

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

KÉSSIA MAIARA DE LIMA VENÂNCIO ARAÚJO

**ESTUDO DA COBERTURA TERRITORIAL DA TELEVISÃO TH+ SBT TAMBAÚ
NA PARAÍBA**

JOÃO PESSOA – PB

2026

KÉSSIA MAIARA DE LIMA VENÂNCIO ARAÚJO

**ESTUDO DA COBERTURA TERRITORIAL DA TELEVISÃO TH+ SBT
TAMBAÚ NA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como exigência para obtenção de título de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Orientador: Jefferson Costa e Silva, D. Sc.

Coorientador: Joabson Nogueira de Carvalho, D. Sc.

JOÃO PESSOA – PB

2026

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

A663e

Araújo, Késsia Maiara de Lima Venâncio.

Estudo da cobertura territorial da televisão TH+ SBT Tambaú
na Paraíba / Késsia Maiara de Lima Venâncio Araújo. – 2026.
43 f. : il.

TCC (Graduação – Sistemas de Telecomunicações) –
Instituto Federal da Paraíba (IFPB) / Coordenação do Curso em
Sistemas de Telecomunicações.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Costa e Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Joabson Nogueira de Carvalho.

1. Televisão aberta - cobertura. 2. Radiodifusão – Paraíba. 3.
Anatel – Normativas técnicas. I. Título.

CDU 621.397.443

Bibliotecário responsável: Thiago de Lima Silva CRB 15/524

KÉSSIA MAIARA DE LIMA VENÂNCIO ARAÚJO

ESTUDO DA COBERTURA TERRITORIAL DA TELEVISÃO TH+SBT TAMBAÚ NA PARAÍBA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO submetido à
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas
de Telecomunicações, do Instituto Federal da Paraíba (IFPB),
em cumprimento aos requisitos institucionais para a obtenção
do Título de **TECNÓLOGO EM SISTEMAS DE
TELECOMUNICAÇÕES.**

Aprovado em 21 de janeiro de 2026.

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jefferson Costa e Silva
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)
Orientador

Prof. Dr. Joabson Nogueira de Carvalho
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)
Examinador

Prof. Dr. Alfredo Gomes Neto
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)
Examinador

Prof. Dr. Gustavo Araújo Cavalcante
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)
Examinador

Documento assinado eletronicamente por:

- Jefferson Costa e Silva, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 21/01/2026 18:31:35.
- Alfredo Gomes Neto, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 21/01/2026 22:13:16.
- Gustavo Araújo Cavalcante, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 23/01/2026 10:03:38.
- Joabson Nogueira de Carvalho, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 26/01/2026 15:01:47.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 09/12/2025. 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: 805869
Verificador: e2135c76b3
Código de Autenticação:



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, autor da vida, que me concedeu saúde, sabedoria e forças para superar os obstáculos e vencer mais esta importante etapa da minha jornada.

Aos meus pais, José Carlos de Sousa Venâncio e Verônica Maria de Lima Venâncio, meus grandes alicerces. Obrigada pelo amor incondicional, pelos sacrifícios e pelo empenho em moldar meu caráter, transformando-me na cidadã e profissional que sou hoje.

Ao meu esposo, companheiro e amigo, Anderson Maxuell Neves de Araújo. Sou grata por todo o amor, paciência e apoio irrestrito durante os momentos de ausência e dedicação aos estudos. Você foi fundamental nesta caminhada.

À minha família, pelo incentivo constante e por sempre torcerem pelo meu sucesso.

Um agradecimento especial ao Professor Joabson Nogueira de Carvalho. Sua aposentadoria marcou o fim de um ciclo institucional, mas não diminuiu o impacto dos seus ensinamentos. Agradeço imensamente pela orientação dedicada durante a maior parte deste trabalho e por ser, para mim, um exemplo ímpar de pessoa e profissional a ser seguido.

Ao Professor Jefferson Costa e Silva, estendo minha sincera gratidão pela generosidade e prontidão em assumir a orientação acadêmica na reta final, permitindo que este projeto fosse concluído com êxito.

Aos professores componentes da banca examinadora, Alfrêdo Gomes e Gustavo Araújo, agradeço pela disponibilidade e pelas críticas construtivas, que foram essenciais para as correções e melhorias implementadas neste trabalho.

Aos professores Luis Romeu Nunes e Adailton Gomes A. Júnior, que foram muito mais que docentes; foram incentivadores que acreditaram no meu potencial e não me deixaram desistir diante das dificuldades.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), pela excelência no ensino gratuito e de qualidade, e por dispor de toda a estrutura necessária para formar profissionais qualificados e humanizados.

Aos meus colegas e amigos de trabalho da TV Tambaú. Compartilhar a rotina profissional com vocês, que já vivenciam a prática da radiodifusão, foi uma fonte constante de aprendizado. Obrigada por sempre me apoiarem e incentivarem a busca por este aprimoramento técnico.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo e troca de experiências durante a graduação.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho.

Muito obrigada.

"Os que semeiam em lágrimas segarão com alegria. Aquele que leva a preciosa semente, andando e chorando, voltará, sem dúvida, com alegria, trazendo consigo os seus molhos."

(Salmos 126:5-6)

RESUMO

A televisão aberta terrestre permanece como o principal meio de comunicação e integração social no Brasil. No estado da Paraíba, garantir a universalização do sinal digital impõe desafios significativos de engenharia devido às barreiras geográficas e à dispersão demográfica. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo quantitativo e territorial da cobertura da TV Tambaú (SBT), analisando a infraestrutura composta por 39 estações licenciadas (geradora e retransmissoras). A metodologia adotada baseou-se na aplicação de normativas técnicas da ANATEL (Ato nº 9.751/2022) aliada a ferramentas de geoprocessamento baseadas em *software* livre. Utilizou-se o Google Earth Pro para validação visual e extração de coordenadas UTM da infraestrutura física, e o sistema QGIS para a simulação dos contornos protegidos e cálculos de interseção espacial. Os resultados indicam que a emissora cobre uma área estimada de 32.867,34 km², correspondendo a 58,08% do território estadual, abrangendo um total de 132 municípios. A análise detalhada revelou que a distribuição das estações segue uma lógica de eficiência demográfica, priorizando manchas urbanas, e identificou fenômenos de redundância de sinal em polos regionais como Patos, onde há sobreposição estratégica de cobertura. Conclui-se que o uso de ferramentas de SIG permite diagnósticos precisos de redes de radiodifusão, validando o cumprimento dos requisitos legais e auxiliando no planejamento de expansão do sistema.

Palavras-chave: TV Digital. Geoprocessamento. Cobertura Territorial. QGIS. Paraíba.

ABSTRACT

Terrestrial free-to-air television remains the primary means of communication and social integration in Brazil. In the state of Paraíba, ensuring the universalization of the digital signal imposes significant engineering challenges due to geographic barriers and demographic dispersion. This work aims to perform a quantitative and territorial study of the coverage of TV Tambaú (SBT), analyzing the infrastructure composed of 39 licensed stations. The methodology adopted was based on the application of ANATEL technical regulations (Act No. 9.751/2022) combined with geoprocessing tools based on free software. Google Earth Pro was used for visual validation and UTM coordinate extraction of the physical infrastructure, and the QGIS system was used for the simulation of protected contours and spatial intersection calculations. The results indicate that the broadcaster covers an estimated area of 32,867.34 km², corresponding to 58.08% of the state territory. Detailed analysis revealed that the distribution of stations follows a logic of demographic efficiency, prioritizing urban areas, and identified signal redundancy phenomena in regional hubs such as Patos, where there is strategic coverage overlap. It is concluded that the use of GIS tools allows for precise diagnostics of broadcasting networks, validating compliance with legal requirements and assisting in system expansion planning.

Keywords: Digital TV. Geoprocessing. Territorial Coverage. QGIS. Paraíba.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Interface do <i>software QGIS v.3.36.0</i> com a visualização das camadas vetoriais da malha municipal da Paraíba e os pontos de transmissão da TV Tambaú | 23 |
| Figura 2 - Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa | 23 |
| Figura 3 - Visualização da torre localizada em João Pessoa via satélite | 24 |
| Figura 4 - Exemplo de extração de coordenadas UTM e identificação da Zona (24S/25S) na janela de propriedades do Google Earth..... | 25 |
| Figura 5 - Estrutura da planilha de dados (Excel) preparada para conversão em CSV | 26 |
| Figura 6 - Processo de validação de coordenadas no Google Earth. As estações de televisão localizadas e identificadas | 26 |
| Figura 7 - Camada vetorial da localização de João Pessoa..... | 27 |
| Figura 8 - Camada do <i>buffer</i> do contorno protegido de João Pessoa | 28 |
| Figura 9 - Camada de interseção do <i>buffer</i> de João Pessoa e malha municipal | 29 |
| Figura 10 - Cálculo da área de cobertura de João Pessoa | 30 |
| Figura 11 - Cálculo da porcentagem da cobertura de João Pessoa em relação a outras cidades | 30 |
| Figura 12 - Mapa de Cobertura Territorial da TV Tambaú na Paraíba (Círculos de Contorno Protegido)..... | 32 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Classificação dos Canais Digitais UHF e Características Máximas | 18 |
| Tabela 2 - Relação das Estações da TV Tambaú/SBT na Paraíba (Geradora e RTVDs)..... | 20 |
| Tabela 3 - Cobertura Territorial Consolidada na Paraíba..... | 31 |
| Tabela 4 - Detalhamento de Cobertura da Estação Geradora (João Pessoa) . | 33 |
| Tabela 5 - <i>Ranking</i> dos 10 Municípios com Maior Cobertura Territorial Relativa (Interior) | 35 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 14 |
| 1.1 | Problematização | 15 |
| 1.2 | Justificativa | 15 |
| 1.3 | Objetivos | 15 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 15 |
| 1.3.2 | Objetivos Específicos | 16 |
| 1.4 | Estrutura do Trabalho..... | 16 |
| 2 | Fundamentação Teórica..... | 17 |
| 2.1 | História e Desenvolvimento da Infraestrutura de Telecomunicações ... | 17 |
| 2.1.1 | A TV Tambaú na Paraíba | 17 |
| 2.2 | Parâmetros de Enquadramento de Estações de Televisão | 18 |
| 2.2.1 | Contorno Protegido | 18 |
| 2.2.2 | Classificação dos Canais Digitais..... | 18 |
| 2.3 | Diferença entre Contorno Protegido e Área de Prestação de Serviço | 19 |
| 2.4 | Caracterização da Infraestrutura da TV Tambaú (Estudo de Caso) | 20 |
| 2.5 | O software QGIS e o Google Earth..... | 21 |
| 2.5.1 | Ferramenta de Análise Geoespacial: Google Earth Pro | 21 |
| 2.5.2 | Ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG): QGIS | 21 |
| 3 | Metodologia | 23 |
| 3.1 | Metodologia de Utilização do Software Google Earth | 24 |
| 3.2 | Metodologia de utilização do Software QGIS..... | 26 |
| 3.2.1 | Importação e Espacialização dos Pontos (Geradora e RTVDs) | 27 |
| 3.2.2 | Delimitação dos Contornos Protegidos (<i>Buffers</i>) | 27 |
| 3.2.3 | Tratamento de Sobreposições e Ajuste Territorial (Interseção e Diferença) | 28 |
| 3.2.4 | Cálculo de Áreas e Percentuais (Tabela de Atributos) | 29 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | Resultados e análise de dados | 31 |
| 4.1 | Panorama Geral da Cobertura Estadual | 31 |
| 4.2 | Análise Regional e Detalhamento por Estação..... | 32 |
| 4.2.1 | Detalhamento da Estação em João Pessoa..... | 33 |
| 4.2.2 | Interior do Estado..... | 34 |
| 4.3 | Análise de Sobreposição e Redundância: O Caso Patos/Maturéia..... | 35 |
| 5 | Considerações Finais | 36 |
| 5.1 | Sugestões para Trabalhos Futuros..... | 37 |
| | REFERÊNCIAS | 39 |
| | APÊNDICE A - Relação dos 132 Municípios com Cobertura Territorial Superior a 40%..... | 41 |

1 INTRODUÇÃO

A radiodifusão de sons e imagens permanece, historicamente, como um dos pilares fundamentais da comunicação de massa e da integração nacional no Brasil (MATTOS, 2010). Mesmo com o advento das novas tecnologias de *streaming* e banda larga, a televisão aberta terrestre (*Free-to-Air*) mantém a sua relevância social e comercial, sendo a principal fonte de informação e entretenimento para a grande maioria da população brasileira. A transição para o Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T) elevou o padrão desta infraestrutura, exigindo das emissoras não apenas investimentos em qualidade de áudio e vídeo, mas também um planejamento rigoroso de radiofrequência para garantir que o sinal chegue com robustez aos receptores domésticos e móveis (ABNT, 2007).

No estado da Paraíba, este desafio de engenharia é amplificado pelas características geográficas locais. A transição abrupta entre a planície litorânea, a depressão sertaneja e as elevações do Planalto da Borborema impõe barreiras físicas naturais à propagação das ondas eletromagnéticas na faixa de UHF (Ultra High Frequency) (AB'SÁBER, 2017). Neste cenário, a TV Tambaú (afiliada ao SBT), operando comercialmente como TH+, possui uma rede complexa de estações transmissoras distribuídas estrategicamente para cobrir o território estadual. A alimentação de sinal para essas retransmissoras do interior é realizada via satélite, através do satélite SES-4, que recebe o *uplink* diretamente da estação geradora situada em João Pessoa.

No entanto, o planejamento de cobertura de uma rede de televisão não se resume apenas à instalação de transmissores. É necessário monitorar e simular a mancha de cobertura para entender a eficiência do uso do espectro e identificar regiões de "sombra" (ausência de sinal). A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), através de atos regulatórios como o Ato nº 9.751/2022, estabelece critérios técnicos rígidos para o licenciamento dessas estações, definindo classes de operação e contornos protegidos que devem ser respeitados (ANATEL, 2022).

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Diante da complexidade da malha territorial paraibana e das normas técnicas vigentes, surge a seguinte questão norteadora deste trabalho: Qual é a real extensão da cobertura territorial da TV Tambaú na Paraíba quando analisada sob a ótica das ferramentas modernas de geoprocessamento e das normativas atuais da ANATEL?

Muitas vezes, a análise de cobertura limita-se a estimativas lineares de raio, ignorando a sobreposição com limites municipais e a redundância de sinais entre estações vizinhas. A falta de uma espacialização precisa pode levar a diagnósticos equivocados sobre o alcance populacional e territorial da emissora.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se pela necessidade de aplicar métodos de engenharia de telecomunicações aliados à tecnologia da informação para obter diagnósticos precisos de redes de radiodifusão. O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permite transformar dados tabulares de licenciamento em mapas temáticos, facilitando a tomada de decisão para expansão de redes e manutenção da qualidade de serviço (CÂMARA et al., 2004).

Ademais, a relevância acadêmica reside na demonstração de que ferramentas de *software* livre e acessíveis — especificamente o QGIS e o Google Earth Pro — podem ser utilizadas para realizar auditorias técnicas de alta complexidade, validando a infraestrutura instalada frente à regulamentação federal sem a necessidade de *softwares* proprietários de alto custo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo técnico e quantitativo da cobertura territorial da TV Tambaú (SBT) no estado da Paraíba, mapeando a área de atuação das suas estações geradora e retransmissoras através de ferramentas de geoprocessamento.

1.3.2 Objetivos Específicos

Levantar e validar as coordenadas geográficas e parâmetros técnicos (classe, canal e frequência) das 39 estações da emissora licenciadas na ANATEL.

Aplicar as normativas do Ato nº 9.751/2022 para determinar os raios de Contorno Protegido das estações digitais.

Utilizar o *software* Google Earth Pro para validação visual da infraestrutura física e extração de coordenadas UTM.

Processar os dados no *software* QGIS para calcular a área de cobertura (km^2) e o percentual de atendimento territorial em cada município, tratando as interseções e áreas de sombra.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atender aos objetivos propostos, este trabalho foi estruturado em seis capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: Apresenta a contextualização do tema, a definição do problema, a justificativa e os objetivos da pesquisa.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: Aborda os conceitos fundamentais sobre o sistema de televisão digital, o histórico da TV na Paraíba e a legislação pertinente (normativas da ANATEL e parâmetros de propagação em UHF).

Capítulo 3 – Metodologia: Descreve os procedimentos técnicos adotados, detalhando o uso das ferramentas Google Earth e QGIS para a coleta, validação e processamento espacial dos dados.

Capítulo 4 – Resultados e Análise de Dados: Apresenta o panorama consolidado da cobertura estadual e os mapas temáticos gerados. Detalha a eficiência da rede através da análise individual da Estação Geradora (João Pessoa) e do ranking de cobertura dos municípios do interior, discutindo fenômenos técnicos como o transbordamento de sinal (*spillover*) e a redundância estratégica na região de Patos/Matureia.

Capítulo 5 – Conclusão: Retoma os objetivos iniciais, sintetiza as principais descobertas do estudo e aponta sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 6 – Referências: Lista as fontes bibliográficas e documentais utilizadas para o embasamento do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos históricos, regulatórios e técnicos que sustentam o estudo da cobertura de sinais de televisão. Aborda-se a evolução do sistema de radiodifusão no Brasil e na Paraíba, bem como as normativas da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) que definem os parâmetros de engenharia para o licenciamento de estações digitais.

2.1 HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA DE TELECOMUNICAÇÕES

A televisão no Brasil, inaugurada na década de 1950, consolidou-se como o principal meio de comunicação de massa e integração nacional. A evolução tecnológica do setor passou pela introdução das cores nos anos 70, o uso de satélites nos anos 80 e, mais recentemente, a transição para o sistema digital (MATTOS, 2010).

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T), baseado no padrão japonês ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial*), foi adotado oficialmente em 2006 (BRASIL, 2006). Este padrão utiliza a modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), que oferece alta robustez contra interferências e multicaminhos (*multipath*), permitindo a recepção móvel e portátil, características fundamentais para a topografia e hábitos de consumo brasileiros (ABNT, 2007).

2.1.1 A TV Tambaú na Paraíba

No contexto estadual, a TV Tambaú (afiliada ao SBT) desempenha papel central na radiodifusão paraibana. Inaugurada em 1991, como parte da Rede Tambaú de Comunicação (RTC), a emissora acompanhou a evolução tecnológica do setor, migrando suas operações para o sinal digital (HDTV) e expandindo sua infraestrutura física (REDE TAMBAÚ DE COMUNICAÇÃO, 2025). Atualmente, sob a nomenclatura técnica de "TH+", a emissora opera uma complexa rede de Retransmissoras de TV (RTVs) para garantir a cobertura territorial além da capital, João Pessoa.

2.2 PARÂMETROS DE ENQUADRAMENTO DE ESTAÇÕES DE TELEVISÃO

A engenharia de televisão no Brasil é estritamente regulada pela ANATEL. O licenciamento de uma estação não depende apenas da vontade da emissora, mas de parâmetros técnicos que visam otimizar o uso do espectro de radiofrequência e evitar interferências (ANATEL, 2022).

O principal instrumento regulatório vigente é o Ato nº 9.751, de 06 de julho de 2022, que estabelece os requisitos técnicos para a prestação do serviço de radiodifusão de sons e imagens e de retransmissão de televisão (ANATEL, 2022).

2.2.1 Contorno Protegido

O conceito de Contorno Protegido é a base para o dimensionamento de qualquer rede de TV. Segundo a ANATEL, o contorno protegido delimita a área geográfica dentro da qual o campo elétrico do sinal transmitido deve ter uma intensidade mínima garantida, livre de interferências prejudiciais.

Para a televisão digital em UHF (faixa onde opera a TV Tambaú), o limiar de intensidade de campo para definir o contorno protegido é de 51 dB μ V/m (decibéis microvolts por metro). Matematicamente, o raio deste contorno depende da Potência Efetiva Irradiada (ERP) e da altura da antena em relação ao nível médio do terreno (ANATEL, 2022).

2.2.2 Classificação dos Canais Digitais

Para fins de organização do espectro, a ANATEL classifica as estações em "Classes", que variam da Classe C (baixa potência) até a Classe Especial (alta potência).

Esta classificação determina a distância máxima teórica que o sinal pode alcançar dentro dos parâmetros de proteção. A Tabela 1 apresenta a classificação vigente conforme o Ato nº 9.751/2022 para canais digitais em UHF.

Tabela 1 - Classificação dos Canais Digitais UHF e Características Máximas

| Classe | Potência Máxima (ERP) | Altura de Referência (HNMT) | Distância ao Contorno Protegido (km) |
|----------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Especial | Até 80 kW (ou superior*) | 150 m | 58,0 a 65,6 |

| Classe | Potência Máxima (ERP) | Altura de Referência (HNMT) | Distância ao Contorno Protegido (km) |
|--------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| A | 8,0 kW | 150 m | 42,5 |
| B | 0,8 kW (800 W) | 150 m | 29,1 |
| C | 0,08 kW (80 W) | 150 m | 18,1 |

Fonte: Adaptado do Ato nº 9.751/ANATEL (2022).

No presente estudo, a correta identificação da classe de cada estação da TV Tambaú foi determinante para a parametrização dos *buffers* no *software* QGIS, permitindo simular a área de cobertura de acordo com a legislação.

2.3 DIFERENÇA ENTRE CONTORNO PROTEGIDO E ÁREA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO

Embora frequentemente confundidos, os conceitos de Contorno Protegido e Área de Prestação de Serviço (ou Área de Cobertura Real) possuem definições distintas na engenharia de radiodifusão.

O Contorno Protegido, foco principal deste estudo, é um parâmetro regulatório e estatístico definido pela ANATEL. Ele delimita a região geográfica onde a estação tem o direito de operar livre de interferências prejudiciais de outras emissoras, baseando-se em curvas teóricas de propagação e modelos de terra plana (ANATEL, 2022).

Já a Área de Prestação de Serviço refere-se à região onde o sinal é efetivamente recebido pelos domicílios com qualidade mínima (nível de sinal e taxa de erro aceitáveis) (ABNT, 2007). Esta área é fortemente influenciada por fatores locais não considerados no cálculo do contorno protegido simples, como:

- Orografia: Obstruções físicas causadas por morros e vales (sombreamento).
- *Clutter*: Atenuação causada por edificações urbanas e vegetação densa.

Neste trabalho, optou-se pela análise do Contorno Protegido, visto que o objetivo é mapear o alcance regulatório e o licenciamento da infraestrutura da TV Tambaú frente às normas federais, servindo como uma estimativa do potencial máximo de cobertura da emissora.

2.4 CARACTERIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DA TV TAMBAÚ (ESTUDO DE CASO)

Para a realização da análise territorial, foi realizado o levantamento dos dados técnicos das 39 estações licenciadas da TV Tambaú no estado da Paraíba. Os dados foram extraídos do sistema oficial de consulta de espectro da ANATEL (Mosaico/Spectrum).

A rede é composta por uma Estação Geradora localizada na capital e 38 estações retransmissoras (RTVD) de diversas classes espalhadas pelo interior. A distribuição do sinal para essas retransmissoras é assegurada via satélite (SES-4), o que permite a interiorização do conteúdo com qualidade digital independente da distância física da capital, conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2 - Relação das Estações da TV Tambaú/SBT na Paraíba (Geradora e RTVDs)

| Município Sede | Canal Físico | Classe | Latitude | Longitude |
|---------------------|--------------|--------|-----------------|------------------|
| João Pessoa | 31 | A | 7° 06' 53.00" S | 34° 52' 37.00" W |
| Maturéia | 31 | A | 7° 15' 06.00" S | 37° 23' 02.00" W |
| Patos | 38 | B | 7° 01' 02.64" S | 37° 16' 28.92" W |
| Alagoa Grande | 36 | C | 7° 02' 17.70" S | 35° 37' 40.94" W |
| Araruna | 24 | C | 6° 32' 16.58" S | 35° 45' 01.69" W |
| Areia | 33 | C | 6° 55' 11.93" S | 35° 42' 29.95" W |
| Bananeiras | 43 | C | 6° 44' 28.86" S | 35° 38' 05.50" W |
| Barra de Santa Rosa | 14 | C | 6° 43' 33.92" S | 36° 03' 17.57" W |
| Barra de Santana | 50 | C | 7° 31' 18.19" S | 35° 59' 43.66" W |
| Boa Ventura | 39 | C | 7° 25' 08.40" S | 38° 12' 37.33" W |
| Brejo do Cruz | 14 | C | 6° 20' 41.32" S | 37° 30' 56.70" W |
| Cajazeiras | 34 | C | 6° 53' 39.00" S | 38° 33' 01.00" W |
| Camalaú | 34 | C | 7° 53' 12.19" S | 36° 49' 49.94" W |
| Coremas | 30 | C | 7° 00' 47.41" S | 37° 55' 09.16" W |
| Cubati | 33 | C | 6° 51' 53.17" S | 36° 20' 56.26" W |
| Fagundes | 34 | C | 7° 21' 04.43" S | 35° 46' 38.82" W |
| Gurjão | 51 | C | 7° 14' 37.36" S | 36° 29' 33.61" W |
| Itabaiana | 18 | C | 7° 18' 57.35" S | 35° 20' 44.12" W |
| Itatuba | 29 | C | 7° 22' 43.64" S | 35° 37' 40.08" W |
| Juazeirinho | 36 | C | 7° 03' 50.87" S | 36° 34' 35.29" W |
| Juru | 30 | C | 7° 32' 51.86" S | 37° 48' 24.66" W |
| Lagoa | 33 | C | 6° 35' 29.80" S | 37° 54' 53.21" W |
| Livramento | 34 | C | 7° 22' 27.00" S | 36° 56' 47.00" W |
| Mataraca | 48 | C | 6° 35' 12.52" S | 35° 03' 28.19" W |
| Matinhas | 41 | C | 7° 07' 10.88" S | 35° 46' 04.19" W |

| Município Sede | Canal Físico | Classe | Latitude | Longitude |
|--------------------|--------------|--------|-----------------|------------------|
| Monte Horebe | 28 | C | 7° 12' 52.13" S | 38° 35' 12.34" W |
| Ouro Velho | 16 | C | 7° 36' 55.51" S | 37° 09' 25.88" W |
| Paulista | 22 | C | 6° 36' 13.39" S | 37° 37' 44.26" W |
| Piancó | 32 | C | 7° 11' 34.58" S | 37° 55' 32.12" W |
| Picuí | 51 | C | 6° 31' 23.56" S | 36° 21' 09.90" W |
| Pilar | 29 | C | 7° 16' 01.56" S | 35° 15' 20.16" W |
| Pilões | 44 | C | 6° 52' 21.11" S | 35° 36' 52.49" W |
| Pitimbu | 32 | C | 7° 28' 21.18" S | 34° 48' 52.49" W |
| Prata | 33 | C | 7° 41' 46.43" S | 37° 05' 08.88" W |
| Princesa Isabel | 24 | C | 7° 44' 57.98" S | 37° 59' 59.39" W |
| Queimadas | 39 | C | 7° 22' 52.82" S | 35° 53' 45.64" W |
| Remígio | 39 | C | 6° 58' 30.61" S | 35° 48' 21.20" W |
| Riacho dos Cavalos | 24 | C | 6° 26' 02.80" S | 37° 39' 10.91" W |
| Sousa | 35 | C | 6° 45' 05.40" S | 38° 13' 51.96" W |

Fonte: Elaboração do autor (2025), a partir de dados licenciados na ANATEL.

2.5 O SOFTWARE QGIS E O GOOGLE EARTH

2.5.1 Ferramenta de Análise Geoespacial: Google Earth Pro

O Google Earth Pro foi utilizado nesta pesquisa como ferramenta auxiliar para a identificação visual e validação das coordenadas geográficas das estações transmissoras (Geradora e RTVDs). O *software* consiste em um globo virtual que mapeia a Terra através da superposição de imagens obtidas por satélite, fotografia aérea e sistema de informações geográficas (SIG) em um modelo tridimensional (GOOGLE, 2024).

2.5.2 Ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG): QGIS

Para a espacialização dos dados e realização dos cálculos de área de cobertura, utilizou-se o *software* QGIS (anteriormente conhecido como Quantum GIS). Trata-se de um Sistema de Informação Geográfica de código aberto (*Open Source*), licenciado sob a *General Public License* (GNU), sendo um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2025).

A escolha desta ferramenta para o desenvolvimento deste TCC justifica-se por três fatores principais:

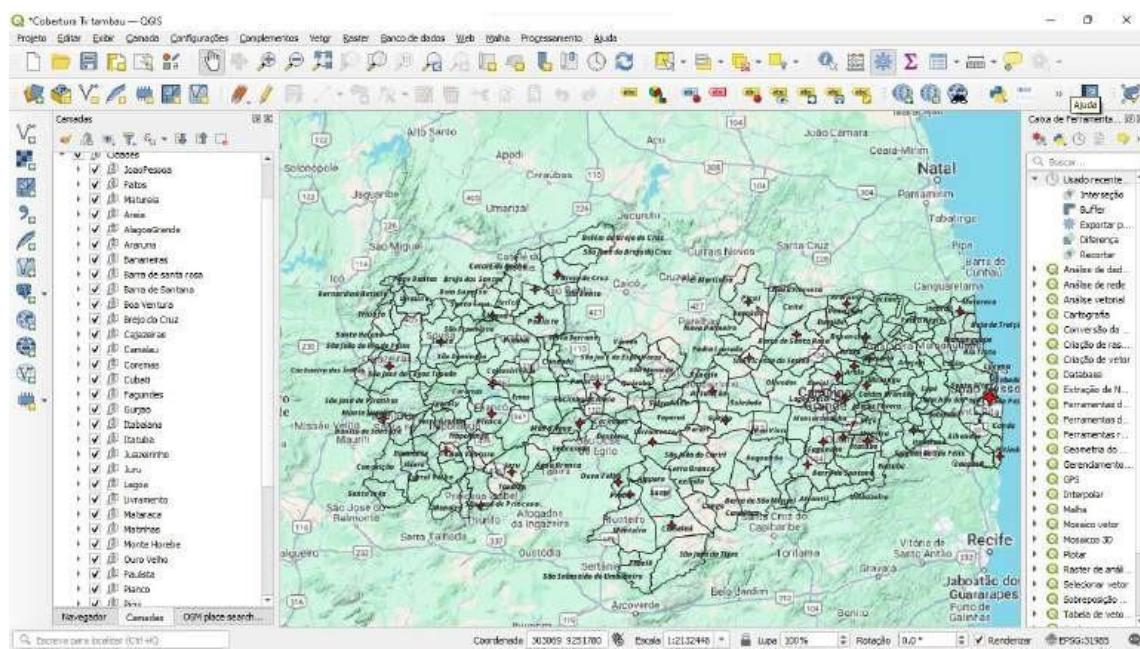
- Robustez na Análise Vetorial: O *software* possui algoritmos avançados para manipulação de geometrias (pontos, linhas e polígonos), essenciais para simular os raios de transmissão.
- Interoperabilidade: Capacidade de importar e exportar diversos formatos de dados, integrando-se perfeitamente com as planilhas geradas (CSV) e com os arquivos da malha municipal do IBGE (*Shapefiles*).
- Viabilidade Econômica e Técnica: Sendo um *software* livre, ele demonstra que projetos de engenharia de redes podem ser executados com alta precisão sem a necessidade de licenças proprietárias de alto custo, facilitando a replicabilidade do estudo.

No contexto deste trabalho, o QGIS atuou como a plataforma central de processamento, onde foram executadas as seguintes rotinas de geoprocessamento:

- Gerenciamento de Projeções: Conversão e padronização de todos os dados para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) SIRGAS 2000 (*datum* oficial do Brasil), garantindo a precisão métrica dos cálculos.
- Geração de *Buffers* (Zonas de Influência): Utilização da ferramenta de *buffer* para criar polígonos circulares ao redor das coordenadas das estações. O raio de cada polígono foi parametrizado automaticamente de acordo com a Classe da Estação (Especial, A, B ou C), simulando o Contorno Protegido conforme o Ato nº 9751 da ANATEL.
- Operações Booleanas e Topológicas: Aplicação de algoritmos de Interseção (para recortar a cobertura exatamente nos limites do município) e Diferença (para remover sobreposições de sinal e evitar a dupla contagem de áreas na soma estadual).
- Cálculo Geométrico: Uso da "Calculadora de Campo" para extrair a área exata dos polígonos resultantes em quilômetros quadrados (km²) e calcular a porcentagem de cobertura territorial em relação à área total de cada município.

A Figura 1 ilustra a interface gráfica do software QGIS utilizada para o processamento dos dados.

Figura 1 - Interface do software QGIS v.3.36.0 com a visualização das camadas vetoriais da malha municipal da Paraíba e os pontos de transmissão da TV Tambaú

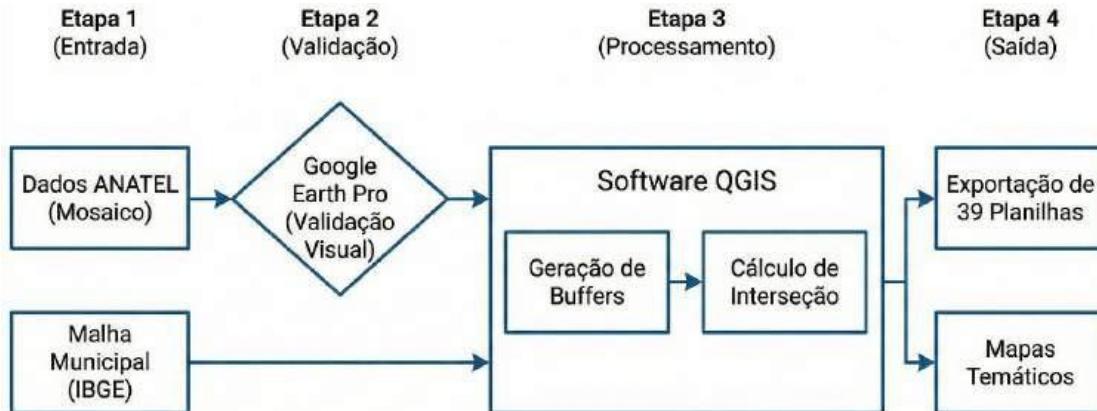


Fonte: Elaboração do autor (2025).

3 METODOLOGIA

A metodologia baseada no Ato nº 9751 utiliza o conceito de Contorno Protegido Estatístico, assumindo um terreno plano (ANATEL, 2022). Em regiões de relevo acidentado a cobertura real pode ser menor devido ao sombreamento, ou maior devido as ondas guiadas, o que exigiria softwares mais complexos. Para facilitar a visualização do processo, as etapas descritas a seguir estão sintetizadas no fluxograma da Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Elaboração do autor (2025).

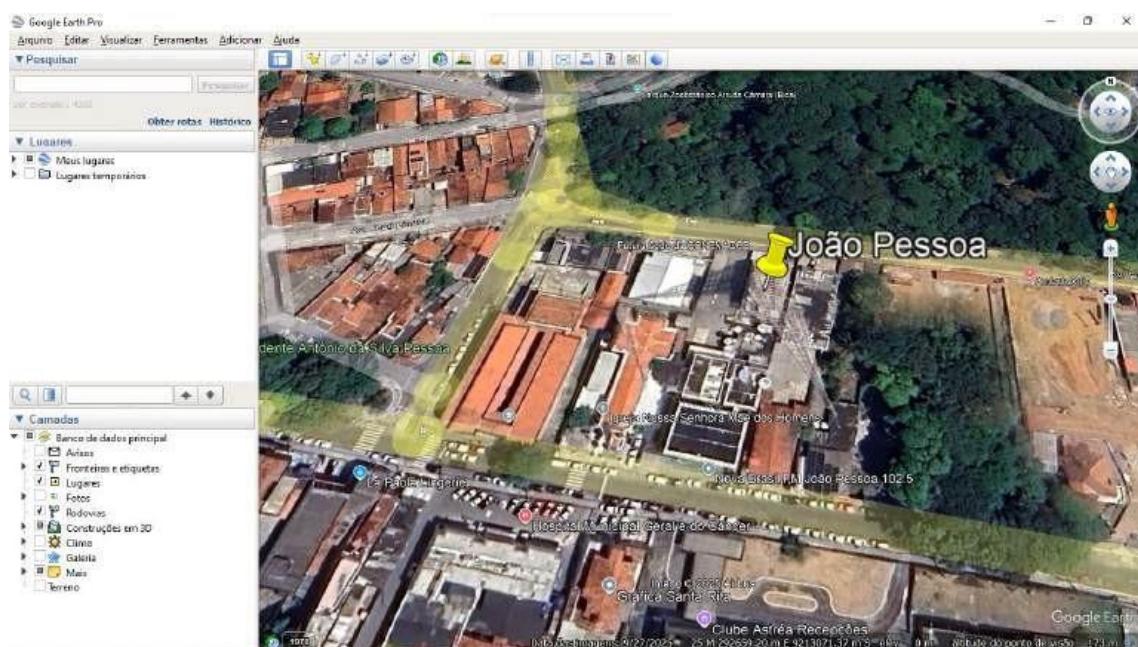
A etapa 1, ilustrada no fluxograma, compreende a aquisição e preparação das bases de dados regulatórias (ANATEL) e cartográficas (IBGE). Uma vez consolidada essa base, o método prossegue para a validação técnica, conforme detalhado na seção a seguir.

3.1 METODOLOGIA DE UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE GOOGLE EARTH

Correspondendo a etapa 2 do fluxograma, para garantir a precisão posicional das estações transmissoras (Geradora e RTVDs) antes da inserção no Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi estabelecido um fluxo de trabalho utilizando o software Google Earth Pro. O procedimento consistiu em quatro etapas fundamentais:

1. Locação e Validação Visual: Inicialmente, as coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) fornecidas pela base de dados da ANATEL foram inseridas na ferramenta de busca do Google Earth. Realizou-se a plotagem de marcadores (placemarks) para cada uma das 39 localidades. Nesta etapa, efetuou-se uma inspeção visual via imagens de satélite para confirmar a existência de infraestrutura vertical (torres de telecomunicações) no local indicado, garantindo a correspondência entre o dado documental e a realidade física, conforme exemplificado na Figura 3.

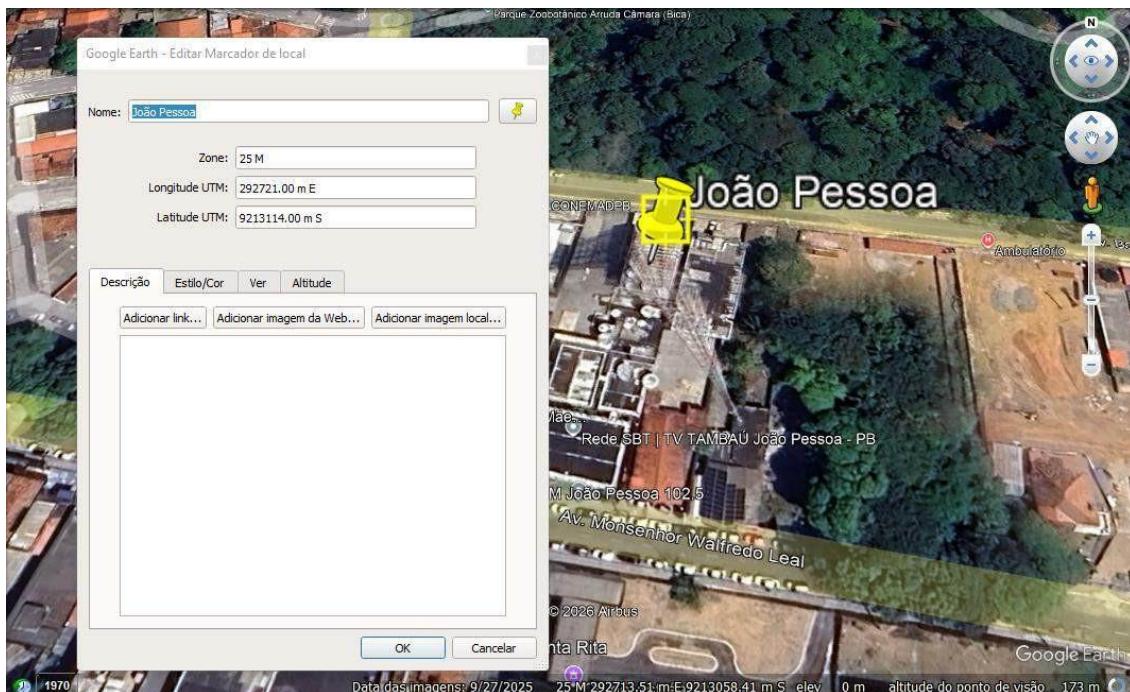
Figura 3 - Visualização da torre localizada em João Pessoa via satélite



Fonte: Elaboração do autor (2025).

2. Configuração do Sistema de Coordenadas: Para compatibilizar os dados com as necessidades de cálculo métrico, o *software* foi configurado para exibir as coordenadas no sistema de projeção UTM (Universal Transverse Mercator). Este sistema utiliza coordenadas cartesianas métricas, facilitando a manipulação posterior em escalas de metros e quilômetros.
3. Extração das Componentes X e Y: Com os marcadores validados, procedeu-se à leitura individual das coordenadas projetadas:
 - Coordenada X: Representando a distância horizontal em metros.
 - Coordenada Y: Representando a distância vertical em metros.
 Além da identificação do fuso UTM correspondente (Zonas 24S ou 25S, dependendo da localização do município na Paraíba), processo demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Exemplo de extração de coordenadas UTM e identificação da Zona (24S/25S) na janela de propriedades do Google Earth



Fonte: Elaboração do autor (2026).

4. Tabulação dos Dados (Estruturação da Base): Os dados coletados foram transcritos manualmente para planilhas eletrônicas (Microsoft Excel), criando-se um banco de dados estruturado contendo: Nome do Município, Coordenada X e Coordenada Y . Esta etapa foi crucial para padronizar o arquivo de entrada (formato .CSV) a ser importado posteriormente no

software QGIS. A estrutura desta organização tabular é apresentada na Figura 5.

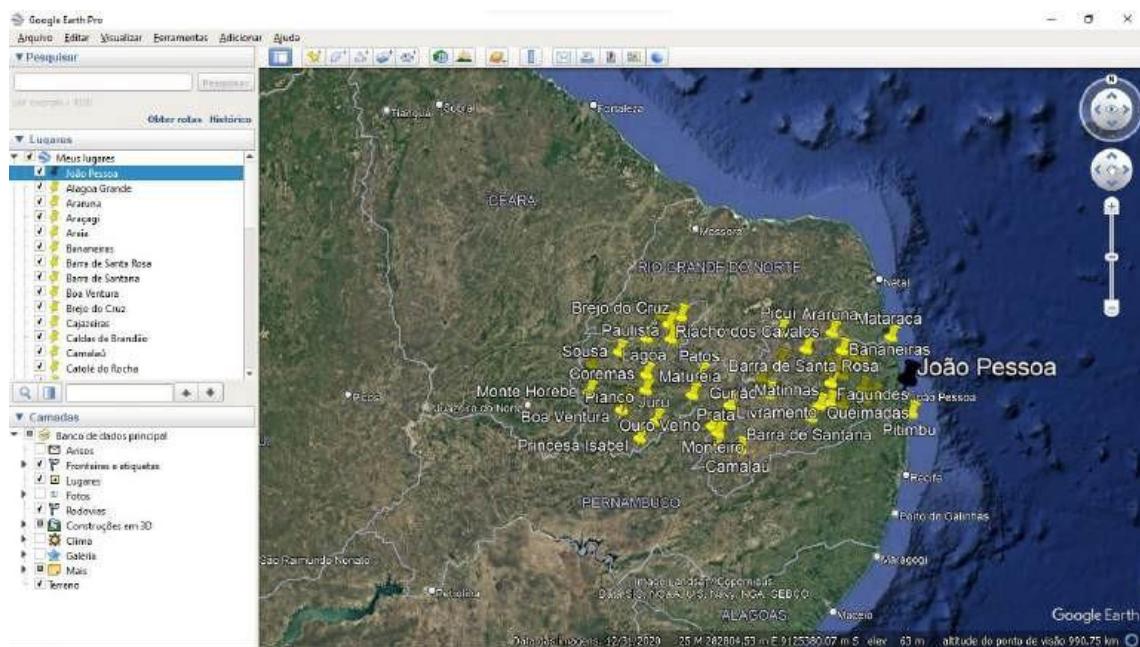
Figura 5 - Estrutura da planilha de dados (Excel) preparada para conversão em CSV

| | A | B | C | D |
|---|-------------|-----------|------------|---|
| 1 | Local | x | y | |
| 2 | Joao Pessoa | 292704.42 | 9213148.31 | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |

Fonte: Elaboração do autor (2026).

A distribuição espacial de todos os pontos validados pode ser observada na visualização geral da Figura 6.

Figura 6 - Processo de validação de coordenadas no Google Earth. As 39 estações de televisão localizadas e identificadas



Fonte: Elaboração do autor (2025).

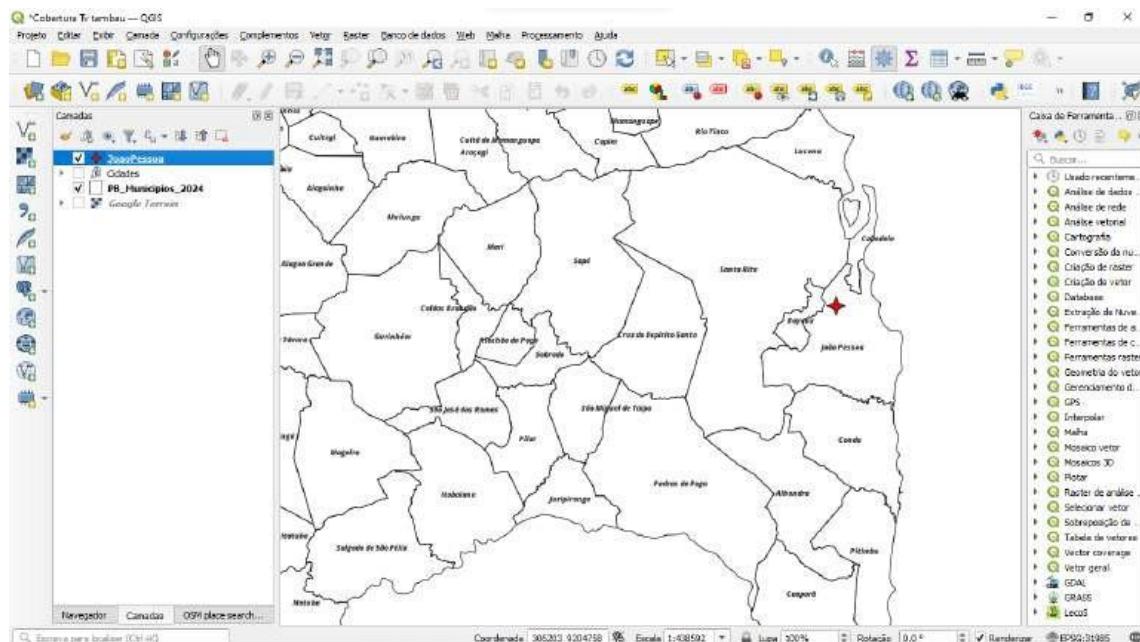
3.2 METODOLOGIA DE UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE QGIS

A etapa 3 é a fase de espacialização e análise quantitativa da cobertura foi realizada no *software* QGIS (Sistema de Informações Geográficas), seguindo um fluxo de trabalho estruturado em quatro fases distintas: importação, delimitação de cobertura, operações geométricas e cálculo de indicadores.

3.2.1 Importação e Espacialização dos Pontos (Geradora e RTVDs)

A base de dados tabular (arquivos .CSV), contendo as coordenadas UTM tratadas na etapa anterior, foi inserida no *software* através da ferramenta Gerenciador de Fonte de Dados. Nesta etapa, definiu-se a geometria dos vetores a partir das colunas 'X' e 'Y', atribuindo-se o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) SIRGAS 2000. O resultado foi a criação de uma camada vetorial de pontos (*shapefile*), representando a localização geográfica exata das 39 estações da TV Tambaú na malha territorial da Paraíba (ver Figura 7).

Figura 7 - Camada vetorial da localização de João Pessoa

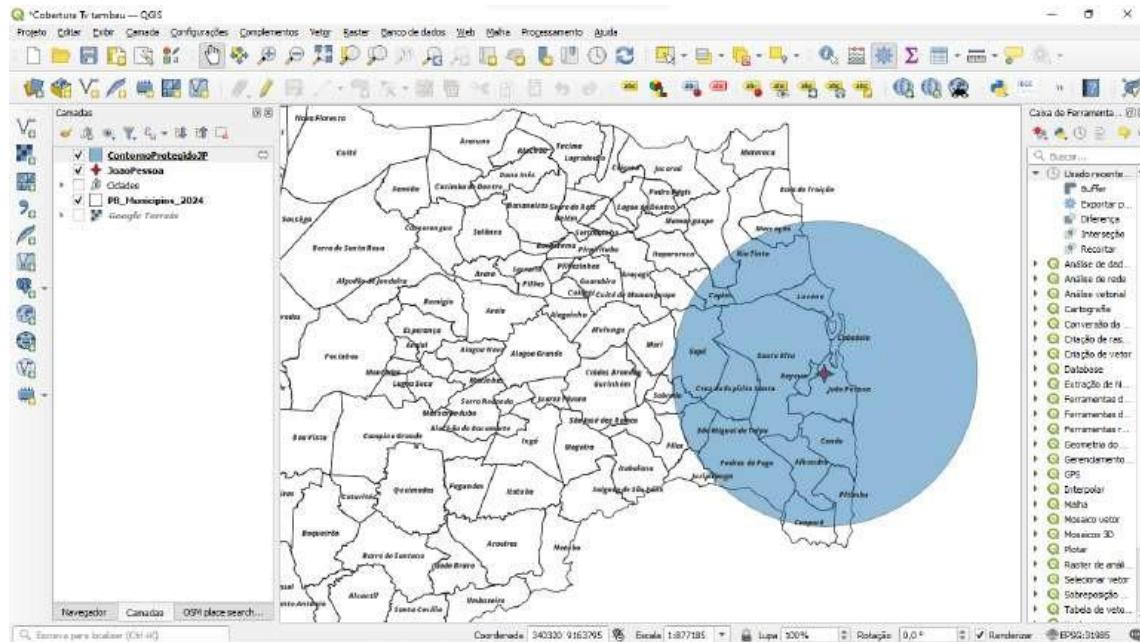


Fonte: Elaboração do autor (2025).

3.2.2 Delimitação dos Contornos Protegidos (Buffers)

Para simular a área de cobertura teórica, utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento *Buffer* (zona de amortecimento). O algoritmo gerou vetores poligonais circulares ao redor de cada ponto transmissor. O raio de cada círculo foi parametrizado conforme a Classe de Operação da estação (A, B ou C), respeitando as distâncias de contorno protegido estabelecidas no regulamento técnico da ANATEL (ANATEL, 2022), resultando na geometria apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Camada do *buffer* do contorno protegido de João Pessoa



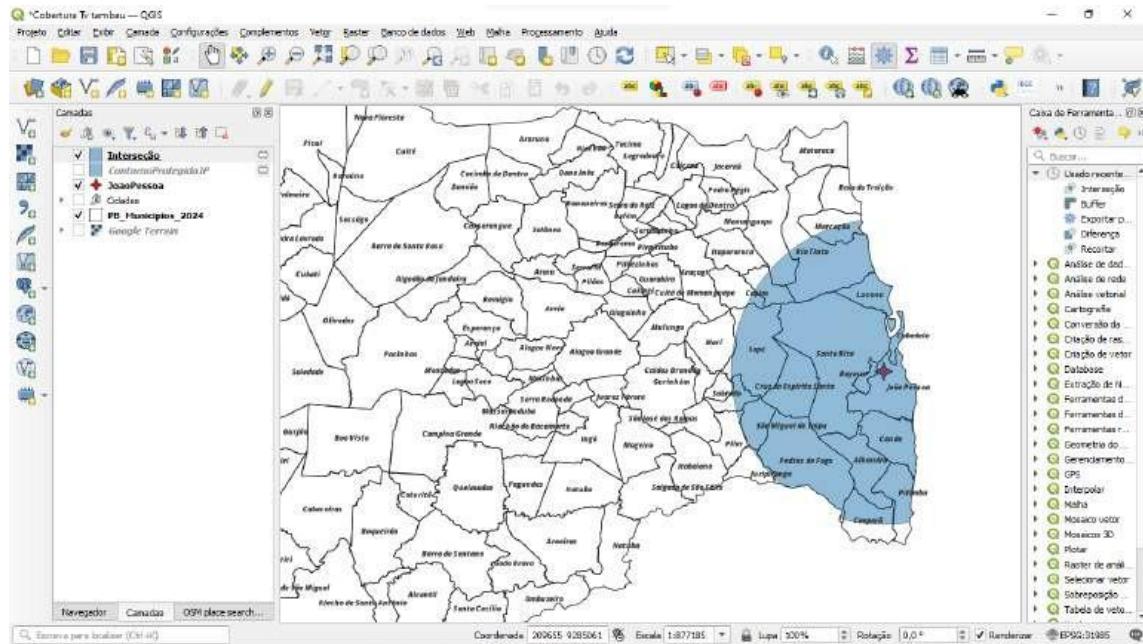
Fonte: Elaboração do autor (2025).

3.2.3 Tratamento de Sobreposições e Ajuste Territorial (Interseção e Diferença)

Para garantir que a cobertura calculada correspondesse apenas à área útil dentro dos limites municipais, foram aplicadas operações de geometria vetorial:

- Interseção: Cruzou-se a camada dos *Buffers* (cobertura) com a camada da Malha Municipal (IBGE, 2022). Esta operação "recortou" os círculos, descartando as áreas de sinal que extrapolavam as fronteiras do município ou avançavam sobre o oceano, conforme ilustrado na Figura 9.
- Tratamento de Redundâncias (Diferença/Dissolução): Em regiões onde o sinal de duas ou mais estações se sobreponha (cobrindo a mesma área geográfica), aplicou-se a ferramenta de Diferença (ou Dissolução) para unificar os polígonos. Este procedimento foi essencial para evitar a dupla contagem de áreas, assegurando que cada quilômetro quadrado coberto fosse contabilizado apenas uma vez no somatório final.

Figura 9 - Camada de interseção do *buffer* de João Pessoa e malha municipal



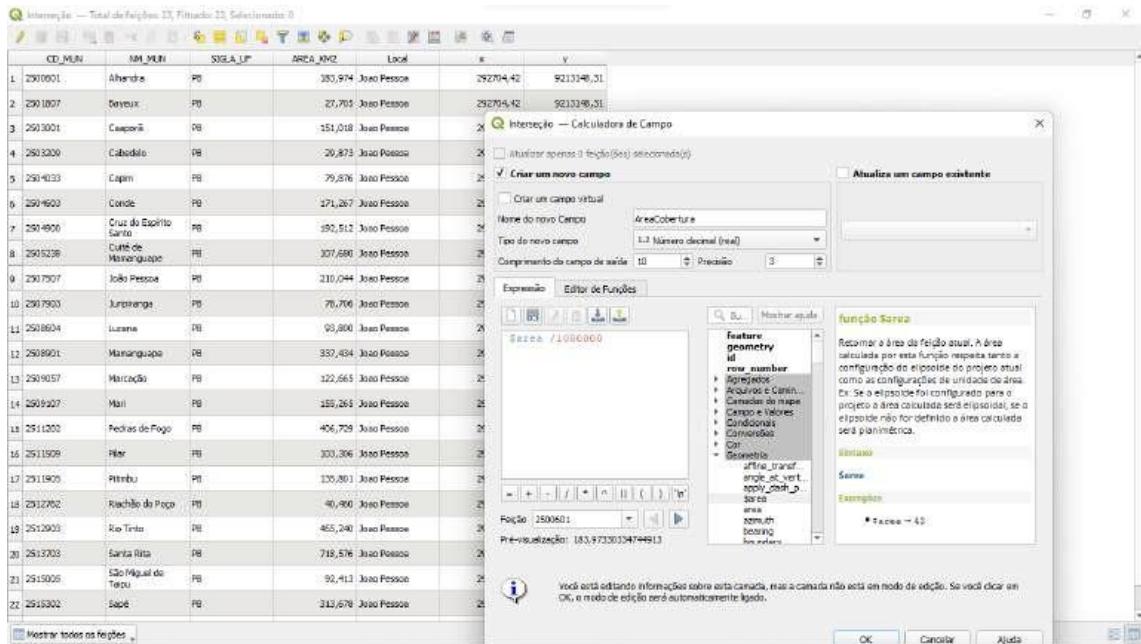
Fonte: Elaboração do autor (2025).

3.2.4 Cálculo de Áreas e Percentuais (Tabela de Atributos)

Com os polígonos de cobertura devidamente processados e recortados, acessou-se a Tabela de Atributos para a extração dos dados quantitativos através da Calculadora de Campo:

- Área Coberta (km^2): Calculada através da função geométrica `$area / 1.000.000` (conversão de metros quadrados para quilômetros quadrados), cálculo detalhado na Figura 10.

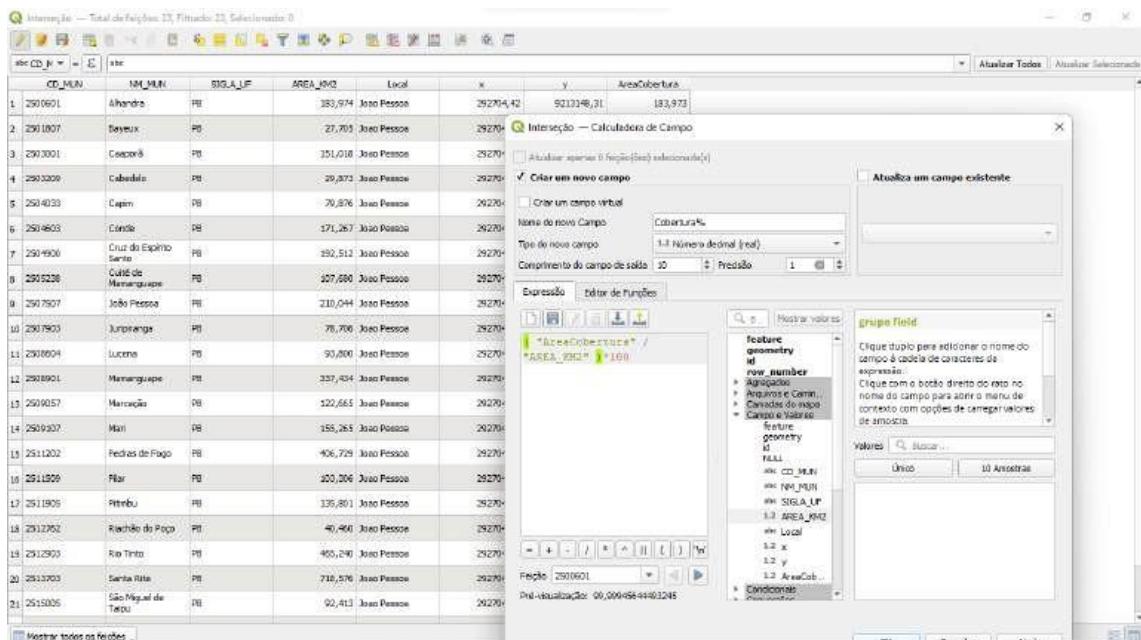
Figura 10 - Cálculo da área de cobertura de João Pessoa



Fonte: Elaboração do autor (2025).

- Percentual de Cobertura (%): Calculado através da relação aritmética entre a área coberta processada e a área total do município (dado oficial do IBGE), permitindo aferir o grau de atendimento do sinal em cada cidade (vide Figura 11).

Figura 11 - Cálculo da porcentagem da cobertura de João Pessoa em relação a outras cidades



Fonte: Elaboração do autor (2025).

4 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

Materializando a etapa 4 do fluxograma apresentado na Figura 2, este capítulo traz os resultados consolidados da análise de cobertura. Nele, são detalhados os dados obtidos através do processamento geoespacial no software QGIS, correlacionando a localização das 39 estações transmissoras da TV Tambaú com a malha municipal do estado da Paraíba.

Para a obtenção dos dados quantitativos, realizou-se a extração individual das informações contidas na Tabela de Atributos de cada camada vetorial gerada no QGIS. Este procedimento resultou na exportação de 39 planilhas eletrônicas (uma para cada estação licenciada), contendo o cálculo detalhado da área de cobertura (km^2) e o percentual de atendimento em relação à área total dos municípios atingidos.

Devido ao extenso volume de dados gerados por este conjunto documental, os resultados a seguir apresentam uma consolidação estadual, seguida de uma exemplificação detalhada através da estação geradora e, por fim, o ranking de eficiência territorial das retransmissoras.

4.1 PANORAMA GERAL DA COBERTURA ESTADUAL

A primeira análise foca no impacto global da emissora no estado. A partir da soma das áreas de interseção dos contornos protegidos (*buffers*) de todas as estações, obteve-se o cenário consolidado apresentado na Tabela 3.

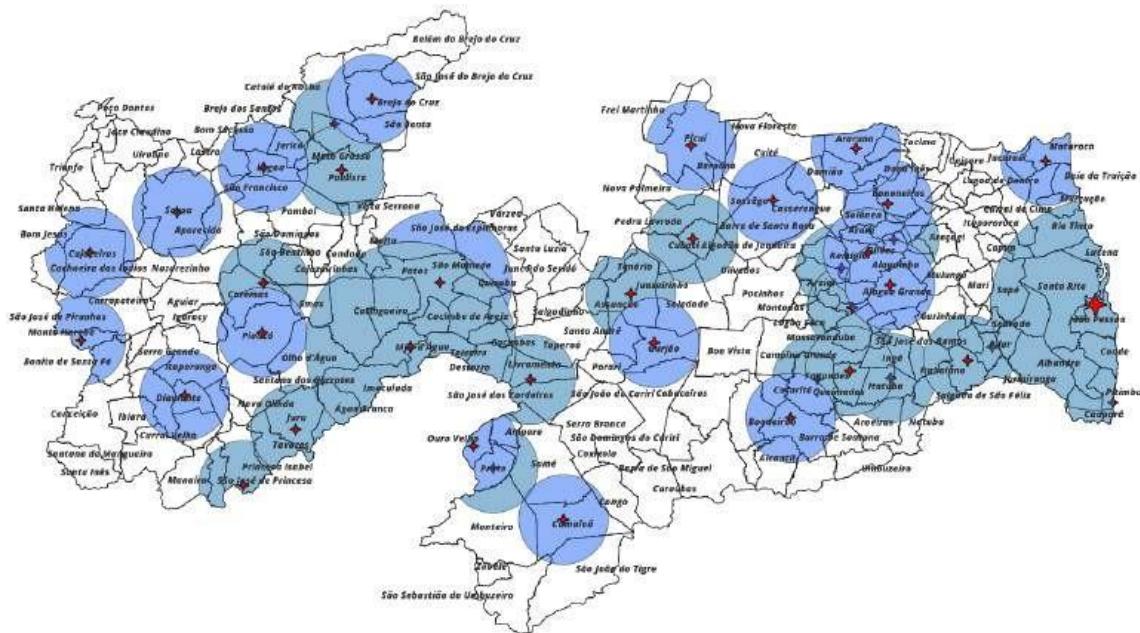
Tabela 3 - Cobertura Territorial Consolidada na Paraíba

| Parâmetro | Área (km^2) | Percentual (%) |
|---|------------------------|----------------|
| Extensão Territorial da Paraíba | 56.585,00 | 100,00 |
| Área de Cobertura Estimada (TV Tambaú) | 32.867,34 | 58,08 |
| Área de Sombra (Sem Cobertura Digital) | 23.717,66 | 41,92 |

Fonte: Elaboração do autor (2025), a partir de dados do IBGE e ANATEL.

A espacialização destes dados pode ser visualizada na Figura 12, que apresenta o mapa temático resultante do processamento no QGIS. As áreas coloridas representam os contornos protegidos das 39 estações licenciadas, enquanto as áreas em branco correspondem às zonas sem cobertura teórica. A relação completa dos 132 municípios que apresentam cobertura territorial superior a 40% encontra-se detalhada no Apêndice A deste trabalho.

Figura 12 - Mapa de Cobertura Territorial da TV Tambaú na Paraíba (Círculos de Contorno Protegido)



Fonte: Elaboração do autor (2025).

Os resultados indicam que a TV Tambaú ilumina digitalmente mais da metade do território paraibano (58,08%). É importante ressaltar que, embora 41,92% do território físico apareça como 'zona de sombra', isso não reflete necessariamente a população desassistida. As áreas cobertas coincidem com as maiores manchas urbanas e densidades demográficas (João Pessoa, Patos, Sousa, Cajazeiras), sugerindo uma estratégia de engenharia focada na maximização da audiência e não apenas na ocupação territorial de áreas rurais despovoadas.

4.2 ANÁLISE REGIONAL E DETALHAMENTO POR ESTAÇÃO

A análise individualizada das estações revela como a localização estratégica dos transmissores permite atender não apenas o município-sede, mas também as cidades circunvizinhas, fenômeno conhecido como *spillover* (transbordamento de sinal).

Observando os dados municipais, temos cobertura total ou plena (> 95%) nas cidades onde estão instaladas as estações de maior potência ou onde a geografia favorece, a cobertura atinge a totalidade do município. Alguns destaques:

- João Pessoa: Atinge 100% da capital, além de cobrir integralmente os municípios da região metropolitana como Bayeux (100%), Conde (100%) e Cabedelo (100%), conforme dados da estação geradora.
- Cajazeiras: A estação local cobre 97,2% do território do município (546 km²) e ainda projeta sinal significativo para Cachoeira dos Índios (52,3%).
- Outros destaques: Municípios como Alagoa Grande, Araruna, Boa Ventura, Cubati e Itabaiana apresentaram 100% de cobertura territorial em seus respectivos perímetros urbanos.

É imperativo notar que os dados apresentados se baseiam no modelo regulatório de 'Terra Plana' e distâncias fixas do Ato nº 9751 da ANATEL. Em regiões de relevo acidentado, como a Serra de Teixeira (região de Matureia/Patos) ou o Planalto da Borborema a cobertura real pode sofrer reduções devido a obstruções físicas (sombreamento), ou ampliações devido a reflexões e visadas diretas privilegiadas. Portanto, o mapa na Figura 12 representa o potencial máximo de licenciamento, servindo como guia para planejamento de expansão de rede.

4.2.1 Detalhamento da estação em João Pessoa

Para demonstrar a capilaridade da rede em nível municipal, toma-se como estudo de caso os dados extraídos da Estação Geradora de João Pessoa (Canal 31, Classe A). A Tabela 4 exemplifica o nível de detalhamento obtido para cada uma das 39 estações processadas.

Tabela 4 - Detalhamento de Cobertura da Estação Geradora (João Pessoa)

| Município Atingido | Área Total (km²) | Área Coberta (km²) | Cobertura (%) |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Alhandra | 183,97 | 183,97 | 100,00 |
| Bayeux | 27,70 | 27,70 | 100,00 |
| Cabedelo | 29,87 | 29,87 | 100,00 |
| Conde | 171,27 | 171,27 | 100,00 |
| Cruz do Espírito Santo | 192,51 | 192,51 | 100,00 |
| João Pessoa | 210,04 | 210,04 | 100,00 |

| Município Atingido | Área Total (km²) | Área Coberta (km²) | Cobertura (%) |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Lucena | 93,80 | 93,80 | 100,00 |
| Pedras de Fogo | 406,73 | 404,44 | 99,40 |
| Santa Rita | 718,58 | 718,57 | 100,00 |
| São Miguel de Taipu | 92,41 | 90,30 | 97,70 |
| Sapé | 313,68 | 288,24 | 91,90 |
| Pitimbu | 135,80 | 113,95 | 83,90 |
| Capim | 79,88 | 53,92 | 67,50 |
| Rio Tinto | 465,24 | 305,59 | 65,70 |
| Sobrado | 61,95 | 36,05 | 58,20 |
| Caaporã | 151,02 | 85,94 | 56,90 |
| Marcação | 122,66 | 48,91 | 39,90 |
| Mamanguape | 337,43 | 49,57 | 14,70 |
| Cuité de Mamanguape | 107,68 | 13,22 | 12,30 |
| Juripiranga | 78,71 | 6,06 | 7,70 |
| Pilar | 103,31 | 3,31 | 3,20 |
| Riachão do Poço | 40,46 | 0,70 | 1,70 |
| Mari | 155,26 | 2,25 | 1,40 |

Fonte: Elaboração do autor (2025), a partir de dados processados no QGIS.

Os dados evidenciam o fenômeno do transbordamento de sinal, já mencionado anteriormente. Nota-se que a estação da capital não se limita a atender o município de outorga, conforme detalhado nos casos abaixo:

1. Região Metropolitana Blindada: Note que não só JP, Bayeux e Cabedelo, mas também Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, Alhandra e Conde tiveram 100% de cobertura. Isso é um resultado excelente para a geradora.
2. O Caso de Sapé e Pedras de Fogo: Estão quase 100% cobertos (91% e 99%), mostrando que o sinal chega muito forte no Agreste próximo.
3. Limites da Cobertura: Cidades como Mari e Riachão do Poço aparecem no final da lista com cobertura muito baixa (1% a 3%). Isso é um exemplo para mostrar exatamente onde o sinal "morre" (a borda do círculo).

4.2.2 Interior do estado

Expandindo esta análise para o interior do estado, foi possível compilar o desempenho de todas as RTVDs e gerar o ranking apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - *Ranking* dos 10 Municípios com Maior Cobertura Territorial Relativa (Interior)

| Ranking | Município | Região | Estação Responsável | Área Total | Área Coberta | % Cobertura |
|----------------|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | | | | (km ²) | (km ²) | |
| 1º | Alagoa Grande | Brejo | Alagoa Grande | 322,07 | 322,07 | 100,0% |
| 2º | Itabaiana | Agreste | Itabaiana | 210,57 | 210,57 | 100,0% |
| 3º | Mãe d'Água | Sertão | Maturéia (Pico) | 228,68 | 228,68 | 100,0% |
| 4º | Cacimba de Areia | Sertão | Maturéia (Pico) | 213,02 | 213,02 | 100,0% |
| 5º | Boa Ventura | Vale do Piancó | Boa Ventura | 168,66 | 168,66 | 100,0% |
| 6º | Teixeira | Sertão | Maturéia (Pico) | 155,45 | 155,45 | 100,0% |
| 7º | Cacimbas | Sertão | Maturéia (Pico) | 124,07 | 124,07 | 100,0% |
| 8º | São José dos Ramos | Agreste | Itabaiana | 100,64 | 100,64 | 100,0% |
| 9º | Maturéia | Sertão | Maturéia (Pico) | 83,05 | 83,05 | 100,0% |
| 10º | São S. de Lagoa de Roça | Agreste | Matinhos | 46,37 | 46,37 | 100,0% |

Fonte: Elaboração do autor (2025).

O Ranking acima revela a capilaridade da rede no 'Sertão Profundo' e no Agreste. Observa-se a cobertura total em municípios como Mãe d'Água e Teixeira, situados em regiões de relevo desafiador, o que valida a eficiência das estações de alta cota (como a de Maturéia/Pico do Jabre) em transpor barreiras orográficas, graças à sua localização privilegiada no Pico do Jabre (ponto culminante da Paraíba).

4.3 ANÁLISE DE SOBREPOSIÇÃO E REDUNDÂNCIA: O CASO PATOS/MATURÉIA

Um aspecto técnico relevante foi observado na análise da região de Patos. Embora a tabela individual da estação local aponte uma cobertura territorial parcial, a análise integrada no QGIS revela uma redundância estratégica.

Devido à elevada altitude da estação de Maturéia (localizada no Pico do Jabre), seu sinal (Classe A) propaga-se por uma vasta região, cobrindo integralmente o município de Patos. Como a metodologia aplicada utilizou a ferramenta de "Diferença" para evitar a duplicidade de área no cálculo estadual, a cobertura de Patos foi contabilizada majoritariamente pela estação regional. Na prática, isso confere ao município de Patos uma dupla iluminação, aumentando a confiabilidade e a disponibilidade do serviço para a população local.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atingiu seu objetivo geral ao realizar o mapeamento e a quantificação da cobertura territorial da TV Tambaú (SBT) no estado da Paraíba. Mais do que apresentar dados técnicos da rede de radiodifusão, este estudo validou uma metodologia de análise de engenharia baseada inteiramente em ferramentas acessíveis e de *software* livre (Google Earth Pro e QGIS), demonstrando que é possível realizar diagnósticos geoespaciais de alta precisão sem a necessidade de plataformas proprietárias de alto custo.

A análise dos dados, fundamentada na extração de 39 planilhas individuais de cobertura e na consolidação estadual, permitiu concluir que a emissora cobre uma extensão territorial estimada de 32.867,34 km², correspondendo a 58,08% da área total do estado e alcançando cobertura territorial superior a 40% em 132 municípios paraibanos. Embora cerca de 42% do território figurem como "zona de sombra" digital sob a ótica do contorno protegido, a distribuição geográfica das estações revela uma estratégia de engenharia focada na eficiência demográfica, priorizando as manchas urbanas e os eixos rodoviários principais.

Do ponto de vista técnico, os resultados evidenciaram dois fenômenos cruciais para a qualidade da rede:

- O Fenômeno do Transbordamento (*Spillover*) e a Força da Capital: O estudo comprovou que as estações principais ultrapassam seus limites municipais. A Estação geradora de João Pessoa (Classe A) exemplifica este cenário com excelência: além de cobrir 100% da capital, seu sinal

"transborda" para iluminar integralmente os municípios da Região Metropolitana, como Bayeux, Cabedelo e Conde. Este padrão repete-se em polos regionais do interior, como Itabaiana e Alagoa Grande, que garantem a cobertura plena em suas respectivas micro bacias de atendimento.

- A Importância Estratégica da Orografia no Sertão: A análise detalhada do interior revelou que a estação de Maturéia, situada no Pico do Jabre, atua como um "*hub*" estratégico de cobertura. A sua localização privilegiada na cota mais alta do estado permite que um único transmissor garanta 100% de cobertura em múltiplos municípios, como Mãe d'Água, Cacimba de Areia, Teixeira e Cacimbas, superando as barreiras naturais que dificultariam a propagação de estações convencionais.

É fundamental ressaltar, contudo, as limitações do método adotado. Os mapas gerados baseiam-se no conceito regulatório de Contorno Protegido (Ato nº 9.751 da ANATEL), que utiliza modelos estatísticos de "terra plana" (ANATEL, 2022). Conforme discutido na fundamentação teórica, a Área de Prestação de Serviço real pode divergir destes resultados em regiões de relevo acidentado, onde obstruções físicas não contabilizadas neste modelo podem criar zonas de sombra locais (*shadowing*). Portanto, estes resultados representam o alcance máximo licenciado e protegido da emissora.

Em suma, conclui-se que a TV Tambaú possui uma rede de transmissão capilarizada, resiliente e estrategicamente distribuída. A combinação entre a alta potência da geradora no litoral e o posicionamento tático dos transmissores em cotas elevadas no interior assegura a entrega do sinal digital à vasta maioria do território e da população paraibana.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para aprofundar a análise da propagação de sinais na Paraíba e complementar os resultados aqui obtidos, sugere-se:

- A realização de simulações utilizando softwares de predição que considerem o modelo digital de elevação do terreno (como Radio Mobile ou Siren), confrontando o contorno teórico da ANATEL com as possíveis obstruções físicas do relevo paraibano.

- A execução de medições em campo (*Drive Test*) nos municípios apontados no ranking como tendo 100% de cobertura, para validar empiricamente a intensidade de campo (dB μ V/m) e a qualidade do sinal (MER/BER) na ponta do usuário.
- O cruzamento dos mapas vetoriais gerados neste estudo com os dados de setores censitários do IBGE, visando converter a métrica de "Cobertura Territorial (%)" para "Cobertura Populacional (%)".

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O planalto da Borborema, na Paraíba. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 13, p. 54-73, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). Ato nº 9.751, de 06 de julho de 2022. Aprova os requisitos técnicos de condições de uso de radiofrequências para os serviços de radiodifusão de sons e imagens e de retransmissão de televisão. Brasília, DF: ANATEL, 2022. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). Sistema Mosaico – Consulta de Licenciamento de Estações. Brasília, DF. Disponível em: <https://sistemas.anatel.gov.br/mosaico>. Acesso em: 02 set. 2025.

AMBIENTAL PRO. Definindo Sistema de Coordenadas no QGIS em 2 passos [TUTORIAL 2024]. 2023. 1 vídeo (18 min). Publicado pelo canal Ambiental Pro. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hyad-phVRhl>. Acesso em: 10 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15601: Televisão digital terrestre - Sistema de transmissão. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

BRASIL. Decreto nº 5.820, de 29 de junho de 2006. Dispõe sobre a implantação do SBTVD-T, estabelece diretrizes para a transição do sistema de transmissão analógica para o sistema de transmissão digital e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jun. 2006.

CÂMARA, Gilberto et al. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 22 jan. 2026.

GOOGLE. Google Earth Pro. Versão 7.3. Mountain View, CA: Google LLC, 2024. Software. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Malha Municipal Digital do Brasil: Base de dados geoespaciais. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>. Acesso em: 14 ago. 2025.

MATTOS, Sergio. História da televisão brasileira: uma visão econômica, social e política. Petrópolis: Vozes, 2010.

PROJETO PONTO DE PARTIDA. 05 - Como salvar/abrir corretamente um projeto no QGIS. 2021. 1 vídeo (5 min). Publicado pelo canal Projeto Ponto de Partida. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hGMTt8damRY>. Acesso em: 25 jun. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2025. *Software*. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 05 jul. 2025.

QGIS FÁCIL. **[Aula Completa] Como Configurar o QGIS e Instalar Plugins no Software**. 2022. 1 vídeo (18 min). Publicado pelo canal QGIS Fácil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5RjZVlc3k9k>. Acesso em: 12 jun. 2025.

REDE TAMBAÚ DE COMUNICAÇÃO. **Quem somos**. Portal T5. João Pessoa, 2025. Disponível em: <https://www.portalt5.com.br>. Acesso em: 28 out. 2025.

URBANIDADES. **QGIS 3 - Operações básicas com a calculadora de campo**. 2020. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Urbanidades. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=fMdL3uaxx_Q. Acesso em: 15 ago. 2025.

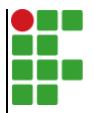
APÊNDICE A - RELAÇÃO DOS 132 MUNICÍPIOS COM COBERTURA TERRITORIAL SUPERIOR A 40%

| Município | Cobertura (%) |
|------------------------|----------------------|
| Alagoa Grande | 100,00% |
| Alagoa Nova | 65,50% |
| Alagoinha | 84,80% |
| Alhandra | 100,00% |
| Amparo | 84,90% |
| Arara | 89,30% |
| Araruna | 100,00% |
| Areia | 80,40% |
| Areial | 63,10% |
| Assunção | 80,20% |
| Baía da Traição | 96,90% |
| Bananeiras | 92,40% |
| Baraúna | 80,60% |
| Barra de Santa Rosa | 79,30% |
| Barra de Santana | 95,40% |
| Bayeux | 100,00% |
| Belém | 77,00% |
| Boa Ventura | 100,00% |
| Bom Jesus | 100,00% |
| Bom Sucesso | 86,50% |
| Bonito de Santa Fé | 70,70% |
| Boqueirão | 41,20% |
| Borborema | 53,90% |
| Brejo do Cruz | 99,20% |
| Caaporã | 56,90% |
| Cabedelo | 100,00% |
| Cachoeira dos Índios | 52,30% |
| Cacimba de Areia | 100,00% |
| Cacimba de Dentro | 97,30% |
| Cacimbas | 100,00% |
| Cajazeiras | 97,20% |
| Cajazeirinhas | 68,30% |
| Camalaú | 90,70% |
| Capim | 67,50% |
| Catingueira | 100,00% |
| Caturité | 87,00% |
| Conde | 100,00% |
| Coremas | 51,90% |
| Cruz do Espírito Santo | 100,00% |
| Cubati | 100,00% |
| Cuitegi | 71,10% |

| Município | Cobertura (%) |
|------------------|----------------------|
| Curral Velho | 77,80% |
| Damião | 57,60% |
| Desterro | 100,00% |
| Diamante | 81,20% |
| Dona Inês | 76,20% |
| Emas | 43,10% |
| Esperança | 52,60% |
| Fagundes | 100,00% |
| Frei Martinho | 52,60% |
| Gurjão | 98,10% |
| Imaculada | 100,00% |
| Ingá | 47,20% |
| Itabaiana | 100,00% |
| Itaporanga | 59,30% |
| Itatuba | 64,90% |
| Jericó | 79,30% |
| João Pessoa | 100,00% |
| Juarez Távora | 87,50% |
| Juazeirinho | 71,60% |
| Juripiranga | 73,70% |
| Juru | 98,70% |
| Lagoa | 100,00% |
| Lagoa Seca | 99,80% |
| Livramento | 80,90% |
| Lucena | 100,00% |
| Mãe d'Água | 100,00% |
| Malta | 43,70% |
| Mamanguape | 42,90% |
| Marizópolis | 88,90% |
| Massaranduba | 57,10% |
| Mataraca | 100,00% |
| Matinhos | 57,10% |
| Mato Grosso | 72,20% |
| Maturéia | 100,00% |
| Mogeiro | 49,40% |
| Monte Horebe | 96,70% |
| Nova Floresta | 66,20% |
| Olho d'Água | 50,20% |
| Olivedos | 52,60% |
| Ouro Velho | 100,00% |
| Passagem | 67,40% |
| Patos | 99,70% |
| Paulista | 95,00% |
| Pedra Branca | 72,30% |
| Pedra Lavrada | 80,20% |
| Pedras de Fogo | 99,40% |
| Piancó | 96,70% |

| Município | Cobertura (%) |
|--------------------------------|----------------------|
| Picuí | 90,00% |
| Pilar | 96,80% |
| Pilões | 58,80% |
| Pilóezinhos | 66,70% |
| Pirpirituba | 61,40% |
| Pitimbu | 83,90% |
| Prata | 98,30% |
| Princesa Isabel | 76,00% |
| Queimadas | 54,40% |
| Quixaba | 92,90% |
| Remígio | 64,60% |
| Riachão | 93,20% |
| Riachão do Bacamarte | 62,10% |
| Riacho dos Cavalos | 57,60% |
| Rio Tinto | 65,70% |
| Salgado de São Félix | 55,10% |
| Santa Cruz | 55,50% |
| Santa Helena | 43,90% |
| Santa Rita | 100,00% |
| Santa Teresinha | 100,00% |
| Santo André | 77,80% |
| São Bento | 79,00% |
| São Francisco | 60,50% |
| São José de Piranhas | 46,60% |
| São José de Princesa | 83,50% |
| São José do Bonfim | 100,00% |
| São José dos Cordeiros | 75,90% |
| São José dos Ramos | 100,00% |
| São Mamede | 65,50% |
| São Miguel de Taipu | 97,70% |
| São Sebastião de Lagoa de Roça | 100,00% |
| São Vicente do Seridó | 75,00% |
| Sapé | 91,90% |
| Serra Redonda | 84,70% |
| Serraria | 98,30% |
| Sobrado | 58,20% |
| Solânea | 44,30% |
| Sossêgo | 47,90% |
| Sousa | 97,50% |
| Tavares | 92,80% |
| Teixeira | 100,00% |
| Tenório | 93,90% |
| Vista Serrana | 50,70% |
| Água Branca | 76,70% |

Nota: Os percentuais referem-se à cobertura territorial teórica calculada via QGIS

| | |
|---|---|
|  | INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA |
| | 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

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| Assunto: | TCC |
| Assinado por: | Gustavo Cavalcante |
| Tipo do Documento: | Dissertação |
| Situação: | Finalizado |
| Nível de Acesso: | Ostensivo (Público) |
| Tipo do Conferência: | Cópia Simples |

Documento assinado eletronicamente por:

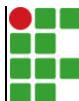
- Gustavo Araujo Cavalcante, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCSTST-JP , em 29/01/2026 18:47:30.

Este documento foi armazenado no SUAP em 29/01/2026. 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: 1747913

Código de Autenticação: 89255bfdcd



| | |
|---|---|
|  | INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÉNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA |
| | 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

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| Assunto: | TCC |
| Assinado por: | Gustavo Cavalcante |
| Tipo do Documento: | Dissertação |
| Situação: | Finalizado |
| Nível de Acesso: | Ostensivo (Público) |
| Tipo do Conferência: | Cópia Simples |

Documento assinado eletronicamente por:

- Gustavo Araujo Cavalcante, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCSTST-JP , em 30/01/2026 16:06:34.

Este documento foi armazenado no SUAP em 30/01/2026. 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: 1749206

Código de Autenticação: d99f2270ae

