

Ferramentas e Aspectos Práticos da TV Digital Técnica Projectos**Tools and Practical Aspects of Digital TV Technical Projects**

DOI:10.34117/bjdv6n9-059

Recebimento dos originais: 08/08/2020

Aceitação para publicação:03/09/2020

Aureliano Magalhães de Sousa Neto

Engenharia de telecomunicações (UFRN)

Instituição de atuação atual: Comando da Aeronáutica, Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE)

Endereço :QI 23 Lote 14, Bloco A, Apartamento: 501. Complemento: Residencial Aeronáutica. Bairro: Guará II, CEP: 71.060-639, Brasília-DF
E-mail: aureliano.magalhaes@gmail.com

André Bezerra de Freitas Diniz

Bacharel em Engenharia Elétrica

Instituição de atuação atual: Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Endereço :Rua Desembargador Túlio Bezerra de Melo 3631

E-mail: andrebfd4@gmail.com

Marcio Eduardo da Costa Rodrigues

Doutorado

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Endereço :Avenida Capitão-mor Gouveia, 2488, bloco Ponta Negra, apto. 02 - Cidade da Esperança - Natal/RN - CEP: 59070-400

E-mail: marcio.rodrigues@ct.ufrn.br ,mecrodrigues@gmail.com

Vicente A. de Sousa Jr

Doutorado em Engenharia de Teleinformática

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Endereço :Departamento de Engenharia de Comunicações (DCO), Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970, Natal/RN - Brasil

E-mail: vicente.sousa@ufrn.edu.br

Halysson Barbosa Mendonça

Mestrado

Instituição de atuação atual: Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel/RN

Endereço :Avenida Rodrigues Alves, 1187, Natal/RN, CEP 59020-200

E-mail: halysson@anatel.gov.br

RESUMO

A TV aberta é um importante ator de comunicação na sociedade contemporânea com alguns padrões de sucesso, entre eles o Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTV-D-T). Este artigo discute aspectos relacionados à construção de um projeto técnico para obtenção de outorgas para o serviço de televisão e seus serviços auxiliares no Brasil. Apresentamos algumas ferramentas de livre acesso que podem ser utilizadas para realizar tal atividade. Por fim, um estudo de caso apresenta a construção do projeto técnico da TV Universitária, uma emissora de TV da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. Como principal resultado, pretendeu-se preencher a lacuna de material técnico relacionado ao uso de ferramentas abertas e bases de dados governamentais para a construção de projetos técnicos de TV digital no Brasil.

Palavras Chave :TV Digital TV, Projeto Técnico.

ABSTRACT

The TV broadcast is an important communication player in contemporary society with some successful standards, including the Brazilian Digital Terrestrial Television System (SBTV-D-T). This contribution discusses aspects related to the construction of a technical project for obtaining grants for the television service and its ancillary services in Brazil. We present some freely accessible tools that can be used to carry out such activity. Finally, a case study presents the construction of the technical project of TV Universitária, a TV station at the Federal University of Rio Grande do Norte, Brazil. As a main result, we intended to fill the gap of technical material related to the use of open tools and governmental databases for the construction of technical projects of digital TV in Brazil.

Keywords :Digital TV, Technical Project.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho no campo da engenharia de televisão é de difícil acesso e existem dificuldades em se obter conhecimento aplicado nesse segmento. Além de a análise regulatória envolver o estudo de muitas leis, decretos e portarias que estão constantemente sendo atualizados, a elaboração de projetos técnicos costuma envolver a utilização de *software* de alto custo ou para os quais há dificuldade de se conseguir informações a respeito da sua utilização.

Outro ponto de grande relevância é o encerramento da programação com tecnologia analógica no Brasil. O processo de desligamento do sistema analógico teve sua gênese em 2006, com a desativação dos sistemas de televisão e de retransmissão no município de Rio Verde/GO, se estendendo, posteriormente, para as capitais brasileiras e alguns tantos outros municípios, conforme proposto no cronograma de encerramento da transmissão da programação analógica das emissoras de TV e retransmissoras (RTV). Dando sequência ao processo de inovação tecnológica que levou à implantação da TV digital no Brasil, por meio da Portaria MCTIC nº 2.992, de 26/05/2017, foi definida uma data-limite para o fim do serviço de televisão e retransmissão com tecnologia analógica

nos demais municípios brasileiros. Atualmente, a data-limite em vigor é o dia 31 de dezembro de 2023.

Os fatos apresentados materializam a contribuição deste trabalho, pois espera-se que durante o período de transição, haja crescente demanda na elaboração de estudos e projetos no segmento de televisão digital.

1.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Existe uma grande preocupação da comunidade científica e industrial com a interferência entre sistemas de TV e outros sistemas de comunicação, por exemplo, com o IEEE 802.11p (FADDA; MURRONI; POPESCU, 2015), o IEEE 802.22 WRAN (POPESCU et al., 2016), o VANET (FADDA; MURRONI; POPESCU, 2016), o 4G-LTE e o LTE-A (MARTÍNEZ-PINZÓN et al., 2016; RIBADENEIRA-RAMÍREZ et al., 2016) e os novos sistemas 5G (CARCIOFI et al., 2019). Outra concentração de estudos é a banda intitulada *TV White Space*, que destina a banda liberada da TV analógica para comunicação em banda larga móvel (HUSSIEN et al., 2019). Também pode ser encontrada uma série de trabalhos dedicados ao estudo da interferência entre estações de TV analógicas e digitais (CHOMSUK; TOOPRAKAI, 2017; BALAMURALIDHAR, 2011; MAKRIS; GARDIKIS; KOURTIS, 2012). Tais trabalhos enumeram os impactos e medem a degradação de estações funcionando em canais adjacentes.

Na perspectiva da adoção de rádio digital em países como o Brasil, os autores de (DA SILVA; PEIXOTO; FERREIRA, 2018) apresentam uma avaliação da área cobertura de rádios digitais, com ênfase no padrão DRM+, e comparação com os sistemas analógicos.

Contudo, mesmo diante da demanda por material técnico relacionado ao projeto técnico para concessão do serviço de TV digital, não existe material em abundância na literatura. Este trabalho vem ao encontro desse objetivo, apresentando as etapas da construção do projeto técnico de instalação, tanto para estações geradoras quanto para estações retransmissoras de televisão, na Seção II. Em seguida, na Seção III, é apresentado o Sistema de Informações Geográficas da Agência Nacional de Telecomunicações, o SIGAnatel, plataforma *online* que foi utilizada para o caso ilustrado na Seção IV: a construção do projeto da Televisão Universitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, a TVU. Com isso, pretende-se demonstrar o manuseio da ferramenta, permitindo a difusão de conhecimento referente à construção de projetos técnicos de televisão. Finalizando o artigo, a Seção V traz as conclusões e os comentários finais.

2 PROJETO TÉCNICO DE INSTALAÇÃO

Esta seção discute a construção de projetos técnicos, tanto para estações geradoras quanto para estações retransmissoras de televisão. Com base no exposto no Art. 30 da Portaria MiniCom nº 925/2014, o projeto de instalação técnica é constituído pela seguinte documentação:

- i) Formulário de informações técnicas;
- ii) Declaração de profissional habilitado responsável pelo projeto, alegando que o projeto atende às normas vigentes;
- iii) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), devidamente quitada;
- iv) Estudo técnico da estação, com os dados e os cálculos da ERP por radial, com indicação das distâncias ao contorno de serviço obtida do SIGAnatel, ou outro sistema que o substitua, disponibilizado pela Anatel;
- v) Diagramas de irradiação e ganho máximo do sistema irradiante; e
- vi) Mapa digitalizado com a curva do contorno de serviço da estação.
- vii)

Alguns modelos desses documentos estão disponíveis em <https://github.com/vicentesousa/projetoTV>. Essa documentação deverá ser remetida ao MCTIC. Junto a esses documentos, é muito importante que sejam anexadas as especificações técnicas referentes à linha de transmissão e ao equipamento transmissor que serão utilizados na estação. Ainda sobre o transmissor, é necessário que seja enviada cópia do certificado de homologação emitido pela Anatel. O Art. 41 da Portaria MiniCom nº 925/2014 informa que “somente poderão ser utilizados transmissores homologados pela Anatel”.

Caso o intuito seja a criação de projeto de alterações técnicas da estação, o mesmo deverá ser remetido à Anatel conforme disposto no inciso 2 do Art. 30 e estabelecido por meio do Acordo de Cooperação Técnica nº 02/2012, celebrado entre a Anatel e o MCTIC, que passou a vigorar por meio da Portaria Anatel nº 448, de 4 de junho de 2013.

1.2 FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS

O formulário de informações técnicas é um documento obrigatório na composição do projeto técnico, conforme discriminado no Art. 30 da Portaria MiniCom nº 925/2014. Nele, o engenheiro projetista deverá informar detalhes da pessoa jurídica responsável pela execução do serviço de radiodifusão de sons e imagens, detalhes referentes ao estúdio da emissora, localização da estação de transmissão, características técnicas de operação da estação e especificações dos equipamentos que a irão compor.

Nas características técnicas de operação da estação são solicitadas uma série de informações, como: o canal em que a estação irá operar, se ela irá operar em caráter comercial ou educativo (C/E), a polarização do sistema irradiante, as frequências extremas do canal de 6 MHz que será utilizado para transmissão, a altura da torre em que será instalado o sistema irradiante (HT) e a altura em que esse sistema irradiante estará em relação ao solo (HCI). Além desses dados, no item 1.6 do formulário há outras três informações técnicas requisitadas que são abordadas aqui com maior atenção, são elas: a classe de operação, a Máxima Potência Efetiva Irradiada (ERPmax) a 150 metros e a Cota da Base da Torre em relação ao nível do mar (CBT).

1) *Classes de Operação*: O conceito de classe de operação trata dos limites de ERPmax que uma estação de transmissão pode prover a uma determinada altura de referência (HNMT), que é padronizada como sendo a de 150 metros acima do nível médio da radial.

O Art. 4º da Portaria MiniCom nº 925/2014 informa que “as estações digitais são classificadas em Especial, A, B e C, conforme regulamentação específica da Anatel”.

A Portaria MiniCom nº 276/2010 traz, no item 4.3, os limites de máxima potência efetivamente irradiada (ERPmax) para cada uma das classes de operação que foram apresentadas na Portaria MiniCom nº 925/2014. As classes e seus respectivos limites para os canais da faixa de UHF são dispostos na Tabela I.

Embora sejam informadas a classe de operação de cada um dos canais e a máxima potência ERP no lançamento do edital de licitação pública, a emissora poderá solicitar alteração dessa máxima potência ERP (e conseqüentemente a classe de operação) se comprovada a real necessidade para prover um maior raio de cobertura dentro do município, e se essa alteração não implicar na ocorrência de interferência em outras regiões ou com outros serviços de telecomunicações.

De acordo com a Portaria MiniCom nº 276/2010, “a demonstração de viabilidade técnica para inclusão de canal ou alteração das características de canal previsto no Plano Básico de Televisão Digital (PBTVD), consiste no estudo técnico com o objetivo de verificar as condições de proteção e interferência do canal, em relação aos canais relevantes, constantes dos planos básicos de distribuição de canais de TV, RTV, TVA e TVD e das listas de reserva”.

2) *Máxima Potência Efetivamente Irradiada*: Esse parâmetro se refere à máxima potência que uma estação, localizada em um dado município, poderá emitir em qualquer uma das radiais. A radial pode ser compreendida como se tratando da direção definida por um azimute, que é percorrida fazendo variar o parâmetro distância, tomando como ponto de referência a localização da estação transmissora.

3) *Cota da Base da Torre (CBT)*: A CBT é informação que, embora requisitada no formulário de informações técnicas, pode ser facilmente obtida por meio do SIGAnatel com a inserção de informações referentes às coordenadas GPS da estação de transmissão da emissora.

Prosseguindo com o formulário de informações técnicas, posteriormente, são solicitadas informações referentes aos equipamentos que compõem a estação de transmissão que, para efeitos de área de atendimento da emissora (contorno de serviço), é composta, basicamente, pelos seguintes equipamentos: transmissor e sistema irradiante.

O transmissor é o dispositivo que gera a energia de radiofrequência para entregar ao sistema irradiante e que, de acordo com o item 4.5.1 da Portaria MiniCom nº 276, de 29 de março de 2010, “é o equipamento de uso compulsório utilizado pelas estações do Serviço de Radiodifusão de Sons e Imagens e de Retransmissão de Televisão e deverá operar em conformidade com a potência de operação constante no ato de autorização de instalação”.

O sistema irradiante é o elemento da estação responsável por propagar as ondas eletromagnéticas em meio aberto. Quanto à sua composição, é mencionado no item 4.4.1 da Portaria MiniCom nº 276/2010, que “o sistema irradiante é composto pela antena, sua estrutura de sustentação e os dispositivos destinados a transferir a energia de radiofrequência do transmissor para a antena”. O sistema pode ser composto por uma ou várias antenas, dependendo de como a população está distribuída na área que será atendida pelo serviço de radiodifusão. De acordo com o item 4.4.7.2 da Portaria MiniCom nº 276/2010, “havendo utilização de composição de diagramas de irradiação sua configuração deverá ser apresentada juntamente com a solicitação de autorização para instalação da estação”.

Classes de operação das estações em função de suas características máximas para A faixa de UHF

Classe TV	RTV	Canais	Máx. Potência ERP	Altura de Referência Acima do Nível Médio Radial (m)	Distância Máx. ao Contorno de Serviço (km)
Especial	—	14 a 36 47 a 68	80 kW (19 dBk) 100 kW (20 dBk)	150	57
A	A	14 a 68	8 kW (9 dBk)	150	42
B	B	14 a 68	0,8 kW (-1 dBk)	150	29
C	C	14 a 68	0,08 kW (-11 dBk)	150	18

(Fonte: Portaria MINICOM no 276, de 29 de março de 2010).

Um detalhamento relevante a respeito de linhas de transmissão é apresentado a seguir.

A linha de transmissão nas telecomunicações corresponde ao enlace existente entre transmissor e antena, e que tem por papel transportar a energia de RF da forma mais eficiente possível, isto é, com baixas atenuações, adequado casamento de impedância na faixa de interesse e bom isolamento contra interferências externas. Do ponto de vista da recepção, a linha de transmissão é responsável por transportar as ondas eletromagnéticas captadas pela antena ao receptor. Segundo o item 4.7 da Portaria MiniCom nº 276/2010, “a interligação de transmissor ou retransmissor à antena deverá ser feita com linhas de transmissão adequadas ao perfeito casamento de impedâncias”. Junto à ideia de linha de transmissão, surge também a importância de se falar sobre a sua conectorização e os cuidados que devem ser tomados pelo responsável pela execução do serviço com vistas a evitar problemas futuros na estação.

Os conectores em uma estação de transmissão desempenham um papel muito importante: são os responsáveis por interligar o transmissor à linha de transmissão e a linha de transmissão à antena. Deste modo, utilizar conectores resistentes e com baixas atenuações é uma escolha muito importante para aumentar a eficiência do sistema. Tão importante quanto a utilização de bons conectores é uma conectorização bem feita.

Finalizado o preenchimento do formulário de informações técnicas com os dados referentes aos equipamentos da estação, ainda são pedidos dados do responsável técnico pela execução do projeto técnico, como o registro no CREA e a sua assinatura.

1.3 DECLARAÇÕES

As declarações que compõem o projeto são quatro:

- i) Declaração para o caso de ocorrência de interferência em estações de radiodifusão e de telecomunicações;
- ii) Declaração de conformidade com os níveis de radiação não ionizante;
- iii) Declaração de proteção a aeródromos; e
- iv) Declaração de atendimento às normas vigentes.

Esses documentos são citados no item 5.2 da Portaria MiniCom nº 276/2010 e são disponibilizados alguns modelos de autoria própria em <https://github.com/vicentesousa/projetoTV>.

1.4 ART

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) é um documento por meio do qual o responsável técnico (neste caso, o engenheiro) se responsabiliza pela atividade que está sendo realizada. Por intermédio da ART, o profissional comunica oficialmente ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) sobre a execução de um serviço (atividade técnica), a natureza dessa atividade e quem o contratou para fazê-lo (entidade contratante).

De acordo com o Art. 1º da Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977, “todo contrato, escrito ou verbal, para a execução de obras ou prestação de quaisquer serviços profissionais referentes à Engenharia, à Arquitetura e à Agronomia fica sujeito à “Anotação de Responsabilidade Técnica” (ART)”.

3 INTRODUÇÃO AO SIGANATEL

O SIGAnatel é uma plataforma online e gratuita que possibilita a consulta e o estudo técnico de novos canais no plano básico, tratando-se de um poderoso recurso utilizado por muitas emissoras de televisão e de rádio para a construção do projeto técnico.

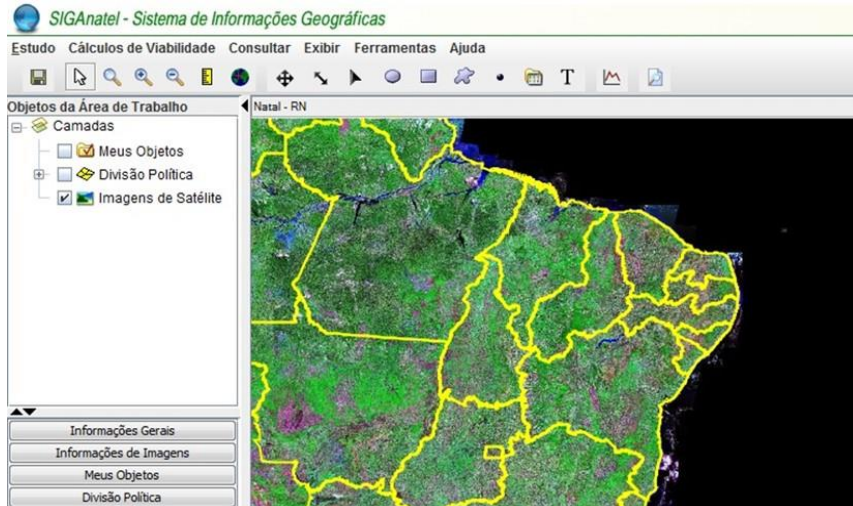
Os cálculos de contorno de cobertura e alcance de propagação feitos via SIGAnatel seguem a recomendação ITU-R P.1546-5, especificamente o método de predição de cobertura ponto-área da ITU (*International Telecommunications Union*) utilizado para frequências na faixa de 30 MHz a 3 GHz (ITU-R, 2013).

Para utilizar a plataforma, é necessário criar uma conta de acesso no portal da própria agência. A conta é gratuita e o acesso é imediato. É imprescindível que o *plug-in* JAVA esteja atualizado e habilitado para que o conteúdo do sistema possa ser carregado pelo navegador de acesso à internet (*browser*).

Após iniciado o SIGAnatel, é feito o carregamento de todos os dados no sistema. A plataforma apresentará uma tela inicial conforme ilustrado na Fig. 1. Por meio dela, é possível visualizar as divisões políticas de estados e municípios, e analisar aspectos de relevo e acidentes geográficos que podem afetar a cobertura da estação.

Pelo menu “Cálculos de Viabilidade” se tem acesso à função “Análise Técnica - TV/FM”, que pode ser utilizada para realização do estudo técnico da estação. A Fig. 2 ilustra tal procedimento.

Fig. 1. Tela inicial do SIGAnatel



(Fonte: SIGAnatel, acessado em 09/04/2020).

Fig. 2. Acessando a função Análise Técnica - TV/FM



(Fonte: SIGAnatel, acessado em 09/04/2020).

Ao acessar o menu “Análise Técnica - TV/FM”, uma nova janela é aberta. Nesse formulário deverão ser fornecidas as especificações técnicas dos equipamentos que irão compor a estação e algumas informações adicionais, como: localização geográfica da estação, canal de operação, tipo de canal (analógico ou digital) e ERP prevista no plano básico. A Fig. 3 mostra o formulário de análise técnica que é utilizado para a confecção de projeto técnico de televisão e de rádio.

Fig. 3. Formulário de Análise Técnica - TV/FM

(Fonte: SIGAnatel, acessado em 09/04/2020).

A seguir é dada uma breve explicação sobre cada campo que deve ser preenchido:

- i) Analógico/Digital - Esse campo permite a escolha do tipo de tecnologia que será utilizada na estação;
- ii) Curva - Existem duas opções para preenchimento desse campo: FCC e ITU-R P.1546-5 (ITU-R, 2013), sendo este último o modelo da ITU. O Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T) utiliza o padrão ITU-R P.1546, conforme descrito no item 4.11.1.1 da Portaria MiniCom nº 276/2010: “os contornos de serviço das estações de Radiodifusão de Sons e Imagens e de Retransmissão de Televisão com utilização de tecnologia digital serão determinados com base nas tabelas e curvas E(50,90) constantes do Anexo II desta Norma, utilizando os métodos de interpolação em função da distância, da frequência e da altura do centro de irradiação da antena transmissora em relação ao nível médio do terreno”. Os canais de televisão digital possuem uma área de serviço que corresponde a toda a região (tomando como referência a localização geográfica da estação) em que a intensidade de campo elétrico medida é maior ou igual aos valores padronizados em norma. A Portaria MiniCom nº 276/2010 estabelece, no item 4.9, os valores para campo protegido mostrados na Tabela II.

Tabela II-Intensidade de campo elétrico para contorno de serviço de televisão digital

Faixa de Frequência	Camp (dBµV/m)
VHF	43
UHF	51

(Fonte: Portaria Minicom nº 276, de 29 de março de 2010).

O *Federal Communications Commission* (FCC) corresponde ao órgão regulador dos Estados Unidos, realizando papel semelhante àquele desempenhado pela Anatel no Brasil. Embora o SIGAnatel disponibilize a oportunidade de trabalhar com essas curvas, elas não são utilizadas na prática;

iii) ERP de Plano Básico (kW) – É valor determinado no momento da inclusão do canal no plano básico. Pode ser consultado no sistema MOSAICO, no próprio portal da

Anatel (<http://sistemas.anatel.gov.br/se/public/view/b/srd.php>);

iv) Canal – Se refere ao canal, a faixa de espectro que será utilizada pela emissora para a transmissão ou retransmissão da programação;

v) Latitude e Longitude – Se referem às coordenadas geodésicas onde o sistema irradiante da estação transmissora está localizado. Embora as informações de latitude e longitude possam ser facilmente obtidas mediante utilização de *software* como o *Google Earth*, a Resolução nº 571, de 28 de setembro de 2011, da Anatel, estabelece o sistema WGS84 como “referência para fins de cadastramento junto a Anatel de estações emissoras de radiofrequências”. Deste modo, é importante atentar se o *software* ou equipamento utilizado para a obtenção das coordenadas geodésicas adotam esse sistema. Outro detalhe importante sobre o *Google Earth* é a respeito da precisão na determinação das coordenadas geodésicas de municípios bem mais distantes da capital e de difícil acesso. Os resultados obtidos acabam não atendendo às exigências da Resolução nº 571/2011, e é esse um fator determinante para se recomendar a utilização de aparelhos GPS profissionais para a obtenção dessas coordenadas com a maior precisão possível;

vi) HCI (m) - De acordo com a Portaria MiniCom nº 276/2010, a altura do centro de fase do sistema irradiante é “a altura do centro geométrico do sistema irradiante em relação à cota da base do terreno”, chamada de HCI. Importante entender neste contexto o sistema irradiante como sendo a antena, que possui um centro de fase. Dependendo das características das antenas utilizadas e da cobertura que se pretende prover em uma determinada região, as antenas podem ser instaladas em alturas mais altas ou baixas ao longo da estrutura da torre; vii) Pot. TX (kW) - É a potência de operação do transmissor na estação. A potência de operação do transmissor não precisa, necessariamente, ser a mesma que a potência nominal do equipamento (máxima potência que o transmissor é capaz de prover);

viii) G máx SI (dBd) - Esse parâmetro representa o ganho máximo da antena tomando como referência o ganho da antena dipolo de meia onda. O parâmetro pode ser obtido via consulta a manual do fabricante;

- ix) Demais perdas (dB) – Aqui se informam as perdas decorrentes da utilização de conectores e divisores de potência. A atenuação de cada um dos dispositivos pode ser obtida mediante consulta ao manual do fabricante;
- x) Comp. Linha - L (m) - Comprimento da linha de transmissão que interliga transmissor à antena ou divisor de potência (para os casos em que mais de uma antena é utilizada);
- xi) Atenuação (dB/100m) – Atenuação específica da linha de transmissão, conforme descrito no manual do fabricante;
- xii) Intervalos radiais – A Portaria MiniCom nº 276/2010 define que “deverá ser levantado o nível médio do terreno para cada radial, em pelo menos 12 direções, a partir do local da antena, considerando-se os trechos compreendidos entre 3 e 15 km. As radiais devem ser traçadas com espaçamento angular de 30° entre si, incluindo a direção do Norte Verdadeiro”. Em geral, os sistemas irradiantes omnidirecionais são os mais utilizados. Na cidade de Natal, por exemplo, após levantamento realizado no sistema MOSAICO em 19 de julho de 2019, constatou-se que todas as estações geradoras de televisão digital de Natal/RN utilizam antenas omnidirecionais;
- xiii) E/Emax - Essa informação é obtida via análise do diagrama de irradiação da antena. É, para dado azimute (variando entre 0 e 1), a amplitude relativa de radiação de campo elétrico da antena em seu respectivo azimute.

Após o preenchimento de todos os campos que foram descritos anteriormente, deve-se clicar no botão “GERAR” para que a plataforma faça os devidos cálculos e informe a distância entre estação e o limite do contorno de serviço em cada uma das radiais, distância essa representada no campo “C. Prot (km)” da Fig. 3. Para salvar o resultado do estudo técnico, deve-se clicar no botão “EXPORTAR” e então será gerado um arquivo do estudo técnico no formato .pdf. É possível observar também que os campos em cada um dos azimutes poderão assumir três cores diferentes, como mostrado na Fig. 4.

Fig. 4. ERP a 150 metros assumindo valores abaixo e acima de ERPmax

Azimute	NMT	HNMT	E/Emax	(E/Emax) ²	ERPaz(kW)	ERP150m(k...)	C Prot(km)	C1(km)	C2(km)	C3(km)	Legenda
0	3	141	0,96	0,922	9,160	7,835	41,287				80%-100%
10	0	144	0,90	0,810	8,051	7,260	40,846				80%-100%
20	0	144	0,78	0,608	6,047	5,448	39,165				0%-80%
30	0	144	1	1,000	9,939	8,971	42,081				>100%
40	0	144	0,9	0,810	8,051	7,260	40,846				80%-100%
50	0	144	0,5	0,250	2,485	2,233	34,116				0%-80%
60	0	144	1	1,000	9,939	8,971	42,081				>100%
70	0	144	0,4	0,160	1,590	1,429	31,666				0%-80%
80	0	144	0,8	0,640	6,361	5,731	39,469				0%-80%
90	0	144	0,92	0,846	8,412	7,598	41,101				80%-100%
100	0	144	1	1,000	9,939	8,971	42,081				>100%
110	0	144	1	1,000	9,939	8,971	42,081				>100%
120	0	144	0,23	0,053	0,526	0,472	25,965				0%-80%
130	0	144	0,11	0,012	0,120	0,109	19,194				0%-80%

Legenda: 0%-80% 80%-100% >100%

(Fonte: SIGAnatel, acessado em 09/04/2020).

As cores significam:

- a) preto - caso no referido azimute, a ERP a 150 metros esteja entre 80% e 100% da ERP do plano básico;
- b) âmbar - caso no referido azimute, a ERP a 150 metros esteja abaixo de 80% da ERP do plano básico;
- c) vermelho - caso no referido azimute, a ERP a 150 metros exceda o limite máximo previsto no plano básico.

De acordo com o item 4.8.3 da Portaria MiniCom nº 276/2010, “a ERPmax proposta para a instalação da estação, corrigida para 150 metros de HNMT, deverá superar 80% da ERPmax estabelecida no PBTVD em, pelo menos, uma das radiais”. Não sendo satisfeita essa condição e dependendo do quão próximo esteja o valor máximo do projeto em relação aos 80% previstos, o problema pode ser resolvido com a utilização de um transmissor de maior potência, rotação da antena em relação ao norte verdadeiro, inclinação desta em relação ao eixo horizontal (para antenas diretivas) ou utilização de antena que apresente maior ganho. Quando, ainda assim, a ERPmax não atingir os 80% daquele valor previsto em PBTVD, a entidade responsável pela emissora pode solicitar, mediante estudo técnico, redução da ERP prevista para o referido canal.

É muito importante atentar para a relação entre a área que será atendida pela emissora e a potência de transmissão que será necessária para que o estudo técnico realizado atenda as exigências previstas em lei. Se a única solução para atender a exigência dos 80% for aumentar a potência de transmissão a tal ponto que a área do contorno de serviço obtida seja muito maior que a área na qual está localizada a maior concentração da população do município, o pedido de redução de ERP no PBTVD é uma medida inteligente, inclusive com vistas a reduzir gastos para a montagem da estação e na manutenção da mesma, visto que transmissores mais potentes consomem mais energia e precisam de um sistema de refrigeração mais eficiente. Na Portaria MiniCom nº 276/2010 também é dito que “a ERP não poderá ultrapassar, em nenhuma das radiais, a máxima estabelecida no PBTVD, bem como deverá atender a todas as limitações nele impostas”.

Essas situações envolvem atenção e cuidado. Aqui cabe o senso crítico do projetista para avaliar as alternativas possíveis que podem ser adotadas para que o projeto atenda as condições previstas em lei. A ERPmax do estudo técnico depende diretamente da potência de transmissão, ganho da antena, perdas de conectorização, comprimento da linha de transmissão e atenuação específica da linha de transmissão. Linhas de transmissão e conectores possuem valores tabelados de acordo com manuais técnicos, a antena determina como o sinal será irradiado em todas as direções e a potência de transmissão pode ser ajustada com maior precisão. O transmissor costuma ser o

último equipamento da estação a ser dimensionado tanto por efeito de cálculo, quanto por questão de custo. Dentre os equipamentos essenciais previstos em projeto, os transmissores costumam ser os equipamentos mais caros.

4 ESTUDO TÉCNICO DA TVU E MAPA DIGITALIZADO

O ponto de partida para o desenvolvimento do estudo técnico da TV Universitária e de qualquer outra estação, já admitindo que será utilizada a tecnologia digital, é saber o canal na faixa de UHF que será utilizado pela emissora, conhecer a ERP de plano básico prevista para o referido canal e conhecer as coordenadas geodésicas em que a estação de transmissão estará posicionada. No caso da TVU, o canal utilizado é o 48, a ERP de plano básico é de 8 kW e as coordenadas podem ser obtidas, por exemplo, se fazendo uma rápida consulta ao endereço da estação e, posteriormente, utilizando o *Google Earth*. No caso específico desse projeto, as coordenadas e a altura da torre (de 60 metros) estavam disponíveis na placa da torre na qual estão instaladas as antenas da TVU e da FMU. Os dados foram coletados em visita técnica à estação, realizada no dia 22 de julho de 2019, como mostrado na Fig. 5.

Fig. 5. Torre autoportante da UFRN.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE			
LOCALIDADE	NATAL	ALTURA	60 m
LATITUDE	05° 48' 54" S	PESO	9 TON
LONGITUDE	35° 11' 42" W	CÓDIGO	ATV0250-60
ALTITUDE	76 m	V ₀	30 m/s
DATA DE INSTALAÇÃO	NOVEMBRO - 2011	S1	1,0
PROPRIETÁRIO	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE	S2	CATEGORIA III (CLASSE C)
ENDEREÇO	RUA DA TORRE S/N° - MORRO BRANCO - NATAL - RN	S3	1,1
		CAP MÁXIMA	5 m² - DISTRIBUÍDOS COM MEMÓRIA

EXTRUTURAL COMERCIAL LTDA
WEB SITE: www.extrutural.com.br - extrutural@extrutural.com.br
Fone: (41) 3670-5555

É importante atentar que o estúdio de gravação e a estação de transmissão nem sempre estarão, necessariamente, em uma mesma área ou prédio. No caso da TVU, por exemplo, estúdio e estação de transmissão estão em espaços físicos diferentes, interligados por meio de cabo de fibra óptica.

Quanto aos equipamentos que irão compor a estação, o estudo técnico é realizado da seguinte maneira: baseando-se na área do município em que a estação será instalada, nas condições de relevo e na ERP prevista no plano básico, estima-se parâmetros para os equipamentos da estação que sejam condizentes com aqueles existentes no mercado e que satisfaçam a cobertura prevista em norma com

o menor custo necessário. No caso da TVU, isso não se fez necessário, porque foi possível, por meio do MOSAICO, obter informações referentes a todos os equipamentos utilizados na estação.

Após inserir a ERP de plano básico, o sistema já informa a intensidade de campo protegido de $51\text{dB}\mu\text{V/m}$ (padrão para canais na faixa de UHF) e, ao serem informadas as coordenadas geodésicas da estação, o município no qual será prestado o serviço de radiodifusão já é identificado, assim como também é informada a sua respectiva CBT.

O ganho máximo da antena (G máx SI em dBd) é outro parâmetro tabelado e que é possível consultar no manual do fabricante. O manual da antena utilizada pela emissora da TVU foi disponibilizado em <https://github.com/vicentesousa/projetoTV>. A antena é da fabricante Transtel, modelo TTSLD8-A-220. O interessante a respeito do diagrama de irradiação desse modelo é que se trata de uma antena direcional com um ângulo horizontal de meia potência demasiadamente grande, mas adequada para a cidade. Como Natal é uma cidade pequena e litorânea, as características dessa antena permitem que a estação cubra a região de forma compatível ao passo que o lóbulo traseiro fica direcionado para o mar. Desse modo, o 0° do diagrama de irradiação da antena deve estar orientado para 270° em relação ao norte verdadeiro.

A linha de transmissão utilizada é da fabricante Andrew e o modelo é o HJ8-50B, de impedância de 50 ohms e atenuação de $1,4\text{dB}/100\text{m}$. O manual do fabricante foi disponibilizado em <https://github.com/vicentesousa/projetoTV>. Ao todo, nesse projeto, foram utilizados 75 metros.

No sistema MOSAICO, a única informação disponível referente ao transmissor utilizado na estação é a sua potência de operação, que é de 900 W. Em visita técnica realizada à estação de transmissão da TVU no dia 22 de julho de 2019 foi possível verificar que o transmissor digital é da fabricante Hitachi Kokusai Linear, modelo IS706HL, correspondendo a um transmissor de alta potência e capaz de fornecer até 3 kW, conforme especificações técnicas disponibilizadas em <https://github.com/vicentesousa/projetoTV>.

A parte inferior do estudo técnico deve ser preenchida com as amplitudes do diagrama de irradiação da antena utilizada (E/E_{max}).

Antes de clicar em “GERAR” é importante verificar se todos os dados estão realmente digitados corretamente. Após verificar os dados e clicar no botão “GERAR”, o resultado obtido deve ser semelhante ao mostrado na Fig. 6.

Fig. 6. Ilustração do estudo técnico do canal 48 (TVU).



O SIGAnatel não gera a representação gráfica do contorno de serviço propriamente dito. É necessária alguma maneira de representar, graficamente, a distância de contorno em relação ao ponto de referência, que é a localização da estação e, posteriormente, ajustar essa representação gráfica para que ela fique na mesma escala de exibição do mapa da cidade alvo, que neste trabalho é Natal/RN.

Para representar a curva do contorno com a maior precisão possível, o estudo técnico foi feito novamente para um intervalo entre radiais de 2° e os valores intermediários entre os dois azimutes a nível de desenho da curva foram obtidos mediante interpolação para evitar mudanças abruptas. Para a confecção gráfica do contorno de serviço foi utilizado o Microsoft Excel. Para plotar o contorno em cima do mapa digitalizado foi utilizado o software Corel Draw X7. A representação do contorno de serviço para a potência de 900 W está disposta na Fig. 7.

Fig. 7. Contorno de serviço marcado sobre mapa digitalizado.



Fonte do Mapa: *Google Earth*.

Um cuidado que se deve ter na geração do mapa digitalizado é buscar confeccionar o conjunto em uma escala de fácil conversão como, por exemplo: 1:200.000, 1:250.000, 1:500.000, ou similar. A escala a ser adotada dependerá, principalmente, da extensão da área na qual o serviço será prestado e pela distância entre as radiais que comporão o contorno de serviço.

É importante citar a escala em que o mapa e o contorno se encontram para permitir a correta interpretação dos mesmos por parte dos engenheiros da Anatel que irão checar se o projeto está adequado e se foi bem executado. Identificar a escala é requisito obrigatório que deverá estar presente no mapa digitalizado, no entanto, outras informações costumam, também, ser inseridas, como: nome do responsável e número de registro no conselho (CREA), embora não sejam obrigatórias. No mapa digitalizado apresentado junto ao projeto técnico deverá haver, de acordo com a Portaria MiniCom nº 925/2014, a “indicação da escala adotada e da procedência dos mapas e do relevo digitalizado”.

A Fig. 7, embora represente um mapa digitalizado bem confeccionado, necessita que a escala seja informada para que o mapa esteja dentro das conformidades previstas pela portaria pertinente. Outro detalhe importante é que, junto aos demais documentos do projeto técnico, é interessante enviar esboços (croquis) referentes ao ambiente físico interno da estação de transmissão (com as

dimensões e localização física dos equipamentos) e, também, referentes ao seu ambiente externo, demonstrando a localização da torre de transmissão, especificando por meio dos desenhos o tipo de torre (autoportante, estaiada) e o sistema irradiante, com a altura da antena em relação ao solo.

O formulário de informações técnicas poderá, facilmente, ser preenchido a partir das informações utilizadas na própria realização do projeto técnico (estudo técnico via SIGAnatel) e, mais uma vez, é importante ratificar como é importante para o projetista manter o seu registro atualizado no CREA.

5 CONCLUSÕES

Se a televisão digital cumpriu ou não aquilo que se era esperado por meio da transição tecnológica, não cabe aqui essa discussão (BRANDALISE, 2020), porém, esta tecnologia já proporcionou e continuará gerando, nos próximos anos, grande demanda de projetos técnicos no segmento de engenharia de radiodifusão, uma das muitas possíveis áreas de atuação do engenheiro de telecomunicações. Este trabalho se destina a preencher a lacuna na literatura por material sobre a realização do projeto técnico para obtenção de outorga do serviço de televisão e de seus serviços ancilares no Brasil. É importante que tal conhecimento não se restrinja a portarias e normas técnicas dos órgãos reguladores, pois a discussão científica, além de estabelecer outra linguagem de comunicação, pode indicar melhorias e compartilhar experiência prática no uso da legislação.

E no espírito de testar ferramentas acessíveis ao público geral, foi apresentado o SIGAnatel, que embora gratuito e aparentemente simplório, é uma importante ferramenta interativa para a construção dos projetos técnicos de rádio e televisão. Informações técnicas referentes a essa plataforma são escassas e uma das ideias propostas a partir desse trabalho é disseminar esse conhecimento.

Finalmente, ao realizar um projeto técnico como caso de estudo, este artigo compartilha uma experiência em engenharia, bem como vários materiais técnicos (em <https://github.com/vicentesousa/projetoTV>), materializando sua contribuição tecnológica.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem a Anatel pela disponibilidade de equipamentos de medição e discussão técnica do conteúdo do artigo.

REFERÊNCIAS

- BALAMURALIDHAR, P. Regulatory aspects and opportunities of TV white spaces in India. In: 2ND International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace Electronic Systems Technology. [S.l.: s.n.], 2011.
- BRANDALISE, Roberta. AS RELAÇÕES ARGENTINO-BRASILEIRAS NO TELEJORNALISMO BRASILEIRO, A PARTIR DO ESTEREÓTIPO DA RIVALIDADE E OS DESACORDOS DO MERCOSUL. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, 2020.
- CARCIOFI, C. et al. Coexistence of DVB Television and 5G Services in Adjacent Bands. In: AEIT International Annual Conference. [S.l.: s.n.], 2019.
- CHOMSUK, K.; TOOPRAKAI, S. Estimation on protection distance between analog TV and digital TV in adjacent channel at terrestrial television. In: INTERNATIONAL Electrical Engineering Congress. [S.l.: s.n.], 2017.
- DA SILVA, A. V.; PEIXOTO, Z. M. A.; FERREIRA, F. M. F. Impact Analysis of the Digital Radio Transmission Using the DRM+ Standard: A Case Study. *IEEE Latin America Transactions*, 2018.
- FADDA, M.; MURRONI, M.; POPESCU, V. Interference Issues for VANET Communications in the TVWS in Urban Environments. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2016.
- FADDA, M.; MURRONI, M.; POPESCU. Interference measurements for unlicensed 802.11p communication in the TV bands. In: IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–4.
- HUSSIEN, H. M. et al. Coexistence of TV White Space Devices and DTV Services in Ethiopian Geolocation White Space Spectrum Database. In: IEEE 24th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks. [S.l.: s.n.], 2019.
- ITU-R. Recommendation ITU-R P.1546-5: Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz. *International Telecommunications Union - Radiocommunication Sector*, 2013.
- MAKRIS, D.; GARDIKIS, G.; KOURTIS, A. Quantifying TV white space capacity: quantifying tv white space capacity: *IEEE Communications Magazine*, v. 50, n. 9, p. 145–152, 2012.
- MARTÍNEZ-PINZÓN, G. et al. Spectrum Sharing for LTE-A and DTT: Field Trials of an Indoor LTE-A Femtocell in DVB-T2 Service Area. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 2016.
- POPESCU, V. et al. Coexistence issues for IEEE 802.22 WRAN and DVB-T2 networks. In: IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting. [S.l.: s.n.], 2016.
- RIBADENEIRA-RAMÍREZ, J. et al. Interference Analysis Between Digital Terrestrial Television (DTT) and 4G LTE Mobile Networks in the Digital Dividend Bands. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 2016.