



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DA PARAÍBA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

PEDRO HENRIQUE BARBOSA DA SILVA

**Análise da Área de Cobertura de uma Estação Transmissora de TV Digital
em Campina Grande/PB**

**João Pessoa – PB
2024
Pedro Henrique Barbosa da Silva**

Análise da Área de Cobertura de uma Estação Transmissora de TV Digital em Campina Grande/PB

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Sistemas de Telecomunicações, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

ORIENTADOR (A): Prof. Jefferson Costa e Silva, Dr.

**João Pessoa – PB
2024
Pedro Henrique Barbosa da Silva**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, *Campus* João Pessoa

S586a Silva, Pedro Henrique Barbosa da.
Análise da área de cobertura de uma estação transmis-
sora de TV digital em Campina Grande/PB / Pedro
Henrique Barbosa da Silva. – 2024.
41 f. : il.

TCC (Graduação - Tecnologia em Sistemas de Teleco-
municações) – Instituto Federal de Educação da Paraíba –
IFPB / Coordenação do Curso de Tecnologia em Sistemas
de Telecomunicações, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Jefferson Costa e Silva.

1. TV digital. 2. Cobertura de sinal. 3. Propagação de
ondas eletromagnéticas. 4. Simulação. 5. Dados censi-
tários. I. Título.

CDU 621.397(043)

Bibliotecária responsável Lucrecia Camilo de Lima – CRB15/132

Análise da Área de Cobertura de uma Estação Transmissora de TV Digital em Campina Grande/PB

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Sistemas de Telecomunicações, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Aprovada em 04 / 12 / 2024

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 JEFFERSON COSTA E SILVA
Data: 12/02/2025 09:34:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Jefferson Costa e Silva, Dr.
Orientador (IFPB)

Documento assinado digitalmente
 ALFREDO GOMES NETO
Data: 12/02/2025 09:49:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Alfredo Gomes Neto, Dr.
Examinador

Documento assinado digitalmente
 JOABSON NOGUEIRA DE CARVALHO
Data: 12/02/2025 09:45:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Joabson Nogueira de Carvalho, Dr.
Examinador

À Deus, a meus pais e familiares, por todo apoio e carinho!

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e proteção das idas e vindas da faculdade durante esses últimos quase quatro anos.

A todos aqueles que me apoiaram por todo esse tempo principalmente a minha família por ter me dado o apoio financeiramente em momentos difíceis.

A meus colegas de turma que permaneceram até o final do curso, pois sabemos como foi difícil ser apenas 10% da turma original a finalizar o curso.

Aos professores que agregaram nos ensinamentos passados, principalmente o meu atual orientador Professor Jefferson, Joabson Nogueira de Carvalho, Gustavo Araujo Cavalcante, Matheus Barbosa de Farias, Luis Romeu Nunes e Rossana Moreno Santa Cruz. Ao Instituto Federal da Paraíba mesmo com uma enorme greve, ainda consegui persistir para a finalização do curso.

“Nada resiste ao trabalho.”

Autor desconhecido

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a cobertura do sinal de uma estação de uma emissora geradora de TV Digital fictícia, através de simulação, no qual foi utilizado como base o relatório de canal da Fundação Pedro Américo, alterando suas coordenadas para a área onde se encontra a UNIFACISA em Campina Grande, PB. Inicialmente é feita uma breve explicação e apresentação sobre ondas eletromagnéticas, o sistema de TV adotado no Brasil e aspectos regulatórios. Logo após, é abordado o software QGIS, aplicativo de informação geográfica necessário para ilustrar e importar dados para a base do projeto. Também é utilizado o Google Earth para auxílio em geolocalização, pois ele possui informações essenciais do relevo geográfico de quase todo o planeta, além do software Spectrum-E, que é utilizado para importação dos dados reais do projeto do canal da Fundação Pedro Américo, com as coordenadas da UNIFACISA. O mesmo retornou as 72 radiais com as respectivas alturas sobre o nível médio do terreno (HNMT), azimute e ganho. Foram necessários os dados censitários, obtidos no portal do IBGE, referentes a população censitária e número de habitantes em Campina Grande e cidades vizinhas. Contudo, após as simulações foram obtidos como resultados a área total coberta pelo sinal da estação transmissora, em km², além da parcela populacional total que é atendida com a cobertura do sinal.

Palavras-chave: TV Digital, cobertura de sinal, simulação, dados censitários.

ABSTRACT

This study aims to analyze the coverage of the signal from a station of a fictional digital TV broadcaster through simulation, using the channel report by the Fundação Pedro Américo as a basis, with coordinates modified to the area where UNIFACISA is located in Campina Grande, PB. Initially, it provides a brief overview of electromagnetic waves, the TV system adopted in Brazil, and regulatory aspects. Next, it discusses the QGIS software, a geographic information system application essential for illustrating and importing data into the project database. Google Earth is also used for geolocation assistance, as it provides essential geographic relief information worldwide, in addition to the Spectrum-E software, used to import real project data from the Fundação Pedro Américo channel report, with coordinates set to UNIFACISA. This software returned the 72 radials with respective heights above mean ground level (AMGL), azimuth, and gain. Census data were required, obtained from the IBGE portal, including the census population and the number of inhabitants in Campina Grande and neighboring cities. Following the simulations, the results included the total area covered by the station's signal, in km², and the total population segment served by this signal coverage.

Keywords: Digital TV, signal coverage, simulation, census data.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Reflexão de Ondas	15
Figura 2	Difração de Ondas	15
Figura 3	Difração de Ondas	16
Figura 4	Refração de Ondas	17
Figura 5	Mapa do Estado da Paraíba no QGIS, Com Destaque Para o Polígono da Classe B, Representando a Área de Espalhamento do Sinal da Estação Transmissora de TV.	20
Figura 6	Software Google Earth e Sinal Espalhado Pela ERB Simulado	21
Figura 7	Software QGIS Com a Extensão do Google Earth	21
Figura 8	Relatório de Canal da Fundação Pedro Américo	22
Figura 9	Principais Dados Técnicos da Emissora Utilizados no Simulador da Anatel	23
Figura 10	Exemplos de Radiais do Contorno de 51 Decibel-Microvolt Por Metro da Emissora TV Correio	24
Figura 11	Arquivos Públicos de Geografia e Estatística do IBGE	27
Figura 12	Contorno Teórico de Serviço da Estação Transmissora de TV Simulada na UNIFACISA	30
Figura 13	Área Coberta Pela ERB Localizada Pela UNIFACISA Mostrando a Área Não Uniforme	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Padrão de Codificação Digital	17
Tabela 2	Classe das Estações	19
Tabela 3	Todas as Radiais Disponibilizadas Pelo Simulador da Anatel	25
Tabela 4	Estudo I - Municípios e Área Territorial Atingida Pelo Contorno Teórico da ERB Localizada na UNIFACISA	31
Tabela 5	Estudo II - Municípios e Área Territorial Atingida Pelo Contorno Teórico da ERB Localizada na UNIFACISA	33

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ATSC	Advanced Television Systems Committee
BBC	British Broadcasting Company
db μ V/m	Decibel-Microvolt por metro
DVB-T	Digital Video Broadcasting-Terrestrial
ERP	Potência Efetiva Irradiada
FM	Modulação em Frequência
GTVD	Geradora de TV Digital
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
UHF	Ultra High Frequency
PB	Paraíba
TV	Televisão
FM	Frequência Modulada
AM	Amplitude Modulada
Db	Decibel
μ	Micro
V	Volt
m	Metro
S	Sul
O	Oeste
Dbd	decibel em relação ao dipolo de meia onda
ITU	União Internacional de Telecomunicações
RF	Rádio Frequência

HCI	Altura do Centro Geométrico do Sistema Irradiante
KML	Keyhole Markup Language
Kw	Kilowatt

SUMÁRIO

1	Introdução	14
2	Fundamentação Teórica	16
2.1	Propagação de Ondas Eletromagnéticas	16
2.2	Mecanismos de Propagação	16
2.2.1	Reflexão de Ondas	16
2.2.2	Difração de Ondas	17
2.2.3	Espalhamento de Ondas	17
2.2.4	Refração de Ondas	18
2.3	Sistema de TV Digital	19
2.3.1	Aspectos Regulatórios	20
2.3.2	QGIS	21
2.3.3	Google Earth	22
3	Metodologia dos Estudos de Cobertura	24
3.1	Dados Técnicos da Emissora	25
3.1.1	Estudo I - Obtenção do Contorno na UNIFACISA	28
3.1.2	Estudo I - Cálculo de Densidade Populacional e Área Alcançadas Pelo Sinal da Emissora	29
4	Resultados	32
4.1	Resultados – Dados de Conclusão Para a Área Coberta Pelo Sinal.	33
4.2	Resultados – Dados de Conclusão Para as Pessoas que Terão Acesso ao Sinal	34
4	Conclusão	36
5	Referências	37
6	Anexos	39

1 Introdução

O presente trabalho propõe uma análise sobre a área de cobertura e o contorno de serviço de uma estação de TV digital de uma emissora fictícia, localizada na UNIFACISA, em Campina Grande, PB. Para isso, serão utilizados softwares, também utilizados pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações).

O objetivo central desta pesquisa é analisar a cobertura total teórica da estação de TV digital simulada, identificando as variáveis que influenciam diretamente em seu desempenho e na qualidade dos serviços prestados. Além disso, busca-se delinear o contorno de serviço teórico da estação de TV digital através de softwares especializados, explorando aspectos técnicos e normativos que regem sua operação.

A escolha deste tema baseia-se na reprodução de um caso prático de viabilidade de instalação de uma estação de radiodifusão de sons e imagens e seu impacto sobre a população da região metropolitana de Campina Grande, PB. Este estudo não apenas contribuirá para o entendimento das características específicas da estação de TV digital em questão, mas também poderá fornecer novas perspectivas para o aprimoramento de futuras implementações de infraestrutura de telecomunicações.

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte maneira: no primeiro capítulo é realizada uma introdução sobre o trabalho a ser apresentado; No segundo capítulo será realizada uma fundamentação teórica, onde será feito um breve resumo da história das TV Digital e quando começaram a ser implantadas no estado da Paraíba; o terceiro capítulo trata tecnicamente como foram feitas as simulações, sendo abordada uma visão geral de todas as ferramentas que foram necessárias para o desenvolvimento do projeto para este trabalho de conclusão de curso; e, finalmente; no quarto capítulo, serão discutidos os resultados obtidos, promovendo uma compreensão mais abrangente sobre a dinâmica da cobertura da estação em estudo.

Este estudo visa não apenas contribuir para melhorar o conhecimento na área de telecomunicações nos dias de hoje, particularmente em radiodifusão, mas também fornecer informações valiosas que podem auxiliar a otimização da infraestrutura de telecomunicações de uma entidade detentora de outorga de radiodifusão de sons e

imagens, contribuindo assim para a melhoria contínua dos serviços oferecidos pela estação de TV Digital em foco.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Propagação de Ondas Eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas são capazes de se propagar no vácuo e são formadas pela combinação dos campos elétrico e magnético. Graças a esse tipo de onda as pessoas podem ver TV, acessar a internet, ouvir música e esquentar a comida no micro-ondas. Em resumo são resultado da libertação das fontes de energia elétrica e magnética em conjunto.

2.2 Mecanismos de Propagação

2.2.1 Reflexão de Ondas

A reflexão de ondas eletromagnéticas ocorrem quando encontram obstáculos, pois a onda incidente sofrerá reflexão.

No livro *Wireless Communications: Principles and Practice*, o autor Theodore S. Rappaport afirma o seguinte: “O comportamento da onda refletida depende da permissividade do meio em que está incidindo”. Por exemplo, se a onda atinge um condutor perfeito, como um metal idealizado, toda a energia incidente é refletida de volta ao meio original sem perdas, uma vez que o condutor não permite a penetração do campo eletromagnético.

Observando a Figura 1, podemos observar uma ilustração de algumas ondas eletromagnéticas sendo refletidas.

Figura 1 – Reflexão de Ondas



Fonte: mundoeducacao.uol.com.br fenômenos ondulatórios

2.2.2 Difração de Ondas

Difração é a capacidade das ondas de desviar ou contornar os obstáculos que encontram durante sua propagação, bem como o espalhamento ou alargamento das ondas após atravessar fendas e orifícios. A difração acontece tanto com as ondas mecânicas quanto com as ondas eletromagnéticas (DIAS, Fabiana. 2019).

Geralmente ocorre em ondas com maiores comprimentos onde se curvam ou se espalham ao encontrar obstáculos, no qual continuam se propagando sem grandes alterações. Esse fenômeno pode ser observado na Figura 2.

Este fenômeno explica como as ondas eletromagnéticas se propagam ao redor da superfície curva da Terra e atrás de obstáculos, embora a intensidade do sinal diminua à medida que o receptor se move para a “sombra”.

Figura 2 – Difração de Ondas



Fonte: mundoeducacao.uol.com.br fenômenos ondulatórios

2.2.3 Espalhamento de Ondas

O espalhamento ocorre quando as ondas eletromagnéticas se deparam com obstáculos com tamanhos da mesma ordem de grandeza ou menores. O espalhamento obedece aos mesmos princípios físicos da difração espalhando a energia do sinal do transmissor em muitas direções (www.gta.ufrj.br, 2003).

Existem dois tipos principais de espalhamento de ondas eletromagnéticas: o espalhamento Rayleigh e o espalhamento Mie.

Espalhamento Rayleigh:

O espalhamento Rayleigh ocorre quando os obstáculos encontrados pelas ondas são significativamente menores que o comprimento de onda da radiação eletromagnética incidente. A intensidade do espalhamento é diretamente proporcional à quarta potência do inverso do comprimento de onda, o que significa que as ondas

mais curtas (como a luz azul) sofrem mais espalhamento do que as ondas mais longas (como a luz vermelha).

Esse tipo de espalhamento é responsável pela coloração do céu durante o dia. A luz solar, ao passar pela atmosfera da Terra, é espalhada pelos gases e partículas presentes, resultando em um céu azul.

Espalhamento Mie:

O espalhamento Mie ocorre quando os obstáculos são da ordem do comprimento de onda da radiação incidente. Ao contrário do espalhamento Rayleigh, o espalhamento Mie não é fortemente dependente do comprimento de onda e pode ocorrer em uma variedade de cores. Este tipo de espalhamento é observado, por exemplo, em nuvens, gotas de chuva e partículas de poeira atmosférica, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Dispersão de Ondas



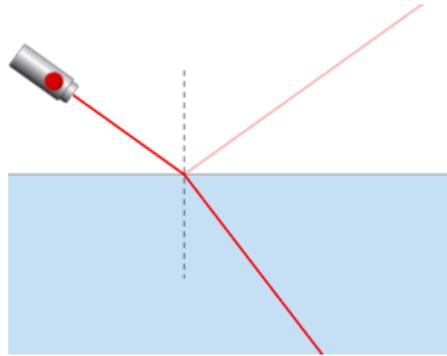
Fonte: mundoeducacao.uol.com.br fenômenos ondulatórios

2.2.4 Refração de Ondas

Ocorre refração quando a onda muda seu meio de propagação. A luz do Sol, por exemplo, vem da estrela através do vácuo e sofre refração ao entrar na atmosfera terrestre. Na refração, a velocidade de propagação da onda será alterada, pois a mudança de meio gera mudança no comprimento de onda. A frequência das ondas, por depender da fonte geradora, não é alterada na refração. (<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/reflexao-refracao-difracao-das-ondas.htm>, Joab Junior)

Por exemplo na Figura 4, a luz do laser viaja do ar para a água. Este desvio angular é chamado de refração. A magnitude da refração depende das propriedades do meio envolvido e pode ser calculada utilizando a lei de Snell, que relaciona os ângulos de incidência e refração ao índice de refração dos dois meios.

Figura 4 – Refração de Ondas



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/reflexao-refracao-difracao-das-ondas.htm> fenômenos ondulatórios

2.3 Sistema de TV Digital

A história que levou à TV digital começa nos anos 70, quando cientistas da rede pública de televisão japonesa, a NHK, começam a realizar pesquisas para desenvolver a TV analógica de alta definição. Eles queriam uma TV com mais linhas, que tivesse menos problemas na transmissão. Conseguiram alguns êxitos nos anos 80. A Europa também chegou a implementar um sistema com mais linhas na TV analógica, experimentado nas transmissões dos Jogos Olímpicos de Barcelona (TV Digital: Sistemas, Conceitos e Tecnologias, Sergio Denicoli).

A TV Digital é a transmissão de sinais de televisão digital utilizando codificação digital, onde os principais padrões foram o padrão norte americano ATSC, padrão Europeu SVB e o padrão japonês ISDB. Os três padrões só foram desenvolvidos a partir da década de 1990, no qual o primeiro padrão a ser desenvolvido foi o modelo americano. Na Tabela 1 é descrito quando o modelo foi desenvolvido e suas principais finalidades.

Tabela 1 - Padrão de codificação digital

Padrão	Desenvolvimento	Finalidades
ATSC (Norte Americano)	1990 a 1995	Transmissão em HDTV (TV de Alta Definição)
DVB (Europa)	1993 a 1997	Facilidade de recepção e mobilidade
ISDB (Japão)	1994 a 1999	Recepção interna e externa (<i>indoor</i> e <i>outdoor</i>), integração com sistemas multimídia e mobilidade. HDTV

Fonte: TV Digital https://www.gta.ufrj.br/grad/04_2/tv-digital/tvDigital.htm, GANDELMAN, Dan

Hoje o Brasil utiliza o padrão japonês ISDB-TB “*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*”, para melhor atender às necessidades de energia, mobilidade e portabilidade dos receptores sem nenhum custo para o consumidor. O início das transmissões da TV Digital no Brasil começou no dia 2 de dezembro de 2007 apenas para a cidade de São Paulo. Em fevereiro de 2008 chegou nas cidades de Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Brasília, e em julho do mesmo ano alcançou todas as capitais.

A TV digital na Paraíba teve início em 2009, tendo suas primeiras transmissões em fevereiro daquele ano e tornando-se oficialmente digital em julho, de 2019. Segundo a matéria “TV Cabo Branco comemora 10 anos do sinal digital na Paraíba”, publicada no site da própria TV Cabo Branco, foi realizada uma grande comemoração a respeito da implantação da TV digital em João Pessoa, com uma campanha publicitária que veiculou nos intervalos da emissora cenas do cotidiano que mostram cidadãos comuns acompanhando os programas locais e nacionais da TV Cabo Branco, como o JPB1 na tela do celular, levando informação e entretenimento de maneira rápida e acessível à população.

2.3.1 Aspectos Regulatórios

O espectro de radiofrequências é um bem público e escasso, e o seu uso por aplicações em telecomunicações fez com que se tornasse um meio indispensável para a prestação de diversos serviços de telecomunicações. A gestão do espectro de radiofrequências no Brasil é baseada no modelo comando e controle, a Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações, destina porções do espectro para determinados serviços e aplicações, sendo necessária a devida autorização de uso de radiofrequência, para que se possa instalar um transmissor configurado na frequência de interesse, seguindo as condições de uso da faixa de frequência, estabelecida em regulamentação específica. Essa autorização tem sempre caráter oneroso e precário, isto é, suas condições de uso e o próprio direito de uso podem ser alterados, de acordo com o interesse público. Fonte: Aspectos técnicos e regulatórios para implementação da tecnologia de rádios cognitivos no Brasil, Agostinho Linhares, Renata Figueiredo santoyo, Renato Bizerra, yroá Robledo, <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4718389.pdf&ved=2ahUKEwie08-rhMalAxWvHLkGHWYJlpsQFnoECBQQAQ&usg=AOvVaw2nb8Liwgx r8udxggYqm8uz>

Em relação aos serviços de radiodifusão, tem-se que o cálculo de campo e medição de sinais são importantes pelo motivo de viabilizar que as entidades reguladoras possam avaliar se cada emissora de radiodifusão está operando dentro dos limites e áreas de abrangência de acordo com o Plano Básico.

As estações de transmissão digital são classificadas em classe Especial, classe A, classe B e classe C, cujos valores das potências máximas são apresentados na Tabela 2. Em relação à potência ERP, para cada classe é tomada como referência uma altura de 150 metros acima do nível médio do terreno.

Tabela 2 - Classe das Estações

Classe das Estações				
Classe	Canais	Máxima Potência ERP	HMNT (m)	Distância Máxima ao Contorno Protegido (km)
Especial	7 - 13	16 kW	150	65,6
	14 - 46	80 kW		58,0
	47 - 51	100 kW		58,0
A	7 - 13	1,6 kW		47,9
	14 - 51	8 kW		42,5
B	7 - 13	0,16 kW		32,3
	14 - 51	0,8 kW		29,1
C	7 - 13	0,016 kW		20,2
	14 - 51	0,08 kW		18,1

Fonte: FÓRUM DO SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL TERRESTRE, Dr. Fujio Yamada, <https://set.org.br/news-revista-da-set/artigo-news-revista-da-set/forum-do-sistema-brasileiro-de-tv-digital-terrestre-2/>

Para este projeto foi escolhido a classe B, por ser a mesma classe da estação real do relatório de canal da fundação Pedro Americo, onde a tal classe possui os canais 14-21 em UHF e possui uma máxima potência ERP de 0,16 kW para os canais 7 –13 e 0,8 kW para os canais em UHF.

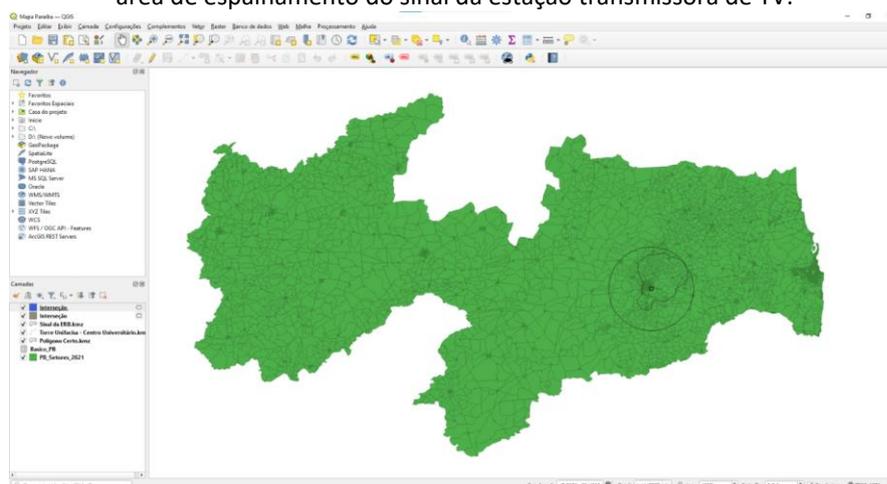
2.3.2 QGIS

O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. O QGIS é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Funciona em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades. O QGIS é um software gratuito onde podemos visualizar, gerir, editar, analisar dados, e criar mapas para impressão (Fonte: https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html).

O QGIS é um software de código aberto que é utilizado para diversas funções, mas tem como suas principais características a manipulação de camadas, onde o mesmo permite a combinação de dados de fontes diferentes e ao mesmo tempo, é uma ferramenta de análise geoespacial que possui diversas ferramentas de geoprocessamento buffers, interseções e análise de proximidades, criação de mapas o software tem um ambiente robusto para criar mapas e relatórios que podem ser personalizados e exportados em diversos formatos e a integração com vários outros sistemas e banco de dados como o PostGIS e suporta uma vasta gama de formatos de arquivos.

Com o QGIS foi realizado boa parte do projeto, no qual foi importada uma planta do estado da Paraíba com dados reais, onde foi pego de uma base de dados do IBGE em seu site oficial (www.ibge.gov.br) como podemos observar na Figura 5.

Figura 5 - Mapa do Estado da Paraíba no QGIS, com destaque para o polígono da Classe B, representando a área de espalhamento do sinal da estação transmissora de TV.



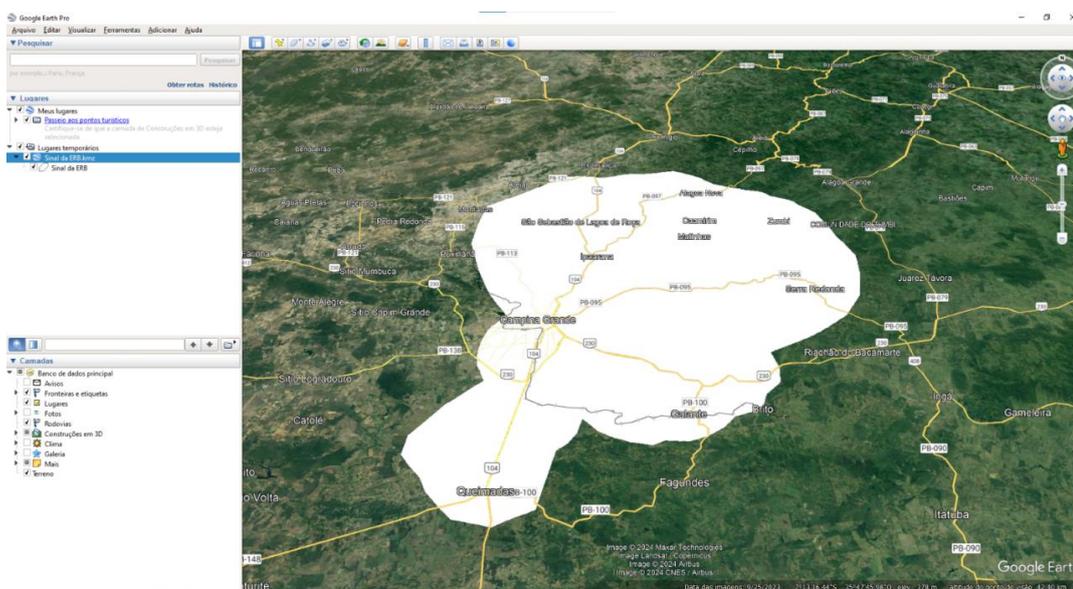
Fonte: Autoria Própria

2.3.3 Google Earth

Google Earth é um programa de computador desenvolvido e distribuído pela Artcom estadunidense do Google cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e GIS 3D. Desta forma, o programa pode ser usado simplesmente como um gerador de mapas bidimensionais e imagens de satélite ou como um simulador das diversas paisagens presentes no Planeta Terra. Com isso, é possível identificar lugares, construções, cidades, paisagens, entre outros elementos. O programa é similar, embora mais complexo, ao serviço também oferecido pelo Google conhecido como Google Maps (Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Earth).

Foi importado do Google Earth uma extensão para o QGIS, no qual todas as cidades do estado da Paraíba, bairros, ruas com endereços reais e o próprio contorno teórico calculado e aplicado no próprio Google Earth no intuito do projeto simulado ter a maior veracidade possível como pode ser observado na Figura 6.

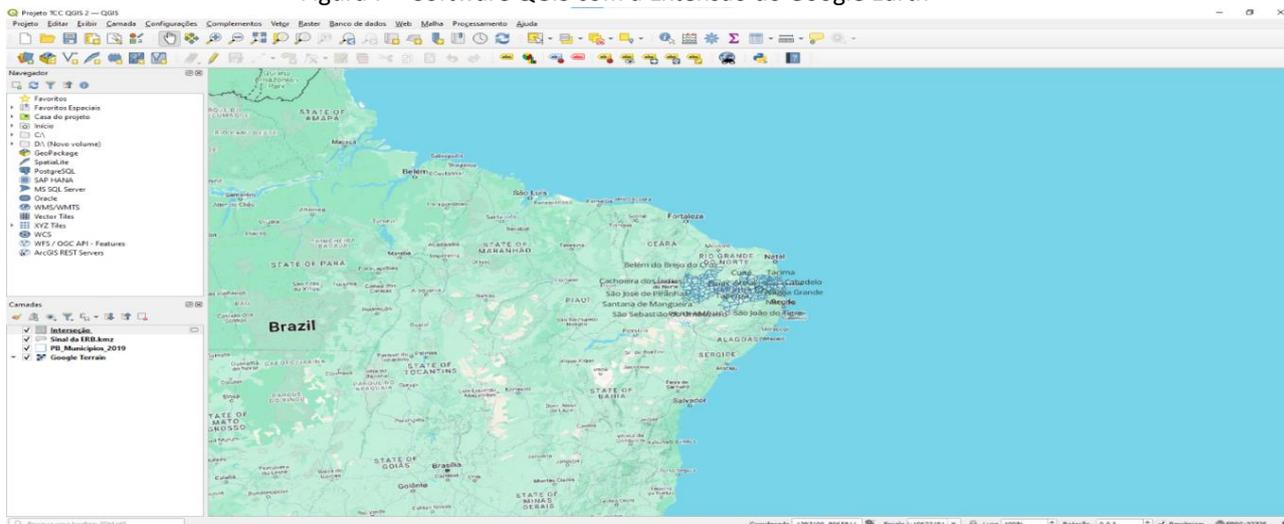
Figura 6 – Software Google Earth e Sinal Espalhado pela estação transmissora de TV Simulado



Fonte: Autoria Própria

Pode ser observado na Figura 7, que a extensão do Google Earth já foi instalada e aplicada no software QGIS, portanto pode ser observado não apenas o estado da Paraíba, mas sim todo o mundo.

Figura 7 – Software QGIS com a Extensão do Google Earth



Fonte: Autoria Própria

3 Metodologia dos Estudos de Cobertura

A partir do relatório de canal da fundação Pedro Américo, foram iniciados estudos com os mesmos parâmetros, portanto a antena utilizada para o projeto de simulação foi a de modelo ISD41836UT da fabricante “Ideal Antenas Profissionais Ltda”, no qual ela tem um ganho de 7,60 dBd e uma polarização horizontal. A linha de transmissão utilizada para o projeto foi do fabricante DRKA CABLETEQ BRASIL de modelo RF 1 5/8 – 50, o comprimento foi de 80 metros com uma atenuação de 1,58 db/100 metros, impedância de 50 ohms e perdas acessórias de 0,5 dB. O transmissor utilizado foi o modelo IS71K1LQ do fabricante “Hitachi Kokusai Linear Equipamentos eletrônicos S/A”, com uma potência de operação de 0,053 kW como pode ser observado na figura 8. Ambos equipamentos citados no texto estão presentes na sessão de anexos

Figura 8 – Relatório de Canal da Fundação Pedro Américo



Relatório do Canal

Informações Gerais					
Número da Estação: 1001901689			Número Indicativo: ZYP295		
Data Último Licenciamento: 16/03/2023			Número da Licença: 53500.010528/2023-17		
Estação Principal					
Localização					
Latitude: 7° 11' 17.88" S		Longitude: 35° 54' 19.33" W		Cota da base: 652.7 m	
Transmissor Principal					
Código Equipamento: 029570900352			Modelo: IS71K1LQ		
Fabricante: Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos SA			Potência de Operação: .053 kW		
Linha de Transmissão Principal					
Modelo: RF 1.5/8 - 50			Fabricante: DRKA CABLETEQ BRASIL		
Comprimento da Linha: 80.00 m		Atenuação: 1.58 dB/100m		Perdas Acessórias: 0.5 dB	
Impedância: 50.00 ohms					
Antena Principal					
Modelo: ISD41836UT			Fabricante: IDEAL ANTENAS PROFISSIONAIS		
Ganho: 7.60 dBd		Beam-Tilt: .00 °	Orientação NV: 20 °	Polarização: Horizontal	HCl: 61.58 m
ERP Máxima: 0.2 kW					

Fonte: Relatório de canal de Id 57dbab8c1f8c0

Com os dados iniciais e o relatório de canal em mãos, o projeto de simulação foi iniciado onde foram utilizados os dados técnicos da emissora “Fundação Pedro Americo” no qual foi alterado os dados das coordenadas para as do projeto abordado sendo na UNIFACISA, com coordenadas 7°15'01.77” S - 35°52'14,75” O.

Utilizando a mesma antena, transmissor e linha de transmissão foram obtidos dados simulados do software spectrum-E utilizado pela própria Anatel, além de serem utilizados dados do censo (IBGE) para se obter valores e resultados com a maior veracidade possível. Na sequência serão fornecidos maiores detalhes do estudo da cobertura na UNIFACISA.

3.1 Dados Técnicos da Emissora

As coordenadas utilizadas para este projeto são: latitude 7° 15' 2,808" S e longitude 35° 52' 14,952" W. O número total de radiais utilizadas é 72, com espaçamento de 5 graus entre cada radial. Os cálculos foram realizados no simulador spectrum-E, com modelo ITU que calcula as perdas de propagação e o impacto das barreiras sobre o sinal irradiado, considerando a distância, para cada radial, variando de 3 a 15 km. A altitude do local de instalação da torre é de 518,8 metros, e o HCI (altura da do centro geométrico do sistema irradiante) é de 61,58 metros.

O projeto foi iniciado por meio de um software que a Anatel disponibiliza gratuitamente na Internet de nome spectrum-E, utilizando ferramentas computacionais e documentações dos dados técnicos da emissora que servem para orientar a simulação de projetos tecnológicos que atendam às normas vigentes a partir de 2024. Nesta página, que disponibiliza gratuitamente documentação relacionada com a Fundação Pedro Américo, podem ser consultados os dados técnicos relevantes para determinar a distância ao contorno de serviço, de 51 dB μ V/m, para cada radial, a partir da estação da entidade.

Na Figura 9 pode ser visualizada a tela do software spectrum-E que o site da Anatel disponibiliza de forma gratuita, que foi utilizado para iniciar as simulações, para o Serviço GTVD (Radiodifusão de Sons e Imagens Digital), classe B, ERP do Plano Básico de 0.8 kW, altura da antena de 61.58 metros, frequência de 497 MHz, potência em operação 0.833, comprimento de linha em 80 metros, atenuação de 1.58 dB a

cada 100 metros, impedância de 50 ohms, ganho da antena de 10.5 dBd, ERP máximo em 0.2467 kW.

Figura 9 – Principais Dados Técnicos da Emissora utilizados no simulador da Anatel

Simulador	
Serviço	GTVD
Classe	B
ERP PB	0.8 kW
Altura Antena	61.58 m
Frequência	497 MHz
Transmissor Principal	
Potência de Operação	0.033 kW
Linha de Transmissão Principal	
Comprimento da Linha	80 m
Atenuação	1.58 dB/100m
Perdas Acessórias	0.5 dB
Impedância	50 ohms
Antena Principal	
Ganho	10.5 dBd
HCI	61.58 m
ERP Máximo	0.2467 kW
Antena	5

Fonte: adaptado de (ANATEL, 2022)

Após inserir todos os dados técnicos necessários no simulador da Anatel, foi gerado um arquivo em formato “pdf”. Aqui as radiais são dispostas a cada 5 graus como pode ser observado na Figura 10. Além deste arquivo, as seguintes informações estão disponíveis para cada radial:

Figura 10 – Exemplos de radiais do contorno de 51 decibel-microvolt por metro da emissora TV Correio



Relatório de Validação

ID:	Entidade:	Técnico	Sistema Principal	az 000 ERP PB 0.8 Kw ERP 0.001 Kw Razão 0.2 Dist 6.08 km
✓ Enquadramento azimuth 000		Técnico	Sistema Principal	az 000 ERP PB 0.8 Kw ERP 0.001 Kw Razão 0.2 Dist 6.08 km
✓ Enquadramento azimuth 005		Técnico	Sistema Principal	az 005 ERP PB 0.8 Kw ERP 0.001 Kw Razão 0.2 Dist 6.08 km
✓ Enquadramento azimuth 010		Técnico	Sistema Principal	az 010 ERP PB 0.8 Kw ERP 0.001 Kw Razão 0.2 Dist 6.08 km
✓ Enquadramento azimuth 015		Técnico	Sistema Principal	az 015 ERP PB 0.8 Kw ERP 0.006 Kw Razão 0.8 Dist 9.16 km
✓ Enquadramento azimuth 020		Técnico	Sistema Principal	az 020 ERP PB 0.8 Kw ERP 0.016 Kw Razão 2 Dist 12.08 km

Fonte: adaptado de (ANATEL, 2024)

Na tabela 3 é possível ver todos os dados necessários para dar início a criação do projeto em outras plataformas que já foram ou serão citadas no decorrer do projeto.

Tabela 3 - Todas as Radiais disponibilizadas pelo o simulador da Anatel

Azimute (°)	HNMT (m)	Azimute da Antena	Ganho dBd (°)	Distância em Km da Torre
0	0,75	60	0,00	23,80
5	4,99	65	0,00	23,66
10	9,41	70	0,00	24,68
15	23,86	75	0,00	25,27
20	43,36	80	0,05	26,59
25	74,73	85	0,08	26,59
30	95,62	90	0,13	26,15
35	121,57	95	0,20	26,73
40	125,99	100	0,30	27,91
45	130,52	105	0,50	28,64
50	140,7	110	0,70	29,08
55	158,95	115	1,00	28,64
60	157,29	120	1,30	28,05
65	168,95	125	1,70	27,91
70	175,84	130	2,10	26,88
75	195,1	135	2,50	25,56
80	195,39	140	3,00	23,51
85	189,65	145	3,60	20,00
90	198,21	150	4,20	16,48
95	216,79	155	4,90	17,07
100	228,54	160	5,50	17,21
105	238,62	165	6,00	16,33
110	236,98	170	6,50	16,33
115	232,26	175	7,00	14,72
120	236,01	180	7,50	14,43
125	229,97	185	8,00	13,84
130	216,05	190	9,00	13,11
135	193,86	195	10,00	11,79
140	151,11	200	11,00	11,50
145	111,85	205	13,00	10,47
150	126,47	210	15,00	9,45
155	137,44	215	18,00	8,42
160	134,41	220	15,00	6,96
165	139,08	225	13,00	8,13
170	122,55	230	12,50	8,86
175	124,79	235	6,00	9,30
180	121,22	240	5,50	13,84

185	114,94	245	4,90	14,43
190	105,69	250	4,20	15,31
195	112,26	255	3,60	15,31
200	106,4	260	3,00	15,45
205	110,23	265	2,50	15,01
210	116,34	270	2,10	14,58
215	116,08	275	1,70	13,99
220	106,8	280	1,30	13,84
225	99,75	285	1,00	13,70
230	102,02	290	0,70	12,52
235	104,7	295	0,50	9,45
240	106,02	300	0,35	6,08
245	111,34	305	0,30	6,08
250	103,45	310	0,20	6,08
255	98,93	315	0,13	6,23
260	89,48	320	0,08	6,23
265	80,34	325	0,05	6,23
270	70,17	330	0,00	6,23
275	65,77	335	0,00	6,23
280	62,2	340	0,00	6,23
285	50,87	345	0,00	6,23
290	27	350	0,00	6,23
295	8,21	355	0,00	6,23
300	-11,12	0	0,70	6,08
305	-4,5	5	0,50	6,08
310	1,77	10	0,35	6,08
315	-12,83	15	0,30	9,16
320	-16,15	20	0,20	12,08
325	-36,58	25	0,13	15,89
330	-50,18	30	0,08	18,09
335	-47,67	35	0,05	20,58
340	-29,44	40	0,00	21,02
345	-30,72	45	0,00	21,46
350	-18,02	50	0,00	22,34
355	-10,42	55	0,00	23,80

Fonte: Spectrum-E, ANATEL.

3.1.1 Estudo I - Obtenção do Contorno na UNIFACISA

De posse dos dados técnicos obtidos no simulador da página eletrônica da Anatel, pode-se determinar o contorno de 51 dB μ V/m da estação transmissora localizada na UNIFACISA. Para isso, foi usado o software Google Earth apresentado no tópico 2.2.3 onde foi adicionado cada radial de forma manual ao azimute de 5 em

5 graus como mostrado na Figura 6, que foram obtidos através do software Spectrum-E, com o objetivo de estimar o contorno teórico do projeto.

Após gerado o contorno teórico, foi salvo o arquivo em um formato específico, conhecido como "kml" (*Keyhole Markup Language*), visto que esse formato é compatível tanto com o Google Earth quanto com o software QGIS.

3.1.2 Estudo I - Cálculo de Densidade Populacional e Área Alcançadas Pelo Sinal da Emissora

No portal do IBGE, é possível acessar gratuitamente e de forma pública dos dados referentes aos levantamentos populacionais censitários das áreas do Brasil. Esses dados são geralmente apresentados em tabelas ou disponibilizados em arquivos contendo informações geospaciais em formato vetorial, utilizados pelo Sistemas de Informações Geográficas. A partir desses arquivos, é viável obter diversas informações, como o número de habitantes em cada município e a quantidade de residências em cada localidade.

Na Figura 11 pode ser observada a página do IBGE onde podemos capturar as informações desejadas, sendo de livre acesso aos arquivos sobre população censitária, divisões territoriais em cada município da Paraíba, conforme os dados do censo demográfico brasileiro de 2021. Esta é a base censitária mais recente disponível durante o período do estudo em questão.

Figura 11 – Arquivos públicos de Geografia e Estatística do IBGE



Fonte: adaptado de (IBGE, 2022)

Com os arquivos de malha territorial do Estado de Paraíba e os dados referentes a população censitária e número de domicílios em cada município baixados, foram importados para o segundo software utilizado para este projeto, sendo o QGIS.

Na Figura 7 ilustra-se a configuração no software QGIS, em que foi realizada a sobreposição do contorno teórico. Essa configuração foi realizada com o objetivo de identificar quais eram os municípios, quantidade de população censitária, e quantidade de área territorial atingidos pelo sinal da emissora localizada na UNIFACISA.

Foi calculada a área em km² coberta pelo sinal, via recursos do próprio software QGIS, com a ferramenta "Calculadora de Campo", que funciona por meio da elaboração e execução no software QGIS. Foi realizado também o cálculo da área de cada município afetado pelo sinal da estação transmissora de TV. Esses valores eram cruciais para determinar a porcentagem total da área de cada município alcançada pelo sinal da emissora.

Os cálculos realizados sobre a quantidade de pessoas que possui em sua localidade residencial, cobertas pelo o sinal da estação, foram realizados com o auxílio também do software QGIS, mas também com cálculos comuns de porcentagem onde foi pego a densidade populacional por município no site do IBGE em que esses dados foram coletados pelo Senso tendo sua última atualização no ano de 2021.

Para isso, foi utilizado um algoritmo desenvolvido pela QGIS Development Team em linguagem de programação Python e C++ disponibilizado pelo próprio software QGIS. Ao integrar os dados do censo demográfico do IBGE no mesmo software, foram obtidas informações precisas sobre população, área territorial e outros dados demográficos de cada município da Paraíba. Contudo, era necessário quantificar especificamente o número de pessoas, domicílios e área territorial afetados pelo sinal da emissora, já que alguns municípios não eram completamente abrangidos pelo contorno teórico.

Para resolver esse problema, foi implementado um algoritmo no próprio software QGIS que calculava a interseção do contorno teórico apresentado no projeto com as divisões territoriais de cada município da Paraíba. Em seguida, os resultados foram salvos em vários formatos de arquivo, optando-se pela extensão "xls" para facilitar a concatenação dos dados de cada município. Esse formato permitiu trabalhar com planilhas para organizar os dados calculados de acordo com os municípios cobertos pelo sinal da emissora, proporcionando uma apresentação mais clara dos resultados.

No arquivo de planilha gerado, foram somados os dados relativos à quantidade de pessoas e área territorial em cada município afetado pelo sinal da emissora na região da UNIFACISA.

Na Figura 7 pode ser observado o QGIS com a extensão do Google Earth e com os dados do IBGE já implantados.

da área prevista, de acordo com a classe da estação, conforme estipulado na legislação de radiodifusão de áudio e vídeo.

O contorno de serviço corresponde ao lugar geométrico dos pontos onde a intensidade de campo é excedida em 50% dos locais e em 90% do tempo, segundo o método de predição de propagação ponto-área estabelecido no Regulamento Técnico para Prestação dos Serviços de Radiodifusão de Sons e Imagens e de Retransmissão de Televisão, editado pela Anatel, considerando uma altura de antena receptora de 10 metros. Fonte: Ministério das Comunicações, 2014.

4.1 Resultados – Dados de Conclusão Para a Área Coberta Pelo Sinal.

Com base nos resultados simulados, e descritos nos tópicos anteriores da estação transmissora de TV instalada na UNIFACISA, são mostrados na Tabela 4, os municípios cobertos pelo sinal da estação, a área total de cada um, em km², a área atingida em km² e a área atingida também em porcentagem.

Tabela 4 – Estudo I - Municípios e área territorial atingida pelo contorno teórico da ERB localizada na UNIFACISA

Municípios	Total (km²)	Área atingida (km²)	Área atingida (%)
Alagoa Grande	322.071	37,06	11,51
Alagoa Nova	128.23	10,02	7,82
Areial	35.81	0,64	1,80
Campina Grande	591.658	188,15	31,80
Esperança	157.851	14,59	9,24
Fagundes	185.061	3,65	1,97
Ingá	262.179	3,58	1,36
Lagoa Seca	108.219	108,22	100,00
Massaranduba	209.402	206,21	98,47
Matinhas	36.522	36,52	100,00
Montadas	31.793	17,49	55,03
Puxinanã	71.118	2,16	3,04
Queimadas	402.748	94,69	23,51
Riachão do Bacamarte	40.281	6,80	16,89
São Sebastião de Lagoa de Roça	46.372	46,37	100,00
Serra Redonda	55.197	41,23	74,70

Fonte: Autoria Própria

Com base nos dados expostos na Tabela 4, tem-se que o resultado do contorno de serviço teórico realizado na simulação com a aplicação do método de cálculo de campo através do software QGIS, em conjunto com algumas extensões do Google

Tabela 5, os resultados mostraram que o número total de pessoas atingidas pelo sinal é significativo, abrangendo desde grandes cidades até pequenas localidades.

Tabela 5 – Estudo I - Municípios e área territorial atingida pelo contorno teórico da ERB localizada na UNIFACISA

Municípios	Total (Pessoas)	Pessoas atingida (%)	Pessoas atingida (Inteiro)
Alagoa Grande	26.062	11,51	3.001
Alagoa Nova	21.013	7,82	1.643
Areial	7.128	1,80	129
Campina Grande	419.379	31,80	133.361
Esperança	31.231	9,24	2.885
Fagundes	11.049	1,97	218
Ingá	17.693	1,36	241
Lagoa Seca	27.730	100,00	27.730
Massaranduba	14.139	98,47	13.909
Matinhas	4.571	100,00	4.571
Montadas	5.812	55,03	3.198
Puxinanã	14.277	3,04	435
Queimadas	47.658	23,51	11.201
Riachão do Bacamarte	4.690	16,89	792
São Sebastião de Lagoa de Roça	11.040	100,00	11.040
Serra Redonda	6.828	74,70	5.099

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 5 resume a quantidade de pessoas beneficiadas em cada município:

Alagoa Grande: 3.001 pessoas

Alagoa Nova: 1.643 pessoas

Areial: 129 pessoas

Campina Grande: 133.361 pessoas

Mas tem de ser lembrado que esses resultados são frutos de uma simulação, não sendo totalmente precisos para os dias de hoje, pois alguns dos dados coletados para esta análise foram obtidos entre os anos de 2019 a 2022.

4 Conclusão

No presente trabalho, foi realizado um estudo detalhado sobre o impacto da cobertura de sinal de uma estação transmissora de TV instalada na UNIFACISA. Os dados coletados demonstram a instalação com foco na área atingida pelo sinal e quantidade de pessoas contempladas na região, proporcionando acesso ao sinal para muitas pessoas e domicílios, principalmente para os municípios de Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça, Matinhas e Massaranduba. A abrangência do sinal é notável em áreas urbanas densamente povoadas, e em áreas rurais. Essa cobertura ampliada contribuirá para a melhoria da comunicação e o acesso à informação.

- Cobertura Populacional: A estação transmissora de TV instalada na UNIFACISA beneficiará um grande número de pessoas em diversos municípios, abrangendo tanto áreas urbanas densamente povoadas quanto zonas rurais. O número total de pessoas atingidas pelo sinal é significativo, variando de pequenas localidades a grandes cidades. População total: 670.300 pessoas; População atendida pelo sinal: 219.453 pessoas; Percentual da população atendida: 32,74%; Área total: 2.684,51 km²; Área coberta pelo sinal: 817,38 km²; Percentual da área coberta: 30,45%.
- Cobertura de Domicílios: Além da população, a análise demonstrou que um número considerável de domicílios será beneficiado pela cobertura do sinal da estação transmissora de TV. Essa melhoria na conectividade tem o potencial de impactar positivamente a qualidade de vida dos residentes, oferecendo melhor acesso à informação e comunicação.
- Impacto Regional: A abrangência do sinal da estação transmissora de TV na UNIFACISA terá um impacto positivo na região, potencialmente promovendo o desenvolvimento econômico e social. A melhoria na infraestrutura de comunicação pode atrair novos negócios, facilitar a educação a distância e melhorar a conectividade para emergências e serviços públicos.

5 Referências

HEKERBROCK, Rafael Ondas eletromagnéticas. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em: 5 Out. 2024

MUNDO EDUCAÇÃO. Fenômenos ondulatórios. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/fenomenos-ondulatorios.htm>. Acesso em: 3 ago. 2024.

RAPPAPORT, Theodore S. Wireless Communications: Principles and Practice. 2. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2009.

DIAS, Fabiana. Fenômenos Ondulatórios. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br>. Acesso em: 3 ago. 2024.

GTA UFRJ. Aspectos técnicos e regulatórios para implementação da tecnologia de rádios cognitivos no Brasil. Disponível em: <https://www2.uepg.br/nuntiare/a-transformacao-do-radio-no-brasil-em-100-anos-de-historia/>. Acesso em: 3 ago. 2024.

NEITZEL, Kauana. A transformação do rádio no Brasil em 100 anos de história. Disponível em: <https://www2.uepg.br/nuntiare/a-transformacao-do-radio-no-brasil-em-100-anos-de-historia/>. Acesso em: 3 ago. 2024.

BLOGSPOT. A TELINGRA – Telecomunicações de Campina Grande. Disponível em: <https://cgretalhos.blogspot.com/2018/03/a-telingra-telecomunicacoes-de-campina.html>. Acesso em: 3 ago. 2024.

LINHARES, Agostinho; FIGUEIREDO SANTOS, Renata; BIZERRA, Renato; ROBLEDO, Yroá. Aspectos técnicos e regulatórios para implementação da tecnologia de rádios cognitivos no Brasil.

WIKIPEDIA. *Google Earth*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Earth. Acesso em: 3 ago. 2024.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 3 ago. 2024.

QGIS. *Sobre o QGIS*. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html. Acesso em: 3 ago. 2024.

Yamada, Fujio; FÓRUM DO SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL TERRESTRE, Disponível em: <https://set.org.br/news-revista-da-set/artigo-news-revista-da-set/forum-do-sistema-brasileiro-de-tv-digital-terrestre-2/> Acesso em 07 out. 2024

JUNIOR, Joab. Reflexão, refração e difração das ondas. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/reflexao-refracao-difracao-das-ondas.htm> Acesso em: 15 set. 2024.

Anatel. *Agência Nacional de Telecomunicações*. Relatório do Canal. Disponível em: https://sistemas.anatel.gov.br/se/eApp/reports/b/srd/resumo_sistema.php?id=57dbab8c1f8c0&state=TV-C4. Acesso em: 10 nov. 2024.

6 Anexos

Anexo A – Slot UHF Polarização Horizontal

O anexo A se trata do datasheet da antena ISD41836UT utilizado para o projeto utilizado para a criação do projeto.




Slot UHF Polarização Horizontal

Antena para transmissão broadcast em UHF, com polarização Horizontal. Otimizada para trabalhar com até 3 canais adjacentes e ideal para transmissão Digital e/ou Analógica.

Possui variação entre diagramas, podendo ser omnidirecional, cardióide, direcional ou dedicada. Pode ser utilizado diagramas de elevação com tilt elétrico e/ou preenchimento de nulo.

Podendo ser instalada em lateral de torre ou topo de torre.

É produzida, sendo sua estrutura externa em alumínio, latão ou cobre e suas conexões internas em alumínio ou cobre e latão banhados a prata. Possui tratamento anticorrosivo epoxi em coloração branca (padrão) ou laranja.

Pode ser produzida com radome de proteção e com possibilidade de pressurização até a entrada da antena.

Sistema com configurações diferentes as apresentadas, entrar em contato.

Número de Fendas	Características Técnicas						
	1Fenda	2Fendas	4Fendas	6Fendas	8Fendas	12Fendas	16Fendas
Omni	1,6	4,6	7,6	9,4	10,6	12,4	13,6
260°	2,1	5,1	8,1	9,9	11,1	12,9	14,1
220°	2,6	5,6	8,6	10,4	11,6	13,4	14,6
180°	3,8	6,6	9,6	11,4	12,6	14,4	15,6
140°	4,5	7,5	10,5	12,3	13,5	15,3	16,5
90°	5,3	8,3	11,3	13,1	14,3	16,1	17,3
70°	8,4	11,4	14,4	16,2	17,4	19,2	20,4
90°x90°	2,9	5,9	8,9	10,7	11,9	13,7	14,9
110°x110°	3,2	6,2	9,2	11,0	12,2	14,0	15,2

Potência	Potência Slot UHF - Transmissão Analógica						
	N Fêmea	DIN 7/16"	EIA 7/8"	EIA 1 5/8"	EIA 3 1/8"	EIA 4 1/16"	
Máxima de Entrada (kW)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	2,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	***	7,3	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	***	***	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

Potência	Potência Slot UHF - Transmissão Digital						
	N Fêmea	DIN 7/16"	EIA 7/8"	EIA 1 5/8"	EIA 3 1/8"	EIA 4 1/16"	
Máxima de Entrada (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	***	4,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	***	***	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

Ang. 1/2 Pot. Vertical	59°	27°	13°	8,5°	6,5°	4,7°	2,5°
------------------------	-----	-----	-----	------	------	------	------

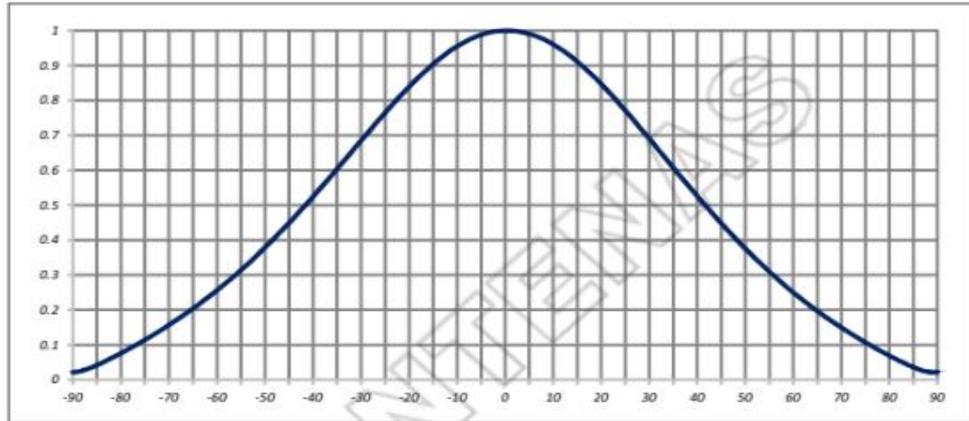
Característica	Valor
Faixa de Frequência	470 a 806 MHz (Canal 14 ao 69)
Largura de Banda	6, 12 ou 18 MHz
Polarização	Horizontal
Impedância	50 ohms
Ganho	Vide tabela
Máxima potência de entrada	Vide tabela
Ângulo de 1/2 pot. horizontal	Vide tabela
Ângulo de 1/2 pot. vertical	Vide tabela
Conector de entrada	Vide tabela
VSWR	<1.1:1
Dimensões (Altura x Diâmetro)	Vide tabela
Área exposta	Vide tabela
Carga ao Vento	Vide tabela
Peso	Vide tabela
Resistência a ventos	180 km/h
Proteção elétrica	Por intermédio da estrutura da antena

MODELO

IS	F	XX	36, 26, 22, 18, 14, 09, 07, 9x9, 11x11	N, D, S, U, T, Q	T, L
↓	↓	↓	↓	↓	↓
Antena Ideal Slot	N° de Fendas	Canal	36= 360° 26= 260° 22= 220° 18= 180° 14= 140° 09= 90° 07= 70° 9x9= 90°x90° 11x11= 110°x110°	N= N-Fêmea D= DIN 7/16" S= EIA 7/8" U= EIA 1 5/8" T= EIA 3 1/8" Q= EIA 4 1/16"	T= Topo L= Lateral
ISD					
↓					
Antena Ideal Slot Digital					

Rev. 01 Páa 1/18

Diagrama de Elevação
1 Fenda



GRAUS	dB	E/E _{max}	GRAUS	dB	E/E _{max}	GRAUS	dB	E/E _{max}	GRAUS	dB	E/E _{max}	GRAUS	dB	E/E _{max}	GRAUS	dB	E/E _{max}
-90	-33.35	0.02	-59	-11.85	0.26	-30	-3.30	0.68	0	0.00	1.00	30	-3.21	0.69	60	-12.04	0.25
-89	-32.53	0.02	-58	-11.48	0.27	-29	-3.09	0.70	1	0.00	1.00	31	-3.42	0.67	61	-12.44	0.24
-88	-31.81	0.03	-56	-11.11	0.28	-28	-2.90	0.72	2	-0.01	1.00	32	-3.84	0.66	62	-12.85	0.23
-87	-30.40	0.03	-57	-10.76	0.29	-27	-2.70	0.73	3	-0.03	1.00	33	-3.86	0.64	63	-13.26	0.22
-86	-28.97	0.04	-56	-10.41	0.30	-26	-2.52	0.75	4	-0.05	0.99	34	-4.09	0.62	64	-13.69	0.21
-85	-27.62	0.04	-55	-10.07	0.31	-25	-2.34	0.76	5	-0.08	0.99	35	-4.33	0.61	65	-14.12	0.20
-84	-26.38	0.05	-54	-9.73	0.33	-24	-2.16	0.78	6	-0.12	0.99	36	-4.57	0.59	66	-14.57	0.19
-83	-25.25	0.05	-53	-9.40	0.34	-23	-2.00	0.79	7	-0.17	0.98	37	-4.81	0.57	67	-15.04	0.18
-82	-24.22	0.06	-52	-9.08	0.35	-22	-1.83	0.81	8	-0.22	0.97	38	-5.06	0.56	68	-15.51	0.17
-81	-23.27	0.07	-51	-8.76	0.36	-21	-1.68	0.82	9	-0.28	0.97	39	-5.32	0.54	69	-16.01	0.16
-80	-22.40	0.08	-50	-8.45	0.38	-20	-1.53	0.84	10	-0.35	0.96	40	-5.58	0.53	70	-16.52	0.15
-79	-21.60	0.08	-49	-8.14	0.39	-19	-1.39	0.85	11	-0.43	0.95	41	-5.85	0.51	71	-17.05	0.14
-78	-20.84	0.09	-48	-7.84	0.41	-18	-1.25	0.87	12	-0.51	0.94	42	-6.12	0.49	72	-17.60	0.13
-77	-20.14	0.10	-47	-7.54	0.42	-17	-1.12	0.88	13	-0.60	0.93	43	-6.40	0.48	73	-18.18	0.12
-76	-19.48	0.11	-46	-7.25	0.43	-16	-1.00	0.89	14	-0.70	0.92	44	-6.68	0.46	74	-18.78	0.12
-75	-18.85	0.11	-45	-6.97	0.45	-15	-0.88	0.90	15	-0.81	0.91	45	-6.97	0.45	75	-19.42	0.11
-74	-18.25	0.12	-44	-6.69	0.46	-14	-0.77	0.92	16	-0.92	0.90	46	-7.27	0.43	76	-20.09	0.10
-73	-17.68	0.13	-43	-6.41	0.48	-13	-0.67	0.93	17	-1.04	0.89	47	-7.57	0.42	77	-20.80	0.09
-72	-17.14	0.14	-42	-6.14	0.49	-12	-0.57	0.94	18	-1.17	0.87	48	-7.87	0.40	78	-21.56	0.08
-71	-16.61	0.15	-41	-5.88	0.51	-11	-0.48	0.95	19	-1.30	0.86	49	-8.19	0.39	79	-22.37	0.08
-70	-16.11	0.16	-40	-5.62	0.52	-10	-0.40	0.95	20	-1.44	0.85	50	-8.50	0.38	80	-23.24	0.07
-69	-15.63	0.17	-39	-5.36	0.54	-9	-0.33	0.96	21	-1.59	0.83	51	-8.83	0.36	81	-24.19	0.06
-68	-15.16	0.17	-38	-5.11	0.56	-8	-0.26	0.97	22	-1.75	0.82	52	-9.16	0.35	82	-25.22	0.05
-67	-14.70	0.18	-37	-4.87	0.57	-7	-0.20	0.98	23	-1.91	0.80	53	-9.49	0.34	83	-26.35	0.05
-66	-14.26	0.19	-36	-4.63	0.59	-6	-0.15	0.98	24	-2.08	0.79	54	-9.84	0.32	84	-27.59	0.04
-65	-13.83	0.20	-35	-4.39	0.60	-5	-0.11	0.99	25	-2.25	0.77	55	-10.19	0.31	85	-28.94	0.04
-64	-13.42	0.21	-34	-4.16	0.62	-4	-0.07	0.99	26	-2.43	0.76	56	-10.54	0.30	86	-30.38	0.03
-63	-13.01	0.22	-33	-3.94	0.64	-3	-0.04	1.00	27	-2.62	0.74	57	-10.91	0.29	87	-31.82	0.03
-62	-12.61	0.23	-32	-3.72	0.65	-2	-0.02	1.00	28	-2.81	0.72	58	-11.28	0.27	88	-33.00	0.02
-61	-12.23	0.24	-31	-3.50	0.67	-1	-0.01	1.00	29	-3.01	0.71	59	-11.66	0.26	89	-33.54	0.02

https://drive.google.com/file/d/1yUBoLvdyGn_f9iSR70j99oyBoiL3NGif/view?usp=sharing

Anexo B – Transmissores UHF Broadband de Alta Eficiência TV Digital ISDB-Tb: 15 a 100 Watts RMS

O anexo A se trata do datasheet da antena IS71K1LQ utilizado para o projeto utilizado para a criação do projeto.

- Tecnologia SoC (System on Chip).
- Ferramentas de medidas através da interface WEB. Em um ambiente gráfico, oferece a visualização de medidas como Intermodulação e MER, dispensando o uso de equipamentos de medições de alto custo.
- Função Real Time pré-correção adaptativa não linear e pré-correção linear.
- Descompressor de BTS parametrizável embarcado, permite a compatibilidade com outras marcas.
- Remux embarcado, permite a adequação do sinal de acordo com a necessidade de transmissão.
- Receptor de satélite embarcado, com opcionais de licença Free to Air, IRDETO¹, CONAX¹, BISS, VERIMATRIX¹ e NAGRAVISION¹.
- Controle automático de velocidade dos ventiladores: baixos níveis de ruídos, economia de energia e maior vida útil do dispositivo.
- Para os modelos de 50 e 100 Watts, até duas fontes de alimentação por transmissor, operando em modo “Share”, possibilita diferentes níveis de redundância em energia.
- Equipamento desenvolvido com foco em robustez, garantindo uma operação estável.
- Total atendimento as normas aplicáveis ao Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD).

Modelos e suas características específicas (ISDB-Tb)

	EC703LP	EC705LP	EC710LP	EC720LP
Potência de saída depois do filtro	15 W	25 W	50 W	100 W
Potência de saída antes do filtro	21 W	34 W	80 W	142 W
MER típica	≥42 dB	≥42 dB	≥40 dB	≥39 dB
Consumo AC *	214 W	250 W	388 W	484 W
Dissipação térmica *	679 BTU/h	768 BTU/h	1153 BTU/h	1310 BTU/h
Eficiência depois do filtro *	7,0 %	10,0 %	12,9 %	20,7 %
Eficiência antes do filtro *	9,8 %	13,6 %	20,6 %	29,3 %
Unidades de Rack 19"	1 RU		2 RU	
Largura	482 mm			
Comprimento	600 mm		633 mm	
Peso	10,8 Kg		15,6 Kg	

https://drive.google.com/file/d/1EAxykOe2Wpj5q4bacgTYc5m0l9GSwi_/view?usp=sharing

Anexo C – Relatório de Canal

Relatório de Canal id: 57dbab8c1f8c0

Informações Gerais					
Número da Estação: 1001901689			Número Indicativo: ZYP295		
Data Último Licenciamento: 16/03/2023			Número da Licença: 53500.010528/2023-17		
Estação Principal					
Localização					
Latitude: 7° 11' 17.88" S		Longitude: 35° 54' 19.33" W		Cota da base: 652.7 m	
Transmissor Principal					
Código Equipamento: 029570900352			Modelo: IS71K1LQ		
Fabricante: Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos SA			Potência de Operação: .053 kW		
Linha de Transmissão Principal					
Modelo: RF 1.5/8 - 50			Fabricante: DRKA CABLETEQ BRASIL		
Comprimento da Linha: 80.00 m		Atenuação: 1.58 dB/100m		Perdas Acessórias: 0.5 dB	Impedância: 50.00 ohms
Antena Principal					
Modelo: ISD41836UT			Fabricante: IDEAL ANTENAS PROFISSIONAIS		
Ganho: 7.60 dBd	Beam-Tilt: .00 °	Orientação NV: 20 °	Polarização: Horizontal	HCl: 61.58 m	ERP Máxima: 0.2 kW

https://drive.google.com/file/d/15Qo6BuhGLLWbtTB_Slcl8INPwtXcYpW/view?usp=s
haring

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

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Versão Final - Completa

Assunto:	Versão Final - Completa
Assinado por:	Adaildo Gomes
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Documento Original

Documento assinado eletronicamente por:

- **Adaildo Gomes D Assuncao Junior, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCSTST-JP**, em 10/03/2025 11:27:21.

Este documento foi armazenado no SUAP em 10/03/2025. 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: 1412828

Código de Autenticação: 5a3b4db1ab

