



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

WAGNER PIERRE CABRAL SUASSUNA

**PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO TRANSMISSORA
DE RÁDIO COM FINS EXCLUSIVAMENTE EDUCATIVOS NA
UFCG**

Campina Grande, Paraíba
Outubro de 2013

WAGNER PIERRE CABRAL SUASSUNA

PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO TRANSMISSORA
DE RÁDIO COM FINS EXCLUSIVAMENTE EDUCATIVOS NA
UFCG

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Radiodifusão

Orientador:

Prof. Dr. Waslon Terlizzie Araújo Lopes

Campina Grande, Paraíba
Outubro de 2013

WAGNER PIERRE CABRAL SUASSUNA

PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO TRANSMISSORA
DE RÁDIO COM FINS EXCLUSIVAMENTE EDUCATIVOS NA
UFCG

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade
Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Radiodifusão

Aprovado em / /

Prof. Dr. Wamberto José Lira de Queiroz
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador, UFCG

Prof. Dr. Waslon Terlizzie Araújo Lopes
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeira instância a minha família, Arlete, Marcio, Murilo, Matheus, Gabriela e todos os tios, tias, avôs e avós que me proporcionaram o grande prazer de viver, alimentando-me sempre com saúde, força e coragem, essenciais para superação de todas as adversidades e que não mediram esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida.

Agradeço aos responsáveis pela ajuda na elaboração deste trabalho, em primeiro lugar a Waslon, Alamo, Tchai, Adail, Damásio e todos aqueles que contribuíram com inspiração e ideias para dar forma a este projeto.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos os irmãos, em nome dos que seguem, que surgiram durante esta etapa e que foram de fundamental importância para a conclusão deste curso, obrigado a Arthur, Antonio Neto, Caio, Cândido, Camila, Coriolano, Leonardo, Poliana, Pablo, Paulo, Raul, Romero, Roana, Ricardo, Tarcisio, Vagner, Vinícius.

RESUMO

A radiodifusão é o maior meio de comunicação em massa do mundo, sendo responsável pela disseminação de cultura, educação e entretenimento. Encontra-se aqui o projeto para implementação de uma rádio educativa no âmbito da UFCG, com os cálculos exigidos por lei apresentados durante o texto. O objetivo do estudo é verificar a viabilidade legal e técnica da instalação de uma rádio com outorga educativa. Um modelo conceitual foi postulado com base nas leis que regem os serviços de radiodifusão e no estudo sobre os equipamentos utilizados. O dimensionamento e as razões se deram a partir das especificações do projeto, onde sua área de atuação será pequena e terá sua programação limitada a temas educativos e culturais. O resultado foi a certeza da viabilidade da implementação deste projeto, analisando também os custos, e baseado nessas análises e resultados, foram esboçadas algumas recomendações e ideias para futuras pesquisas científicas.

Palavras-Chave: Rádio. Radiodifusão. Dimensionamento. Outorgas. Educativa. Projeto.

ABSTRACT

The radio broadcasting is the greatest means of mass communication in the world, being responsible for the dissemination of culture, education and entertainment. Here is the implementation of a project to educational radio under UFCG with the calculations required by law presented during the text. The aim is to check the technical and legal feasibility of installing a radio with educational grants. A conceptual model was postulated based on the laws governing broadcasting services and the study on the equipment used. The design and the reasons it gave from the design specifications, where his area of operation will be small and have a limited schedule the educational and cultural themes. The result was the certainty of the feasibility of implementing this project, also analyzing the costs, and based on these results and analyzes, we make several suggestions and ideas for future scientific research.

Keywords: Radio. Broadcasting. Project.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Transmissor de FM utilizado no projeto.....	22
Figura 2 – Antena tipo Plano Terra Omnidirecional de $\frac{1}{4}$ de onda.....	23
Figura 3 – Diagrama de Irradiação da Antena Plano Terra $\frac{1}{4}$ ”.....	23
Figura 4 – Chave Híbrida HS20.....	25
Figura 5 – Cabo coaxial RGC 213.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intensidade de campo elétrico E em relação ao campo elétrico máximo.....	24
Tabela 2 - Estimativa dos custos do projeto.....	30

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivos.....	2
1.2	Motivação.....	2
2	Fundamentação teórica.....	3
2.1	História da rádio.....	3
2.2	Modalidades de outorga.....	6
2.2.1	Rádiodifusão Comercial.....	6
2.2.2	Rádiodifusão Educativa.....	7
2.2.3	Rádiodifusão Comunitária.....	8
2.3	Evolução da rádiodifusão educativa no Brasil e sua legislação.....	9
3	Estudo de Caso.....	14
3.1	Quanto à regularização do serviço.....	14
3.2	Quanto aos equipamentos.....	16
3.2.1	Transmissor.....	16
3.2.2	Antena.....	16
3.2.3	Cabos e Conexões.....	17
3.2.4	Mesa de Som.....	17
3.2.5	CD Player.....	17
3.2.6	MD Player.....	17
3.2.7	DVD Player.....	18
3.2.8	Chave Híbrida.....	18
3.2.9	Computador.....	18
3.3	Dimensionamento.....	19
3.3.1	Localização.....	19
3.3.2	Transmissor.....	19
3.3.3	Antena.....	22
3.3.4	Chave híbrida.....	24
3.3.5	Estrutura da torre de sustentação.....	25
3.3.6	Linha de transmissão em R.F.....	26
3.3.7	Cálculo da Potência Efetiva Irradiada.....	28
3.3.8	Intensidade de Campo no Limite da Área do Serviço.....	29
3.3.9	Levantamento de custos para implementação.....	30
4	Conclusão.....	31
	Bibliografia.....	32
	Glossário.....	34

1 INTRODUÇÃO

Em 2013 se completam noventa e quatro anos desde a primeira transmissão oficial de rádio no território brasileiro. Entretanto ainda é possível notar que esse meio de comunicação é controlado por pequenos grupos e que, mesmo com o advento da televisão, não caiu em desuso. Porém, um grande salto para disseminar o controle desse meio de comunicação para a população foi dado com as Leis Nº 4117/62 e 9472/97, que regem o serviço de radiodifusão, em conjunto com os Decretos Nº 2615/98, 2108/96 e 236/67, sendo este último o que discorre sobre o trabalho em questão, e a Portaria Interministerial Nº 651/99. Como base para cálculos e dimensionamento de equipamentos, usa-se neste projeto a Lei Nº 9612/98 e a Norma Complementar Número 01/2004, que concerne sobre rádios comunitárias, que nada mais é que uma rádio local de baixa potência que cobre um limite máximo de contorno de serviço de 1 (um) quilômetro em circunferência a partir de sua torre de transmissão. Essa escolha foi feita em função da maior facilidade e inicial simplicidade do projeto, tendo em mente também os custos dos equipamentos necessários para implementação da rádio. Vale lembrar que é de processo simples o pedido de aumento de potência e mudança de canal junto a ANATEL após a outorga do serviço. Portanto as escolhas técnicas deste trabalho podem ser alteradas antes ou depois da eventual implementação da rádio, sendo aqui um estudo do caso para uma situação escolhida pelo autor.

Como dito, este trabalho será baseado no Decreto-Lei Nº 236/67, em que fica estabelecido a radiodifusão com finalidade exclusivamente educativa, com o intuito de desenvolver um projeto de uma rádio de baixa potência para implementação na Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. Aqui será visto como é realizado o estudo do caso e o dimensionamento dos equipamentos. Primeiramente define-se os aspectos legais que regem a implantação da radiodifusão. A partir daí, observa-se as coordenadas geográficas do local de instalação da emissora, por um estudo do terreno. Feito isto, calcula-se a viabilidade técnica para a rádio, relacionando o tipo de transmissor a ser utilizado, a antena transmissora, a torre de sustentação, o cabo coaxial, entre outros. Serão apresentados também um breve levantamento de custo destes equipamentos e os cálculos da potência efetiva irradiada e da intensidade de campo no

limite da área do serviço. Finalmente, as conclusões do trabalho realizado serão discutidas.

1.1 OBJETIVOS

Tem-se como objetivos projetar uma rádio de baixa potência com base na legislação específica para futura implementação com a finalidade de interligar vários cursos da UFCG para administração e manutenção da rádio, gerando experiência prática para os alunos que participarem voluntariamente deste projeto. Essa rádio disponibilizará para os estudantes de Engenharia Elétrica da UFCG um espaço onde será possível colocar em prática seus conhecimentos em eletrônica e telecomunicações, nas ações de manutenção dos equipamentos instalados e na verificação do funcionamento de uma rádio real. Adicionalmente, outros cursos da Universidade se beneficiarão com a implementação deste projeto e, direta ou indiretamente, todos os alunos poderão usufruir de informações educativas, cultura e entretenimento.

1.2 MOTIVAÇÃO

A principal motivação deste projeto é levar aos alunos da UFCG benefícios duradouros, entre eles o melhor acesso a divulgação de trabalhos acadêmicos, congressos e palestras, como também maior informação sobre todos os cursos, sobre ações referentes a Universidade. Como já citado, este trabalho também beneficiará os alunos que serão responsáveis pela implantação, funcionamento e manutenção da rádio, gerando maior integração e maior experiência prática em diversas áreas de ensino, inclusive na área de Engenharia Elétrica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado um pouco da história da rádio, a evolução da legislação deste setor, a criação dos órgãos competentes, as modalidades de outorga. Depois disso o foco cairá no objeto deste trabalho, a radiodifusão educativa. É a partir daqui que será vista a legislação específica para esta modalidade, os equipamentos necessários para sua implementação e funcionalidade, entre outros pontos.

2.1 HISTÓRIA DA RÁDIO

Muito antes da invenção e o maciço uso da tecnologia da radiodifusão, inúmeros cientistas participaram das descobertas que levariam a utilização deste meio de comunicação. Michael Faraday veio com a indução magnética, James C. Maxwell descobriu matematicamente a existência das ondas eletromagnéticas, também Thomas A. Edison, Nikola Tesla, Henrich R. Hertz pela prova das “ondas de rádio”, entre outros. Mas foi só em 1895 que o italiano Guglielmo Marconi realizou transmissões de sinais sem fio em distâncias de 400 e 2000 metros. Começa então uma grande polêmica, uma vez que nas experiências realizadas pelo inventor Guglielmo Marconi, que acabou lhe rendendo a patente de invenção do rádio, aparecem 19 patentes de autoria de Nikola Tesla em seu projeto. Na época esta discussão veio à tona, o que levou a Suprema Corte Americana a passar a patente para o nome de Tesla. Entretanto mais um fato é conhecido: dois anos antes o padre, cientista e engenheiro gaúcho Roberto Landell de Moura testou a primeira transmissão de fala através de ondas eletromagnéticas, porém só conseguiu sua patente em 1900, cinco anos depois de Guglielmo Marconi. [21]

Mesmo depois de todos estes testes, inclusive um com a participação do encouraçado Aquibadan na costa brasileira em 1905, com a chefia do padre Roberto Landell de Moura, a rádio como se conhece só veio existir na década de 1920, quando transmissões regulares passaram a ocorrer em países como Estados Unidos e Argentina.

A história da rádio no Brasil é outro ponto polêmico desta tecnologia. O Jornal do Recife noticiou no dia 7 de abril de 1919 que, no dia anterior, ocorreu a primeira transmissão civil de rádio na Ponte d'Uchoa, no Recife – PE. Porém alguns autores

alegam que a primeira transmissão de rádio só ocorreu em 1922 na cidade de Rio de Janeiro – RJ.

Sendo o início da rádio tão conturbado, pois muitas polêmicas surgiram com ela desde suas primeiras transmissões, seria de se esperar que esta tecnologia chegasse ao fim, principalmente depois da invenção do sistema de Televisão. Contudo esta tecnologia resiste até os dias de hoje como a mais popular e de maior alcance do público, deixando claro que sua utilização continuará por muito tempo. Este veículo de comunicação pode ser caracterizado como público, transitório e rápido, sendo considerado público porque as mensagens não são endereçadas a ninguém em particular e seu conteúdo está aberto ao critério público. Rápido porque as mensagens são endereçadas para atingir grande audiência em tempo relativamente curto, ou mesmo simultaneamente. Por fim, é considerado transitório, pois a intenção é de que sejam consumidas imediatamente. [23]

Por estas características, a rádio logo se tornou um meio de comunicação em massa no nosso país e na década de trinta surgiram as primeiras leis para regular esta nova tecnologia. A primeira delas veio em 1931, que determinava a competência exclusiva do Governo Federal para regulamentar a telegrafia, a radiotelegrafia e as atividades de radiodifusão. Em 1932, o decreto nº 21.111 pela primeira vez definiu as regras e os procedimentos para a outorga de rádios. E apenas dois anos depois, na constituição de 1934, a rádio recebe o status constitucional no que diz respeito a centralização do poder pela União na outorga e renovação de outorgas da radiodifusão. Vemos isso no artigo retirado da constituição citada:

art. 5º(...)

§ VIII Explorar ou dar concessão aos serviços de tellegraphos e radiocomunicação [7].

Outras pequenas mudanças ocorreram neste período, mas só em 1962 foi aprovado o Código Brasileiro de Telecomunicações na Lei nº 4117/62, que tratava dos meios de comunicação eletrônica, da telefonia e de outras tecnologias de transmissão de dados.

É no ano de 1967 ocorre a mudança que possibilita a fundamentação teórica com bases legais deste Trabalho de Conclusão de Curso, visto que neste ano o Decreto-Lei nº 236 é aprovado, regulamentando a criação da modalidade educativa de televisão e de rádio, e também o Decreto-Lei nº 200, que cria o Ministério das Comunicações e o Conselho Nacional de Telecomunicações. A próxima grande mudança aconteceu em 1988, onde a Constituição Federal cristalizou os conceitos já existentes e atacou a histórica centralização da competência de conceder a outorga de radiodifusão pelo Poder Executivo Federal, fazendo com que o Congresso Nacional também fizesse parte da análise desses processos. Conforme visto nos artigos abaixo:

Art. 49 É da competência exclusiva do Congresso Nacional:

§ XII - apreciar os atos de concessão e renovação de concessão de emissoras de rádio e televisão [6].

Art. 223. Compete ao Poder Executivo outorgar e renovar concessão, permissão e autorização para o serviço de radiodifusão sonora e de sons e imagens, observado o princípio da complementaridade dos sistemas privado, público e estatal.

§ 1º - O Congresso Nacional apreciará o ato no prazo do art. 64, § 2º e § 4º, a contar do recebimento da mensagem.

§ 2º - A não renovação da concessão ou permissão dependerá de aprovação de, no mínimo, dois quintos do Congresso Nacional, em votação nominal.

§ 3º - O ato de outorga ou renovação somente produzirá efeitos legais após deliberação do Congresso Nacional, na forma dos parágrafos anteriores.

§ 4º - O cancelamento da concessão ou permissão, antes de vencido o prazo, depende de decisão judicial.

§ 5º - O prazo da concessão ou permissão será de dez anos para as emissoras de rádio e de quinze para as de televisão [6].

Na década de 90 podem ser citadas algumas grandes mudanças neste setor: em 1995 ficou estabelecido que, a partir daquele momento, a outorga de radiodifusão comercial seria precedida de procedimento licitatório, observadas as disposições legais e regulamentares no Decreto nº 1.720. A Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) foi criada em 1997 com a Lei Geral de Telecomunicações – Lei nº 9472/97. Esta lei atribuiu ao Ministério das Comunicações a distribuição das outorgas deste serviço, enquanto a Anatel passou a controlar algumas funções do setor de radiodifusão, sendo a mais importante delas a elaboração e gestão dos planos de canais e a fiscalização da utilização do espectro radioelétrico. Em 1998, finalmente, surgiu a Lei nº 9.612, que instituiu o serviço de radiodifusão comunitária, última lei de maior importância para as outorgas de radiodifusão a ser promulgada. [23]

2.2 MODALIDADES DE OUTORGA

No que diz respeito à concessão ou renovação das outorgas, seja para qual for a modalidade, os dois órgãos responsáveis são: o Ministério das Comunicações e a Presidência da República. O primeiro é responsável pelos detalhes técnicos e concentra a maior parte dos trâmites necessários. O segundo tem caráter mais político, muito embora também atue na revisão dos processos, na elaboração das mensagens presidenciais e no encaminhamento dos processos para o Congresso Nacional. [1]

2.2.1 RADIODIFUSÃO COMERCIAL

A rádio comercial é o serviço de radiodifusão direcionado a empresários, onde possuem liberdade para exercer exploração comercial através deste meio de comunicação, dentro dos limites previstos nas leis que regem a radiodifusão. Esta é a modalidade mais comum e mais divulgada, uma vez que a lei não limita sua área de atuação, como no caso das rádios comunitárias, e permite que ela funcione com fins lucrativos, o que não acontece, por exemplo, com as rádios exclusivamente educativas.

2.2.2 RADIODIFUSÃO EDUCATIVA

Este é o serviço de radiodifusão que, como fica claro na sua nomenclatura, refere-se a uma rádio com cunho educativo-cultural, onde não é permitida a exploração comercial. Esta modalidade é descrita pelos três principais documentos que regram a outorga de rádios educativas: Decreto-Lei 236/67, o Decreto nº 2.108/96, e a Portaria Interministerial nº 651/99. O Ministério das Comunicações define este serviço como:

Nos termos do Decreto Lei 236, de 28 de fevereiro de 1967 a radiodifusão com fins exclusivamente educativos, seja de rádio ou de TV, destinam-se à transmissão de programas exclusivamente educativo-culturais, não tendo caráter comercial, e nem fins lucrativos. [1]

Estes documentos estabelecem também que esta modalidade deve atuar em conjunto com os sistemas de ensino de qualquer nível, que vise à educação básica e superior, à educação permanente e à formação para o trabalho, além de abranger as atividades de divulgação educacional, cultural, pedagógica e de orientação profissional. Podem requerer a outorga de uma rádio com fins exclusivamente educativos as pessoas jurídicas de direito público interno e fundações instituídas por particulares e demais universidades particulares brasileiras. Como dito, admite-se apenas a transmissão de programas educativo-culturais, porém os programas de caráter recreativo, informativo ou de divulgação desportiva poderão ser considerados educativo-culturais se neles estiverem presentes elementos instrutivos ou enfoques educativo-culturais identificados na sua apresentação. As universidades federais estão dentro do conceito intitulado como “pessoas jurídicas de direito público interno”, portanto a implementação de uma rádio desta modalidade na UFCG está dentro dos parâmetros legais. Além disso, caso exista concorrência para instalação de uma rádio deste tipo no mesmo canal, é garantido por lei que as universidades tenham preferência.

2.2.3 RADIODIFUSÃO COMUNITÁRIA

Esta última modalidade é a radiodifusão de sons em frequência modulada que ficou definida pela Lei nº 9612/98, pelo decreto nº 2615/98 e pela Norma Complementar Número 01/2004. Fico definida pelo artigo 1º da lei citada como visto abaixo:

Art. 1º Denomina-se Serviço de Radiodifusão Comunitária a radiodifusão sonora, em frequência modulada, operada em baixa potência e cobertura restrita, outorgada a fundações e associações comunitárias, sem fins lucrativos, com sede na localidade de prestação do serviço.

§ 1º Entende-se por baixa potência o serviço de radiodifusão prestado a comunidade, com potência limitada a um máximo de 25 watts ERP e altura do sistema irradiante não superior a trinta metros.

§ 2º Entende-se por cobertura restrita aquela destinada ao atendimento de determinada comunidade de um bairro e/ou vila [9].

A rádio comunitária possui algumas especificações técnicas, definidas nas legislações citadas, que limitam sua área de atuação, como pode ser visto nos incisos 1 e 2 do artigo mostrado acima. Também é válido salientar que a área de atuação é de, normalmente, 1 km de raio. Com todas estas restrições técnicas, vê-se também horizontes no que se refere a quem pode explorar o serviço de radiodifusão comunitária. Este critério fica definido com o artigo 7 da Lei 9612/98:

Art. 7º São competentes para explorar o Serviço de Radiodifusão Comunitária as fundações e associações comunitárias, sem fins lucrativos, desde que legalmente constituídas e devidamente registradas, sediadas na área da comunidade para a qual pretendem prestar o Serviço, e cujos dirigentes sejam brasileiros natos ou naturalizados há mais de 10 anos.

Parágrafo único. Os dirigentes das fundações e sociedades civis autorizadas a explorar o Serviço, além das exigências deste artigo, deverão manter residência na área da comunidade atendida. [9]

Esta modalidade foi criada com o intuito de difundir hábitos e tradições da comunidade, elementos de cultura, e oferecer mecanismos à formação e integração da comunidade, estimulando o lazer, a cultura e o convívio da população de determinada área. [20]

2.3 EVOLUÇÃO DA RADIODIFUSÃO EDUCATIVA NO BRASIL E SUA LEGISLAÇÃO

A ideia de radiodifusão educativa surgiu no Brasil antes mesmo do início do uso desta tecnologia em larga escala. Parece estranho, mas isto se deve ao fato de que o médico e professor de Antropologia Edgard Roquette-Pinto, antes da instalação da primeira rádio, já tinha desenvolvido um plano de criação de radioescolas municipais em todo o país. Este plano foi posto em prática quando o próprio Edgard Roquette-Pinto fundou a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, que tinha uma programação exclusivamente composta por programas educativos, palestras científicas, entre outros.

Vale notar que a radiodifusão de cunho exclusivamente educativo surgiu em paralelo a radiodifusão comercial, entretanto a ideia de regular estas duas modalidades separadamente não apareceu nas primeiras leis deste setor, que já foram citadas na Seção 2.1. Quando a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro foi doada ao Ministério da Educação, em 1936, o Estado passou a dar mais atenção a esta modalidade, e a partir daí, este veículo de comunicação passou a dedicar parte da sua programação a um projeto que ficou conhecido como “Universidade do Ar”. Tratava-se de um projeto pioneiro de tele-educação, voltado principalmente para a transmissão de conhecimentos técnicos em cursos profissionalizantes. Mais tarde, entre 1957 e 1963, também houve a irradiação do Sistema de Rádio Educativo Nacional, voltado para os cursos básicos.

Após este período, em 28 de fevereiro de 1967, finalmente surge o primeiro diploma legal que previu a prestação do serviço de radiodifusão educativa, estabelecido nos artigos 13 e 14 do Decreto-Lei nº 236:

Art. 13 – A televisão educativa se destinará à divulgação de programas educacionais, mediante a transmissão de aulas, conferências, palestras e debates.

Parágrafo único: A televisão educativa não tem caráter comercial, sendo vedada a transmissão de qualquer propaganda, direta ou indiretamente, bem como o patrocínio dos programas transmitidos, mesmo que nenhuma propaganda seja feita através dos mesmos. [8]

Art. 14 (...)

§ 1º (...)

§ 2º A outorga de canais para a televisão educativa não dependerá da publicação do edital previsto no art. 34 do Código Brasileiro de Telecomunicações. [8]

Foi com base neste Decreto-Lei que o governo militar, na década de 70, quando se consolidava a exploração privada do rádio no Brasil, criou o Projeto Minerva, que consistia na exibição de um programa de cunho exclusivamente educativo, com transmissão obrigatória por todas as emissoras do Brasil. Contudo, o projeto não durou muito tempo. A programação sisuda logo rendeu ao Projeto Minerva o apelido de Projeto “Me Enerva”.

Vinte anos mais tarde o Congresso Nacional voltou a olhar para este veículo de comunicação criando, em 1995, o Decreto nº 1.720 (revogado pelo Decreto nº 2.108, de 1996) que mudou diversos pontos do regulamento dos serviços de radiodifusão, quase todos relativos à política de concessões e permissões de rádio e TV. A mudança mais importante foi o estabelecimento de que a partir daquele momento, a outorga de radiodifusão comercial seria “precedida de procedimento licitatório, observadas as disposições legais e regulamentares”. Porém esta exigência de licitação atingiu apenas a radiodifusão comercial. A radiodifusão educativa seguiu sem exigir a publicação de

edital, bem como a realização de procedimento licitatório. O principal resultado foi a manutenção, na radiodifusão educativa, da utilização de outorgas como moeda de barganha política – algo que havia caracterizado também a radiodifusão comercial nas décadas anteriores à exigência de licitações.

Para receber outorga para funcionamento, a radiodifusão educativa deve buscar um canal educativo que esteja previsto no Plano Básico de Distribuição de Canais, buscando no município da entidade interessada se existe disponibilidade de tal canal. No caso de não haver nenhum canal no Plano, a entidade deverá encaminhar um estudo técnico comprovando a viabilidade de inserção de um novo canal educativo. O canal designado deverá estar inserido na faixa de frequências destinada a rádio em frequência modulada, que de acordo com a Anatel esta faixa compreende as frequências de 87,8 MHz a 108 MHz.

Pode-se observar um fato importante quanto a faixa de frequência destinada, uma vez que os serviços de radiodifusão em frequência modulada são, por suas próprias características técnicas, de cobertura inferior àquela encontrada nos serviços de amplitude modulada, as rádios FM são inerentemente destinadas à prestação de serviços locais. Portanto, na maior parte das vezes, o alcance de emissoras outorgadas em FM, como no caso de rádios educativas, é suficiente para atender a localidade para a qual receberam a outorga ou em um raio relativamente restrito.

Outras alterações importantes continuaram aparecendo na década de 90. Seguindo a linha cronológica, em 1991 um grande passo foi dado. Apesar do serviço de radiodifusão educativa não permitir funcionamento com finalidades lucrativas, a Lei nº 8313 surgiu para criar o Programa Nacional de Apoio à Cultura e abriu a possibilidade de que projetos a serem apresentados por pessoas físicas ou jurídicas, de natureza cultural, pudessem contemplar o segmento de rádios e televisões educativas e culturais, de caráter não-comercial. Observa-se isto no artigo a seguir:

Art. 25. Os projetos a serem apresentados por pessoas físicas ou pessoas jurídicas, de natureza cultural para fins de incentivo, objetivarão desenvolver as formas de expressão, os modos de criar e fazer, os processos de preservação e proteção do patrimônio cultural brasileiro, e os estudos e métodos de interpretação da realidade cultural, bem como contribuir para propiciar meios, à população em geral, que permitam o conhecimento dos bens de valores artísticos e culturais, compreendendo, entre outros, os seguintes segmentos:

IX - rádio e televisão, educativas e culturais, de caráter não-comercial [16].

Porém o maior incentivo ao financiamento da radiodifusão educativa viria alguns anos depois, em 1998, com a promulgação da Lei nº 9.637. O Artigo 19 desta lei estabeleceu que as entidades que absorvessem atividades de rádio educativa poderiam receber recursos e veicular publicidade institucional de entidades de direito público ou privado, a título de apoio cultural, admitindo-se o patrocínio de programas, eventos e projetos. Ou seja, todas as organizações sociais que exerçam atividades de rádio educativa podem receber recursos e veicular publicidade institucional de entidades de direito público e privado. Tal publicidade institucional, contudo, não pode se caracterizar como comercialização de intervalos, devendo se restringir ao atendimento da finalidade social da atividade educativa e cultural das emissoras.

Art.19. As entidades que absorverem atividades de rádio e televisão educativa poderão receber recursos e veicular publicidade institucional de entidades de direito público ou privado, a título de apoio cultural, admitindo-se o patrocínio de programas, eventos e projetos, vedada a veiculação remunerada de anúncios e outras práticas que configurem comercialização de seus intervalos [17]

O recebimento destes recursos e os limites de o que é apoio a cultura ou não, ficaram estabelecidos no Decreto nº 5.396/05, que pode ser lido abaixo:

Art. 1º As organizações sociais que exercem atividades de rádio e televisão educativa podem receber recursos e veicular publicidade institucional de entidades de direito público ou privado a título de:

I - apoio cultural à organização social, seus programas, eventos ou projetos; e

II - patrocínio de programas, eventos ou projetos.

Art. 2º A publicidade institucional poderá ser veiculada nos intervalos de programas, eventos ou projetos, bem assim nos intervalos da programação, conforme o que for estabelecido em prévio ajuste entre o patrocinador e o patrocinado.

Art. 3º No caso de apoio cultural a determinados programas, eventos ou projetos, é facultada a indicação da entidade apoiadora no seu início ou fim.

Art. 4º O patrocínio poderá estar vinculado a um determinado programa ou a uma programação como um todo, a um determinado evento ou projeto ou a um conjunto de eventos ou projetos.

Parágrafo único. O patrocínio de programas, eventos ou projetos permite, conforme prévio ajuste entre o patrocinador e o patrocinado, a divulgação de produtos, serviços ou da imagem do patrocinador no seu início, fim ou intervalos, bem como nos intervalos da programação ou de outros eventos ou projetos, desde que inserida nos seus respectivos anúncios.

Art. 5º É vedada, nos termos do parágrafo único do art. 1º do Decreto n.º 4.799, de 4 de agosto de 2003, a publicidade institucional de entidades de direito público que, direta ou indiretamente, caracterize promoção pessoal de autoridade, servidor público, empregado público ou ocupante de cargo em comissão.

Art. 6º É vedada às organizações sociais que exercem atividades de rádio e televisão educativa a veiculação remunerada de anúncios ou outras práticas que configurem comercialização de seus intervalos.

Art. 7º A publicidade institucional veiculada por organizações sociais que exercem atividades de rádio e televisão educativa deverá observar o atendimento, exclusivamente, da finalidade social da atividade educativa e cultural da organização.

Art. 8º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação [18].

Por fim, mais recentemente, as modificações se restringiram a sistemática de outorgas e renovação de outorgas das emissoras educativas. As principais mudanças são quanto a documentação requerida para liberação da outorga, sendo agora necessário a demonstração de vinculação entre a fundação contemplada e uma instituição de ensino, já no início da tramitação dos processos.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 QUANTO À REGULARIZAÇÃO DO SERVIÇO

Com base nos decretos e leis listados na bibliografia deste trabalho, em especial as Leis Nº 4117/62 e 9472/97, o Decreto-Lei Nº 236/67, o Decreto Nº 2.108/96, e a Portaria Interministerial Nº 651/99, define-se que uma rádio com finalidade exclusivamente educativa pode ser implementada na Universidade Federal de Campina Grande, pois a UFCG é uma instituição autárquica pública federal de ensino segundo o artigo 1 de seu estatuto e as entidades e entes que podem solicitar outorga para execução deste tipo de serviço descrito se encaixa no inciso 1º do artigo 3º da portaria Nº 420/2011, que autoriza as pessoas jurídicas de direito público interno a requererem esta modalidade de outorga. Os artigos citados são mostrados abaixo:

Art. 1º A Universidade Federal de Campina Grande – UFCG –, criada a partir do desmembramento da Universidade Federal da Paraíba – UFPB –, pela Lei 10.419, de 09 de abril de 2002, é uma instituição autárquica pública federal de ensino, pesquisa e extensão, vinculada ao Ministério da Educação, com sede e foro na cidade de Campina Grande e âmbito de atuação no Estado da Paraíba. [24]

Art. 3º Poderão participar do procedimento administrativo seletivo de que trata esta Portaria:

I – as pessoas jurídicas de direito público interno, nos termos do art. 41 da Lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002;

II – as instituições de educação superior criadas e mantidas pela iniciativa privada, com sede no Brasil e credenciadas pelo Ministério da Educação, na forma do art. 12 do Decreto nº 5.773, de 9 de maio de 2006;

III – as fundações de direito privado a que se refere o art. 44, III, da Lei 10.406, de 2002, cujos estatutos não contrariem o Código Brasileiro de Telecomunicações e legislação correlata.

§ 1º Para os fins do procedimento administrativo seletivo disciplinado nesta Portaria, as fundações referidas no inciso III deverão firmar, com instituições de ensino médio ou de educação superior, instrumento jurídico que garanta o fornecimento de suporte pedagógico e técnico à edição de programas voltados exclusivamente para a educação.

§ 2º O instrumento jurídico a que se refere o § 1º também poderá ser firmado com o município onde será executado o serviço, de modo a garantir à fundação mencionada no inciso III o fornecimento de suporte pedagógico e técnico à edição de programas voltados exclusivamente para a educação. [19]

Outro artigo importante é o de número 5 da Portaria nº 420/2011 que, além de garantir as universidades federais como eventuais sedes para a rádio educativa, também assegura o fato de que estas instituições serão privilegiadas com preferência para obtenção da outorga.

Art. 5º As pessoas jurídicas de direito público interno participantes do procedimento administrativo seletivo iniciado pelo aviso de habilitação terão preferência para a obtenção da outorga, conforme o disposto no § 2º do artigo 34 da Lei nº 4.117, de 1962.

§ 1º A preferência de que trata o caput acarretará a desconsideração das demais entidades participantes do procedimento administrativo seletivo, caso a pessoa jurídica de direito público interno beneficiada preencha os demais requisitos estabelecidos nesta Portaria.

§ 2º Em caso de participação de mais de uma pessoa jurídica de direito público interno em um mesmo procedimento administrativo seletivo, adotar-se-á entre elas a seguinte ordem de preferência:

- I – em primeiro lugar, as universidades federais;
- II – em segundo lugar, os Estados e o Distrito Federal;
- III – em terceiro lugar, as universidades estaduais e distritais;
- IV – em quarto lugar, os Municípios;
- V – em quinto lugar, as universidades municipais;
- VI – em sexto lugar, as demais pessoas jurídicas de direito público interno.

§ 3º Caso concorram em um procedimento administrativo seletivo mais de uma universidade instituída pelo mesmo ente federativo, utilizar-se-á o correspondente número de alunos como critério de desempate.

§ 4º As instituições de educação técnica de ensino médio criadas pela União, pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios serão equiparadas às

respectivas universidades, para efeitos da ordem de preferência estabelecida no § 2º deste artigo [19].

Sabendo que a UFCG pode comportar uma rádio com fins exclusivamente educativos e que terá prioridade na obtenção da outorga, pode-se passar para o próximo passo e dimensionar os equipamentos que serão utilizados no projeto e na sua implementação.

3.2 QUANTO AOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados numa rádio de pequeno porte são: transmissor, gerador de estéreo (caso o transmissor não tenha um acoplado), antenas, cabos, conexões, mesa de som, CD player, DVD player, MD player, chave híbrida e computador. [20]

3.2.1 TRANSMISSOR

O transmissor é um dos dispositivos eletrônicos essenciais para implementação deste projeto, sendo ele capaz de produzir ondas eletromagnéticas em frequência modulada, receptíveis aos rádios domésticos.

3.2.2 ANTENA

Para ampliar a área que o sinal da saída do transmissor pode atingir, usa-se a antena, que nada mais é que um dispositivo capaz de irradiar ou receber ondas eletromagnéticas.

3.2.3 CABOS E CONEXÕES

Responsáveis pela ligação entre os equipamentos, normalmente estes itens são vendidos em conjunto com o transmissor e os cabos são do tipo coaxial. O transmissor, a antena, os cabos e as conexões fazem parte do bloco denominado como equipamentos de transmissão.

3.2.4 MESA DE SOM

A mesa de som é o equipamento responsável por misturar e organizar o som que irá para o transmissor. A mesa de som conecta todos os equipamentos que emitem áudio, computadores entre outros.

3.2.5 CD PLAYER

Equipamento para reproduzir CD de modelo profissional, que em conjunto com o computador realizaria bem seu papel em uma pequena rádio.

3.2.6 MD PLAYER

É de uso obrigatório, muito versátil para gravação de vinhetas, músicas e comerciais. Ressaltamos que todo equipamento para uso em radiodifusão tem que ser do modelo profissional.

3.2.7 DVD PLAYER

Este equipamento é bastante versátil, pois existem modelos que podem reproduzir CD's CDR, CDRW e CD's de MP3, onde apenas um disco com MP3 tem capacidade para 200 trilhas sonoras.

3.2.8 CHAVE HÍBRIDA

É a chave que proporciona a comunicação rápida por meio de uma linha telefônica convencional, entre o locutor e o ouvinte, utilizada para estabelecer a interatividade.

3.2.9 COMPUTADOR

Para aplicar o sistema automatizado de reprodução, edição e captação de áudio, é indispensável o uso também de um computador no estúdio da rádio.

Além dos equipamentos descritos é necessário ainda adquirir microfones, fones de ouvido, pedestais para microfones, caixas acústicas e estabilizadores de tensão. Como o projeto é de uma pequena rádio educativa, não será necessário o uso de link, que nada mais é que um transmissor intermediário utilizado para permitir que o estúdio esteja distante do ponto principal de transmissão, composto pelo transmissor principal e a antena de transmissão.

3.3 DIMENSIONAMENTO

A base para implantação da emissora serão as leis citadas e a Resolução nº 67/98, que disciplina a utilização da faixa de 87,4 a 108 MHz, no serviço de radiodifusão sonora em frequência modulada e em serviços nela executados. Sabe-se que a faixa de radiodifusão sonora em frequência modulada estende-se de 87,4 a 108 MHz, e é dividida em 103 canais, cujas portadoras estão separadas de 200 kHz. Cada canal é identificado por sua frequência central, que é a frequência da portadora da estação de FM. A ideia é que a rádio seja implantada no bloco CAA, se possível no último andar para diminuir as perdas com a transmissão. Duas salas deverão ser destinadas a rádio, sendo uma para o estúdio propriamente dito e outra para o transmissor, para os circuitos de aterramento, de alimentação, entre outros.

3.3.1 LOCALIZAÇÃO

Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universiário,
Campina Grande – PB,
CEP 58109-900,
Latitude: 7 S° 12' 51.713"
Longitude: 35W° 54' 32.784"

3.3.2 TRANSMISSOR

Para dimensionar o transmissor a ser utilizado, deve-se ter certeza que a regulamentação técnica estabelecido pela Resolução nº 67/98 seja satisfeito. Todos os fatores levados em consideração estão listados abaixo:

- i. Somente será permitida a utilização de equipamentos transmissores certificados pela ANATEL.
- ii. O transmissor deverá operar em condições satisfatórias, com um desvio de frequência correspondente a 100% de modulação.

- iii. Os transmissores não poderão ter dispositivos externos que permitam a alteração de sua frequência de operação, e nem possuir dispositivos tais que, uma vez ajustada a potência de operação autorizada, permitam a inibição de quaisquer controles externos que possam permitir ultrapassar aquele valor.
- iv. Em temperatura ambiente variável entre +10°C e +50°C e com variações de $\pm 10\%$ na tensão primária de alimentação, a frequência central de operação do oscilador deve manter-se, automaticamente, dentro de limites, tais que a frequência de saída do transmissor seja mantida dentro de ± 2.000 Hz.
- v. Qualquer emissão presente em frequências afastadas de 120 a 240 kHz (inclusive) da frequência da portadora deverá estar, pelo menos, 25 dB abaixo do nível da portadora sem modulação; as emissões em frequências afastadas da frequência da portadora de 240 kHz até 600 kHz, inclusive, deverão estar, pelo menos, 35 dB abaixo do nível da portadora sem modulação; as emissões em frequências afastadas de mais de 600 kHz da frequência da portadora deverão estar abaixo do nível da portadora sem modulação de $(73 + P)$ dB, onde P é a potência de operação do transmissor em dBk; a maior atenuação exigida será de 80 dB.
- vi. O transmissor deverá estar dotado de instrumentos para determinação das seguintes grandezas:
 - corrente contínua na placa ou coletor do estágio final de RF,
 - tensão contínua nesse mesmo ponto,
 - potência relativa de saída, incidente e refletida.
- vii. O transmissor deverá ser dotado de pontos internos ou externos de RF adequados para ligações de monitor de modulação e de frequência.
- viii. O transmissor deverá estar completamente encerrado em gabinetes metálicos, e todas as partes expostas ao contato dos operadores serão eletricamente interligadas e conectadas a terra.
- ix. Todo transmissor deve ter fixado no gabinete uma placa de identificação onde constem, no mínimo, o nome do fabricante, o modelo, a data de fabricação, o número de série, a potência nominal, a frequência e o consumo. [3]

Com estes dados estabelecidos, e sabendo que a rádio em questão terá uma área de atuação limitada, a fim de reduzir os custos para sua implementação, pode-se estabelecer uma potência limitada em 25 Watts ERP (Potência Efetiva Irradiada) para esta aplicação, não afetando o raio de 1 quilômetro de cobertura da rádio. Buscando os produtos certificados pela Anatel e que estejam dentro dos limites descritos, encontramos os modelos SP5050, SP5025, SP5100, onde o escolhido foi o primeiro, por apresentar os parâmetros técnicos dentro dos limites estabelecidos na norma.

- Fabricante: Auad Correa Equipamentos Eletrônicos LTDA.;
- Tipo: Transmissor de Radiodifusão;
- Modelo: TELETRONIX, SP5050;
- Categoria: 2B;
- Potência de Saída: 50,0 Watts com redução até 10,0 Watts;
- Impedância de saída 50Ω
- Desvio de frequência para 100% de modulação +/- 75kHz
- Capacidade de modulação +/- 150kHz
- Distorção harmônica total 0,71%
- Nível de ruído da portadora com relação a 100% de modulação: 400Hz > 65dB's
- Atenuação de harmônicos e espúrios > 60dB's
- Número de Homologação: 27997 – XXX528.

A potência de saída poderá ser ajustada dentro da faixa de 10 a 50 Watts. Deve-se ajustar o transmissor internamente para a potência de 37 Watts, desta forma pode-se ver que o valor da potência efetiva irradiada calculada na Seção 3.3.7 será de -16,07 dBk, o que corresponde a aproximadamente 25 Watts, que é o valor que desejamos.



Figura 1 – Transmissor de FM utilizado no projeto.

3.3.3 ANTENA

Também pela Resolução nº 67/98, é necessário que seja dimensionado e corretamente especificado o sistema irradiante. Esta especificação deverá conter os seguintes aspectos:

- i. Tipo de antena;
- ii. Fabricante e modelo da antena;
- iii. Polarização;
- iv. Ganho máximo em relação ao dipolo de meia-onda;
- v. Tipo da estrutura de sustentação;
- vi. Altura física total da estrutura de sustentação em relação à sua base;
- vii. Altura do centro geométrico da antena em relação à base da estrutura de sustentação;
- viii. Altitude da base da estrutura de sustentação (solo) sobre o nível do mar;
- ix. Altura do centro geométrico da antena sobre o nível médio do terreno [3]

Seguindo esta lista e lembrando das características de projeto, devemos escolher uma antena para transmissão de frequência modulada, que seja ideal para transmissão em baixa potência e instalação em topo de torre, pois necessita-se de um local alto para melhor irradiação do sinal. A escolha visou também o preço da antena. A escolha foi de uma antena tipo plano terra Omnidirecional de $\frac{1}{4}$ de onda. Seus dados são apresentados a seguir:

- Tipo de Antena: Plano Terra Omnidirecional de $\frac{1}{4}$ de onda
- Fabricante: Ideal Antenas
- Faixa de Frequência: 87,5 a 108,1 MHz
- Largura de Banda: 500 kHz
- Polarização: Vertical
- Impedância: 50 ohms
- Ganho: 0 dBd (1x)

Como é determinado na lei, apresenta-se a seguir o diagrama de irradiação da antena utilizada em nosso projeto:



Figura 2 – Antena tipo Plano Terra Omnidirecional de $\frac{1}{4}$ de onda.

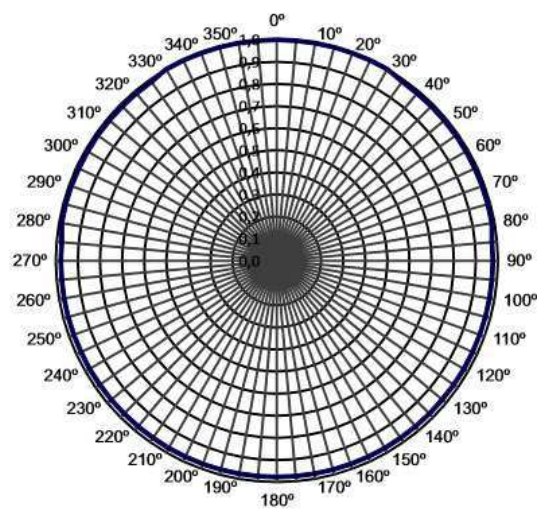


Figura 3 – Diagrama de Irradiação da Antena Plano Terra de FM $\frac{1}{4}$ ''

Com base no diagrama de irradiação da antena a ser utilizada, pode-se extrair os valores de intensidade de campo e tabelá-los, conforme é apresentado na Tabela 1, onde nos mostra a variação da relação da intensidade de campo elétrico E em relação ao campo E (máximo), em função da variação da inclinação da antena na torre de sustentação.

Tabela 1 - Intensidade de campo elétrico E em relação ao campo elétrico máximo.

Graus	E/Emax	(dB)	(%)	Graus	E/Emax	(dB)	(%)
0°	1,00	0,0	100,0%	90°	0,98	-0,2	95,5%
5°	1,00	0,0	100,0%	95°	0,98	-0,2	95,5%
10°	1,00	0,0	100,0%	100°	0,98	-0,2	95,5%
15°	1,00	0,0	100,0%	105°	0,98	-0,2	95,5%
20°	1,00	0,0	100,0%	110°	0,98	-0,2	95,5%
25°	1,00	0,0	100,0%	115°	0,98	-0,2	95,5%
30°	1,00	0,0	100,0%	120°	0,98	-0,2	95,5%
35°	0,99	-0,1	97,7%	125°	0,98	-0,2	95,5%
40°	0,99	-0,1	97,7%	130°	0,98	-0,2	95,5%
45°	0,99	-0,1	97,7%	135°	0,98	-0,2	95,5%
50°	0,99	-0,1	97,7%	140°	0,98	-0,2	95,5%
55°	0,99	-0,1	97,7%	145°	0,98	-0,2	95,5%
60°	0,99	-0,1	97,7%	150°	0,98	-0,2	95,5%
65°	0,99	-0,1	97,7%	155°	0,98	-0,2	95,5%
70°	0,99	-0,1	97,7%	160°	0,98	-0,2	95,5%
75°	0,99	-0,1	97,7%	165°	0,98	-0,2	95,5%
80°	0,99	-0,1	97,7%	170°	0,98	-0,2	95,5%
85°	0,98	-0,2	95,5%	175°	0,98	-0,2	95,5%
180°	0,98	-0,2	95,5%	270°	0,98	-0,2	95,5%
185°	0,98	-0,2	95,5%	275°	0,98	-0,2	95,5%
190°	0,98	-0,2	95,5%	280°	0,99	-0,1	97,7%
195°	0,98	-0,2	95,5%	285°	0,99	-0,1	97,7%
200°	0,98	-0,2	95,5%	290°	0,99	-0,1	97,7%
205°	0,98	-0,2	95,5%	295°	0,99	-0,1	97,7%
210°	0,98	-0,2	95,5%	300°	0,99	-0,1	97,7%
215°	0,98	-0,2	95,5%	305°	0,99	-0,1	97,7%
220°	0,98	-0,2	95,5%	310°	0,99	-0,1	97,7%
225°	0,98	-0,2	95,5%	315°	0,99	-0,1	97,7%
230°	0,98	-0,2	95,5%	320°	0,99	-0,1	97,7%
235°	0,98	-0,2	95,5%	325°	0,99	-0,1	97,7%
240°	0,98	-0,2	95,5%	330°	1,00	0,0	100,0%
245°	0,98	-0,2	95,5%	335°	1,00	0,0	100,0%
250°	0,98	-0,2	95,5%	340°	1,00	0,0	100,0%
255°	0,98	-0,2	95,5%	345°	1,00	0,0	100,0%
260°	0,98	-0,2	95,5%	350°	1,00	0,0	100,0%
265°	0,98	-0,2	95,5%	355°	1,00	0,0	100,0%

3.3.4 CHAVE HÍBRIDA

Por meio de uma chave de toque, as chaves híbridas acoplam o telefone à mesa de som, tendo o recurso do retorno da programação ao ouvinte, possibilitando maior interatividade. A escolhida será a Chave Híbrida de 2 linhas – HS20, da teletronix.



Figura 4 – Chave Híbrida HS20.

3.3.5 ESTRUTURA DA TORRE DE SUSTENTAÇÃO

No ato de escolha do tipo de sustentação do sistema irradiante a ser utilizado em nossa rádio, recorre-se a norma técnica para suas características. O tipo de estrutura para sustentação da antena deve atender aos requisitos abaixo:

- i. O sistema irradiante de estação do Serviço de Radiodifusão Educativa deverá estar localizado, preferencialmente, no centro da área de serviço da emissora;
- ii. Caso o estúdio e o transmissor estejam instalados, na mesma edificação, não será necessário o uso de links nem a instalação de estúdio auxiliar [3]

Atendendo aos requisitos acima, optou-se pelo seguinte tipo de sustentação:

- Tipo de estrutura de sustentação: Auto-suportável;
- Altura física da estrutura de sustentação em relação à sua base: 10,0 metros;
- Altura do centro geométrico da antena sobre o nível geral do terreno: 29,05 metros.

3.3.6 LINHA DE TRANSMISSÃO EM R.F

No que se refere ao cabo a ser utilizado, deve-se utilizar um cabo coaxial e informar suas características, de acordo com a listagem abaixo:

- i. Fabricante e modelo;
- ii. Impedância característica;
- iii. Comprimento total;
- iv. Atenuação em dB por 100 metros;
- v. Eficiência. [3]

Existem diversos tipos de cabos coaxiais disponíveis no mercado nacional, optou-se por aquele que tem a menor perda em relação ao seu comprimento, e atendesse ao requisito do sistema irradiante e do transmissor, de que sua impedância deverá ser de 50Ω . O cabo que mais atende aos requisitos é aquele que minimiza as perdas na linha de transmissão. Considerando também que a sala com os equipamentos de transmissão esteja próximo ao topo da edificação, o comprimento do cabo coaxial pode ser calculado da seguinte forma:

A antena atenderá na banda de 88 a 108 kHz e serão necessários 20 metros de cabo RGC-213 do transmissor até a antena. O fator de velocidade de rádio frequência do cabo escolhido é de $Q = 0,82$. A média de frequência é de 98 kHz. Assim [3]:

$$\text{Múltiplo de meia onda} = \frac{c}{2 \times f} \times Q = \frac{300000}{2 \times 98} \times 0,82 \cong 1255 \text{ metros}$$

$$\text{Múltiplos} = \frac{20}{1255} = 15,9 \cong 16$$

$$\text{Tamanho do Cabo} = 16 \times 1,255 = 20,08 \text{ metros}$$

Em relação à frequência ressonante, a linha de transmissão com o cabo escolhido de comprimento de 20,08 metros, mostrará leitura igual nas duas extremidades, o que

significa que ela irá refletir a impedância de um lado ao extremo oposto onde estiver conectada. Assim sendo, as características do cabo são mostradas abaixo:

- Fabricante: Cabletech;
- Tipo: Cabo coaxial;
- Modelo: RGC 213;
- Impedância Característica: 50 Ω ;
- Atenuação em dB por 100 metros: 4,5 dB / 100m;
- Comprimento Total: 20,08 metros;
- Eficiência: 0,668;
- Perda na Linha: $(A_t \times L) / 100 = (4,5 \times 20,08) / 100 = 0,9036$ dB

De acordo com os cálculos, a perda com a utilização deste cabo será de 0,9036 dB, sendo esta uma perda considerada aceitável para o caso em questão, porque este valor corresponde aproximadamente a 1,23 W. Doravante, será necessário considerar os dois itens abaixo:

- Utilizar cabo com tamanho 3% superior ao calculado para aferição da ROE com medidor adequado. Sintonizar a frequência central para a qual foi calculada a antena, verificar a ROE e seguir cortando o coaxial pouco a pouco até obter a menor medida de estacionária para a frequência estabelecida.
- Para evitar retorno de radiofrequência da antena para o rádio, antes de conectar o coaxial ao rádio, dar duas voltas do mesmo por dentro de um ferrite toroidal, utilizar um ferrite de flyback inutilizado.

Pode-se ver a seguir o cabo coaxial RGC 213 utilizado no projeto:



Figura 5 – Cabo coaxial RGC 213

3.3.7 CÁLCULO DA POTÊNCIA EFETIVA IRRADIADA

Podemos calcular a potência efetiva irradiada pela equação abaixo [3]:

$$ERP = 10 \log(P_t \times G_{ht} \times G_{vt} \times \eta)$$

Em que:

- P_t - potência do transmissor, em kW;
- G_{ht} - ganho da antena, no plano horizontal, em relação ao dipolo de meia onda, em vezes;
- G_{vt} - ganho da antena, no plano vertical, em relação ao dipolo de meia onda, em vezes;
- η - Eficiência da linha de transmissão.

Pelo dimensionamento realizado nas seções anteriores, podemos decifrar os valores das variáveis, através dos manuais fornecidos pelos fabricantes:

- Potência de operação do Transmissor: 37,0 Watts.
 - Passando para kW:

- $P_t = 0,037 \text{ kW}$.
- Tipo de antena: Antena Plano Terra de FM 1/4”
 - Polarização: Linear, Vertical.
 - Ganho máximo com relação ao dipolo de meia-onda: 0dBd ou 1,0 vezes.
 - $G_{ht} = 1$
- Tipo de antena: Antena Plano Terra de FM 1/4”
 - Polarização: Linear, Vertical.
 - Ganho máximo com relação ao dipolo de meia-onda: 0dBd ou 1,0 vezes.
 - $G_{vt} = 1$
- Cabo coaxial RG213 com eficiência da linha de transmissão igual:
 - $\eta = 0,668$

Substituindo os valores e calculando:

$$ERP = 10 \log(0,037 \times 1 \times 1 \times 0,668) = -16,0702181346 \text{ dBk}$$

3.3.8 INTENSIDADE DE CAMPO NO LIMITE DA ÁREA DO SERVIÇO

Considerando a intensidade de campo máxima dentro do raio de 1 km ao redor da torre de transmissão de 91dB μ , dado retirado de normas regulatórias para radiodifusão com área limitada, como o caso em estudo. Pode-se, então, calcular a intensidade do campo pela fórmula [13]:

$$E = 107 + ERP - 20 \log d$$

Em que:

- ERP – potência efetiva irradiada, em dB relativos a 1 kW (dBk).
- d – Distância da antena transmissora ao limite da área de serviço, dado em quilômetros.

Substituindo os valores escolhidos para este projeto e realizando o cálculo:

- ERP = -16,07dBk
- d = 1 km

$$E = 107 + (-16,07) - 20 \log(1) = 90,93 \text{ dB}\mu$$

Este resultado está dentro do que a norma considera normal para emissoras de radiodifusão com estas dimensões de atuação, portanto os equipamentos escolhidos para compor o sistema de irradiante – transmissor, antena, cabos e conexões – foram considerados ideais e dentro das exigências da Anatel e do Ministério das Comunicações. Vemos também que numa distância de 6 quilômetros da antena de transmissão, a intensidade do campo é de:

$$E = 107 + (-16,07) - 20 \log(6) = 75,37 \text{ dB}\mu$$

3.3.9 LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO

Pode-se ter uma ideia do custo para implementação deste projeto observando os preços dos equipamentos escolhidos e estimando o custo da mão de obra. Observa-se os valores na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Estimativa dos custos do projeto.

Custo estimado de implementação do projeto			
Equipamento	Modelo	Fabricante	Preço em Reais
Transmissor	SP5050	Auad Correa	1.500,00
Antena	Plano Terra 1/4	Ideal Antenas	250,00
Cabos e conexões	RGC 213	Cabletech	200,00
Chave híbrida	HS20	Teletronix	600,00
Mesa de som	SX2442FX	Behringer	2.500,00
Demais equipamentos	-	-	15.000,00
Mão de Obra	-	-	10.000,00
Total	-	-	30.050,00

4 CONCLUSÃO

Com o fim do estudo sobre como projetar uma rádio educativa, vimos que apesar de toda dificuldade em adequar o projeto a legislação vigente, os cálculos propostos pela Resolução nº 67/98 podem ser obtidos utilizando os dados dos fornecedores dos equipamentos de transmissão que foram escolhidos para atender as características de projeto. Podemos concluir que a implementação de uma rádio com fins exclusivamente educativos na UFCG é totalmente viável, já que os resultados alcançados estão dentro dos limites que a lei impõe.

Este projeto contribuirá para a eventual instalação de uma rádio educativa no âmbito da UFCG, criando um meio de comunicação que disponibilizará acesso a informação, palestras, cultura, e também um espaço físico onde os alunos de diversos cursos poderão usufruir para pôr em prática os conhecimentos teóricos adquiridos em seus cursos. Assim, além de ser um local para transmitir educação e cultura, será também um laboratório prático aberto a todos os alunos interessados da UFCG. Este projeto também servirá de base para outros estudos relacionados na área de Telecomunicações do curso de Engenharia Elétrica, criando temas para projetos de conclusão de curso, entre eles um estudo para determinação das zonas de sombra, a medição de perdas de propagação na faixa FM, entre outros.

Por fim, por ser uma mistura de teoria e prática, este trabalho trouxe inúmeros aprendizados e colocou à prova os conhecimentos adquiridos durante o curso, até mesmo os abstratos, como a divisão dos problemas em pequenas porções para facilitar sua abordagem e solução.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Site: <http://www.mc.gov.br/> . Acessado em 02/10/2013.
- [2] Site: www.anatel.gov.br/ . Acessado em 02/10/2013.
- [3] Anatel. Resolução nº 67/98 - Aprova o Regulamento Técnico para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada. Agência Nacional de Telecomunicações.
- [4] BRASIL, Planalto Central. Lei nº 4117/62 - Institui o Código Brasileiro de Telecomunicações.
- [5] BRASIL, Planalto Central. Lei nº 9472/97 - Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995.
- [6] BRASIL, Planalto Central. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- [7] BRASIL, Planalto Central. Constituição (1932). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1932.
- [8] BRASIL, Planalto Central. Decreto-Lei 236/67 - Complementa e modifica a Lei número 4.117 de 27 de agosto de 1962.
- [9] BRASIL, Planalto Central. Lei 9612/98 – Institui o Serviço de Radiodifusão Comunitária e da outras providências.
- [10] BRASIL, Planalto Central. Decreto 2615/98 – Aprova o regulamento do serviço de radiodifusão comunitária.
- [11] BRASIL, Planalto Central. Decreto 2108/96 – Altera os dispositivos do regulamento dos serviços de radiodifusão.
- [12] BRASIL, Planalto Central. Portaria Interministerial 651/99 – Estabelece de critérios para outorgas de concessões, permissões e autorizações para execução dos serviços de radiodifusão sonora e de sons e imagens, com finalidade exclusivamente educativa.
- [13] BRASIL, Planalto Central. Norma 01/2004 – Regulamenta o serviço de radiodifusão comunitária.
- [14] BRASIL, Planalto Central. Decreto-Lei 200/67 – Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências.
- [15] BRASIL, Planalto Central. Decreto 1720/95 – Altera dispositivos do regulamento dos serviços de radiodifusão.
- [16] BRASIL, Planalto Central. Lei 8313/91 – Institui o Programa Nacional de Apoio à Cultura (Pronac) e dá outras providências.
- [17] BRASIL, Planalto Central. Lei 9637/98 – Dispõe sobre a qualificação de entidades como organizações sociais, a criação do Programa Nacional de Publicização, a extinção dos órgãos e entidades que menciona e a absorção de suas atividades por organizações sociais, e dá outras providências.
- [18] BRASIL, Planalto Central. Decreto 5396/05 – Regulamenta o art. 19 da Lei 9637/98, que dispõe sobre o recebimento de recursos e a veiculação de publicidade institucional por organizações sociais que exercem atividades de rádio e televisão educativa, e dá outras providências.

[19] BRASIL, Planalto Central. Portaria 420/2011 – Aprova a norma 01/2004, regulamenta os procedimentos e critérios de seleção das entidades interessadas na execução do serviço de radiodifusão comunitária, e dá outras providências.

[20] Site: www.infoescola.com/comunicacao . Acessado em 02/10/2013.

[21] Site: www.historiadoradionobrasil.com.br . Acessado em 02/10/2013.

[22] Site: www.revistabrasileiros.com.br . Acessado em 02/10/2013.

[23] Site: www.srhitoria.blogspot.com.br. Acessado em 02/10/2013.

[24] UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Estatuto, regimento geral. Campina Grande: 2002. 59p.

GLOSSÁRIO

FM - Frequência Modulada.

RF – Radiofrequência.

PBFM - Plano Básico de Distribuição de Canais de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada.

ERP – potência efetiva irradiada, em dB relativos a 1 kW (dBk).

dBu - É a medida, tomada em dB, de potência, referida a 1 uW.

dBk - É a medida, tomada em dB, de potência, referida a 1 kW.

Pt - potência do transmissor, em kW.

Ght - ganho da antena, no plano horizontal, em relação ao dipolo de meia onda, em vezes.

Gvt - ganho da antena, no plano vertical, em relação ao dipolo de meia onda, em vezes.

η - Eficiência da linha de transmissão.