

**INSTITUTO FEDERAL**

Paraíba

Campus João Pessoa

**INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA**

**UNIDADE ACADÊMICA DE CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS**

**CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**LEOMIM ANTÔNIO BATISTA BEZERRA FALCÃO**

**ESTUDO DE TECNOLOGIAS PARA SOLUCIONAR A FALTA DE  
CONECTIVIDADE EM ÁREAS REMOTAS**

**JOÃO PESSOA - PB**

**2024**

**LEOMIM ANTÔNIO BATISTA BEZERRA FALCÃO**

**ESTUDO DE TECNOLOGIAS PARA SOLUCIONAR A FALTA DE  
CONECTIVIDADE EM ÁREAS REMOTAS**

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
à Coordenação do Curso Superior de Bacharelado  
em Engenharia Elétrica do Instituto Federal da  
Paraíba como parte dos requisitos necessários para  
a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

*Orientador: Prof. Dr. Franklin Martins  
Pereira Pamplona*

**JOÃO PESSOA - PB  
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

F178e	Falcão, Leomim Antônio Batista Bezerra.  Estudo de tecnologias para solucionar a falta de conectividade em áreas remotas / Leomim Antônio Batista Bezerra Falcão. - 2024. 45 f. :il. TCC (Graduação – Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica de Controle e Processos Industriais / Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica, 2024. Orientação : Prof. Dr. Franklin Martins Pereira Pamplona.  1. Conectividade. 2. Áreas remotas. 3. Internet satelital. 4. Tecnologia digital. I. Título.  CDU 004.658 (043)
-------	---

Bibliotecária responsável: Lucrecia Camilo de Lima – CRB 15/132



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**LEOMIM ANTÔNIO BATISTA BEZERRA FALCÃO**

**20181610016**

### **"ESTUDO DE TECNOLOGIAS PARA SOLUCIONAR A FALTA DE CONECTIVIDADE EM ÁREAS REMOTAS"**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Trabalho aprovado pela banca examinadora em 10 de outubro de 2024.

#### **BANCA EXAMINADORA:**

*(assinaturas eletrônicas via SUAP)*

**Dr. FRANKLIN MARTINS PEREIRA PAMPLONA**

IFPB (Orientador)

**Dr. ÁLVARO DE MEDEIROS MACIEL**

IFPB (Examinador Interno)

**Dr. GILVAN VIEIRA DE ANDRADE JUNIOR**

IFPB (Examinador Interno)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Franklin Martins Pereira Pamplona**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/10/2024 19:54:32.
- **Gilvan Vieira de Andrade Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 15/10/2024 10:11:12.
- **Alvaro de Medeiros Maciel**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/10/2024 17:00:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/10/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 618521  
Verificador: 58024e49b8  
Código de Autenticação:



Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, JOAO PESSOA / PB, CEP 58015-435  
<http://ifpb.edu.br> - (83) 3612-1200

*Dedico este trabalho a meus  
pais, Maria do Socorro e Leonardo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, expresso toda a minha gratidão aos meus pais, Leonardo e Maria do Socorro, por todo o amor, direcionamento e suporte que recebi. Os desafios e toda a abnegação para que essa jornada pudesse chegar até aqui só nós sabemos.

Agradeço também a Juliana Edelvacy, minha companheira de vida, seu apoio e amor tornaram muitas coisas possíveis e meus dias melhores.

Também gostaria de agradecer aos professores e profissionais do IFPB, em especial ao meu orientador, professor Franklin Pamplona por sempre acreditar no meu potencial e se colocar como uma figura de facilitação nessas etapas finais do curso. Para mim o senhor é exemplo de profissionalismo e humanidade na docência.

Por fim, eu não poderia deixar de agradecer aos meus amigos Daniel Sarmiento, Iury Ursulino, Gemison Alves, Mickael Yoshua, Igor Stefan e Rafael Cavalcante por me ajudarem tanto enquanto profissional, mas principalmente enquanto pessoa.

Muito obrigado.

## RESUMO

É essencial buscar alternativas inovadoras que permitam solucionar os problemas de baixa cobertura de banda larga em áreas rurais, visando aumentar a agilidade, a segurança dos processos e a redução de perdas no setor agrícola que cada vez se torna mais competitivo economicamente e atento a questões ambientais. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta um estudo de viabilidade das funcionalidades da internet satelital, drones e a OppNet – tecnologias que não necessitam de alterações na infraestrutura terrestre ou mecânica de veículos agrícolas e, portanto, são potenciais soluções para suprir as necessidades do problema proposto. A OppNet se baseia na junção de vários dispositivos que são nomeados de nós, que irão trocar informações de forma assíncrona quando entram em contato independente da área que estão. Essa troca de informação possui uma abordagem conhecida como armazena-carrega-encaminha. O uso de drones, que tem como uma de suas principais características a adaptabilidade, é avaliado como repetidor de sinal para amparar a comunicação remota entre as máquinas agrícolas. De acordo com os estudos realizados durante esse trabalho, concluímos que a tecnologia ideal para solucionar a falta de conectividade em áreas remotas e, assim, a frota de caminhões da empresa em questão receber conexão, é a satelital. Para implantação dessa tecnologia, torna-se necessária a realização de um período teste de utilização e manejo dos equipamentos para possibilitar análises e adequações aos objetivos propostos.

**Palavras-chave:** Conectividade, Áreas Remotas, Internet Satelital.

## **ABSTRACT**

It is essential to look for innovative alternatives to solve the problems of low broadband coverage in rural areas, in order to increase agility, process safety and reduce losses in the agricultural sector, which is becoming increasingly competitive economically and attentive to environmental issues. In this sense, this paper presents a feasibility study of the functionalities of satellite internet, drones and OppNet - technologies that do not require changes to the ground infrastructure or mechanics of agricultural vehicles and are therefore potential solutions to meet the needs of the proposed problem. OppNet is based on bringing together several devices called nodes, which will exchange information asynchronously when they come into contact, regardless of the area they are in. This exchange of information has an approach known as store-and-forward. The use of drones, one of whose main characteristics is adaptability, is evaluated as a signal repeater to support remote communication between agricultural machines. According to the studies carried out during this work, we concluded that the ideal technology to solve the lack of connectivity in remote areas and thus connect the company's fleet of trucks is satellite. In order to implement this technology, it is necessary to carry out a test period of using and handling the equipment so that it can be analyzed and adapted to the proposed objectives.

**Keywords:** Connectivity, Remote Areas, Satellite Internet.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Faixas de velocidade no Brasil e rota de fibra do backbone (Mbps).....	13
<b>Figura 2</b> – Número de estabelecimentos em áreas rurais, com conectividade. ....	14
<b>Figura 3</b> – Investimentos em Startups voltadas ao Agronegócio. ....	16
<b>Figura 4</b> – Drone DJI Matrice 350 RTK. ....	19
<b>Figura 5</b> – BGAN Explorer 323. ....	21
<b>Figura 6</b> – Iridium GO! Exec. ....	22
<b>Figura 7</b> – InReach Mini. ....	23
<b>Figura 8</b> – Antena Starlink, modelo Alto Desempenho Plano. ....	25
<b>Figura 9</b> – Antena Starlink, modelo Padrão Auto Direcionável.....	26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Orçamento da montagem do drone.....	20
<b>Tabela 2</b> – Orçamento de dispositivos de Internet Satelital .....	27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ANATEL</b>	Agência Nacional de Telecomunicações
<b>BO</b>	Baixa Órbita
<b>Embrapa</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>ESG</b>	Environmental, Social and Governance
<b>GEO</b>	Geostationary equatorial orbit
<b>GB</b>	Gigabyte
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>H</b>	Horas
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IPEA</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
<b>IoT</b>	Internet das Coisas
<b>Kbp/s</b>	Kilobits por segundo
<b>LEO</b>	Low Earth Orbit
<b>MEO</b>	Medium earth orbit
<b>Mbp/s</b>	Megabits por segundo
<b>Ms</b>	Milissegundo
<b>OppNet</b>	Opportunistic Networks
<b>IP</b>	Protocolo de Internet
<b>Km</b>	Quilômetro
<b>RTK</b>	Real Time Kinematic
<b>RX</b>	Receive Power
<b>MSS</b>	Serviços Móveis via Satélite
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>SOS</b>	Sinalização Internacional de Socorro ou Emergência
<b>TX</b>	Transmit Power
<b>VANT</b>	Veículo Aéreo Não Tripulado
<b>Wi-Fi</b>	Wireless Fidelity

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 MOTIVAÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	13
1.2 OBJETIVO GERAL .....	16
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2 LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES</b> .....	<b>18</b>
2.1 LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES .....	18
<b>2.1.1 Conexão Auxiliada por Drone</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.1.1 Orçamento levantado</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.2 Conexão por Internet via Satélite</b> .....	<b>20</b>
2.1.2.1 BGAN Explorer 323 .....	21
2.1.2.2 Iridium GO! Exec .....	22
2.1.2.3 InReach Mini .....	23
2.1.2.4 Starlink.....	24
2.1.2.5 Orçamento levantado .....	26
<b>2.1.3 Conexão por Comunicação Oportunista</b> .....	<b>27</b>
<b>3 ANÁLISE COMPARATIVA DAS SOLUÇÕES</b> .....	<b>29</b>
3.1 SOLUÇÕES DA GLOBALSAT GROUP.....	29
<b>3.1.1 Sobre o Inreach Mini</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1.2 Sobre o Iridium Go! Exec</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1.3 Sobre o BGAN Explorer 323</b> .....	<b>31</b>
3.2 SOLUÇÕES DA STARLINK .....	31
<b>4 PROPOSIÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO</b> .....	<b>33</b>
4.1 ROADMAP PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES .....	33
4.2 PERÍODO DE TESTES.....	35
4.3 MONITORAMENTO E CONTROLE.....	35
<b>4.3.1 Porcentagem de caminhões conectados</b> .....	<b>36</b>
<b>4.3.2 Total de horas conectadas</b> .....	<b>36</b>

<b>4.3.3</b>	<b>Número de incidentes ocorridos.....</b>	<b>36</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Feedback .....</b>	<b>36</b>
4.4	GESTÃO DE RISCOS .....	37
4.5	AVALIAÇÃO E REVISÃO .....	38
4.6	MELHORIA CONTÍNUA .....	39
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Agricultura 4.0 pode ser caracterizada como uma produção agrícola mais digitalizada, baseada em tecnologia avançada e conectividade em todos os elos da cadeia produtiva (pré-produção, produção e pós-produção) (EMBRAPA, 2023).

Seu objetivo é garantir a segurança alimentar, a segurança dos alimentos e a sustentabilidade e para que ela seja implementada, é necessário que a infraestrutura de rede no campo seja expandida.

Dados do último Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizado em 2017 são preocupantes, indicando baixa cobertura de banda larga em áreas rurais. Essa carência tecnológica em áreas remotas acarreta em diversos problemas para empresas que atuam nessas regiões e para pessoas que ocupam esses espaços em seu cotidiano.

É essencial buscar alternativas inovadoras que permitam conectar essas operações, visando aumentar a agilidade, a segurança dos processos e a redução de perdas. Isso está alinhado com os objetivos de longo prazo de grandes empresas do ramo automotivo e com a tendência do mercado, que busca cada vez mais a otimização por meio da tecnologia, especialmente no setor agrícola que cada vez se torna mais competitivo economicamente e atento a questões ambientais (BOLFE, 2020).

Para contribuir com os objetivos, um estudo de viabilidade será confeccionado destrinchando as funcionalidades da internet satelital, drones e a OppNet, todas não necessitam de alterações na infraestrutura terrestre ou mecânica dos veículos e conseguem suprir as necessidades do nosso problema, sendo esse o escopo do projeto.

Os satélites LEO ou BO (baixa órbita), serão aqueles que trabalharemos, uma vez que sua função converge com o escopo do trabalho. Aproveitando a infraestrutura que algumas empresas, como a Iridium, Inmarsat e Starlink, já disponibilizam, aliada à baixa latência característica dos satélites BO, criara-se o cenário mais próximo do ideal que se pode alcançar atualmente, a fim de obter uma solução que seja compatível com os anseios do mercado.

A OppNet se baseia na junção de vários dispositivos que são conhecidos por nós, que irão trocar informações de forma assíncrona quando entram em contato independente da área que estão. Essa troca de informação possui uma abordagem conhecida como armazena-carrega-encaminha, o nó que pretende enviar uma mensagem a armazena e tenta repassá-la quando houver contato com outro nó.

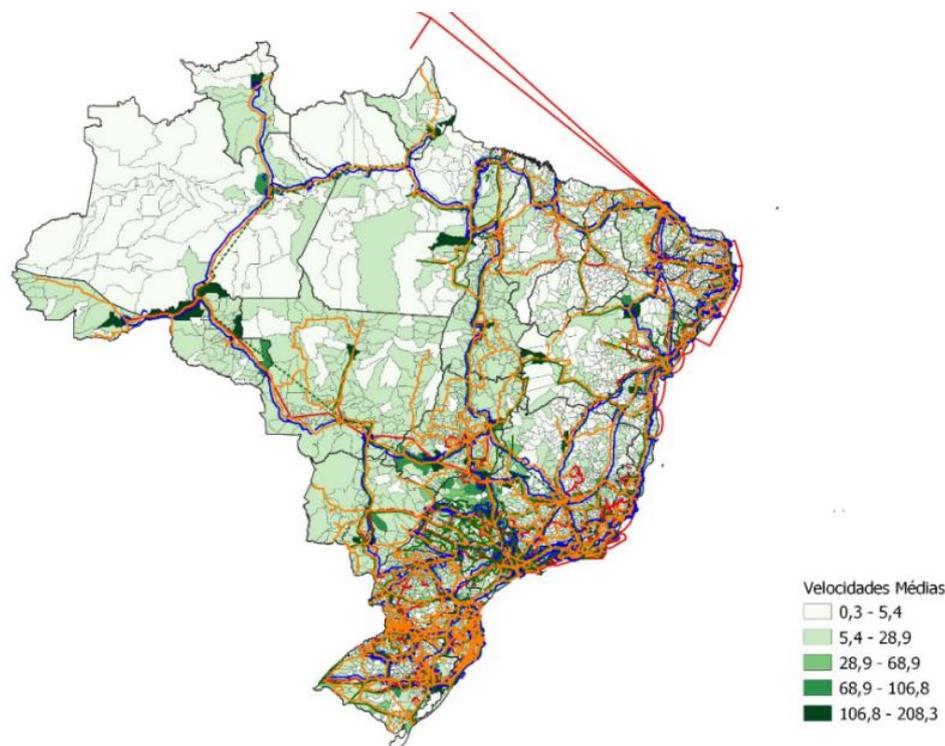
Por último os drones nos quais uma de suas principais características é a adaptabilidade, com sua variedade de modelos várias funcionalidades podem ser adicionadas, dois exemplos seriam o repetidor de sinal que conseguiria amparar os caminhoneiros e para simplificar o controle do drone a configuração de voo programada.

### 1.1 MOTIVAÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

O problema de conectividade abordado nesse trabalho é de fato consequência de uma série de fatores com diferentes naturezas características de áreas remotas rurais.

O principal impacto para as empresas agrícolas que atuam nesse cenário é no mapeamento e monitoramento dos seus processos. Os pontos de coleta da matéria prima utilizada nos produtos confeccionados pelas empresas se encontram em áreas mais afastadas dos centros urbanos e por consequência carentes de infraestrutura de rede tradicional sendo essa a realidade da maioria dos pontos de coleta de matéria prima ou operações de cunho agropecuário (ANATEL, 2023), como pode-se inferir na Figura 1.

**Figura 1** – Faixas de velocidade no Brasil e rota de fibra do backbone (Mbps).

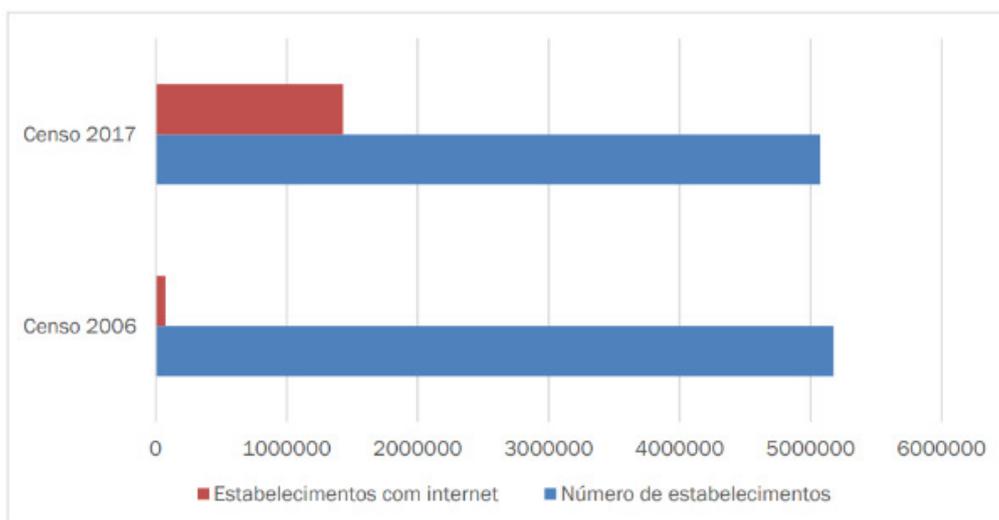


Fonte: ANATEL (2023).

Essa carência tecnológica em áreas remotas acarreta diversos problemas para empresas que atuam nessas regiões e também para as pessoas que ocupam esses espaços em seu cotidiano (BOLFE,2020).

Dados do último Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) apontam uma melhoria na questão da cobertura de internet nos estabelecimentos rurais, contudo, ainda são números muito baixos, como ilustrado na Figura 2, indicando baixa cobertura de banda larga em áreas rurais.

**Figura 2** – Número de estabelecimentos em áreas rurais, com conectividade.



Fonte: IBGE (2017).

Nessa conjuntura, as telecomunicações surgiram como um dos principais propulsores de mudanças nos âmbitos econômicos e sociais, num contexto mundial de intenso crescimento e de uma maior necessidade de informação e conhecimento, contexto esse que o Brasil precisa desempenhar um papel fundamental enquanto protagonista.

Investimentos nos serviços de telecomunicações representam a engrenagem de vários setores da economia, que auxiliam no desenvolvimento social e atraem grandes somas de investimentos nacionais e estrangeiros, além de possibilitar a geração de múltiplas oportunidades de emprego em diversos segmentos.

Esse investimento na ampliação de acesso à internet, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), tem impacto positivo comprovado no desenvolvimento econômico (CARVALHO, MENDONÇA E SILVA, 2017), tese corroborada por diversos outros estudos inclusive no exterior (Czernich et al.,2009).

A ampliação no acesso à internet em áreas rurais permitiria o setor industrial voltado para o agronegócio continuar a se manter competitivo em preços e atento também

a questões como manipulação de recursos cada vez mais importantes como: água, energia e bom uso do solo. Para essa transformação, é necessária uma evolução tecnológica substancial, conhecida como Agricultura 4.0.

As tecnologias digitais desempenham um papel crucial na tomada de decisões gerenciais, na agregação de valor, na otimização do uso de insumos e recursos naturais, na rastreabilidade e transparência do processo de produção, além de promover o aumento da rentabilidade, eficiência e competitividade nos mercados nacional e internacional.

A Agricultura 4.0 se baseia na observação, medição e conexão de máquinas, evoluindo para uma agricultura de decisão ou digital, que abrange plataformas de aprendizado de máquina e análise de dados oriundos de diversos implementos agrícolas, como sensores, drones e robôs. O uso intensivo de inteligência artificial e robôs agrícolas autônomos aponta para uma nova fase, a Agricultura 5.0 (MASSRUHÁ, 2023).

A agricultura digital implica a incorporação de tecnologias digitais em todas as etapas da cadeia de valor, proporcionando vantagens competitivas e benefícios socioambientais nas fases da Agricultura 4.0, 5.0 e em futuras ondas de progresso. Essa abordagem fundamenta-se no conteúdo digital, envolvendo a aquisição e processamento do grande volume de dados gerado em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a pré-produção até a fase de pós-produção, por meio da adoção da agricultura de precisão.

Isso abrange tecnologias de comunicação, informação e análise espacial que capacitam o produtor rural a planejar, monitorar e gerenciar as atividades operacionais e estratégicas do sistema produtivo, desde a aquisição de insumos até a comercialização da produção (BOLFE, 2020).

A incorporação de tecnologias avançadas como análise de dados, inteligência artificial, geoprocessamento e a Internet das Coisas (IoT) para digitalizar e automatizar a produção agrícola. Essas novas tecnologias aliadas a maior possibilidade de comunicação têm por objetivo mapear, automatizar e conectar digitalmente a produção do agronegócio por meio de ferramentas como análise de dados, inteligência artificial, geoprocessamento, internet das coisas, etc.

Há uma tendência nacional na maior modernização de seu setor agrícola e por consequência das empresas que atuam no meio rural, essa tendência é ilustrada na Figura 3, que estabelece o montante de capital destinado a startups com propostas de atuação no contexto do agronegócio.

**Figura 3** – Investimentos em Startups voltadas ao Agronegócio.

Fonte: EMBRAPA (2023).

Portanto, é essencial buscar alternativas inovadoras que permitam conectar essas operações, visando aumentar a agilidade, a segurança dos processos e a redução de perdas.

Isso está alinhado com os objetivos de longo prazo de empresas agrícolas e com a tendência do mercado, que busca cada vez mais a otimização por meio da tecnologia, especialmente no setor agrícola que cada vez se torna mais competitivo economicamente e atento a questões ambientais (DIAS, 2023).

Nesse contexto, propôs-se o presente trabalho, que tem o intuito de mapear as soluções técnicas (formas de conexão com a internet) capazes de sanar essa carência de conectividade em áreas rurais, levando em consideração os requisitos dos dados coletados, a premissa de ser uma conexão em tempo real e o ambiente geográfico das coletas.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar opções tecnológicas que possibilitem conectividade para as operações logísticas de frota de caminhões e máquinas agrícolas, tais como a coleta, transporte, implementação e enriquecimento da matéria-prima, em áreas rurais remotas e de difícil acesso, onde a infraestrutura de rede convencional não é suficiente, apresentando baixo índice ou ausência de conectividade.

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos do trabalho:

- Levantar soluções tecnológicas já consolidadas no mercado nacional e que não utilizem de infraestrutura física terrestre.
- Elencar a melhor opção para o fornecimento de conectividade no contexto das áreas remotas.
- Apresentar a viabilidade técnica de implementação de alguns processos: internet via satélite, internet auxiliada por drones e conexão oportunista entre veículos.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

No desenvolvimento do trabalho, Capítulo 2, é feita uma revisão bibliográfica e uma contextualização quanto ao levantamento de possíveis soluções para o problema neste trabalho abordado. Posteriormente, Capítulo 3, é realizada uma comparação entre os dispositivos da solução apontada como a mais viável para solucionar a falta de conectividade em áreas remotas, internet satelital. Nesse trecho do trabalho é levado em consideração as características desses equipamentos e sua aplicação no contexto em questão. Em seguida, no Capítulo 4, são apresentados tópicos quanto a implementação dessa tecnologia e equipamento, visando otimizar os processos iniciais de uso e adequação evitando assim maiores e possíveis complicações. O trabalho é finalizado no Capítulo 5, com o encaminhamento das conclusões e uma análise da proposta dessa pesquisa e aponta refinamentos para pesquisas similares posteriores.

## **2 LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES**

No decorrer deste Capítulo são apresentadas a análise de possíveis soluções, buscando avaliar as principais tecnologias existentes, que são condizentes com os pré-requisitos estabelecidos no escopo do trabalho, quais sejam: independência de infraestrutura terrestre, proporcionar conexão de rede e de sinal aos caminhões e máquinas agrícolas e apresentar boa interface para possibilitar aderência por parte dos possíveis funcionários.

Adicionalmente, apresentam-se as informações técnicas e gerais da utilidade, funcionamento de cada tecnologia. Por último, elencam-se as considerações sobre a viabilidade de cada solução apresentada, seleção de uma das possíveis soluções como a melhor e mais cabível levando em conta os requisitos supracitados e apresentação de orçamentos para algumas dessas soluções.

### **2.1 LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES**

Diversas tecnologias foram levadas em consideração durante a busca de possíveis soluções. Contudo, apenas algumas são compatíveis em termos de requisitos de projeto e maturidade da tecnologia no Brasil, sendo foram elencadas as seguintes opções: Conexão Auxiliada por Drone, Internet via Satélite e Comunicação Oportunista.

#### **2.1.1 CONEXÃO AUXILIADA POR DRONE**

De acordo com Jorge (2014), drone é um veículo aéreo não tripulado denominado de VANT, que possui um controle de voo recebendo comandos de várias formas, como radiofrequência, infravermelho ou podem ser configuradas de antemão definindo coordenadas GNSS (Global Navigation Satellite System).

Enquanto para Mendonça e outros (2020), drone é uma tradução da palavra inglesa “zangão” e hoje em dia é mundialmente utilizada para definir qualquer espécie de aeronave que não seja tripulada.

Uma das principais características do drone é que ele pode ser customizado de acordo com seu objetivo. Com sua variedade de modelos várias características podem ser adicionadas, por exemplo alguns podem utilizar energia cinética transformada em estática para serem reaproveitadas (GUISSONI, 2017).

A partir do supracitado um drone customizado com repetidor de sinal conseguiria amparar os caminhoneiros, e para simplificar o controle do drone uma configuração de voo programada pode ser implementada.

O Drone Matrice 350 RTK, ilustrado na Figura 4, adota o sistema de transmissão DJI O3 Enterprise, suportando transmissões ao vivo em 1080p em alta definição com canais triplos e distância máxima de transmissão de 20 km. Tanto a aeronave quanto o controle remoto possuem um sistema de transmissão com quatro antenas, capaz de selecionar de forma inteligente as duas antenas ideais para transmitir sinais, enquanto as quatro antenas recebem sinais simultaneamente.

**Figura 4** – Drone DJI Matrice 350 RTK.



Fonte: ModelismoBH (2024).

Objetivando ir ao encontro do intuito deste trabalho, alguns acessórios seriam imprescindíveis para a operação deste drone para exercer a função de repetidor de sinal. Nesse caso, uma bateria DJI matrice 350 RTK - TB65, Estação de Carga de Bateria Inteligente BS65 DJI Matrice 350 RTK e a Bateria - DJI WB37 que tem por finalidade aumentar o tempo de uso do controle do VANT.

#### 2.1.1.1 ORÇAMENTO LEVANTADO

Nessa subseção será apresentado na Tabela 1, o orçamento levantado contemplando itens fundamentais para uma execução adequada da tecnologia proposta, levando em consideração o contexto do desafio e visando trazer uma maior proximidade do investimento necessário para trazer essa solução às operações de uma empresa. Todos os custos apresentados nos orçamentos desse capítulo estão em reais e representam uma compra unitária.

**Tabela 1** – Orçamento da montagem do drone.

<b>Dispositivos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
Matrice 350 RTK	Utilizado para mapeamento em alta resolução	49.890,82
Bateria - DJI Matrice 350 RTK	Substituto da bateria base	7.558,38
Estação de carga BS65	Carregador do drone	11.491,78
Bateria - DJI WB37	Bateria para o controle	772,22
<b>Valor Total</b>		<b>62.060,50</b>

Fonte: Autoria própria.

### 2.1.2 CONEXÃO POR INTERNET VIA SATÉLITE

Os satélites artificiais são equipamentos construídos pelo ser humano com o intuito de explorar o universo. Eles são sistemas modulares capazes de orbitar a Terra e outros corpos celestes. Existem diversos tipos, com diferentes funções, como os de comunicação, de exploração, de navegação, meteorológico, militar e de observação (HALLIDAY, 2016).

Ao pensarmos em consonância com o trabalho aqui desenvolvido, a tecnologia satelital se encaixa perfeitamente no cenário estabelecido. Por ser uma área em constante evolução e com uma infraestrutura já muito bem definida, ela converge para uma ótima solução quando se trata de infraestrutura não terrestre.

O funcionamento dos satélites ocorre com a captação e envio de sinais, em ondas de rádio, que são despachados de um ponto da superfície terrestre e retransmitidos de volta para suas respectivas áreas de cobertura. “Salto” é a denominação da subida e descida desses sinais e “atraso” é o tempo necessário para um sinal percorrer esse caminho.

Segundo Long (2014), uma das principais diferenças entre os satélites GEO (alta órbita), MEO (média órbita) e LEO (baixa órbita) consiste na latência do “salto”, ou seja, o tempo que leva para o sinal ser enviado e recebido de volta. Nesse caso, os satélites LEO se destacam por ter um atraso médio inferior a 30 ms, o que permite que seu uso seja muito efetivo para serviços que necessitam de uma baixa latência, como diversos tipos de aplicações: o tráfego de voz, dados e Internet, usos em tempo real, sensoriamento remoto, etc.

Por outro lado, os satélites MEO, o atraso é de 110 a 130, ideal para conseguir grandes capacidades por ponto. Já os GEOs, o atraso é de 125 e 250 ms, sendo destinados principalmente para aplicações em uma área de grande cobertura, como o serviço de GPS.

Optou-se por estudar neste trabalho os satélites LEO. Os satélites LEO possuem áreas de cobertura variáveis no tempo, à medida que eles se movem em suas órbitas. Para que seja possível uma cobertura global utilizando satélites LEO, vários satélites são dispostos em órbitas geometricamente calculadas ao redor da Terra. Esta disposição é conhecida como constelação satelital.

Ademais, normalmente os satélites de uma constelação LEO se comunicam uns com os outros utilizando canais de comunicação, como enlaces de rádio, formando uma topologia de rede de satélites variável no tempo (MACEDO, 2010).

Aproveitando a infraestrutura que algumas empresas já disponibilizam, como a Iridium, Inmarsat e Starlink, aliada à baixa latência característica dos satélites LEO, criara-se o cenário mais próximo do ideal que se pode alcançar atualmente, a fim de obter uma solução que seja compatível com os anseios da proposta desse trabalho.

#### 2.1.2.1 BGAN EXPLORER 323

Desenvolvido para cobrir regiões remotas como plantações e estradas, o Explorer 323 (Figura 5) é um terminal BGAN via satélite que lhe permite falar e acessar a internet mesmo em áreas remotas, sendo ideal para a utilização em movimento acoplado a um veículo, por exemplo.

**Figura 5** – BGAN Explorer 323.



Fonte: Globalsat (2024).

Com o Explorer 323 é possível navegar na internet, baixando e enviando arquivos a uma velocidade de até 384 kbps com o serviço de dados padrão ou até 64kbps em banda garantida (IP Streaming). Além disso, o terminal recebe e efetua ligações de voz e envia

e recebe SMS e arquivos via Fax. O equipamento tem a proposta de ser intuitivo e de fácil utilização.

O dispositivo pode ser fornecido pela Globalsat Group que é a primeira provedora panamericana de serviço móvel por satélite (MSS). O grupo é líder no setor, fornecendo Serviços Móveis via Satélite (MSS) na América Latina desde 1999, e possui escritórios nos Estados Unidos, Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Peru, Porto Rico (Caribe) e México, além de distribuidores nas cidades mais importantes do continente.

O terminal opera por meio da Inmarsat que utiliza satélites geoestacionários, cobrindo todas as partes do globo, com exceção aos polos. A Inmarsat possui mais de 30 anos de experiência no mercado, possuindo o maior portfólio de soluções via satélite. Além disso, a Inmarsat disponibiliza aos seus clientes um aplicativo que pode fazer chamadas telefônicas a partir de um smartphone, o Explorer Connect, disponível para Android e IOS.

#### 2.1.2.2 IRIDIUM GO! EXEC

Outra possível opção seria o Iridium GO! Exec, ilustrado na Figura 6, que é um dispositivo portátil de acesso sem fio para smartphones e laptops.

**Figura 6** – Iridium GO! Exec.



Fonte: Globalsat (2024).

Alimentado pelo serviço de banda média Iridium Certus 100, permite conectividade Wi-Fi para aplicativos selecionados de mensagens, e-mail, redes sociais, clima e navegação leve na web, bem como acesso simultâneo a duas linhas de voz de alta qualidade para chamadas para amigos, família e colegas de trabalho. Pode ser fornecido pela Globalsat.

Apresenta-se como um produto leve, compacto e portátil, que pode oferecer conectividade pessoal e corporativa, combinando os recursos de um dispositivo de acesso Wi-Fi alimentado por bateria com a funcionalidade integrada de um telefone via satélite Iridium.

Os usuários podem fazer chamadas telefônicas diretamente no Iridium GO! Executando usando o alto-falante e microfone integrados ou conectando um aparelho sem fio ao dispositivo com um alcance de até 30m de seu smartphone usando o Iridium GO! Exec para chamadas telefônicas e acesso à internet. Além disso, ele apresenta compatibilidade com diversos aplicativos padrões muito utilizados, como WhatsApp, Telegram, Gmail, etc.

### 2.1.2.3 INREACH MINI

O InReach Mini, ilustrado na Figura 7, é outro dispositivo que se apresenta como uma alternativa interessante, pois, proporciona uma conexão essencial para manter o contato fora da rede.

**Figura 7 – InReach Mini.**



Fonte: Globalsat (2024).

É um comunicador via satélite do tamanho da palma da mão para uso em que tamanho e peso são importantes. Utilizando a Rede Iridium, ele mantém o usuário conectado quando os celulares convencionais não podem.

O InReach possibilita para manter a conectividade e comunicação em lugares remotos utilizando um smartphone próprio. Também é fornecido pela Globalsat.

Este aparelho opera por meio da rede Iridium que consiste em 66 satélites de baixa órbita que oferecem cobertura em todo o planeta, incluindo os polos. A Iridium possui tradição em comunicação via satélite possuindo cerca de 320 mil assinantes ao redor do globo, como o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, entre outras agências civis e governamentais em todo o mundo.

O inReach Mini, combinado com o conjunto de soluções de software específicas da EVERYWHERE, oferece as ferramentas de segurança, conectividade e produtividade para órgãos governamentais e empresas com equipes e ativos distribuídos globalmente. Assim como todas as soluções EVERYWHERE, o inReach Mini disponibiliza funções críticas de SOS e recursos de mensagens, tanto no modo independente quanto emparelhado via Bluetooth com o aplicativo EVERYWHERE para smartphone.

Através de roteamento inteligente, os usuários podem alternar perfeitamente entre celular e satélite para um serviço sempre conectado quando emparelhado com o aplicativo EVERYWHERE. Integrado ao EVERYWHERE Hub, o inReach Mini permite que os usuários se comuniquem com sua equipe em campo ou no escritório, não importa em qual lugar do planeta estejam localizados.

#### 2.1.2.4 STARLINK

Outra fornecedora de soluções tecnológicas que fornecem conexão via satélite é a Starlink, que é a primeira e maior constelação de satélites do mundo a usar uma órbita terrestre baixa para fornecer internet banda larga apta a streaming, jogos on-line, chamadas de vídeo e muito mais.

Combinando satélites avançados, equipamento de usuário e experiência em naves espaciais e operações em órbita, a Starlink oferece internet de alta velocidade e baixa latência para usuários em todo o mundo. Como a fornecedora líder mundial de serviços de lançamentos espaciais, a SpaceX é a única operadora de satélites com a capacidade de lançar seus próprios satélites conforme suas necessidades. Com lançamentos frequentes e de baixo custo, os satélites da Starlink são atualizados constantemente com as tecnologias mais recentes.

Atualmente, a Starlink disponibiliza serviços para três mercados distintos: residência, viagem e marítimo; além de oferecer sua antena em cinco modelos com características e propósitos diferentes, sendo eles o modelo Mini, Padrão, Padrão Auto Direcionável, Alto Desempenho e Alto Desempenho Plano.

Nesse trabalho são abordados os modelos: Padrão Auto Direcionável e o Alto Desempenho Plano, por estarem disponível em território nacional.

O modelo Alto Desempenho Plano, ilustrado no Figura 8, apresenta desempenho, funcionalidade e infraestrutura que são mais condizentes com os requisitos impostos nesse trabalho. Seu design aerodinâmico e suporte destinado para fixá-lo no topo de veículos, o torna o mais ideal para solucionar a questão da falta de conectividade em frota de caminhões, por exemplo.

**Figura 8** – Antena Starlink, modelo Alto Desempenho Plano.



Fonte: Starlink (2024).

Esse modelo é projetado para uso móvel e em ambientes desafiadores, com um amplo campo de visão e recursos de GPS aprimorados, possibilitando a conexão com mais satélites, e conectividade uniforme em qualquer lugar. O equipamento foi projetado para instalação permanente e é mais resistente a ambientes extremos. Atualmente, apresenta a única antena indicada para uso em movimento em países aprovados.

O modelo Padrão Auto Direcionável, ilustrado na Figura 9, tem como uma das características mais marcantes sua capacidade auto redirecionável. Isso significa que essa antena pode se ajustar automaticamente para se alinhar com os satélites Starlink em órbita baixa da Terra, garantindo uma conexão estável e de alta qualidade. Esse recurso elimina a necessidade de ajustes manuais frequentes, facilitando a experiência do usuário.

**Figura 9** – Antena Starlink, modelo Padrão Auto Direcionável.



Fonte: Starlink (2024).

Em termos de desempenho, a antena Starlink padrão oferece velocidades de download que variam entre 50 Mbps e 200 Mbps, dependendo da localização e das condições atmosféricas.

A latência é geralmente baixa, variando entre 20 ms e 40 ms, o que é ideal para atividades que exigem respostas rápidas, como videoconferências, jogos online e streaming de alta definição. A antena é projetada para operar em diversas condições climáticas, incluindo temperaturas extremas, chuva e neve, garantindo uma conectividade estável e confiável.

Em contrapartida, por ser uma antena projetada para uso em residências, ou seja, em um local fixo e imóvel, seu design não aerodinâmico se caracteriza por ser inviável para o uso em movimento, em cima de veículos, por exemplo.

#### 2.1.2.5 ORÇAMENTO LEVANTADO

Na Tabela 2 apresenta-se o orçamento da série de equipamentos de conexão por internet via satélite analisados, com intuito de fornecer informações valiosas para o posterior estudo de viabilidade econômica no escopo do trabalho.

**Tabela 2** – Orçamento de dispositivos de Internet Satelital.

<b>Dispositivos</b>	<b>Duração da Bateria</b>	<b>Largura de Banda</b>	<b>Custo</b>
BGAN Explorer 323	Ligado Diretamente	Upload: 225 Kbps/ Download: 384 Kbps	49.890,82
Iridium GO! Exec	3Hrs-36Hrs	Upload: 28 Kbps/ Download: 88 Kbps	25.688,02
Inreach mini	90Hrs	Comunicação por rede própria	6.600
Desempenho Plano	Ligado Diretamente	Upload: 25Mbps/Download: 220Mpbs	12.830
Auto Direcionável	Ligado Diretamente	Upload: 25Mbps/Download: 220Mpbs	2400

Fonte: Autoria própria.

### **2.1.3 CONEXÃO POR COMUNICAÇÃO OPORTUNISTA**

Esse tipo de rede de comunicação possui várias terminologias, dentre as quais destacam-se: DTN (Delay and Disruption Tolerant Networks), OppNet (Opportunistic Networks) e redes desafiadoras (Preshiya e Surakala, 2015).

Esse tipo de rede se baseia na junção de vários dispositivos que são nomeados de nós, que irão trocar informações de forma assíncrona quando entram em contato independente da área que estão (SOARES, 2018).

A troca de informações nessa rede depende da distância dos dispositivos, e quando a comunicação entre eles é estabelecida, um pode escolher se vai ou não carregar a informação que o outro traz com ele, e que será enviada para outro dispositivo (OLIVEIRA, 2007).

A mobilidade dos nós é influenciada pela quantidade e a qualidade do contato dos dispositivos, quanto mais dispositivos se encontrarem mais efetiva se torna a conexão, esse tipo de troca consegue suportar arquivos de áudio, bate-papo, vídeo e outros (SANTOS, 2021).

Essa troca de informação em OppNet possui uma abordagem conhecida como armazena-carrega-encaminha. O nó que pretende enviar uma mensagem armazena ela e tenta repassá-la quando houver contato com outro nó. Entretanto, essa ação depende de armazenamento e energia suficiente para que ocorra com sucesso (SANTOS, 2021).

Neste pressuposto, a implementação da OppNet seria feita nos veículos (caminhões ou máquinas agrícolas), e toda a frota transformada em nós iria possibilitar a

troca de mensagens. Cada vez que um caminhão passar por outro a informação será enviada adiante até chegar em um local que tenha sinal para que a mensagem seja captada pela central.

### 3 ANÁLISE COMPARATIVA DAS SOLUÇÕES

De acordo com o estudo realizado na confecção deste documento, tornou-se claro que a tecnologia mais eficiente e mais próxima ao ideal buscado pela proposta no trabalho, é a satelital. Sua infraestrutura já bem estabelecida, fornecedores de confiança à nível mundial, dispositivos já testados e validados, constante evolução e desenvolvimento da tecnologia, foram alguns dos fatores os quais fizeram essa ser a conclusão.

Com o objetivo de elucidar a análise das soluções, serão destrinchados os pontos elementares de cada dispositivo e fornecedores apresentado no decorrer do capítulo atual, a fim de conduzir essa comparação.

#### 3.1 SOLUÇÕES DA GLOBALSAT GROUP

A princípio, seguindo a ordem de apresentação dos fornecedores, iniciaremos com os serviços da Globalsat Group, que se destaca por ser a maior da América Latina quando se trata de comunicação satelital.

Por possuir uma sede aqui no país, no estado do Paraná, e concentrar grande parte da sua atenção no Brasil, dentre todos os outros países latinos, são pontos que devem ser valorizados quando tratamos sobre a qualidade dos serviços de suporte.

Outrossim, muitas outras grandes companhias do Brasil fazem parceria com a Globalsat Group se apresentando como cases de sucesso da empresa, como a Entidade Nacional de Eletricidade e a Neoenergia Elektro, ambas empresas de distribuição de energia elétrica de referências no setor, a Rumo Logística, uma companhia ferroviária e de logística brasileira, pertencente ao grupo do Comitê de estratégia e sustentabilidade, entre outras instituições.

Adentrando nos seus produtos, ela dispõe de 3 principais dispositivos, o BGAN Explorer 323, o Inreach Mini e o Iridium GO! Exec. Esses três, por sua vez, foram filtrados, dentre mais de 40 produtos, para atender as demandas do presente trabalho, ou seja, todos cumprem com o papel elementar de conectar o usuário com a empresa em qualquer local do país.

Todavia, existem algumas diferenciações entre eles no quesito funcionalidades, que influenciará diretamente na análise.

### **3.1.1 SOBRE O INREACH MINI**

Quando partimos do pressuposto base deste projeto: estabelecer conectividade em áreas remotas, o Inreach Mini já consegue cumprir com o papel e exigindo capital financeiro inferior aos demais.

Ele trabalha com mensagens pré-programadas, escritas previamente pelo próprio usuário, enviadas de maneira ilimitada, além de sistema de rastreamento, SOS, comunicação bi-direcional, entre outras funcionalidades. Adicionalmente, é possível utilizar o Inreach Mini como uma espécie de roteador via bluetooth para seu próprio smartphone, podendo enviar mensagens espontâneas, também vídeos, fotos, áudios, entre outros serviços.

Toda essa funcionalidade é provida pelo app EVERYWHERE, que funciona com planos à parte dos disponibilizados pela Iridium, porém vale ressaltar que são empresas parceiras. Nesse sentido, todas as partes envolvidas nesse processo de conectividade, poderão ficar conectados e trocando mensagens sem que haja a necessidade de ter dois dispositivos, um para cada, basta ter o aplicativo parceiro instalado em ambos smartphones, que com apenas 1 aparelho a operação se tornará exequível.

### **3.1.2 SOBRE O IRIDIUM GO! EXEC**

Por conseguinte, o Iridium Go! Exec, dispositivo provido pela mesma empresa do Inreach Mini, entrega todas as funcionalidades apresentadas anteriormente e mais. Ele, por sua vez, tem como maiores diferenciais fornecer sinal de internet via satélite e realizar chamadas telefônicas sem depender de outros dispositivos.

Utilizando o aplicativo da Iridium em um smartphone, torna-se capaz de utilizar a internet roteada pelo dispositivo, realizar chamadas de voz e utilizar uma variedade de aplicativos padrões e testados, como WhatsApp, Telegram, Gmail, entre outros. Nesse sentido, o Iridium Go! Exec se torna uma ótima escolha caso a empresa queira providenciar um serviço ainda mais funcional e robusto aos seus funcionários.

No entanto, seu uso apresenta algumas questões a serem levadas em consideração, uma vez que durante o manejo do dispositivo, é necessária uma visão completa do céu, ou seja, não teria como utilizá-lo, com uma performance desejável, dentro do veículo. Nessa lógica, o motorista/operador não conseguiria se manter conectado a todo instante do trabalho, somente em situações em que ele esteja fora do veículo. Portanto, sua funcionalidade, ao entrar no âmbito das circunstâncias deste projeto, reduziria em muito a qualidade.

### 3.1.3 SOBRE O BGAN EXPLORER 323

Finalizando os produtos da Globalsat Group, o BGAN Explorer 323 configura-se como o dispositivo que, de longe, melhor atende às demandas estabelecidas neste trabalho.

Portanto, ele é o produto mais indicado, com base em todo estudo e análise realizado, pois, além de solucionar a falta de conectividade da frota, essa escolha foi feita tendo em vista, também, fornecer uma infraestrutura capaz de suportar novas implementações que uma empresa queira fazer no futuro, como, por exemplo, um aplicativo ou um software padrão da instituição.

Aprofundando mais nas características desse dispositivo, ele se destaca por ser feito exclusivamente para veículos, portanto sua infraestrutura é adaptada para ser acoplada na parte externa e superior do automóvel com um suporte magnético, ou seja, não haveria complicações quanto à conectividade em todo o tempo.

Além disso, ele serve como um roteador de internet, que utiliza a rede de satélites da Inmarsat, permitindo ao usuário conectar seu smartphone ou qualquer outro dispositivo ao Wi-Fi. Com isso, a possibilidade de utilizar e acessar qualquer aplicativo que o usuário queira e em qualquer momento, é algo real, não precisando de nada complexo ou inviável ao motorista para utilizá-lo.

## 3.2 SOLUÇÕES DA STARLINK

A empresa Starlink fornece dois modelos no Brasil dentre os 5 hoje existentes: o Padrão Auto Direcionável e o Auto Desempenho Plano.

O primeiro já pode ser deixado de lado nestas considerações finais, pelo fato de apresentar uma infraestrutura inviável para usar em velocidades superiores a 16 km/h, ou seja, seu projeto foi feito pensando nos usuários que precisassem de conexão de internet fora de suas residências, seja em viagens ou acampamentos, mas não necessariamente em movimento.

Por outro lado, o segundo modelo foi criado com o intuito de suprir a demanda da conectividade a todo instante dentro de veículos. É possível notar pela figura 8 seu design aerodinâmico, além de vir com um suporte próprio para ser instalado no topo de automóveis. Sua premissa de conectar o usuário em todo o globo terrestre, além de fornecer banda de até 220/25 mbps (Rx/Tx), torna-se um atrativo enorme para qualquer

empresa ou pessoa física, porém, infelizmente, essa realidade ainda se encontra distante no Brasil.

Inicialmente, de acordo com o projeto Starlink, é necessário cerca de 12.000 satélites em baixa órbita (LEO) para o funcionamento pleno do serviço, em contrapartida, até hoje foram lançados cerca de metade desse valor, o que impede ainda, em muitos locais, uma conexão ruim, ou até mesmo inexistente, da rede.

Além desse fato, existe outra análise muito importante a ser considerada, que é relacionada com as faixas de frequência. Há 3 tipos de bandas de frequência que são comumente utilizadas pelas empresas de telefonia e internet, que seriam a L, Ka e Ku, sendo que a Starlink, juntamente com outras como Sky, Vivo, Claro e várias demais, utilizam a banda Ku.

Nessa lógica, os serviços da Starlink estão suscetíveis a congestionamento de tráfego, além de interferências climáticas.

Por outro lado, o BGAN Explorer 323, utiliza a banda L, que é caracterizada por apresentar pouquíssima utilização quando comparada com as outras, além de ser mais robusta e menos suscetível a interferências. Ademais, há de se destacar a segurança e nível de criptografia dos dados que a rede Inmarsat fornece quando comparado com a rede Starlink.

## 4 PROPOSIÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO

Nessa seção são apresentados tópicos com a finalidade de facilitar a efetiva implantação da proposta do trabalho, sendo eles, respectivamente: Roadmap para implementação das Soluções, Período de testes, Monitoramento e Controle, Gestão de Riscos, Avaliação e Revisão, por fim Melhoria Contínua.

### 4.1 ROADMAP PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES

No intuito de analisar a implantação dessa tecnologia, deve-se realizar um período teste de utilização e manejo dos equipamentos que, após análises, proporcionariam um relatório técnico mais detalhado para avaliar a adequação às demandas propostas.

A disponibilidade de dispositivos para testes depende de qual fornecedor será escolhido. Pode ser possível, além da opção de compra, o estabelecimento de uma parceria que possibilitasse a cessão de um dispositivo teste sem custo financeiro mediante acordo.

Entrando no âmbito de como deverá ser coordenado o período teste, ele deve ser realizado de tal forma que um profissional capacitado deverá aferir e avaliar o funcionamento do dispositivo, identificando possíveis gargalos ou problemas no que tangem questões como, escalabilidade, segurança e estabilidade da conexão, além de variações da largura de banda.

O funcionamento dos demais serviços oferecidos pelo dispositivo em teste, como o EVERYWHERE, Explorer Connect, Iridium GO Executivo, App Starlink, entre outros, também é um indicador a ser estudado.

Além disso, é fundamental que durante esse processo, os encarregados por parte dos testes submetam o aparelho em diversas situações que fazem parte do dia a dia das pessoas inseridas diretamente nessas áreas sem conectividade, de preferência realizando uma espécie de imersão que seja o mais próxima possível da realidade enfrentada por eles como passar em locais com matas densas, áreas sem sinal de conexão, interior de galpões, entre outros locais, a fim de identificar as limitações do dispositivo em teste.

Dessa forma, com os resultados obtidos neste teste, pode-se estabelecer caminhos para contornar os possíveis obstáculos encontrados e, ainda mais importante, verificar a rentabilidade do dispositivo, tendo uma resposta ainda mais assertiva quanto à sua viabilidade como solução.

Após feito esse teste e validado os resultados, seria realizado um estudo com os pontos focais (motoristas de caminhões/operadores de máquinas agrícolas) para averiguar qual seria o nível de adesão dessa tecnologia, visto que essas pessoas serão o principal grupo afetado por essa suposta mudança.

Esse estudo poderá seguir da seguinte forma: Será escolhido alguém capacitado e de maior contato com as pessoas inseridas nessas áreas sem conectividade para, então, apresentar e explicar as mais variadas questões que envolvem a tecnologia que poderá vir a ser implementada. Nessa lógica, deverá conter nesta apresentação, alguns pontos fundamentais para influenciar uma maior adesão por parte dos funcionários, sendo uma das prioridades mencionar os vários benefícios que passarão a ter em comparação com o cenário vigente. No entanto, é importante salientar que esses benefícios podem variar conforme o dispositivo selecionado.

Caso venham a escolher algum dos produtos da Starlink, pontos como a concessão de internet durante as viagens dos motoristas (dependendo do modelo não será possível a todo momento, como o Mini, Padrão e Padrão Auto Redirecionável), velocidade de internet e tamanho de banda mais que suficientes para utilizar serviços de streaming, pesquisas em navegadores, além do básico de enviar mensagens e vídeos por aplicativos de conversa, deverão ser pontos relevantes a serem comentados. Uma comparação desse serviço com a internet Wi-Fi que possivelmente está presente nas residências dos funcionários, é uma importante relação a ser feita quando apresentamos os serviços Starlink.

Por outro lado, caso a escolha do produto mais viável venha ser de algum produto oferecido pela Globalsat Group, os pontos pertinentes serão variados. O BGAN Explorer 323, por exemplo, também permitirá o acesso à rede Wi-Fi pelo usuário, permitindo fazer atividades que exigem pouca banda, como mensagens de áudio e de texto via WhatsApp, entre outros apps, além de que sua instalação é realizada de maneira muito simples, o usuário não precisará aprender funcionalidades técnicas complexas e poderá realizar chamadas telefônicas onde quer que esteja pelo aplicativo Explorer connect.

Questões como o revezamento dos equipamentos entre veículos em operação e inoperantes poderia ser uma maneira para racionalizar o dispositivo e diminuir os custos. Dessa maneira, com um bom resultado na adesão à(s) tecnologia(s) escolhida, pode-se dar prosseguimento às ações para medir e analisar fatores que são fundamentais para o sucesso da operação: como traçar indicadores de performance quanto ao impacto oriundo desses investimentos.

## 4.2 PERÍODO DE TESTES

Num primeiro momento, aqui denominado de “Período de Testes”, seria providenciado apenas um dispositivo do fornecedor escolhido, que teriam seus respectivos resultados estudados e analisados para entender, averiguar e contornar os possíveis obstáculos identificados, a fim de encontrar melhores soluções, seja da própria empresa fornecedora ou não, que atendam as demandas do trabalho proposto.

Em segundo momento, com a estratégia estabelecida anteriormente e feitas as mudanças necessárias, caso o primeiro produto não tenha sido efetivo, um novo “Período de Testes” deveria ser realizado com um outro produto ou serviço, sendo ele auxiliar ou protagonista.

Ao final, já determinado o dispositivo, a quantidade que será comprada, seria imprescindível o treinamento de funcionários com relação a nova tecnologia e o desenvolvimento de um material de apoio a fim de solucionar dúvidas que possam ser recorrentes. Para isso, seria necessário, primeiramente, que técnicos da empresa estudem a tecnologia de maneira mais profunda. Além disso, seria interessante o contato direto desses técnicos com o representante do fornecedor, para que dúvidas mais complexas sejam sanadas. Dessa forma, com a capacitação dessa equipe, seria possível que o uso e a instalação do dispositivo sejam transparentes e ensinadas aos trabalhadores.

Em seguida, seriam realizados estudos e relatórios acerca do desempenho da operação agora conectada a fim de entender e estudar as possíveis melhorias para incrementar ao processo, bem como avaliar possíveis erros e instabilidades que possam vir a acontecer.

Após este período experimental de aproximadamente 3 a 6 meses, com parte de uma frota conectada, seriam realizados relatórios e estudos semestrais e manutenções pontuais quando necessário.

## 4.3 MONITORAMENTO E CONTROLE

Quatro indicadores foram traçados para a possível avaliação objetiva dessas mudanças nas operações: porcentagem de caminhões conectados, quantidade total de horas conectadas em operações nas áreas remotas, número de incidentes ocorridos e feedback dos funcionários.

#### **4.3.1 PORCENTAGEM DE CAMINHÕES CONECTADOS**

De forma criteriosa, seria necessária a conexão de pelo menos 50 a 70% da frota envolvida, para que se possa ter uma visão mais ampla e assertiva de como esse novo cenário impactará positivamente a cadeia operacional das empresas.

Com essa conectividade da frota, haveria a possibilidade de desenvolver alguns objetos de comparação entre a operação com e sem essas implementações, o que seria fundamental para dimensionar o sucesso do projeto. Nessa lógica, é imprescindível que haja um estudo técnico objetivando colocar em paralelo indicadores do diário laboral dos funcionários que irão trabalhar com a nova tecnologia e aqueles que ainda estarão sem ela.

#### **4.3.2 TOTAL DE HORAS CONECTADAS**

Após aplicação de questionários junto aos motoristas/operadores, pode-se perceber se a solução fornecida se mostra uma alternativa válida e principalmente confiável sempre que necessária. Ou seja, se efetivamente será reduzida a totalidade de horas trabalhando que os trabalhadores não possuem conexão. A princípio, a meta desse indicador seria de 6 horas por veículo conectado.

#### **4.3.3 NÚMERO DE INCIDENTES OCORRIDOS**

Com a implementação da tecnologia escolhida, espera-se que ela supra algumas questões que se caracterizam como um empecilho nas operações das empresas, tais como incidentes de extravio da carga, acidentes de trânsito e cargas irregulares, que se conjecturam como um indicador imprescindível para medir o sucesso da implementação.

#### **4.3.4 FEEDBACK**

Por último, mas não menos importante, o Feedback é um dos indicadores que mais se deve levar em consideração quando falamos do sucesso de uma inovação em qualquer empresa.

Com base no feedback dos funcionários envolvidos na implementação da tecnologia, pode-se decidir qual rumo tomar. Caso seja positiva, manter será a decisão correta a ser feita, porém se atentar às sugestões de melhorias fornecidas e trabalhá-las.

Caso contrário, buscar um novo dispositivo que atenda a demanda emitida, deverá ser o caminho escolhido, podendo-se trazer à questão a própria empresa fornecedora para auxiliar na escolha.

#### 4.4 GESTÃO DE RISCOS

A seguir podem ser levantados possíveis acontecimentos que dificultarão a aderência dos dispositivos que utilizam internet satelital e possíveis formas de mitigar problemas futuros, tais quais: perda ou mau uso dos objetos e falha na conectividade contratada.

Algumas das opções escolhidas trabalham em torno de planos limitados mensalmente, portanto, ao se conectar com algum tipo de dispositivo que possua vários outros aplicativos, o gasto de todo o plano é inevitável, podendo gerar sua falta durante o resto do mês.

Para que isso não aconteça, um celular corporativo, devidamente configurado para limitar os aplicativos em segundo plano e também o consumo desnecessário de rede, deve ser entregue aos caminhoneiros/operadores e, assim, diminuir os gastos desnecessários do plano.

Relacionado às resistências por parte dos colaboradores, é esperado que haja uma certa desconfiança e ressalvas ao ter que receber e utilizar um novo dispositivo para suas atividades diárias, especialmente quando for destacado que essa nova ferramenta será utilizada para a comunicação e registro de dados.

Em vista destas questões relativas à privacidade e segurança dos caminhoneiros, se faz fundamental a transparência com as equipes, explicando como o dispositivo deverá ser utilizado e demonstrando suas funções, como elas auxiliarão nas tarefas, sem deixar de lado a segurança do indivíduo. Essa preservação, no que tange à sua integridade física, será garantida por meio de serviços de rastreamento e localização, caso ocorra um acidente ou situação adversa que ponha a vida da pessoa envolvida no processo em perigo.

Com relação a segurança dos dados, vale ressaltar que eles serão transmitidos e criptografados, garantindo menor probabilidade de vazamentos das informações tanto pessoais quanto empresariais.

Aliado a isso pode-se ter um monitoramento constante da saúde da bateria dos dispositivos que possuem armazenamento elétrico próprio e dos veículos que ao utilizar dispositivos que se alimentam diretamente dela, com o auxílio de boas práticas e

metodologias para garantir mais segurança e confiabilidade junto a essas novas tecnologias implantadas.

Assumindo um veículo com a tecnologia de conexão, é pertinente que haja um informe para a pessoa que irá conduzir o veículo, fazendo com que ela tenha consciência que é necessário garantir a integridade total tanto do veículo quanto do equipamento de comunicação.

Se a conectividade não for atingida por motivos técnicos, ou seja, apresentar uma conexão inadequada, ou falha nos produtos, procurar a empresa fornecedora, cobrando dela a resolução desses entraves.

#### 4.5 AVALIAÇÃO E REVISÃO

O sucesso desse investimento em maior conexão das frotas é vislumbrado em uma série de benefícios substanciais, com especial ênfase na segurança das pessoas, proporcionada pelos serviços oferecidos pelas tecnologias propostas. Este avanço tecnológico permitirá estabelecer uma conexão robusta entre os motoristas/operadores e a empresa, o que é vital para uma coordenação eficiente e uma resposta ágil a qualquer eventualidade que possa surgir na estrada.

Essa conectividade aprimorada não apenas facilitará a comunicação, mas também permitirá a monitorização contínua das rotas, ajudando a prevenir incidentes (extravio de cargas, acidentes no trabalho, cargas irregulares, entre outros).

Ademais, a tecnologia implementada auxiliará na determinação precisa da área de origem do material coletado, garantindo que essa informação seja obtida em tempo hábil e contribuindo para a rastreabilidade e a qualidade do produto final, além de que permite melhor atender aos objetivos de longo prazo de qualquer empresa no tocante a ESG, sigla essa que vem da junção de algumas palavras em inglês, sendo elas: *Environmental*, *Social* e *Governance*. Nada mais é que um conjunto de boas práticas com foco em sustentabilidade, impacto social e boa governança institucional.

A inovação não só aprimora a transparência da cadeia de suprimentos, mas também fortalece a confiança dos clientes na procedência e na qualidade dos materiais.

Outro aspecto crucial é a obtenção de feedbacks positivos dos trabalhadores diretamente impactados por essas mudanças. Esse retorno é indispensável para avaliar a eficácia das novas medidas e assegurar que as condições de trabalho estão sendo significativamente melhoradas.

#### 4.6 MELHORIA CONTÍNUA

Ao implementar a tecnologia proposta e, assim, garantir a conectividade da frota de veículos, novos caminhos poderiam ser traçados, a fim de melhorar e evoluir continuamente as operações. Nesse sentido, é possível elencar algumas dessas melhorias ou áreas de melhorias que poderiam ser estudadas pela empresa.

A princípio, é interessante que a empresa se atente à ideia de trabalhar mais com a carga massiva de dados que o veículo automotor, gera diariamente, com o intuito de gerar ainda mais autonomia, desempenho e sustentabilidade no automóvel.

Nessa lógica, a implantação de sensores de telemetria seria imprescindível, uma vez que, com a conectividade estabelecida, poderia ser realizado uma análise em tempo real do comportamento daquele veículo, monitorando a sua saúde, incluindo a confecção de diagnósticos do motor, consumo de combustível e condições dos pneus.

Ademais, a gestão de carga e inventário seria outra área cujas inúmeras melhorias poderiam ser implementadas com a conectividade estabelecida. Também com o uso de sensores conectados, poder-se-ia monitorar variadas condições da carga, como temperatura, umidade e o peso. Além disso, ter-se-ia a possibilidade, também, de obter um registro automático de inventário do momento que a carga fosse carregada ou descarregada e, inclusive, o local em que ela foi originada.

Outrossim, com a conectividade, a operação poderia alcançar um outro patamar de eficiência. Com os dados gerados do tráfego em tempo real, rotas mais otimizadas poderiam ser criadas, a fim de reduzir o tempo de viagem e o consumo de combustível.

Objetivando novas funcionalidades que melhorariam a operação da empresa, seria possível, com a conectividade, a criação de um software ou um aplicativo próprio da empresa que visasse agrupar todas as funções elementares no dia a dia dos trabalhadores a ele destinados. Com isso, atribuições e operações poderiam ser todas padronizadas e concentradas neste app, facilitando a cadeia operacional da empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Este trabalho possibilitou visualizar o grande desafio que ainda é possibilitar uma maior presença de rede banda larga em áreas mais remotas, zona rural principalmente, do Brasil, um país de dimensões geográficas e diferenças sociais e econômicas continentais.

Mesmo com um avanço significativo nas últimas décadas quanto ao tema ainda se faz necessário investimentos substanciais em novas formas de conexão com a internet que possibilitem uma maior presença de rede em especial as capazes de trazer boa conexão sem precisar necessariamente da infraestrutura tradicional, que é ainda, inacessível em boa parte desse contexto. Investimentos esses que no momento atual dialogam com tecnologias que já apresentam uma boa maturidade técnica e opções de mercado robustas e diversas.

Essa possível e necessária modernização no setor agrícola por meio de equipamentos que busquem trazer conectividade destaca uma tendência no aprimoramento de processos, maior coleta de dados para tomada de decisões, permite uma margem de lucros mais confiável e colabora com a sustentabilidade em diversos cenários. Essas inovações no agronegócio não apenas representam movimentos focados nos negócios em si, mas algumas vezes se tratam de exigências legislativas e compromissos sociais.

Conclui-se, portanto, que, apesar das dificuldades encontradas, vale sim a pena investir em maior conectividade em áreas rurais, tendo em vista os inúmeros retornos. Ainda é um investimento alto e um mercado em pleno desenvolvimento, mas a empresa que não consiga ou não queira passar por esse processo de aperfeiçoamento tecnológico estará em desvantagem perante outras que certamente o farão.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL. (2024) **PLANO ESTRUTURAL DE REDES DE TELECOMUNICAÇÕES- PERT**

BOLFE, E. L., BARBEDO, J. G. A., MASSRUHÁ, S. M. F. S., DE SOUZA, K. X. S., ASSAD, E. D. (2020). **Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil.**

CARVALHO, A.; MENDONÇA, M.; SILVA, J. (2017) **Dimensionamento do mercado de banda larga no Brasil.** Rio de Janeiro: Ipea. (Texto para Discussão, n. 2322).

CARVALHO, A. Y.; MENDONÇA, M. J.; SILVA, J. J. (2017). **Avaliando o efeito dos investimentos em telecomunicações sobre o PIB.** Brasília; Rio de Janeiro: Ipea.

CZERNICH, N. et al. (2009) **Broadband infrastructure and economic growth.** Center of Economic Studies (CESifo). (Working Paper, n. 286).

DIAS, Cleidson Nogueira; JARDIM, Francisco; SAKUDA, Luiz Ojima (Orgs.) (2023). **Radar Agtech Brasil 2023: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro.** 2a Edição. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brasília e São Paulo. Disponível em: <[www.radaragtech.com.br](http://www.radaragtech.com.br)>. Acesso em 07 de Julho de 2024.

GUISSONI, Ellen Diana Silva de Carvalho. **Comparação custo-benefício entre uma placa dedicada para drones com uma adaptada com arduíno.** 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uniube.br/>>. Acesso em 07 de Julho de 2024.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos da Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica (vol. 2).** 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2016.

IBGE. **Censo Agropecuário.** Rio de Janeiro: 2017. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>>. Acesso em 26 de Junho de 2024.

JORGE, LA de C.; INAMASU, Ricardo Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão.** Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE), 2014. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em 07 de Julho de 2024.

MACEDO, H.; CARVALHO, A. (2010) **Aumento do acesso à internet em banda larga no Brasil e sua possível relação com o crescimento econômico: uma análise de dados em painel.** Brasília: Ipea.. (Texto para Discussão, n. 1494).

MACENO, Francisco Enedelson **Passos da. Roteamento em redes de satélites de uma constelação de baixa órbita com vistas à redução do consumo energético.** 2019. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S., LEITE, M. D. A., BOLFE, E. (2023). **Agro 4.0: o papel da pesquisa e perspectivas para a transformação digital na agricultura.**

MENDONÇA NETO, Laerte et al. **Sistema Multi-operacional de Acionamento Remoto Acoplável a Veículo Aéreo Não Tripulado**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1247> >. Acesso em 07 de Julho de 2024.

Milanez, A. Y., Mancuso, R. V., Maia, G. B. D. S., Guimarães, D. D., Alves, C. E. A., Madeira, R. F. (2020). **Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no Brasil**.

Oliveira, C. T.; Moreira, M. D.; Rubinstein, M. G.; Costa, L. H. M. Duarte, O. C. M. (2007). **Redes tolerantes a atrasos e desconexões**. SBRC Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos.

Preshiya, D. Jyothi; Suriyakala, C. D. (2015). **A Survey of Factors Influencing Network Lifetime in Delay Tolerant Network**. Indian Journal of Science and Technology.

SANTARÉM, P. R. da Silva. (2010). **O direito achado na rede: a emergência do acesso à Internet como direito fundamental no Brasil**. 2010. 158 f., il. Dissertação (Mestrado em Direito, Estado e Constituição)-Universidade de Brasília, Brasília.

SANTOS, GILMARA DO MONTE DOS. **Impacto do consumo de energia no repasse de mensagens em redes oportunistas**. 2021. Dissertação (Pós-Graduação) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO, [S. l.], 2021.

SOARES, Moreira, Diogo (2018). **Um modelo de reputação com classificação via agrupamento para detecção de nós egoístas em redes oportunistas**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas.

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus João Pessoa - Código INEP: 25096850
	Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, João Pessoa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### TCC Assinado e com Ficha Catalográfica

<b>Assunto:</b>	TCC Assinado e com Ficha Catalográfica
<b>Assinado por:</b>	Leomim Falcão
<b>Tipo do Documento:</b>	Anexo
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Leomim Antonio Batista Bezerra Falcão, ALUNO (20181610016) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA - JOÃO PESSOA**, em 10/12/2024 15:23:47.

Este documento foi armazenado no SUAP em 10/12/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1334344

Código de Autenticação: 6759ec2f1e

