que 1:20.000	Melhor que 1:5.000
Desenvolvimento	Em função da área a ser atendida, com estações espaçadas de 10 a 20 km. Nas áreas metropolitanas o espaçamento das estações deverá ser limitado a 5 km.	Em função dos objetivos específicos a serem atingidos, com estações afastadas entre 5 a 10 km. Nas áreas metropolitanas, o espaçamento das estações deverá ser de 0,5 a 2 km.
Exemplos de utilização	Elaboração de cartas gerais, controle e locação de obras de engenharia	Levantamentos e parcelamentos de áreas de pequeno valor, pequenas obras locais, elaboração de cartas gerais.
<b>Altimetria</b>		
Exatidão	Melhor que 14mm	Melhor que 6mm
Desenvolvimento	Em circuitos ou linhas, em função da área a ser medida, com estações espaçadas de no máximo 3 km.	Em circuitos ou linhas, em função dos objetivos a serem atingidos pelo trabalho.
Exemplos de utilização	Elaboração de cartas gerais, controle e locação de obras de engenharia	Levantamentos e parcelamentos de áreas de pequeno valor, pequenas obras locais, elaboração de cartas gerais.

**Fonte:** Adaptado do IBGE (1983).

## 2.11. Processamento

Os dados necessários para realização do estudo foram obtidos em campo, mapeando um trecho de 200 (duzentos) metros de uma ferrovia. Podendo ser divididos em duas categorias: pontos de controle, que foram obtidos por meio de um receptor *Global Navigation Satellite System* (GNSS) no modo *Real Time Kinematic* (RTK), e imagens, as quais foram obtidas por meio da aerofotogrametria da área com o drone.

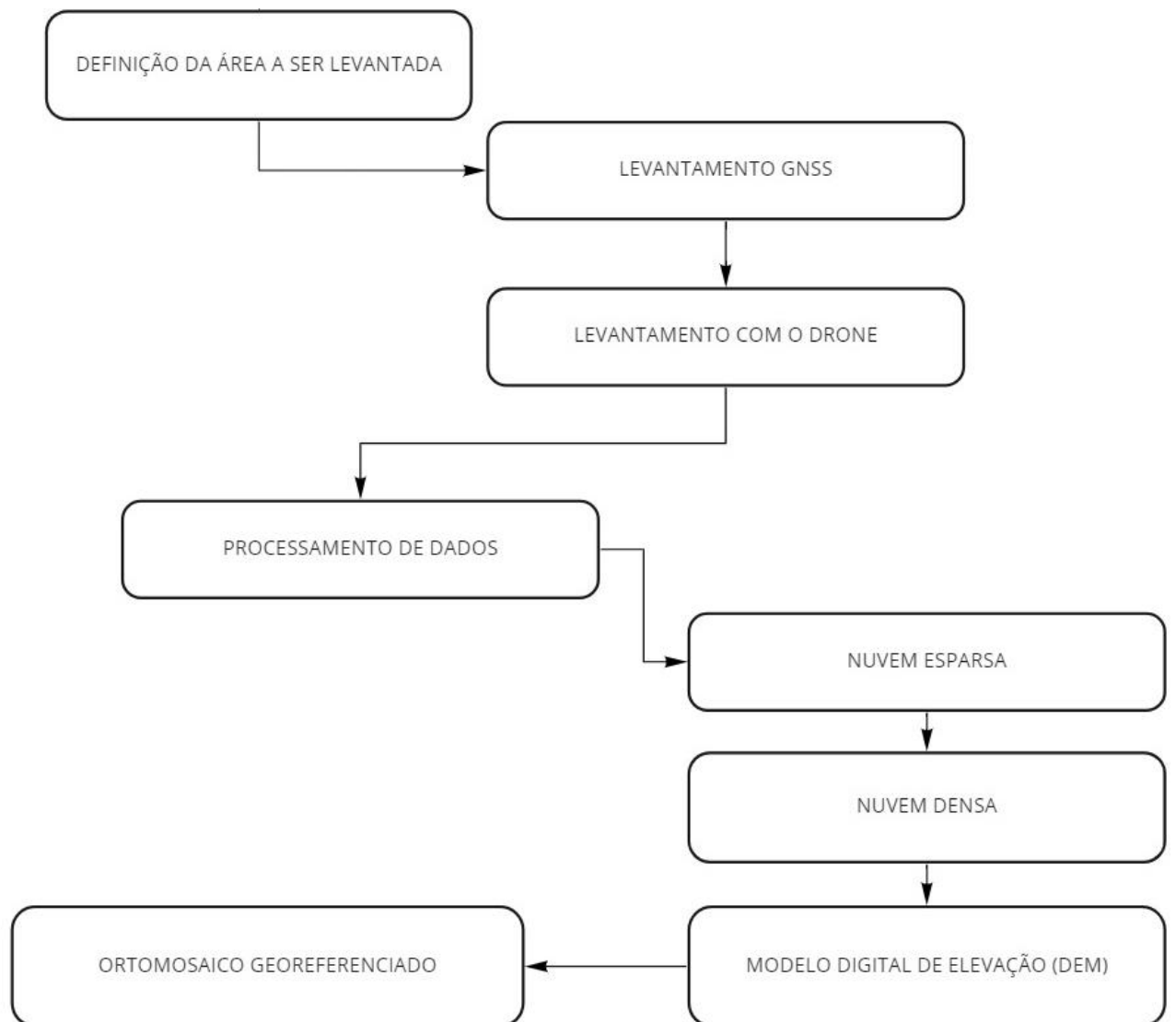
Os dados coletados brutos, necessitam passar por uma etapa de processamento, na qual serão aplicadas técnicas de junção e sobreposição de imagens, com os dados processados do GNSS se inicia a etapa de ortorretificação e georreferenciamento de imagens e, por fim, obtém-se um ortomosaico.

Nessa etapa de análise, o tratamento de imagens e geração do ortomosaico ocorre em softwares de processamento de imagens, os quais possibilitam a junção das imagens com os dados de georreferenciamento. O modelo e mapa gerado tem como finalidade aumentar o nível de investigação e conhecimento da área estudada, sendo utilizados para solucionar problemas nas mais diversas áreas de profissionais de atuação (SILVA NETO, 2015).

Além dos ortomosaicos, com essa metodologia é possível extrair Modelos Digitais de Terreno (MDTs), Modelos Digitais de Superfície (MDSs) e nuvens de pontos, as quais podem ser consumidas para os mais variados fins, tanto na área de estudo como na área de projetos. A Figura 11 abaixo, ilustra todo o processo de coleta e processamento de dados utilizados no presente estudo.



Figura 11 - Etapas do mapeamento aéreo



Fonte: As autoras (2021).

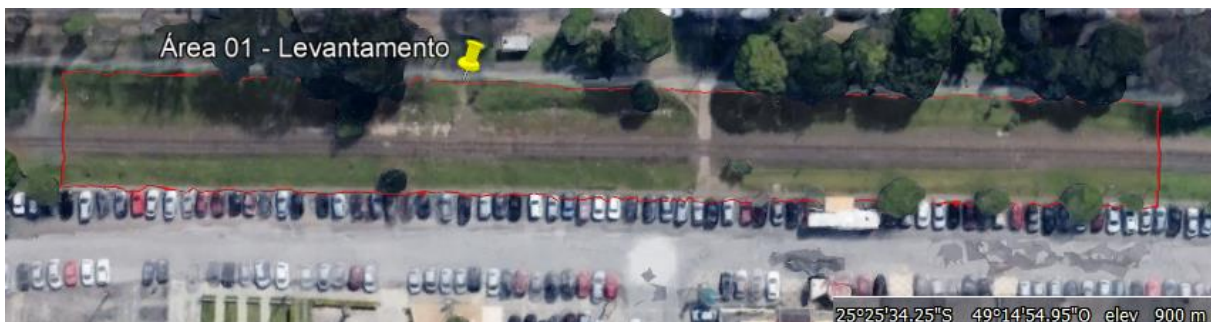
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Definição da área a ser levantada

Para a definição da área a ser levantada, foram realizados estudos dos trechos de ferrovias situados na área urbana da cidade de Curitiba/PR e com o auxílio do software *Google Maps*. Tais estudos buscavam selecionar a melhor área para ser levantada, foram selecionadas quatro áreas ao total. Todas elas são discriminadas a seguir, e as justificativas para sua aceitação ou rejeição na presente pesquisa são apresentadas na sequência.

A primeira área considerada (Área 01, Figura 12) já havia sido visitada anteriormente para coleta preliminar de dados e imagens a respeito de dormentes. Ela se localiza em frente ao PolloShop, no bairro Alto da XV, da cidade de Curitiba/PR. Apesar de a área possuir um perfil interessante para a verificação dos dormentes de madeira e o fato de tais dormentes apresentarem falta de fixadores e um grande número de fissuras, ela foi descartada devido ao lastro elevado, o que dificultaria a visualização dos dormentes nas imagens aéreas. Também é possível citar um grande fluxo de pessoas que passam pela via e a densa vegetação local, fatores estes que dificultariam o trabalho em campo e complicariam a realização de um voo mais baixo.

Figura 12 – Imagem da Área 01



Fonte: Google Earth Pro (2021).

A segunda área considerada (Área 02, Figura 13) localiza-se próximo ao Jardim Botânico de Curitiba, no bairro Jardim Botânico, da cidade de Curitiba/PR. Nesse trecho, foram realizados voos testes para avaliação da variação do GSD em relação à visualização do dormente. Essa área possuía um trecho com volume de

lastro mais propício a permitir a visualização dos dormentes, mas o fluxo de pessoas e veículos não era o ideal para o levantamento teste de campo.

Figura 13 – Imagem da Área 02



Fonte: Google Earth Pro (2021).

A terceira área considerada (Área 03, Figura 14) localiza-se próximo ao Autódromo Internacional de Curitiba, no bairro Weissópolis, da cidade de Pinhais/PR. O trecho foi descartado devido ao grande número de postes de alta tensão encontrados no local, o que dificultaria o voo de *drone* em altitudes mais baixas.

Figura 14 – Imagem da Área 03



Fonte: Google Earth Pro (2021).

A quarta área considerada (Área 04, Figura 15) localiza-se na Av. Presidente Affonso Camargo, no bairro Capão da Imbuia, da cidade de Curitiba/PR. Essa área apresenta um relevo plano, baixa densidade de árvores e isolamento dos fluxos de veículos e pessoas. Desta forma, tal área atendeu aos critérios de melhores condições para o levantamento, sendo a escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho.

Com esta definição, foi possível estabelecer um trecho de 200 m de linha férrea a ser mapeado.

Figura 15 – Imagem da Área 04



Fonte: Google Earth Pro (2021).

A escolha da extensão de ferrovia mapeada, tem como principal fator a autonomia de bateria do drone utilizado no levantamento, o qual possibilitou sobrevoar a área mapeada por vinte minutos, tempo suficiente para a realização de dois planos de voo, por bateria, na área estipulada. Desse modo, foi possível mapear ao todo 415 dormentes.

### 3.2. Levantamento GNSS

Esta etapa tem como objetivo a determinação de coordenadas de pontos terrestres para as coberturas aerofotogramétricas.

A coleta de dados para o georreferenciamento foi realizada com o auxílio de uma coletora HCE300 e um receptor GPS X900U, possibilitando o uso do modo RTK em rede, conhecido como NTRIP. Foi utilizada a base de referência da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) mais próxima do local, localizada no Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O acesso às informações necessárias, para a correção da posição em tempo real, foi possível através de uma conexão à internet, disponibilizada por um aparelho celular.

A Figura 16 mostra os equipamentos utilizados no levantamento.

Figura 16 - Receptor GPS X900U e coletora HCE300



**Fonte:** Extraído de Orpec Tecnologia (2021).

Na área foram coletados nove pontos, valor suficiente para que fossem coletados pontos de controle e pontos de checagem. Os pontos de controle são utilizados no processamento e geração de produtos aerofotogramétricos e têm a finalidade de melhorar a precisão e a fixação da escala dos produtos. Os pontos de checagem são utilizados para realizar o controle de qualidade, com eles é possível verificar a acurácia dos produtos gerados.

Outro fator importante, que deve ser ressaltado, é a distribuição dos pontos ao longo da área do levantamento, visto que quanto melhor sua distribuição melhor será a qualidade do levantamento. Todos os pontos coletados tiveram sua posição marcada com tinta spray, em cor contrastante à encontrada no local (Figura 17). Desse modo, tais pontos puderam ser identificados nas imagens obtidas através do drone.



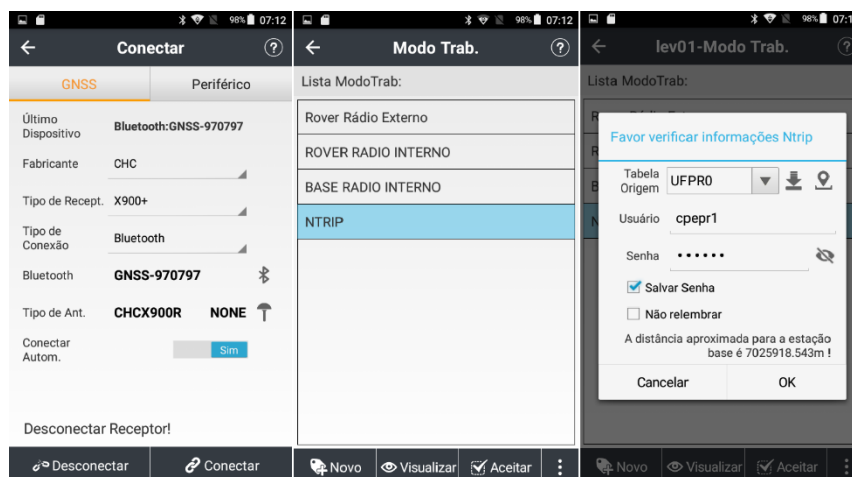
Figura 17 - Ponto de controle 07



Fonte: As autoras (2021).

Ao final desse processo de marcação dos pontos, teve início a coleta de dados. Após a inicialização do equipamento e a sua conexão à internet, todos os dispositivos foram configurados. A primeira etapa consistiu na verificação da conexão entre a coletora e o GNSS, na definição do modo de trabalho como RTK e no *login* com a base da UFPR, conforme ilustrado na Figura 18, Figura 19 e Figura 20.

Figura 18 - Configurações de conexão entre a coletora e o GNSS



Fonte: As autoras (2021).

Figura 19 - Informações do receptor

lev01-Inform. Receptor	
Tipo de Dispos.	1915
SN	970797
Firmware	8.43
Data de Expiração	Permanent
Modo Trab.	Auto Rover
Nome Link Dados	PDA em RedeNTRIP
Endereço IP	170.84.40.52
Porta	2101
Tabela Origem	UFPR0
Usuário Ntrip	cpepr1
Senha Ntrip	****

Ntrip Acessado Com Sucesso!

Registrar    Modificar    ⋮

Fonte: As autoras (2021).

Figura 20 - Configurações iniciais do projeto

LandStar		LandStar	
Nome do Projeto	lev01-1	Lista_Cód.	lev01
Autor	bruna e liz	Opção de Levantamento	lev01 <input type="checkbox"/> Definir como padrão
Data	2010-01-12	Unid. Ângulo	dd:mm:ss.ssssss
Fuso Horário	UTC-03:00	Unid. Horizontal	Metro(m)
Sistema de Coordenadas	lev01	Unid. Vertical	Metro(m)
Lista_Cód.	lev01	Ordem das Coordenadas Mostradas	Norte,Este
Opção de Levantamento	lev01 <input type="checkbox"/> Definir como padrão	Station Display	<input checked="" type="checkbox"/> K +000.000
Unid. Ângulo	dd:mm:ss.ssssss		e.g.K0+100.000
Unid. Horizontal	Metro(m)		

OK    OK

Fonte: As autoras (2021).

Com todos os parâmetros configurados, procedeu-se à coleta dos 9 pontos de controle, identificando-os pela ordem de coleta e codificados com uma informação que remetesse à sua posição. As identificações e a disposição dos pontos coletados

podem ser verificadas na Figura 21 a seguir com a finalização da coleta dos pontos de controle, iniciou-se o levantamento com drone.

Figura 21 - Lista de pontos de controle e sua localização

Nome	Código	N Local[m]
9	trilho	7185007.36782
8	concreto ver...	7185036.50499
7	grama	7185050.90712
6	grama	7185071.45388
5	concreto ver...	7185090.18260
4	grama	7185098.51261
3	trilho	7185110.46083
2	escada	7185150.20372
1.2	passagem	7185138.88349
base_1		7184223.30877

8/10

LocalN 10000000.000m  
 LocalE 7114889.733m  
 LocalH -2.293m  
 Distância 7025426.321m  
 Direção 246:22:44.0603618

Procurando H0.000 V0.000  
 Procurando Sat.  
 100%

Fonte: As autoras (2021).

### 3.3. Processamento de dados

Após o levantamento, os dados do GNSS foram extraídos. Como foi possível realizar todo o levantamento em *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP), todos os pontos coletados foram corrigidos pelo equipamento, não sendo necessárias correções com *softwares* de pós-processamento ou pela plataforma do IBGE.



As coordenadas dos pontos de controle foram extraídas no sistema de coordenadas SIRGAS 2000, fuso 22 Sul, apresentando um erro horizontal máximo de 0.0072 metros no eixo horizontal e 0.0161 metros no eixo vertical. Esses fatores sinalizam uma alta precisão do levantamento.

A Figura 22 permite visualizar os seguintes dados extraídos do GNSS: o nome correspondente ao ponto (código utilizado para facilitar sua localização), as coordenadas correspondentes no sistema de saída escolhido, a altura do ponto, o tipo de antena utilizado, a altura da antena em metros, o número de satélites rastreados no momento em que estava sendo coletado o ponto e o número de satélites utilizados na coleta. Outras informações como erro, precisão, máscara de elevação utilizada e como a posição foi coletada em relação ao sinal, também podem ser verificadas. Além disso, foram extraídos arquivos em *Keyhole Markup Language* (KML) e inseridos no *software Google Earth Pro* para verificação inicial dos pontos de controle.

Figura 22 - Dados extraídos do GNSS

Nome	Código	n	e	h	Tipo de Antena	Altura da	Satélites Rastreado	Satélites Usados	Erro RMS	Erro Horizont	Erro Vertical	Precisão X	Precisão Y	Másc. de	Solução
base_1	Base UFPR	7.184.223.309	677.878.516	925.907		0.0000	-	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0	Autônomo
1.2	passagem	7.185.138.883	678.235.862	918.824	X900R	N 2,2	17	17	0.0068	0.0101	0.0146	0.007	0.007	10.0	Fixo
2	escada	7.185.150.204	678.229.083	917.646	X900R	N 2,2	17	17	0.0068	0.0100	0.0145	0.007	0.007	10.0	Fixo
3	trilho	7.185.110.461	678.196.331	920.351	X900R	N 2,2	16	16	0.0072	0.0106	0.0161	0.008	0.007	10.0	Fixo
4	grama	7.185.098.513	678.172.396	919.770	X900R	N 2,2	16	16	0.0071	0.0104	0.0160	0.008	0.007	10.0	Fixo
5	concreto vermelho	7.185.090.183	678.150.360	919.636	X900R	N 2,2	17	17	0.0066	0.0098	0.0149	0.007	0.007	10.0	Fixo
6	grama	7.185.071.454	678.143.382	920.293	X900R	N 2,2	18	18	0.0065	0.0095	0.0144	0.007	0.006	10.0	Fixo
7	grama	7.185.050.907	678.119.720	920.582	X900R	N 2,2	18	18	0.0064	0.0095	0.0145	0.007	0.006	10.0	Fixo
8	concreto vermelho	7.185.036.505	678.093.179	920.194	X900R	N 2,2	18	18	0.0067	0.0098	0.0151	0.007	0.007	10.0	Fixo
9	trilho	7.185.007.368	678.086.840	922.862	X900R	N 2,2	17	17	0.0068	0.0100	0.0158	0.007	0.007	10.0	Fixo

Fonte: As autoras (2021).

A Figura 23 a seguir, destaca os pontos de controle e checagem considerados no levantamento em questão.

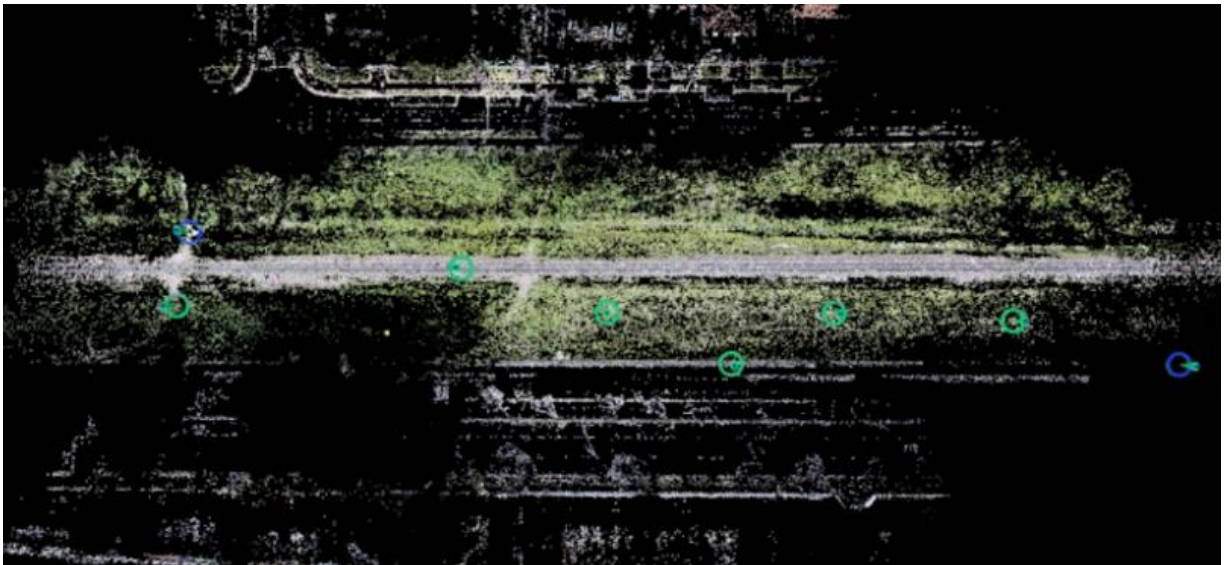
Figura 23 - Dados extraídos em KML



Fonte: As autoras (2021).

Após a verificação dos dados de GNSS, iniciou-se o processamento das imagens obtidas no aerolevanteamento. O *software* escolhido para o processamento foi o *Argisoft Metashape*, pois ele forneceu os melhores resultados com os dados do aerolevanteamento em questão, em comparação com a plataforma do *Pix4D*. A partir de nuvens esparsas de pontos (Figuras 24 e 25), é possível estabelecer uma comparação entre ambas as nuvens, que foram geradas através desses dois softwares.

Figura 24 - Nuvem esparsa gerada no Pix4D



Fonte: As autoras (2021).

Figura 25 - Nuvem esparsa gerada no *Argisoft Metashape*



Fonte: As autoras (2021).

Ao observar as duas nuvens iniciais, verifica-se a maior eficiência do *Metashape* em analisar pontos como a vegetação, vias laterais e detalhes presentes nas imagens. Dessa forma, o processamento teve sua sequência executada no referido software. Para garantia da utilização de imagens com alta qualidade no processamento, realizou-se o procedimento de verificação deste índice de qualidade através da plataforma.

Todas as imagens obtiveram um alto índice de qualidade, apresentando valores superiores a 0.85 (Figura 26). Desse modo, nenhuma imagem precisou ser tratada ou excluída do processamento. Em seguida, foram inseridos os dados correspondentes às coordenadas dos marcos para refino dos dados de georreferenciamento e aumento da precisão do levantamento. A Figura 27 apresenta as configurações utilizadas na importação dos arquivos de GNSS.

Figura 26 - Exemplo dos Índices de qualidade de imagem obtidos

Label	Size	Aligned	Quality	Date & time	Make	Model	Focal length
DJI_0435	5472x3648	✓	0.861864	2021:11:13 17:41...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0436	5472x3648	✓	0.867909	2021:11:13 17:41...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0437	5472x3648	✓	0.866125	2021:11:13 17:41...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0438	5472x3648	✓	0.871214	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0439	5472x3648	✓	0.86821	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0440	5472x3648	✓	0.878644	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0441	5472x3648	✓	0.864815	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0442	5472x3648	✓	0.860356	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0443	5472x3648	✓	0.870051	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0444	5472x3648	✓	0.870994	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0445	5472x3648	✓	0.880552	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0446	5472x3648	✓	0.87914	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0447	5472x3648	✓	0.88511	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0448	5472x3648	✓	0.869845	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0449	5472x3648	✓	0.862265	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0450	5472x3648	✓	0.859035	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0451	5472x3648	✓	0.858339	2021:11:13 17:42...	DJI	FC6310	8.8
DJI_0452	5472x3648	✓	0.874435	2021:11:13 17:43...	DJI	FC6310	8.8

Fonte: As autoras (2021).



Figura 27 - Configurações utilizadas na importação dos pontos de controle

Import CSV

Coordinate System: SIRGAS 2000 / UTM zone 22S (EPSG::31982)

Rotation angles: Yaw, Pitch, Roll

Ignore labels Threshold (m): 0.1

Delimiter:  Semicolon

Columns:

Column	Value	Accuracy	Rotation	Accuracy
Label	1		<input checked="" type="checkbox"/>	
Easting	2	8	Yaw	5
Northing	3	8	Pitch	6
Altitude	4	8	Roll	7
			Enabled flag	10

Start import at row: 1 Items: All

First 20 lines preview:

	Label	Easting	Northing	Altitude	Yaw	Pitch
1	base_1	677878.516	7184223.309	925.907		
2	1.2	678235.862	7185138.883	918.824		
3	2	678229.083	7185150.204	917.646		
4	3	678196.331	7185110.461	920.351		
5	4	678172.396	7185098.513	919.770		

OK Cancel

Fonte: As autoras (2021).

A Figura 28 corresponde à nuvem esparsa com o georreferenciamento inicial sobreposta dentro do *software* com as imagens de satélite do local. Este procedimento foi utilizado para a conferência da posição e configuração do sistema de coordenadas inseridas anteriormente.

Figura 28 -Nuvem de pontos esparsa sobreposta com as imagens de satélite do local



Fonte: As autoras (2021).

Após a inserção desses dados, foi necessário realizar a marcação manual dos pontos de controle em seus respectivos locais nas imagens. Na etapa seguinte, o *software* realizou a transformação dos valores correspondentes à altura das imagens, pois as coordenadas de altitude do drone apresentaram uma distorção da realidade. Como pode ser visualizado na Figura 29, as coordenadas dos pontos coletados se apresentam em pontos mais altos na nuvem preliminar gerada.

Figura 29 - Comparação da altitude da nuvem esparsa gerada em relação as coordenadas dos pontos de controle **coletados**



**Fonte:** As autoras (2021).

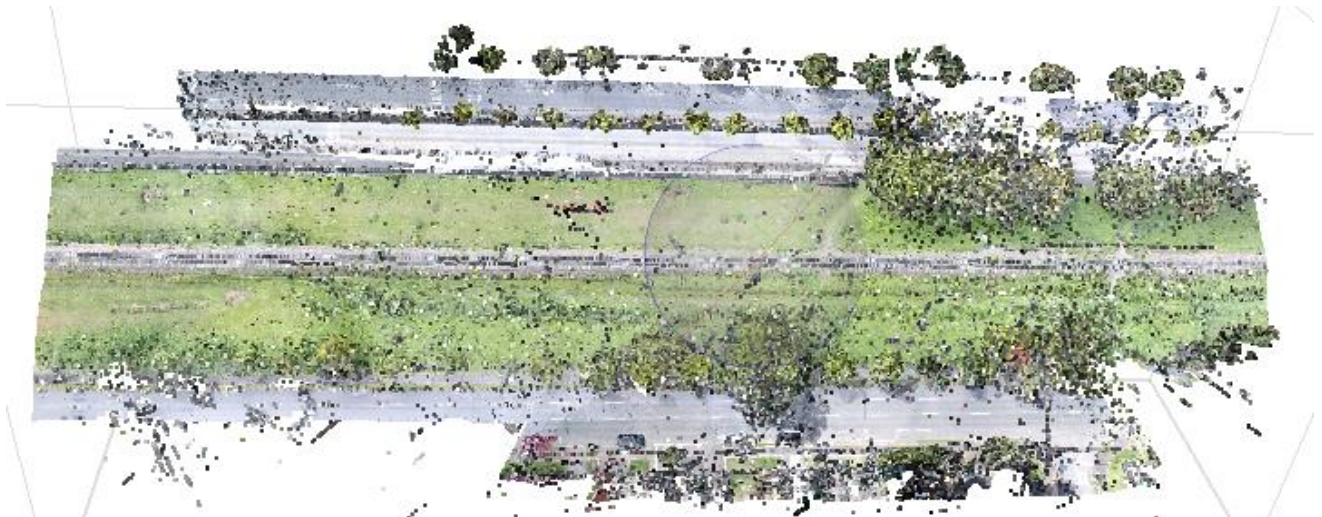
Após a marcação manual dos pontos e respectivo processamento, as coordenadas de altura foram corrigidas, resultando em uma nuvem georreferenciada com coordenadas corrigidas. A Figura 30 abaixo, mostra a nuvem preliminar com correção de coordenadas. Com o georreferenciamento concluído, foi processada a nuvem densa, conforme pode ser observado na Figura 31. Com a geração da nuvem densa, foi possível utilizá-la como base para a geração do Modelo Digital de Elevação (DEM) do local de levantamento, tal como pode ser verificado na Figura 32.

Figura 30 - Nuvem esparsa com altura corrigida



Fonte: As autoras (2021).

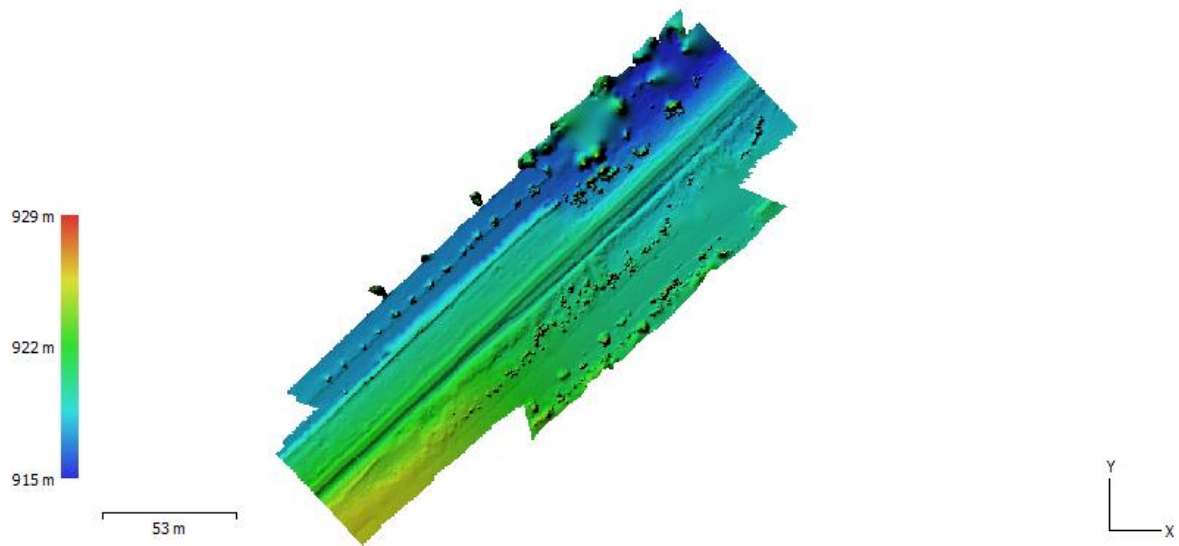
Figura 31 - Nuvem densa gerada



Fonte: As autoras (2021).



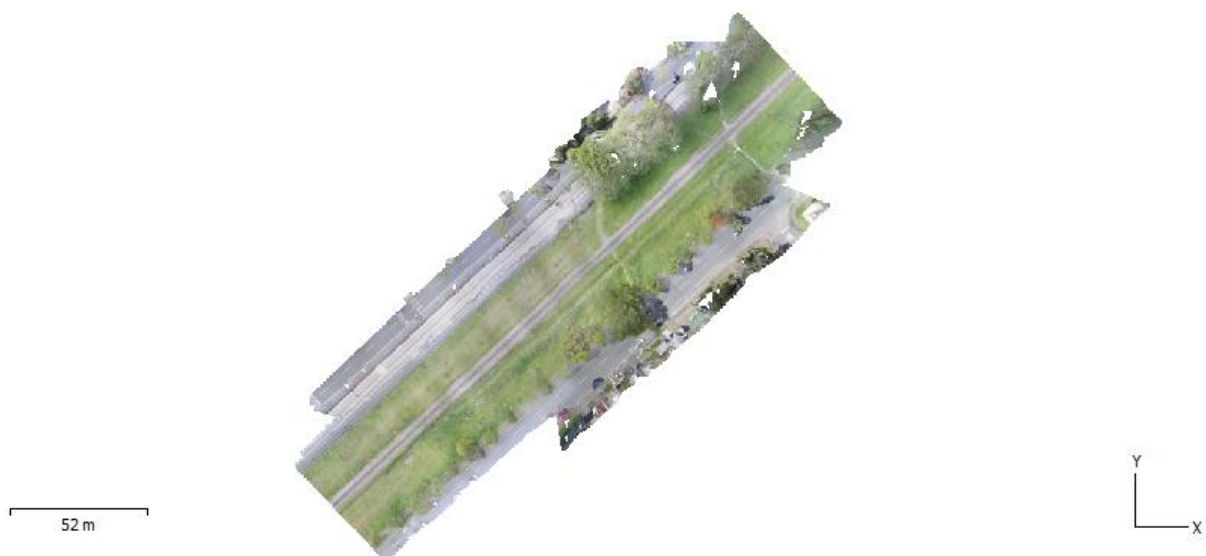
Figura 32 -Modelo Digital de Elevação da área levantada



**Fonte:** As autoras (2021).

Com todos os produtos gerados, foi possível desenvolver um ortomosaico georreferenciado de alta precisão. Este ortomosaico será utilizado como base para a extração das informações dos dormentes de madeira e seus componentes. A Figura 33 a seguir, apresenta este ortomosaico em sua versão final.

Figura 33 - Ortomosaico georreferenciado gerado



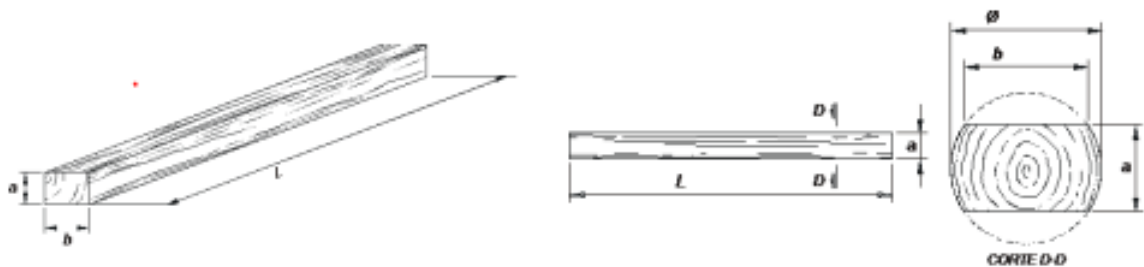
**Fonte:** As autoras (2021).

### 3.4. Análise dos ortomosaicos e avaliações de dormentes

Após a geração do ortomosaico georreferenciado, todos os 415 dormentes foram identificados e analisados individualmente, buscou-se correlacionar as não conformidades encontradas em relação aos itens estabelecidos e a norma NBR 7511 (ABNT, 2013), além disso foram realizadas análises dos fixados, placas de fixação, ausência de dormentes e escorregamentos.

Segundo a NBR 7511 (ABNT, 2013) os dormentes podem se apresentar de dois formatos, sendo eles prismáticos com faces serradas ou semirrolço.

Figura 34 - Ilustração de dormentes (a) prismático em perspectiva; (b) semirrolço;



Fonte: NBR 7511 (ABNT, 2013).

O dormente serrado deve ter as dimensões conforme a Quadro 3. Para bitola métrica com carga superior ou igual a 270 quilonewton deve-se adotar dormente serrado com as seguintes dimensões: 24cm x 17cm x 230cm.

Quadro 3 – Dimensões nominais e tolerâncias dos dormentes prismáticos conforme NBR 7511:2013

Bitola	Largura (b) cm		Altura (a) cm		Comprimento (L) cm	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Métrica (1,000)	22	24	16	18	190	205
	22	26	16	19	220	235
Normal (1,435)	22	26	16	19	260	270
Larga (1,600)	24	26	17	19	260	285

NOTAS:  
 1 - A medida não deve ser feita em região de esmoado.  
 2 - Para utilização das dimensões mínimas recomenda-se verificar as características da via permanente.

Fonte: NBR 7511 (ABNT, 2013).

O dormente semirrolço deve ter suas dimensões nominais mínimas conforme o Quadro 4.



Quadro 4 - Dimensões nominais e tolerâncias dos dormentes semirrolços, conforme NBR 7511:2013

Bitola	Diâmetro ( $\emptyset$ ) cm	Altura (a) cm	Comprimento (L) cm
Métrica (1,000)	38	16+-20	200+-50
	30	17+-20	230+-50
Normal (1,435)	30	17+-20	265+-50
Larga (1,600)	30	17+-20	280+-50

NOTA: 1 - Para dormente semirrolços, devem ser verificados somente a altura e comprimento.

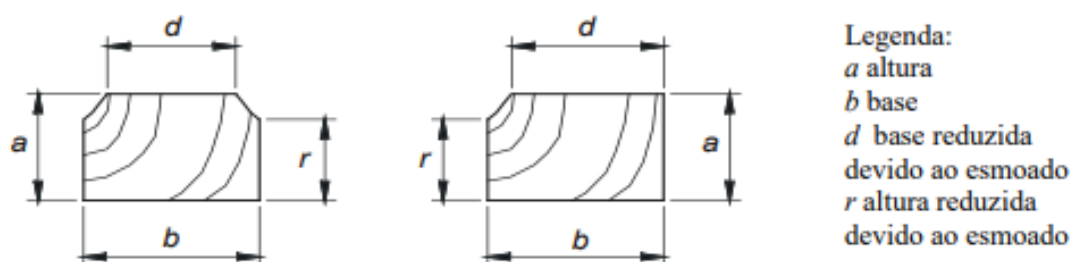
Fonte: NBR 7511 (ABNT, 2013).

Sobre os defeitos, a norma cita que não pode haver qualquer tipo de deterioração como fungos, insetos, apodrecimento. Entretanto, a presença de alborno não desclassifica a qualidade do dormente.

Segundo a norma o dormente pode apresentar, no máximo, dois dos seguintes defeitos possíveis de classificar via ortomosaico georreferenciado:

- Esmoado somente em uma face, respeitando as dimensões mínimas apresentadas no Quadro 5 e está representado na Figura 35.
- Fendilhamento com comprimento máximo de 15 cm e abertura máxima fora da zona de fixação de 3 mm. Fendilhamento em dormente serrado, apresentado na Figura 36 e fendilhamento em dormente de duas faces, Figura 37;
- Rachadura, desde que seja localizada fora da zona de fixação das chapas, comprimento máximo de 15 cm e abertura máxima de 2mm (Quadro 6).

Figura 35 - Esmoado



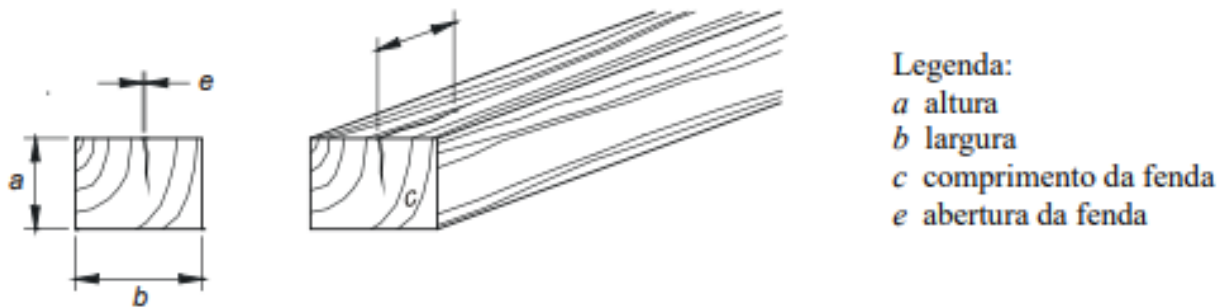
Fonte: NBR 7511 (ABNT, 2013).

Quadro 5 – Dimensões de esmoado em cm

Dimensão nominal do dormente	Zona de fixação		Fora de zona de fixação	
	d	R	d	R
2,00 x 0,22 x 0,26	20	14	15	9
2,30 x 0,24 x 0,17	22	15	17	10
2,65 x 0,24 x 0,17	22	15	17	10
2,80 x 0,24 x 0,17	22	15	17	10

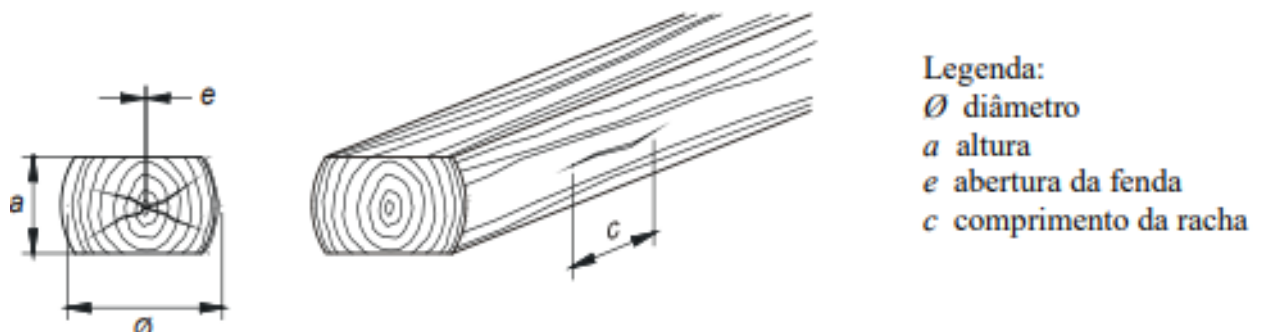
Fonte: Adaptado da NBR 7511 (ABNT, 2013).

Figura 36 - Dormente serrado - fendilhamento



Fonte: NBR 7511 (ABNT, 2013).

Figura 37 - Dormente de duas faces - fendilhamento



Fonte: NBR 7511 (ABNT, 2013).

Quadro 6 – Dimensões máximas de rachaduras e fendas

Dormente serrado		Dormente de duas faces	
C	E	E	C
15 cm	2 mm	3 mm	15 cm

**Fonte:** Adaptado da NBR 7511 (ABNT, 2013).

Com isso, foi possível gerar uma planilha de dados (Apêndice A), onde se identificou cada dormente e suas respectivas coordenadas em SIRGAS 2000 fuso 22 Sul, e classificou-se de acordo com a ausência de dormente na posição ou estado crítico do mesmo, a integridade das zonas de fixação, fendilamentos, presença das fixações, esmoamentos e escorregamentos. Fatores que sugerem a necessidade de reparos ou a substituição total dos dormentes.

Desse modo, foi possível correlacionar os itens avaliados e obter as suas respectivas porcentagens, mapeando assim, a real situação dos dormentes no trecho estudado.

#### 4 RESULTADOS OBTIDOS

Concluída a etapa de análise de dados, foi possível obter dados referentes às não conformidades e correlaciona-las as necessidades de reparos da via férrea. Pois, com a planilha de dados (Apêndice A), é possível identificar de forma específica os defeitos por dormente do trecho, categorizando os problemas visualizados no levantamento com drone e que não conferem com os requisitos das normas técnicas.

Com a aplicação da referida planilha, é possível identificar os trechos em que a manutenção é mais urgentemente necessária (Figura 38), além de identificação de dados que podem fornecer um histórico de não conformidade e como elas se comportam ao longo do tempo, como é o caso do fendilhamento, que tende a aumentar ao passar dos meses. Deste modo, mapeando o comportamento, pode-se utilizar os dados extraídos para programar manutenções futuras no trecho.

A Figura 38 apresenta um trecho da planilha em que foram mapeadas as ausências, na sequência do dormente número 73 até o de número 76, além de possuírem dormentes em estados críticos de deterioração (dormente número 78). Deste modo, o referido trecho se encontra em estado de manutenção urgente, devido à falta de dormentes no local.

Figura 38 - Trecho da planilha de análise de dormentes (Apêndice A)

TAG	Coordenadas		Ausência de dormente ou estado crítico	Integridade Zonas						Fendilhamento (cm)						Fixações		Esmoamento	Escorregamento	
				Esquerda			Direita			A à esquerda		B		A à direita		Esquerda	Direita			
				A	B	Z.F	A	B	Z.F	c	e	c	e	c	e					
72	718503340310318	678112763766187	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	27,8	2,6	Sim	Sim	Não	Não
73	718503393253893	678113064256747	Sim	✗																
74	718503432961574	678113643774253	Sim	✗																
75	718503475173343	67811412312824	Sim	✗																
76	718503524539649	678114681182135	Sim	✗																
77	718503566751418	678115046063528	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	15	1,5	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Sim
78	718503606101372	678115618426497	Crítico	✗																
79	718503654752225	678116047698724	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Não	Sim	Não	Não
80	718503700541262	678116455507339	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
81	718503724866688	678116798925121	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	34,15	1,7	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: As autoras (2021).

Para estabelecer os parâmetros de acordo com a norma, foi necessário estabelecer a bitola do trecho. A Figura 39 exemplifica a medição inicial realizada diretamente no ortomosaico para estabelecimento dessa informação. A bitola encontrada foi de 1,00 m, ou seja, uma bitola métrica. Com isso, a norma estabelece as dimensões que o dormente deve possuir.

Figura 39 - Medição da bitola da linha



**Fonte:** As autoras (2021).

A partir do conhecimento da bitola da via, foi possível a partir da NBR 7511 (ABNT, 2013), conferir se as demais dimensões do dormente estão de acordo com a norma. A Figura 40 mostra um exemplo de medida realizada no dormente de madeira para conferência de sua largura, tendo como resultado 23,3 cm. Tal valor está de acordo com a NBR 7511 (ABNT, 2013).

Figura 40 - Medição da largura do dormente



**Fonte:** As autoras (2021).

Com os dados obtidos nas medições acima, é possível estabelecer o intervalo para o comprimento dos dormentes. Este comprimento deve estar no intervalo de 190 a 205 cm. A Figura 41 exemplifica uma medição realizada no ortomosaico para



obtenção dessa dimensão. O valor encontrado foi de 199 centímetros, o qual se situa dentro do intervalo estabelecido pela NBR 7511 (ABNT, 2013).

Figura 41 - Medição do comprimento do dormente



Fonte: As autoras (2021).

Tendo determinadas as dimensões básicas dos dormentes do trecho em avaliação, foram realizadas conferências em relação aos demais itens que a NBR 7511 (ABNT 2013) estabelece e itens adicionais como ausência e escorregamentos de dormentes.

Após todos os dormentes passarem pela análise de dados e serem planilhados, foram gerados dados de acordo com as diferentes análises realizadas, para melhor entendimento do trecho estudado da ferrovia. De acordo com o tamanho da área mapeada e o afastamento médio entre os dormentes, deveriam ser mapeados 415 (quatrocentos e quinze) dormentes, mas na amostra existiam posições onde os dormentes estavam ausentes. Deste modo, foram mapeados 90,12% o equivalente a 374 dormentes, e 8,19% faltantes o equivalente a 41 posições vazias. A Figura 42 e Figura 43 nos mostra um trecho com uma sequência de dormentes ausentes.

Quadro 7 – Ausência de dormentes

<b>Ausência de dormentes</b>	
Dormente presente	90,12%
Dormente ausente	9,88%

Fonte: As autoras (2021).

Figura 42 – Trecho com sequência de dormentes ausentes



Fonte: As autoras (2021).

Figura 43 - Trecho com ausência de dormentes



Fonte: As autoras (2021).

Os dormentes mapeados foram divididos em duas categorias, dormentes utilizáveis, os quais foram mapeados e possuíam uma certa integridade e dormentes em estado crítico, os quais possuíam características que invalidavam sua funcionalidade de tal forma que não era necessária uma análise a respeito das não conformidades, pois apresentavam defeitos como rachaduras ao longo de toda sua geometria, falta de várias zonas e desintegração. Dos 374 dormentes analisados, 41 apresentaram características de estado crítico, ou seja, 10,96% estavam inutilizáveis, necessitando de troca imediata.



Quadro 8 – Dormentes em estado crítico

<b>Dormentes em estado crítico</b>	
Dormentes existentes	374 unidades
Dormentes em estado crítico	41 unidades
Porcentagem de dormentes em estado crítico	10,96%

**Fonte:** As autoras (2021).

A Figura 44 demonstra um exemplo de dormente encontrado no trecho e categorizado como estado crítico. Dormentes que já se encontram em estado avançado de deterioração foram igualmente encontrados e categorizados, conforme exemplo da Figura 44.

Figura 44 - Dormente em estado crítico



**Fonte:** As autoras (2021).

Figura 45 - Dormente em estado de deterioração avançada



**Fonte:** As autoras (2021).

Em relação a integridade das zonas que subdividem o dormente, foram divididos em três grupos: dormentes com a zona aprovada, ou seja, dormente com a zona ainda utilizável; dormentes reprovados, os quais alguma das zonas apresenta área inferior a qual deveria apresentar ou apresenta alto grau de degradação; e dormentes críticos, os quais estão em estado extremo de desgaste, onde suas zonas não podem ser avaliadas. Os quais recebem o alerta de necessidade de troca imediata. O resultado apresentou uma taxa média de dormentes com zonas conforme apresentadas na Figura 4 aprovadas de 77,63%, zonas reprovadas 4,30% e 18,07% de dormentes em estado crítico. O Quadro 9, apresenta a porcentagem de acordo com a zona de divisão do dormente, o qual mostra que as zonas de extremidade são as que apresentam maior índice de reprovação devido a sua integridade.

Quadro 9 – Resultado da análise de integridade das zonas

	<b>Integridade das zonas</b>					
	Esquerda			Direita		
	A	Z. fixação	B	B	Z. fixação	A
Aprovado	74,22%	79,52%	79,52%	79,04%	79,28%	74,22%
Reprovado	7,71%	2,41%	2,41%	2,89%	2,65%	7,71%
Crítico	18,07%	18,07%	18,07%	18,07%	18,07%	18,07%

**Fonte:** As autoras (2021).

Dormentes com ausência de zonas foram igualmente identificados no trecho, como é o caso do dormente apresentado na Figura 46. Nele é possível verificar a ausência das zonas subsequentes à zona de não fixação B.

Figura 46 - Dormente sem zona de fixação



**Fonte:** As autoras (2021).



Em algumas situações, foi possível localizar dormentes com quebras totais, ou seja, com geometria reduzida. Um exemplo deste caso pode ser encontrado na Figura 47, na qual se pode constatar a ausência de mais de um terço do comprimento total do dormente. Em outro aspecto, a Figura 48 mostra um dormente deteriorado de tal forma a não possuir mais zonas de fixação, se analisar o dormente à direita deste, nota-se que somente a zona de fixação e a zona de não fixação (A) restaram no mesmo.

Figura 47 - Dormente com geometria faltante



Fonte: As autoras (2021).

Figura 48 - Dormente sem zona de fixação



Fonte: As autoras (2021).

Os dormentes foram analisados em relação aos padrões existentes na norma NBR 7511:2013 em relação ao fendilhamento existentes nas zonas (A) e (B). Segundo

a norma, o fendilhamento pode possuir até 15 centímetros de comprimento e uma espessura de até 0,2 centímetros. Os dados obtidos foram condizentes com o esperado, onde o fendilhamento deveria ocorrer principalmente nas laterais dos dormentes, fato observado pela maior taxa de reprovação nessas zonas, com uma média de 25,62% de reprovação contra 16,81% da zona central B.

Quadro 10 – Análise de fendilhamento

	Fendilhamento					
	Esquerda		B		Direita	
	c	e	c	e	c	e
	Até 15 cm	Até 0,2 cm	Até 15 cm	Até 0,2 cm	Até 15 cm	Até 0,2 cm
Aprovado	56,39%	59,76%	63,78%	66,38%	52,94%	56,14%
Reprovado	25,54%	22,17%	18,15%	15,55%	28,99%	25,78%
Crítico	18,07%	18,07%	18,07%	18,07%	18,07%	18,07%

Fonte: As autoras (2021).

Em relação ao fendilhamento, a análise do ortomosaico permite que sejam realizadas medições quanto à abertura da fenda e seu comprimento. Desta maneira, pode-se extrair medidas com precisão, tal como o exemplo da Figura 49.

Onde é possível verificar o fendilhamento de um dormente, sua abertura de 6,32 cm e seu comprimento que avança da zona de não fixação A, percorrendo a zona de fixação até o final na zona de não fixação B. Ou seja, o dormente possui um fendilhamento que percorre toda sua extensão, tendendo a se partir em um período curto de tempo.

Figura 49 - Fendilhamento ultrapassando zonas



Fonte: As autoras (2021).



Na Figura 50, pode-se observar um caso de fendilhamento similar ao citado anteriormente, o qual percorre toda a extensão do dormente, tendo 199 cm de comprimento e largura superior a 9 cm em alguns pontos, deste modo, o dormente já não apresenta as características necessárias para suportar a carga e distribuí-las de modo adequado.

Figura 50 - Fendilhamento crítico



Fonte: As autoras (2021).

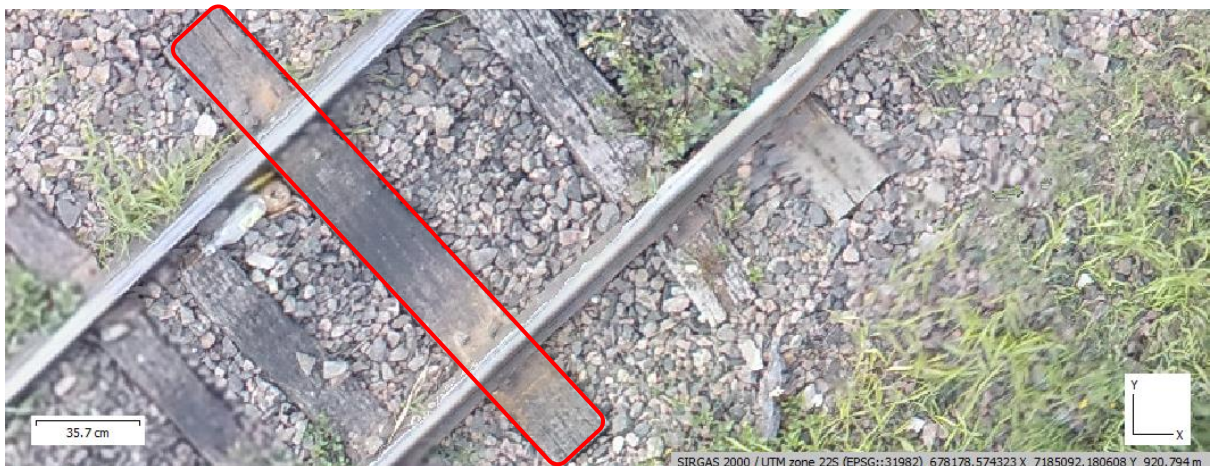
Fendilhamentos que ocorrem em somente uma das zonas também foram encontrados no trecho de estudo. Por exemplo, a Figura 51 destaca um dormente no qual um fendilhamento de 31,2 cm foi encontrado. Este valor é muito superior ao intervalo de 15 cm permitido pela NBR 7511 (ABNT, 2013). Foi possível observar que, até mesmo em casos de dormentes mais novos, se constatou início de fendilhamento conforme exemplo da Figura 52. Na imagem se encontra um dormente que, de acordo com suas características físicas, é possível afirmar ser mais recente que os demais, apesar de já possuir fendilhamento em ambas as zonas de não fixação A.

Figura 51 - Fendilhamento acima do permitido



Fonte: As autoras (2021).

Figura 52 - Fendilhamento em dormente recém trocado



Fonte: As autoras (2021).

Outro quesito de avaliação foi o esmoamento, onde 64,66% dos dormentes foram aprovados nos quesitos de acordo com a NBR 7511 (ABNT, 2013), e 17,26% se encontravam fora dos padrões estabelecidos.

Quadro 11 – Análise de esmoamento

<b>Esmoamento</b>	
Aprovado	64,66%
Reprovado	17,26%
Crítico	18,07%

Fonte: As autoras (2021).



Com o ortomosaico georreferenciado foi possível analisar itens que não se enquadram na norma, mas que possuem uma grande função nos dormentes, que são as fixações. Foram possíveis identificar todas as fixações existentes e as posições em aberto, onde deveriam estar presentes os fixadores nas placas de fixação. Nesse quesito, 70,84% dos dormentes apresentavam ao menos dois fixadores nas placas esquerdas, contra 11,08% que não apresentavam. Já nas placas de fixação direita, 73,98% apresentavam ao menos dois fixadores contra 7,95% apresentando zero ou um.

Quadro 12 – Análise de fixadores

	Fixações	
	Esquerda	Direita
Aprovado	70,84%	73,98%
Reprovado	11,09%	7,95%
Crítico	18,07%	18,07%

Fonte: As autoras (2021).

Na Figura 53, a falta de fixadores no dormente é absolutamente visível, além da falta da zona de não fixação A. Desse modo a análise através do ortomosaico georreferenciado torna possível mapear dormentes que possam apresentar futuros escorregamentos devido à falta dos elementos de fixação.

Figura 53 - Falta de fixadores



Fonte: As autoras (2021).

Por fim, foram analisados os dormentes quanto ao escorregamento conforme apresentado no Quadro 13, onde 72,29% dos dormentes foram aprovados, e 9,64% reprovado nesse quesito.

Quadro 13 – Análise de escorregamento

<b>Escorregamento</b>	
Aprovado	72,29%
Reprovado	9,64%
Crítico	18,07%

**Fonte:** As autoras (2021).

Figura 54 - Dormente apresentando escorregamento e falta de fixadores



**Fonte:** As autoras (2021).

O trecho estudado apresentou vários pontos de escorregamento de dormentes, conforme pode ser demonstrado na Figura 55, a título de exemplo. Além do escorregamento, o dormente em questão também apresenta esmoamento na zona fora de fixação à esquerda e fendilhamento na zona fora de fixação à direita. Desse modo, ele apresenta alerta em dois itens da norma, se classificando para dormentes a serem trocados.



Figura 55 - Dormente apresentando escorregamento e esmoamento



Fonte: As autoras (2021).

A análise realizada permite que sequências de dormentes sejam analisadas com maior agilidade e precisão, como no caso da Figura 56 a seguir. É possível visualizar nesta figura que dois dormentes apresentam escorregamento ao mesmo tempo, além da ausência de um dormente na via. Desse modo, a distribuição dos esforços não ocorre da maneira correta, fazendo com que os demais dormentes recebam uma carga maior e tendam a apresentar não conformidades, tornando a necessidade de reparo no trecho ainda maior.

Figura 56 - Escorregamentos de dormentes



Fonte: As autoras (2021).

A metodologia utilizada para a geração do ortomosaico georreferenciado, ao longo do processo gera produtos que possuem muitas informações uteis para análises sobre a ferrovia, que vão além dos dormentes, tais como a nuvem de pontos e o



modelo de elevação do terreno. Essa nuvem permite a extração de informações precisas sobre fatores importantes na ferrovia como, por exemplo, o perfil transversal do terreno (Figura 57), sendo possível gerar todo o perfil topográfico da área, além de uma análise sobre o volume de lastro no local.

Figura 57 - Corte realizado na nuvem de pontos



**Fonte:** As autoras (2021).

Na Figura 57 é possível visualizar que os elementos ao redor da linha também são mapeados, sendo possível assim desenvolver estudos de interferência, faixa de domínio, e demais estruturas localizadas ao longo da linha, como é o caso de pontes.

Figura 58 - Trecho da ferrovia em nuvem de pontos



**Fonte:** As autoras (2021).

Esses produtos gerados como cortes do perfil, informações de vegetação, lastro podem auxiliar em demais processos e projetos que envolvam a via férrea, além de servir como um banco de dados para obtenção de parâmetros e dados ao longo do tempo. Facilitando o planejamento de ações que envolvam a ferrovia.

Os produtos gerados pelo levantamento aéreo, base para a coleta de imagens utilizadas no ortomosaico, possibilitam que a concessionária, responsável pela via, possa utilizar a captura da realidade para demais projetos, que vão além da inspeção de dormentes. Possibilitando a criação de um banco de dados para a obtenção e estudo de parâmetros da via e de informações do trecho de passagem ao longo do tempo, que pode ser utilizado pelos diferentes setores da empresa.

Deste modo, a metodologia utilizada para a análise de dormentes utilizada neste trabalho, se torna mais eficaz para a empresa, coleta um número maior de informações que pode ser consumida e aplicada em diversas áreas, como manutenção, planejamento, desenvolvimento de novos projetos e processos jurídicos, no caso de análise de faixas de domínio, conseqüentemente tendo seu custo reduzido.

Se comparado com os demais métodos de análise de dormentes encontrados na literatura, como por meio de carro de controle, o ortomosaico apresenta uma qualidade de imagem e detalhes do dormente superior, além de possibilitar a extração de dados que vão além da geometria do dormente.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo buscou demonstrar a aplicação do uso de ortomosaicos gerados a partir da aerofotogrametria com drones e georreferenciamento através de dados coletados com receptor GNSS/RTK, na inspeção de dormentes de madeira em ferrovias. Através da norma NBR 7511 (ABNT, 2013), foi possível inspecionar e classificar características do dormente, como geometria, fendilamentos e esmoamentos, além de parâmetros como ausência de dormentes na ferrovia, estado de utilização do dormente, identificações do número de fixações e escorregamentos.

A metodologia foi aplicada em um trecho de aproximadamente 200 metros de ferrovia urbana, localizada em Curitiba – PR, sendo possível mapear, identificar e classificar 415 (quatrocentos e quinze) dormentes de madeira, identificando ainda 41 (quarenta e um), ou seja 9,88% de dormentes faltantes ao longo da área estudada.

O ortomosaico georreferenciado com alta qualidade de imagem e precisão centimétrica, possibilitou criar uma planilha de acompanhamento de cada dormente ao longo da via, onde informações, como posição geográfica em SIRGAS 2000 fuso 22 Sul, comprimento e espessura de fendilhamento, quantidade de fixações e demais parâmetros analisados foram classificados e mapeados.

Deste modo, verificou-se que dos 374 (trezentos e setenta e quatro) dormentes ao longo da via, 41 (quarenta e um) apresentaram características de estado crítico, ou seja 10,96% dos dormentes estavam inutilizáveis para os devidos fins, necessitando de troca imediata. Em relação a integridade das zonas que subdividem o dormente, o resultado apresentou uma taxa média de dormentes com zonas aprovadas de 77,63%, zonas reprovadas 4,30% e 18,07% de dormentes em estado crítico, os quais não foram classificados nos demais itens pois indicavam nítida necessidade de troca.

Em relação ao fendilhamento, foi possível categorizá-los de acordo com a zona de não fixação que se encontravam, como zona A à esquerda e a direita e zona B. Onde a taxa de reprovação de dormentes nas zonas A (laterais), resultaram em uma média de 25,62% de reprovação, contra 16,81% da zona B (central).

Em relação as fixações, o ortomosaico apresentou uma alta resolução onde se pode avaliar todos os tirefões ao longo do trecho, sendo possível ainda a visualização das placas de fixação. Deste modo, pode-se classificar os dormentes em aprovados, onde os que possuíam duas ou mais fixações se enquadravam os quais



resultaram em 70,84% a esquerda e 73,98% a direita do dormente, e reprovados onde foram classificados os dormentes com uma ou nenhuma fixação, resultando em 11,08% a esquerda e 7,95% a direita.

Com os dados obtidos foi possível realizar a inspeção dos dormentes em relação ao esmoamento, os quais 64,44% foram aprovados pelos critérios da NBR 7511 (ABNT, 2013) com 17,26% sendo reprovados. Por fim, verificou-se os valores referentes ao escorregamento dos dormentes, os quais 72,29% não apresentam escorregamento e 9,64% apresentavam.

Se comparado com os demais métodos de análise de dormentes encontrados na literatura, como por meio de carro de controle, o ortomosaico apresenta uma qualidade de imagem e detalhes do dormente superior, além de possibilitar a extração de dados que vão além da geometria do dormente. Deste modo, os dados gerados e extraídos se apresentam coesivos em relação a proposta inicial do trabalho, além de se demonstrarem promissores a obtenção de outros parâmetros não analisados que podem vir a contribuir de maneira geral à engenharia e áreas relacionadas.

Portanto, a inspeção de dormentes através de dados gerados pela aerofotogrametria poderá ser realizada com maior controle das variáveis, maior eficiência, velocidade e conseqüentemente diminuição no custo da inspeção. Executar um mapeamento aéreo possibilitará à concessionária obter uma linha do tempo do trecho, garantindo assim um maior controle sobre a ferrovia.

Conclui-se, portanto, que em projetos futuros na área mapeada, o ortomosaico georreferenciado e seus produtos gerados através do levantamento aerofotogramétrico, possibilita a inspeção e controle dos dormentes de madeira e suas fixações.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L.T. **Inspeção de via permanente**: um fator determinante no processo de direcionamento da manutenção ferroviária. Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 2011.
- American Railway Engineering and Maintenance-of-way Association. **MANUAL FOR RAILWAY ENGINEERING**: Chapter 30 Ties. Landover, Maryland, USA: AREMA, 2009. v. 4.
- ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários, 2021. Disponível em: <<https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>>. Acesso em: 05 de Agosto de 2021.
- AUER, F. **Multi-function Track Recording Cars. Rail Technology Review**, [S.l.]: DVV Media Group, v. 53, n. 3/4, p.32-36, Mar. 2013. Disponível em: <[https://www.plassertheurer.com/pdf/publications/32\\_36\\_Auer.pdf](https://www.plassertheurer.com/pdf/publications/32_36_Auer.pdf)>. Acesso em: 03 de Agosto de 2021.
- BARCELOS, A. C. **O Uso De veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) Em Monitoramentos De Campo**: Aplicabilidades e Viabilidades. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Geografia, Minas Gerais, 2017.
- BARRETO, L. **Mosaico de ortofotos: o que você precisa saber**. 2016. Disponível em: <<https://blog.droneng.com.br/mosaico-de-ortofotos/>>. Acesso em: 24 ago. 2021.
- BILHEIRO, M. S. N. **Avaliação da qualidade das inspeções técnicas para melhoria da segurança na malha ferroviária**. 2019. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
- BORGES, N. C. **Manual Didático de Ferrovias**. Universidade Federal do Paraná, 2012.
- BRAZ, A. M. et al. **Análise da aplicação de VANT na atualização de cadastro florestal com uso de pontos de controle**. João Pessoa-PB, 2015.
- BRINA, H. L. **Estradas de Ferro 1 – Via Permanente**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2 ed, 1979.
- BRINA, H. L. **Estradas de Ferro: 1**. Rio de Janeiro: Ltc – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1983.
- BRITO, J. N.; COELHO, Luiz. **Fotogrametria Digital**. Instituto Militar de Engenharia. 1a Ed. Rio de Janeiro, Brasil: 2002.
- CAIXETA-FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. . **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Atlas, 2007. 296 p.
- CÂMARA, G. B. da. **Procedimentos e software para identificar, classificar e analisar problemas na linha ferroviária de trem de carga**. 2016. 94 f. TCC

(Graduação) - Curso de Engenharia Ferroviária e Metroviária, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2016.

CARMO, R. C. do. **Procedimento Para Avaliação De Passagens De Nível**. 2006. 84 f. Monografia (Especialização) - Curso de Transporte Ferroviário de Cargas, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006.

CEZNE, E.; JUMBERT, M. G.; SANDVIK, K. B. **Drones Como Veículos Para a Ação Humanitária: Perspectivas, Oportunidades e Desafios**. Rev. Conj. Aust., v.7, n.33-34; p.45-60. Porto Alegre, 2015.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Anuário CNT do Transporte-estatísticas consolidadas 2016**. Brasília, 2016;

DERMARZO, M. S.; WHITAKER, D. C. A. **Trilhos da polêmica - Comentando a história, a ideologia das ferrovias paulistas e a retirada dos trilhos em Araraquara**. Revista Brasileira Multidisciplinar, vol. 23, n.2, 2020.

DRONENG DRONES E ENGENHARIA. Droneng. **Planejamento de voo: tudo que você precisa saber**. Disponível em: <<https://blog.droneng.com.br/planejamento-de-voo-tudo-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

DRONUS. **Mapeamento aéreo linha férrea com drone**. Disponível em: <<https://www.dronus.com.br/clientesold/portfolio-mapeamento-linha-ferrea/>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

EISENBEISS, H. **UAV Photogrammetry**. Doctor of sciences, University of Technology Dresden, Germany, 2009.

FRANCA, A. S. **Identificação e monitoramento de dormentes de ferrovias usando processamento de imagens**. 2017. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

GHILANI, C. D.; WOLF, P. R. **Geomática**. 13 ed. São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2014. 698p.

GIOVANINI, A. **GSD: o que é e quais valores utilizar?** 2021. Disponível em: <<https://adenilsongiovanini.com.br/blog/gsd-descubra-o-que-e/>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos**. Coletânea de Normas Vigentes. Rio de Janeiro, 1996.

IPEA. **Comunicados do IPEA nº 50: Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil: Gargalos e Perspectivas para o Desenvolvimento Econômico e Regional – Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro**. Brasília, 2010.

LAM, H. F.; HU, Q.; WONG, M. T. **The Bayesian methodology for the detection of railway ballast damage under a concrete sleeper**. Engineering Structures, [S.l.], v. 81, p.289-301, Dec. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.08.035>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029614005069>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

LOBO, A. **Modal ferroviário registra maior resultado na história**, 2018. Disponível em:<<http://www.ilos.com.br/web/tag/transporte-ferroviario-de-carga/>>. Acesso em: 16 julho 2021.

LONGHITANO, G. A.. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade BA avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo 2010.

MELLO, R. B. de. **BIM e custos: Maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff**. 2012. Autodesk University Brasil 2012. Disponível em: Acesso em: 28 jul 2021.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. **Introdução ao processamento de imagens e sensoriamento remoto**. Brasília, 2012.

MONTEIRO N., PACHECO J. **Ferrovias**. 09 ago. 2010, 07 dez. 2010. 67 p. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Notas de aula.

MOHAMMAD, S. P. **Machine Vision for Automating Visual Inspection of Wooden Railway Sleepers**. 2008. 51 f. Dissertação (Masters in Computer Science), Department Of Computer Science, Dalarna University, Borlange, Sweden, 2008. Disponível em: <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:518382/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

MORGAN, J. L.; GERGEL, S. E.; COOPS, N. C. **Aerial photography: a rapidly evolving tool for ecological management**. BioScience, v. 60, n. 1, p. 47-59, 2010.

MORGENTHAL, G; HALLERMAN, N. **Quality Assessment Of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Basead Visual Inspection Of Structures**. Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, Germany, 2014.

NABAIS, R. J. da S. (Org.). **Manual básico de engenharia ferroviária**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

OLIVEIRA, H. C. de; JESUS, H. P. de. **Análise comparativa de levantamentos planialtimétricos–topografia convencional, gps e drone**. Goiânia-GO, 2018.

PIAZERA, A. B. **Estudo comparativo entre tecnologias inovadoras em superestruturas ferroviárias**. 2017. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

PIX4D SUPPORT. **Agora você vê: modelagem 3D de um Patrimônio Mundial: visualização 3d.** Visualização 3D. 2016. Disponível em: <https://www.pix4d.com/blog/making-a-world-heritage-site-perceptible-for-visually-impaired-people>. Acesso em: 28 nov. 2021.

PIX4D SUPPORT. **Visualização do menu: visualização 3d.** Visualização 3D. Disponível em: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/202557999-Menu-View-rayCloud-3D-View/>. Acesso em: 27 ago. 2021.

REDAÇÃO. G. **GSD - Ground Sample Distance - e sua relação com a fotogrametria.** 2021. Disponível em: <https://www.geosensori.com.br/2020/07/22/gsd-e-sua-relacao-com-a-fotogrametria/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

RIBEIRO, P. C. C.; BRINRA, K. A. **Logística e transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2002, Curitiba. [Artigos completos]. Curitiba: ABEPRO, 2002. p. 1 - 8. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228780462\\_LOGISTICA\\_E\\_TRANSPORTES\\_UMA\\_DISCUSSAO\\_SOBRE\\_OS\\_MODALIS\\_DE\\_TRANSPORTE\\_EO\\_PANORAMA\\_BRASILEIRO](https://www.researchgate.net/publication/228780462_LOGISTICA_E_TRANSPORTES_UMA_DISCUSSAO_SOBRE_OS_MODALIS_DE_TRANSPORTE_EO_PANORAMA_BRASILEIRO). Acesso em: 29 jul 2021.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional** - Edições Aduaneiras Ltda. 2000. São Paulo.

SHAH, M. **Automated Visual Inspection/Detection of Railroad Track.** Orlando, Florida: [s.n.], 2010. 55 p. (8). Relatório final de projeto (University of Central Florida Contract No: BD550, RPWO #8). Disponível em: [https://ntl.bts.gov/lib/33000/33700/33758/FDOT\\_BD550-08\\_rpt.pdf](https://ntl.bts.gov/lib/33000/33700/33758/FDOT_BD550-08_rpt.pdf). Acesso em: 02 de dezembro de 2021.

SIEBERT, S., TEIZER, J. **Mobile 3d mapping for surveying earthwork using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV).** Automation in Construction, v. 41, p. 1-14, 2014.

SILVA NETO, M. (Ed.). **Planejamento de Voo e GSD.** 2015. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/planejamento-de-voo-para-grandes-areas/> Acesso em: 20 jul. 2021.

SILVA, D. C.; COSTA, G. C. **Aerofotogrametria em projetos de estradas.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010.

SILVA, D. L.. **O georreferenciamento dos bens imóveis públicos no sistema geodésico brasileiro para fins de incorporação no cadastro técnico multifinalitário: construção da regularização imobiliária dos municípios.** Revista do TCU, pag. 137, 2016.

SILVA, E. T. S. **Análise da evolução dos defeitos da via permanente da MRS para planejamento de intervenções preditivas de manutenção.** Monografia apresentada ao curso de especialização em Transporte Ferroviário de Carga do



Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON012.pdf>>. Acesso em 21 nov. 2021.

SILVA, G. O. **Avaliação geométrica do levantamento da área construída da UTFPR-DV por imagens de veículo aéreo não tripulado (VANT) utilizando câmera não-métrica**. 2016. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016. Disponível em:<[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10812/1/DV\\_COENF\\_2016\\_2\\_08.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10812/1/DV_COENF_2016_2_08.pdf)> . Acesso em: 17 nov. 2021.

SILVA, L. F. M. **Fundamentos Teórico-Experimentais Da Mecânica Dos Pavimentos Ferroviários E Esboço De Um Sistema De Gerência Aplicado À Manutenção Da Via Permanente**. 2002. 333 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SOARES, L. S. **Procedimentos para Determinação da Velocidade Máxima Autorizada**. 2006. 181 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Transporte Ferroviário de Carga, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON027.pdf>>. Acesso em: 20 julho 2021.

SOUZA, G. C. (2001). **Análise de Metodologias No Levantamento De Dados Espaciais Para Cadastro Urbano**. São Carlos, 2001, 111. P. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

STEFFLER, F. **Via permanente aplicada: guia teórico e prático**. Rio de Janeiro: Ltc, 2013.

TECH GEO. **GTR-G2**. 2021. Disponível em: <<https://www.techgeo.com.br/gtr-g2/>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

TOMMASELLI, A. M.G. **Fotogrametria Básica**, 2009. Disponível em: <[http://www.faed.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/891/introducao\\_a\\_fotogrametria.p](http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/891/introducao_a_fotogrametria.p)>. Acesso em: Acesso em: 19 de julho de 2021.

TRINDADE, E. J.. **Análise Sobre a Utilização De Dormentes de Concreto como Solução Alternativa para a Via Permanente na MRS Logística S.A**. Departamento de Ciência e Tecnologia Instituto Militar de Engenharia – Ministério da Defesa Exército Brasileiro. Curso de Especialização em Engenharia de Transporte Ferroviário de Carga. Rio de Janeiro, 2012.

VALE. **Rotinas do Inspetor De Superestrutura e Via Permanente**. 08 ago. 2011, 12 ago. 2011. 207 p. VALE. Notas de aula.

YELLA, S.; RAHMAN, A. S.; DOUGHERTY, Mark. **Pattern recognition for classifying the condition of wooden railway sleepers**. 2010 International Conference

On Multimedia Computing And Information Technology (MCIT), [S.l.], p.61-64, Mar. 2010. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/mcit.2010.5444850>. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

## **Apêndice A – Planilha de análise de dormentes**

TAG	Coordenadas		Ausência de dormente ou estado crítico	Integridade Zonas						Fendilhamento (cm)						Fixações		Esmoamento		Escorregamento	
				Esquerda			Direita			A à esquerda		B		A à direita		Esquerda	Direita				
	N	E		A	B	Z.F	A	B	Z.F	c	e	c	e	c	e						
1	718500627309844	678083773581796	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	25	0,18	74	0,12	25	0,17	Sim	Sim	Não	Não	
2	718500673814335	678084303017543	Não	✗	✗	✗	✓	✓	✓	27	0,16	0	0	24	0,14	Sim	Sim	Sim	Sim		
3	718500708156113	678084610662638	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
4	718500753229697	6780851043257	Crítico	⚠																	
5	718500794726012	678085519288852	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	14	0,13	Sim	Sim	Não	Não		
6	718500836222328	678085991488302	Sim	✗																	
7	718500874856828	67808639214238	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	31	0,16	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
8	718500922076773	678086907269053	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	36,64	1,42	0	0	26,11	1,93	Sim	Sim	Não	Não		
9	718500957849459	678087193450537	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33,59	1,5	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
10	718500993622144	678087622722764	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33,03	1,4	0	0	31,19	1,95	Sim	Sim	Não	Não		
11	718501042272997	678088180776659	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	22,6	1,47	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
12	718501070891145	678088438339995	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	34,34	1,85	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não		
13	718501103802016	678088853303148	Não	✗	✗	✗	✓	✓	✗	40,2	8,45	77,6	2,5	43,95	1,44	Sim	Não	Não	Não		
14	718501141005609	678089325502597	Sim	✗																	
15	718501169623757	67808974046575	Não	✗	✓	✓	✓	✓	✓	37	1,58	0	0	23,15	2,25	Sim	Não	Sim	Não		
16	718501196810998	678090069574458	Não	✗	✗	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Não	Não	Não	Não		
17	71850125118548	67809031282872	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	32,33	1,8	56,45	1,95	14,37	2,05	Sim	Sim	Não	Não		
18	718501288389073	678090770719096	Não	✗	✗	✗	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não		
19	718501321299944	678091271536693	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	27,65	3,5	Sim	Sim	Sim	Não		
20	718501367088982	678091486172805	Não	✗	✓	✓	✗	✓	✓	33,59	5,04	0	0	26,85	1,3	Sim	Sim	Não	Não		
21	718501417170742	67809207284485	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
22	718501447219797	678092430571707	Não	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0	0	53,93	2,3	19,8	1,9	Sim	Sim	Sim	Não		
23	718501467252501	678092759680412	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✗	24,1	2	0	0	34,5	1,3	Sim	Não	Não	Não		
24	718501523057891	67809328911616	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não		
25	718501567416021	678093661152089	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	8,55	1,4	Sim	Sim	Não	Não		
26	718501610343244	678094061806168	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	30,4	1,8	0	0	26,2	1,6	Sim	Sim	Não	Não		
27	718501643254115	678094591241915	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	29,9	3,9	0	0	35,15	1,15	Sim	Sim	Não	Não		
28	718501686181337	678094920350622	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33	1,1	0	0	14,85	1,6	Sim	Sim	Não	Não		
29	718501726246745	678095406859145	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	37,57	1,4	Sim	Sim	Não	Não		
30	718501776328505	678095836131372	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	11	1,8	0	0	24,2	1,3	Sim	Sim	Não	Não		
31	718501813532098	678096408494342	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	31,9	1,8	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
32	718501850735691	678096751912123	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
33	718501875061117	678097095329905	Crítico	⚠																	
34	718501907971988	678097495983983	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	38,5	3	0	0	23,9	2,1	Sim	Sim	Não	Não		
35	71850195662284	678097810783616	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	36,5	1	66,6	2,3	31,6	2,9	Não	Sim	Não	Não		
36	718501986671896	67809812558325	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	35,13	1,6	0	0	23,7	1,6	Sim	Sim	Não	Não		
37	718502029599119	67809856916455	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
38	718502066802712	678098998436778	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
39	71850210686812	678099399090856	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	39,7	1,5	0	0	24,9	2	Sim	Sim	Não	Não		
40	718502155518972	67809988559938	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não		
41	718502204169824	678100457962349	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
42	718502238511602	678100930161799	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
43	718502268560658	678101330815876	Sim	✗																	
44	718502307195159	678101788706253	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não		
45	718502345829659	678102060578663	Não	✗	✓	✓	✗	✓	✓	35,45	3,06	75,42	2,25	31,9	2,05	Não	Não	Não	Não		
46	718502393049604	678102475541816	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
47	718502438838642	678103004977562	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
48	718502474611327	678103405631641	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	29,15	2,18	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não		
49	718502518969457	678103763358497	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	30	2,3	0	0	33,15	3,34	Sim	Sim	Não	Não		







156	718506558063386	678146976762674	Não									29,3		0,8		49,9		1		33,3		0,6		Sim		Sim			Não		Não			
157	718506621023313	678147448962124	Não									0		0		0		0		8,9		0,8		Sim		Sim			Não		Não			
158	718506646779647	678147742298146	Não									0		0		54		0,8		0		0		Sim		Sim			Não		Não			
159	718506684698693	67814817872491	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Sim		Não			
160	718506708308666	678148615151674	Não									17,6		1,2		0		0		0		0		Não		Sim			Não		Não			
161	718506751235889	678148994342141	Sim																															
162	718506776276769	678149323450848	Crítico																															
163	718506807041278	678149566705111	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Sim			
164	718506837090334	678149967359189	Sim																															
165	718506876619151	678150267849747	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
166	718506908099115	678150618422066	Não									0		0		0		0		25,4		4,7		Sim		Sim			Sim		Sim		Não	
167	718506946018162	678150954685311	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
168	718506972489949	678151269484944	Sim																															
169	718506998961736	678151562820966	Não									27,6		1,1		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
170	718507029010792	678151806075228	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
171	718507066214385	678152271120141	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
172	718507114149784	67815272185598	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
173	718507143483386	678153050964688	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
174	71850718855697	678153473082378	Não									26,5		5,6		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
175	718507220036933	678153995363588	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Sim		Não		Não	
176	718507266541425	678154267235999	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
177	718507298021388	678154574881096	Não									27,5		0,8		0		0		17,9		1,3		Sim		Sim			Não		Não		Não	
178	718507335224981	678155018462396	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Sim		Sim		Não	
179	718507381014019	67815538334379	Não									0		0		0		0		13,4		1,2		Sim		Sim			Sim		Não		Não	
180	71850740820126	6781558554324	Crítico																															
181	718507465437557	678156384978986	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
182	718507510511141	678156814251214	Não									30		3,4		0		0		27		1,1		Sim		Não			Não		Não		Não	
183	718507552007456	678157436695944	Não									31,9		0,6		77,4		0,8		25,7		0,7		Sim		Sim			Não		Não		Não	
184	718507609243753	678158044831599	Não									28,1		1,2		72,3		0,9		26,7		0,7		Sim		Sim			Não		Não		Não	
185	718507629276457	678158352476696	Não									0		0		0		0		0		0		Não		Sim			Não		Não		Não	
186	718507698675467	678158831830682	Não									43		7		0		0		0		0		Sim		Sim			Sim		Não		Não	
187	718507734448153	678159368420967	Não									20,6		2		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
188	71850777375375	67815988354764	Não									23,5		2,1		0		0		30,4		1,1		Sim		Sim			Não		Não		Não	
189	718507813863515	67816030566533	Não									21,8		0,5		0		0		12		0,7		Sim		Sim			Não		Não		Não	
190	718507856075284	678160720628483	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Sim		Não		Não	
191	718507895425238	678161056891727	Não									0		0		88		1,8		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
192	718507940498822	67816152193664	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
193	71850798056423	678161851045348	Não									0		0		0		0		0		0		Sim		Sim			Não		Não		Não	
194	718508004889656	678162187308593																																

209	718508571171269	678168397446816	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	37,4	3	28,2	0,1	Sim	Sim	Não	Não	
210	71850861767576	678168604928392	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0,00	Sim	Sim	Não	Não	
211	718508660602983	678168976964323	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0,00	Não	Sim	Sim	Sim	
212	718508687790224	678169363309327	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26,0	0,05	22,5	0,07	27	0,9	Sim	Sim	Não	Não	
213	718508724278363	678169842663314	Não	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	0,0	0	Sem				Não	Não	Não	Sim	
214	71850876219741	678170336326376	Sim	✗														✗	✗	Não	Sim
215	718508797254642	678170622507861	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	18,6	0,07	Sim	Sim	Não	Não	
216	718508823010975	678170951616568	Não	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	0,0		27,4	2	33,2	0,08	Sim	Sim	Não	Não	
217	718508852344578	678171173407219	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	31,2	2,6	0	0	32,6	0,8	Não	Não	Não	Não	
218	718508889548171	678171674224817	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	31,1	1,9	0	0	31,2	0,1	Sim	Sim	Não	Não	
219	71850893175994	67817228951501	Sim	✗																	
220	718508959662634	678172590005569	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
221	718508996866228	678172933423352	Crítico	⚠																	
222	718509041224358	678173419931876	Sim	✗																	
223	718509079858858	678173691804285	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	35,7	0,9	42,7	0,5	19,5	0,12	Sim	Sim	Não	Não	
224	718509102037923	678173892131325	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
225	718509142818785	678174371485312	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	23,8	0,16	Sim	Sim	Não	Não	
226	718509182884193	678174722057631	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	29,4	0,14	51,4	2,1	20,7	0,1	Sim	Sim	Não	Não	
227	718509217225971	678175165638933	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	25,9	0,12	Sim	Sim	Não	Não	
228	718509249421388	678175573447549	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	25,3	0,15	Não	Sim	Não	Sim	
229	718509273031361	678175981256165	Não	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓								✗			
230	718509316674037	678176288901262	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Sim	
231	718509343861278	678176546464598	Crítico	⚠																	
232	718509368902158	678176775409786	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19,7	0,6	0	0	15,4	0,1	Sim	Sim	Não	Não	
233	718509399666668	67817726191831	Sim	✗																	
234	718509434008446	678177483708961	Crítico	⚠																	
235	718509456902965	678177712654149	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26,9	0,1	0,34	0,2	6	1,6	Sim	Não	Não	Não	
236	718509496252919	678178220626285	Crítico	⚠																	
237	718509544903771	678178614125827	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33,3	1,2	0	0	31,2	0,8	Sim	Sim	Não	Não	
238	718509579245549	678178907461848	Não	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0,0	0	51,4	0,3	19,2	0,9	Sim	Sim	Não	Não	
239	718509610010059	678179422588521	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	34,7	0,5	36,1	1	Sim	Sim	Não	Sim	
240	71850965079092	678179959178805	Não	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	12,9	0,17	Sim	Sim	Sim	Não	
241	718509704449949	678180324060199	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
242	718509743799903	678180746177889	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	30,4	0,12	22,2	0,18	21,3	0,3	Sim	Sim	Não	Sim	
243	71850978171895	67818134000447	Sim	✗																	
244	718509818922543	678181633340492	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
245	71850987615884	678182127003553	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,0	1	1	1	1	1	Sim	Sim	Não	Não	
246	718509916939702	678182613512078	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26,2	0,19	0	0	13,1	0,14	Sim	Sim	Não	Não	
247	718509954143295	678183135793288	Não	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Não	Não	Sim	Sim	
248	718509994924156	678183450592921	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	12,3	0,14	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
249	718510042144101	67818395141052	Crítico	⚠																	
250	718510086502231	678184352064598	Crítico	⚠																	
251	718510123705824	678184781336825	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14,3	0,12	0	0	10,4	0,11	Sim	Sim	Não	Não	
252	718510161624871	678185253536276	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14,4	0,1	39,9	0,12	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
253	718510231739335	678185983299062	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	88,5	0,16	28,4	0,1	Sim	Sim	Não	Sim	
254	718510284682909	678186383953142	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	71,8	0,13	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
255	718510315447419	678186856152591	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14,1	0,18	57,1	0,13	24,2	9,7	Sim	Sim	Não	Não	
256	71851034835829	67818720672491	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26,2	0,22	85	0,11	36,7	0,12	Sim	Sim	Não	Sim	
257	718510379122799	678187643151675	Crítico	⚠																	
258	718510459969069	678188093887514	Crítico	⚠																	
259	71851048250586	678188551777889	Não	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0,0	0	19,7	1,9	0	0	Sim	Sim	Não	Não	
260	71851053258762	678188988204654	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	38,1	0,7	53,5	4,3	24,6	8	Sim	Sim	Sim	Não	
261	71851056335213	678189367395121	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	9,6	0,12	Sim	Sim	Não	Não	

262	718510602702084	678189889676331	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	86,8	0,43	29,5	2,1	Sim	Sim	Sim	Não	Não
263	718510650637483	678190404803004	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
264	718510692849252	678190791148008	Sim	✗																	
265	718510732199206	67819123472931	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33,0	0,1	0	0	29,8	1,7	Sim	Sim	Sim	Não	Não
266	718510778703697	678191914410337	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14,3	0,12	0	0	10,4	0,11	Sim	Sim	Sim	Não	Não
267	718510820200013	678192114737376	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
268	718510848102707	678192558318677	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
269	718510870997226	678193180763407	Sim	✗																	
270	718510940396236	678193517026652	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	0,0	0	48,6	1,6	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
271	718510977599829	678193881908045	Crítico	⚠																	
272	718511012657061	678194282562124	Sim	✗																	
273	718511043421571	678194597361757	Crítico	⚠																	
274	718511067031543	678194919315928	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
275	718511102804229	67819516257019	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	33,2	1,9	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
276	718511132137831	678195770705845	Sim	✗																	
277	71851118007323	678195963878348	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	30,0	2,2	0	0	27,1	2,1	Sim	Sim	Sim	Não	Não
278	718511212984101	678196278677981	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	62,2	3,4	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
279	718511248756786	678196886813637	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	1	63,2	4,4	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
280	718511296692185	678197087140676	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
281	718511325310333	678197466331144	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
282	718511364660288	678197917066982	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	81	2,4	0	0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
283	718511410449325	67819824617569	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
284	718511441929288	678198689756992	Crítico	⚠																	
285	718511483425604	678199262119961	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	40,1	3,9	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
286	718511534938271	678199684237652	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9,1	0,1	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
287	718511567133688	678200142128027	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33,0	2	74,9	0,4	26,9	0,2	Sim	Sim	Sim	Não	Não
288	718511608630004	67820080749998	Não	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Não	✗	Sim	Não	Não
289	718511670874477	678201065063316	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	14,7	0,8	Sim	Sim	Sim	Não	Não
290	718511700208079	678201587344526	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	21,7	0,17	Sim	Sim	Sim	Não	Não
291	718511739558033	678201880680548	Crítico	⚠																	
292	718511764598913	678202166862033	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12,1	0,1	0	0	27,9	1,3	Sim	Sim	Sim	Não	Não
293	718511808957043	678202724915929	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	32,8	2,1	64,2	2	22,1	0,3	Sim	Sim	Sim	Não	sim
294	718511843298821	678202982479265	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	35,1	0,12	90,7	0,15	23,4	3,3	Sim	Sim	Sim	Não	Não
295	718511879786961	678203483296864	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	40,2	0,1	83,8	0,7	23,4	3,3	Não	✗	Não	Não	Não
296	718511922714183	67820394118724	Sim	✗																	
297	718511968503221	678204348995856	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
298	718512007853175	678204756804471	Crítico	⚠																	
299	718512045772222	67820520754031	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
300	71851207439037	678205608194389	Crítico	⚠																	
301	71851212447213	678205944457634	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	22,0	0,17	47,11	0,18	25,4	0,2	Não	✗	Não	Não	Não
302	718512160960269	678206445275232	Não	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Não	✗	Não	Não	Não
303	718512204602946	678206874547459	Não	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Não	✗	Não	Sim	Não
304	718512236798363	678207260892464	Não	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
305	718512268278326	678207547073949	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	31,6	0,12	21,3	0,3	30	0,17	Sim	Sim	Sim	Não	Não
306	718512321937355	67820809081877	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19,2	0,22	0,66	0,19	31,5	0,19	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
307	718512349840049	678208684645351	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não	Não
308	718512416377245	67820918546295	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
309	718512454296291	678209564653417	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
310	718512487922616	678209972462034	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
311	71851252727257	678210458970558	Não	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	68,1	3	7	1	Sim	Sim	Sim	Não	Não
312	718512556606172	678210766615655	Não	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	0,0	2	2	2	2	2	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
313	718512593809765	678211131497047	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	21,3	2,2	44,1	0,6	28,6	0,11	Sim	Sim	Sim	Não	Não
314	718512648184248	67821169670548	Não	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	Não	✗	Não	Sim	Sim

315	718512698981461	67821206874141	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	17,8	0,5	Sim	Sim	Não	Não
316	718512733323239	678212533786324	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	27,4	0,5	Não	Não	Não	Não
317	71851277195774	678212963058551	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
318	718512813454055	67821336371263	Não	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Não	Não	Não	Não
319	718512848511287	67821388599384	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Não	Não	Não	Não
320	718512902885769	678214401120513	Crítico	⚠																	
321	71851293007301	678214723074683	Não	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	0,0	0	31,4	4,5	0	0	0	Não	Sim	Não	Não
322	718512970138418	678215152346911	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	23,2	0,5	0	0	0	0	0	Sim	Não	Não	Não
323	718513021651085	678215739018955	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	18,2	0,1	39,2	0,1	20,3	0,1	0	Não	Sim	Não	Não
324	718513071732845	678216340000073	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16,8	0,1	43,2	0,1	14,2	0,1	0	Não	Sim	Não	Não
325	718513121814605	678216898053969	Sim	✗																	
326	718513159018198	678217348789807	Não	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	36,1	0,8	17,4	0,1	0	Não	Sim	Não	Não
327	718513216254495	678217842452869	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Não	Não	Não	Sim
328	718513265620801	678218321806856	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	18,7	0,1	0	0	29,3	0,7	0	Sim	Sim	Não	Sim
329	718513302108941	678218600833804	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	18,9	3,5	0	0	33,3	0,2	0	Não	Não	Não	Não
330	71851336450719	678218994333346	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	28,8	5	0	Sim	Sim	Sim	Não
331	718513370792497	678219337751127	Crítico	⚠																	
332	718513405134275	678219831414189	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	32,8	1,4	0	Sim	Sim	Sim	Não
333	718513472386924	678220561176975	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	33,3	2,2	0	Não	Sim	Não	Sim
334	718513533915943	678221047685499	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	13,3	0,3	0	Sim	Sim	Não	Não
335	71851357755862	678221620048469	Sim	✗																	
336	718513621201297	678221984929862	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26,1	2,2	0	0	27,1	1,2	0	Sim	Sim	Não	Não
337	718513637656732	678222385583941	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Não	Não	Não
338	718513693462121	678223043801356	Sim	✗																	
339	718513750698418	678223580391641	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	29,4	5	0	Não	Sim	Não	Sim
340	718513784324743	678223981045719	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
341	718513819381975	678224317308964	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Não	Não	Sim	Não
342	718513848000123	678224603490449	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
343	718513882341901	678224961217305	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	34,2	1,3	0	0	34,1	1	0	Sim	Sim	Não	Não
344	71851393600093	67822571959824	Crítico	⚠																	
345	718513968196347	678225905616205	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	34,6	1,2	0	0	22,2	0,2	0	Sim	Sim	Não	Não
346	718513998245403	678226299115747	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	34,1	0,1	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
347	718514033302635	678226685460752	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	0,0	0	38,2	0,5	43,2	5	0	Sim	Não	Não	Não
348	718514079091672	678227143351127	Sim	✗																	
349	718514128457978	678227479614372	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não
350	718514157076127	678227994741045	Crítico	⚠																	
351	718514205726979	678228509867717	Crítico	⚠																	
352	718514252946924	678228838976425	Crítico	⚠																	
353	718514289435064	678229268248652	Não	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Não	Sim	Sim	Não
354	718514329500471	678229704675417	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
355	71851437171224	678230241265702	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26,5	0,1	0	0	33,4	0,1	0	Sim	Sim	Não	Não
356	718514406054019	678230627610706	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	27,2	0,5	0	Sim	Sim	Não	Não
357	718514449696695	678230999646636	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
358	718514482607566	678231507618772	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Não	Não	Não
359	718514526965696	678231979818222	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
360	718514582771086	678232566490265	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16,7	1,8	56,5	1,7	32,4	0,9	0	Não	Não	Não	Não
361	718514620690132	678232952835271	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	18,4	0,8	0	Não	Sim	Não	Não
362	71851465288555	678233332025738	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	27,2	1,1	0	Sim	Sim	Não	Não
363	718514700820948	678233804225188	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	17,7	1,9	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
364	718514745179078	67823419772473	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26,2	2,2	0	0	24,3	3,8	0	Não	Sim	Não	Sim
365	718514803846283	678234748624089	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	0	0	0	Não	Não	Não	Sim
366	7185148360417	678235134969093	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,0	0	0	0	19	1,1	0	Sim	Sim	Não	Sim
367	718514867521663	678235542777709	Não	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	0	0	26,91	7,85	0	0	0	Não	Sim	Sim	Não



368	718514901863441	678235921968176	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	28,84	1,1	Sim	Sim	Não	Não
369	71851495552247	678236587340129	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	81,73	1,1	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
370	718514993441516	678236873521614	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	29,62	2,15	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
371	718515021344211	67823718116671	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Sim
372	718515082873231	678237767838754	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	38,8	3,24	0	0	0	18,96	3,29	Não	Não	Sim	Não
373	718515127946815	678238333047187	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	32,18	1,27	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
374	71851517516676	678238841019323	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	43,64	1,1	Sim	Sim	Não	Não
375	71851520807763	67823927029155	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
376	718515259590298	678239663791091	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	34,7	1,66	0	0	0	19,86	1,28	Sim	Sim	Não	Sim
377	7185152889239	678239992899799	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
378	718515323981132	678240343472119	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	36,84	2	71	1,48	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
379	718515353314734	678240672580826	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
380	718515406973762	678241216325647	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
381	718515439884633	678241602670652	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Não	Sim	Não
382	718515478519133	678241981861119	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não
383	718515530031801	678242511296867	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	34,91	8,3	79,69	2,08	0	0	0	Não	Sim	Sim	Não
384	718515568666301	678242861869185	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	31,27	1,96	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
385	718515602292626	678243262523264	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
386	718515645219848	678243734722715	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	25,44	1,97	Sim	Sim	Não	Não
387	718515681707988	678244092449571	Não	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	28,19	2,4	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não
388	718515718911581	678244507412724	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
389	718515771855156	678245086930231	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	15,19	1,7	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não
390	718515810489656	678245430348013	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Não	Não	Não	Não
391	718515840538712	678245766611257	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
392	71851588632775	678246324665153	Sim	✗																	
393	718515933547695	678246560764878	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
394	718515959304028	678247004346179	Crítico	⚠																	
395	718515987922177	678247333454887	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
396	718516028703038	678247963054154	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
397	718516071630261	678248378017307	Sim	✗																	
398	718516098817502	678248671353329	Crítico	⚠																	
399	718516147468355	67824921509815	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não
400	718516196834661	678249765997509	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
401	718516229745531	678250223887885	Sim	✗																	
402	718516281258198	678250445678534	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
403	718516310591801	678250753323632	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não
404	718516344933579	678251239832156	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Sim	Não
405	718516376413542	678251733495217	Crítico	⚠																	
406	718516417909858	678252062603925	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
407	718516448674367	678252377403558	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
408	718516487308868	67825299848288	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
409	718516533097905	678253278875235	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
410	718516567439684	678253836929131	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
411	718516613228721	678254130265153	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
412	718516657586851	678254402137564	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
413	718516699083167	678255003118682	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
414	718516731278584	678255410927298	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não
415	718516757034917	678255711417857	Não	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	Sim	Sim	Não	Não