

# **Pré projeto-Emissora de rádio FM em São Pedro de Alcântara.**

**Guilherme B S da Silva**

Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina

guilhermebilbao@gmail.com

**Jaci Destri**

Orientador, Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina

jaci@ifsc.edu.br

**Diego P Botelho**

Co-orientador, Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina

diego.botelho@ifsc.edu.br

04 de fevereiro de 2012

**Resumo-** *O rádio é um dos meios de comunicação mais antigo e populares do mundo. Mesmo com o avanço das telecomunicações nos últimos 30 anos as emissoras de rádio não param de crescer no mundo todo. Isso devido à sua mobilidade, alto alcance, facilidade de acesso, baixo custo para o usuário e qualidade do sinal.*

*Numa comunidade, uma emissora de rádio pode ser uma grande aliada para promover eventos, divulgação de serviços sociais, entretenimento e interação para sua população.*

*Contudo, o objetivo deste trabalho é apresentar um projeto de toda uma estrutura necessária para que uma estação de rádio, numa cidade específica (São Pedro de Alcântara - SC - Brasil), transmita seu áudio com qualidade e alcance, obedecendo as normas vigentes locais (ANATEL).*

## **1 Evolução dos sistemas de rádio.**

Apresentamos de forma sucinta um breve histórico da evolução dos sistemas de rádio ponto a ponto no Brasil, incluindo alguns acontecimentos com relevância que influíram nesta evolução.

### **1.1 1895 – Rádio**

O italiano Guilherme Marconi inventa o rádio. Seu funcionamento baseava-se nas ondas hertzianas, descobertas pelos físicos Maxwell e Hertz.

## **1.2 1965 – A Embratel**

Criada em setembro de 1965 a Empresa Brasileira de Telecomunicações – EMBRATEL, com o objetivo de instalar e explorar os grandes troncos nacionais de micro-ondas \* integrantes do Sistema Nacional de Telecomunicações, e suas conexões com o exterior.

(\*)O primeiro sistema de micro-ondas da América Latina foi inaugurado entre Rio – São Paulo e Campinas pela CTB. (Companhia Telefônica Brasileira)

## **1.3 1967 – Criação do Ministério das Comunicações**

O Ministério das Comunicações foi criado pelo Decreto-Lei 200, de fevereiro de 1967. O Ministério das Comunicações ficou constituído pelo CONTEL, DENTEL, ECT (Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos) e EMBRATEL.

Em 1967, também é criado o Plano de Expansão por meio do sistema de participação financeira em que o assinante adquiria ações da empresa.

## **1.4 1972 – Criação da Telebrás**

O Ministério das Comunicações, de acordo com estudos, destacou a importância da criação de uma entidade pública, encarregada da coordenação e planejamento geral das atividades de telecomunicações no país, exercendo o controle acionário das empresas do setor e reduzindo as concessionárias a uma por estado ou região geoeconômica. Em 11 de junho de 1972, foi sancionada a Lei 5.972, que instituiu a política de exploração de serviços de telecomunicações e autorizou o Poder Executivo a constituir a Telecomunicações Brasileira S.A – Telebrás.

## **1.5 Décadas de 70 e 80 – Rádios Analógicos de Alta Capacidade**

A partir da segunda metade da década de 60 e com auge nas décadas de 70 e 80, foram implantados milhares de enlaces de micro-ondas de alta capacidade pela Embratel e empresas do Grupo Telebrás, empresas do Grupo Eletrobrás e privadas.

As faixas de frequências utilizadas por cada operadora eram determinadas pelo Ministério das Comunicações, sendo que a maioria das faixas de micro-onda era destinada ao Grupo Telebrás.

A única faixa de micro-ondas destinada à correspondência privada era a de 6,7 Ghz, a ser compartilhada pelas empresas do Grupo Eletrobrás, Petrobrás, e Companhias de TV.

Em todos os casos, a finalidade principal desses troncos era transmitir sinais de telefonia multiplexada em FDM e de tráfego de TV no canal de proteção, em muitos casos, conhecido por TV Ocasional.

## **1.6 1984 – Início de Era Digital**

O rápido desenvolvimento dos componentes eletrônicos e da tecnologia dos microprocessadores causou mudanças fundamentais nos equipamentos de telecomunicações, incluindo as centrais telefônicas.

O desenvolvimento dos circuitos integrados (Cis) e a criação do Controle por Programa Armazenado (CPA) no campo dos computadores representam um marco na história da comutação.

Em 1960, foi instalada, em caráter experimental, a primeira CPA espacial do mundo com 600 assinantes numa cidade do estado de Illinois, nos EUA.

No Brasil, esta nova tecnologia só entrou em debate consistente 12 anos depois e a instalação experimental de CPAs piloto foi autorizada, por uma portaria, em São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte e Porto Alegre.

Essa portaria definiu a necessidade de abandonar a tecnologia espacial ou analógica, até então adotada nas centrais CPA fabricadas no Brasil, passando imediatamente às CPA-Ts que empregam uma tecnologia mais avançada do que as espaciais ou analógicas.

Em ambas as centrais, a cadeia de controle é feita por computador ou processador. Mas enquanto na CPA-E a tecnologia empregada na cadeia de conexão é a da divisão de espaço e as informações são cursadas de uma forma analógica, na CPA-T a tecnologia de cadeia de conexão é por divisão de tempo, ou temporal, utilizando a modulação por pulsos e codificação (PCM) que é uma técnica de transmissão digital.

A introdução da tecnologia digital no Brasil ocorreu em julho de 1984 com a assinatura do primeiro contrato de fornecimento de centrais CPA pela Telerj.

Entre as vantagens imediatas para os clientes estão a melhoria acentuada da qualidade e o acesso a serviços telefônicos adicionais nas centrais digitais.

### **1.6.1 Rádio PDH de Baixa e Média Capacidades**

Os radioenlaces PDH de baixa e média capacidades passaram a ser utilizados a partir do final da década de 70 pelas empresas do grupo Telebrás, com o advento da era digital.

Inicialmente, foi utilizada a faixa de 8,5GHz e capacidade de até 34Mbps, destinada exclusivamente a rádios digitais.

A faixa de 2GHz e capacidade de 34Mbps e rádios de tecnologia nacional, projetados pelo CPQD (RADI 234), foram utilizados posteriormente.

Essa faixa também foi destinada a outros serviços no final da década de 80, de forma que todos esses rádios foram desativados.

A faixa de 8GHz e capacidade de 68Mbps, compartilhando com rádios analógicos 1800 canais, também foi utilizada em muitos troncos.

No final da década de 80 e início da década de 90, faixas de frequências acima de 10GHz, começando por 15 e 18GHz e estendendo atualmente as faixas de 23 e 38GHz, passaram a ser utilizadas principalmente para enlaces curtos e baixa e média capacidades nas regiões metropolitanas.

Devido à saturação do espectro nas chamadas “faixas nobres”, foi necessária a migração para faixas mais altas e mais sensíveis a atenuações devido a chuvas, e a compactação e miniaturização dos componentes possibilitaram a utilização dos rádios em altas frequências utilizando mecânica outdoor, em que toda a parte de RF fica situada junto à antena, na torre.

Isto traz uma série de vantagens, como a eliminação do guia de onda cuja perda é muito maior do que nas frequências mais baixas, além de redução da potência,

diâmetro das antenas e de consumo.

Atualmente, já existem rádios SDH nestas faixas de frequência, utilizadas principalmente em enlaces curtos nas áreas metropolitanas.

### **1.6.2 Rádios PDH de Alta Capacidade**

Na segunda metade dos anos 80, começou a implantação de rádios PDH de capacidade de 14Mbps, utilizando a faixa de 5GHz, inicialmente pela EMBRATEL e posteriormente por algumas teles maiores.

Na maioria dos casos, foi implantado nos troncos interestaduais existentes, em paralelo com os rádios analógicos em operação, aproveitando desta forma a infraestrutura existente.

Muitas dessas rotas foram expandidas até a configuração máxima permitida, que é de (6+1) e em operação comercial.

### **1.6.3 Rádios SDH**

No início da década de 90, começou a implantação de rádios SDH inicialmente pela EMBRATEL, acompanhada posteriormente por outras operadoras.

Também foram implantados nas rotas já existentes em paralelo com os rádios analógicos e rádios PDH de alta capacidade (140Mbps).

Posteriormente, com a regulamentação das demais faixas, como 4GHz, 6GHz, 7,5GHz, 8GHz e 11GHz, adotando a mesma canalização utilizada nos rádios analógicos de alta capacidade, exceto no de 7,5GHz, essas faixas passaram a ser utilizadas nos troncos de média e longa distâncias pelas operadoras existentes e as novas operadoras.

As faixas mais altas (18 a 38GHz) também são utilizadas em enlaces de curta distância, utilizando equipamentos outdoor.

## **1.7 1998 – Abertura do Mercado de Telecomunicações e a Privatização do Sistema Telebrás**

O sistema Telebrás foi privatizado no dia 29 de junho de 1998. O leilão aconteceu na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro e foi dividido em três blocos: no primeiro foram vendidas as três empresas de telefonia fixa (Telesp, Tele Centro-Sul e Tele Norte-Leste) e a Embratel, nesta ordem. Cada consórcio só poderia comprar uma empresa de cada grupo. O segundo bloco no leilão foi o de empresas celulares do Sul e Sudeste e o terceiro e último bloco, o de empresas celulares do Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

A privatização do sistema Telebrás foi baseada em dois pilares fundamentais: a competição e a universalização. Com a competição, as novas empresas têm que atender as necessidades básicas de telecomunicações dos consumidores: melhores serviços e menores preços.

A universalização foi um conjunto de compromissos que essas empresas assumiram com o governo, de garantir a todos acessos ao telefone e aos serviços básicos de telecomunicações.(MIYOSHI; SANCHES, 2002)

## 2 Aspectos para propagação de uma onda de rádio

Neste momento será abordado alguns conceitos básicos referentes à propagação das ondas de rádio.

Para o envio de sinais através de longas distâncias, as comunicações sem fio fazem o uso das ondas eletromagnéticas. Mas a propagação dessas ondas para uma efetiva transmissão da informação desejada requer um abrangente estudo e conhecimento técnico. O que acontece quando estas ondas chocam-se contra montanhas ou prédios?

Esses acontecimentos serão abordados aqui e ajudarão a esclarecer essas dúvidas.

### 2.1 Onda eletromagnética

As ondas emitidas pelo rádio pertencem a um conjunto de radiação eletromagnética que também inclui o infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x, gama e cósmicos. O comprimento de onda do rádio é o mais longo do grupo, e a frequência de transmissão é a mais baixa.

O que forma uma onda eletromagnética é a interação entre um campo elétrico e um campo magnético. Para formar o campo elétrico uma carga elétrica tem que oscilar num condutor, junto com o campo elétrico já é formado um campo magnético correspondente que, por sua vez, cria um campo elétrico e assim por diante.

A interação dos dois campos cria a onda eletromagnética, que se propaga no espaço. Por definição, a polarização de uma onda eletromagnética é o plano no qual se encontra a corrente elétrica desta onda.

Os dois campos propagam-se na mesma direção em planos ortogonais (90°), em qualquer meio isolante (dielétrico), com a mesma velocidade de propagação. No vácuo, essa onda se propaga na velocidade da luz, como todas as outras formas de radiação eletromagnéticas. Fora do vácuo, a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética pode ser conhecida através da seguinte fórmula (1) :

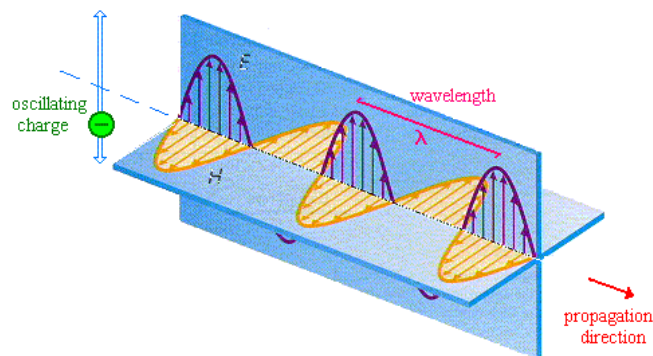
Nos meios de propagação diferentes do vácuo o comprimento de onda diminui, porque a velocidade de propagação é menor. Por exemplo, para condução numa antena o comprimento de onda de um sinal de 30Mhz cai para 9,5m/segundo.

- $c$  = velocidade em metros/segundo.
- $f$  = frequência em Hz.
- $l$  = comprimento de onda em metros.

$$c = fl \quad (1)$$

### 2.2 Polarização

Por definição, a polarização de uma onda eletromagnética é o plano no qual se encontra a componente ELÉTRICA desta onda. Toda onda eletromagnética é composta de dois campos, o elétrico e o magnético, sempre situados em planos ortogonais



**Figura 1 - Onda Eletromagnética Polarizada Linear** ([www.vivasemfio.com/](http://www.vivasemfio.com/))

(planos fisicamente a 90 graus), e variando em fase (0 graus). Estes campos se propagam em qualquer material isolante (dielétrico) com uma velocidade de propagação, cujo vetor está a 90 graus dos vetores campo elétrico e magnético. No vácuo, esta velocidade é a da luz.

Um dipolo posicionado verticalmente, alimentado por um gerador de frequência  $F$ , gera portanto uma onda eletromagnética polarizada verticalmente, pois o componente campo elétrico está no plano vertical (e consequentemente, o componente campo magnético está no plano horizontal). “Se você imaginar uma antena dipolo (o pedaço reto de um fio metálico) alinhada verticalmente, os elétrons apenas movimentam-se para cima e para baixo, não horizontalmente (simplesmente porque não há espaço para que eles façam isto) e, dessa forma, os campos elétricos apenas apontam para cima ou para baixo, verticalmente.

O campo deixando o fio e propagando-se como uma onda tem uma polarização estritamente linear (e, nesse caso, vertical). Caso a antena seja colocada, de forma horizontal, no chão, verificamos uma polarização linear horizontal.”(VÁRIOS, 2008)

A polarização é importante no momento de alinhar as antenas, se for ignorada é possível que a antena tenha um sinal muito fraco mesmo nas antenas mais potentes.

## 2.3 Atenuação, absorção

A medida que as ondas de rádio vão se propagando, tanto no vácuo como na atmosfera terrestre, vão perdendo força, ficando mais fracas.

A atenuação ocorrida no vácuo resulta da dispersão da energia a partir da fonte. Essa atenuação cresce rapidamente devido à diminuição do sinal na razão do quadrado da distância.

A atenuação por dispersão é considerada importante para calcular a intensidade final do sinal, mas ela também é somada a outros tipos de atenuações.

Quando as ondas de rádio atravessam outros meios que são diferentes do vácuo, a energia é perdida por absorção. As ondas de rádio, através da excitação de elétrons, propagam-se através da atmosfera ou materiais sólidos (como a antena ou fio condutor), que irão irradiar energia na mesma frequência. Ainda nesse processo alguma energia é transformada em calor e retida no meio, a energia dissipada dessa forma depende das características do meio e da frequência.

A atenuação na atmosfera pode ser desprezada dos 10 MHz aos 3 GHz, porém, nas frequências mais elevadas, a absorção, devida ao vapor de água e o oxigênio,

podem sofrer atenuação. Qualquer forma útil de propagação é acompanhada de atenuação, como por exemplo na refração, difração e reflexão.

## **2.4 Refração**

Enquanto não encontram um obstáculo, as ondas eletromagnéticas propagam-se em linha reta. Quando são defletidas por algo (encontram um obstáculo), as ondas de rádio são ligeiramente refratadas (dobradas). Essa característica está presente também em outras formas de radiação eletromagnética. Podemos usar como exemplo a dobra aparente de um lápis, quando mergulhamos sua metade num copo com água. A explicação para esse acontecimento vem da mudança da velocidade quando a onda cruza a fronteira entre dois meios diferentes. Se essa transição difere de um ângulo de  $90^\circ$ , uma parte da onda acelera ou retarda antes da outra, dobrando-a ligeiramente. Então, podemos dizer que as ondas de rádio são refratadas quando passadas obliquamente de um meio para o outro.

O grau de refração da onda corresponde proporcionalmente a diferença dos dois índices de refração dos meios. Em suma, podemos dizer que o índice de refração de uma onda é a velocidade de propagação no vácuo dividido pela velocidade no meio em questão.

Um cenário real de refração é quando as ondas de rádio atravessam diferentes camadas da atmosfera, seja a ionosfera a 100 ou mais quilômetros ou as camadas inferiores.

Existe um grau de refração grande o suficiente para a onda ser totalmente refletida. A Terra é um refletor, porém com perdas elevadas, mas o metal, se possuir alguns comprimentos de onda de diâmetro, reflete bem.

## **2.5 Dispersão**

A dispersão pode ser um outro modo de alterar a direção das ondas de rádio. Ao observar um feixe de luz que tenta atravessar um nevoeiro pode-se verificar um bom exemplo de dispersão de uma onda luminosa. O cone de luz dos faróis de um carro, que mesmo numa noite límpida pode ser observado devido a uma pequena dispersão atmosférica perpendicular ao feixe luminoso.

As ondas de rádio comportam-se da mesma maneira, dispersando-se quando encontram objetos dispostos de forma aleatória, de dimensão igual ou maior que seu comprimento de onda, como massas de elétrons ou gotículas de água. Dependendo do caso, o meio pode passar de dispersante para um meio de propagação com índice de refração característico. Isso ocorre quando a densidade dos objetos se torna suficiente grande a ponto de tal acontecimento.

## **2.6 Reflexão**

Quando se trata de frequências acima 30 MHz (Figura 2), as reflexões causadas por grandes objetos, como aviões, edifícios e montanhas podem ajudar na propagação e aumentar o alcance do sinal em várias centenas de quilômetros.

Duas antenas, para comunicação, precisam apenas apontar para um mesmo refletor comum. Ao contrário do que se pensa imediatamente, a melhor posição para esse refletor não é no meio do percurso, entre as duas estações. Os refletores mais

eficientes estão próximos de uma das estações, isso porque a intensidade do sinal aumenta a medida que o refletor se aproxima de uma das estações.

A limitação de alcance do sinal para chegar a um refletor se dá pela distancia de linha de vista das duas estações até o refletor e também pelo formato do mesmo. Os refletores devem ser de preferência planos e possuir vários comprimentos de onda de dimensão.

Um objeto muito útil para reflexão é o avião. Aviões comerciais de longo e médio curso são bons refletores e oferecem a oportunidade de contatos a longa distancia .

Quando se trata de frequências acima 30 MHz, as reflexões causadas por grandes objetos, como aviões, edifícios e montanhas podem ajudar na propagação e aumentar o alcance do sinal em várias centenas de quilômetros.

Duas antenas , para comunicação, precisam apenas apontar para um mesmo refletor comum. Ao contrário do que se pensa imediatamente, a melhor posição para esse refletor não é no meio do percurso, entre as duas estações. Os refletores mais eficientes estão próximos de uma das estações, isso porque a intensidade do sinal aumenta a medida que o refletor se aproxima de uma das estações.

A limitação de alcance do sinal para chegar a um refletor se dá pela distancia de linha de vista das duas estações até o refletor e também pelo formato do mesmo. Os refletores devem ser de preferência planos e possuir vários comprimentos de onda de dimensão.

Um objeto muito útil para reflexão é o avião. Aviões comerciais de longo e médio curso são bons refletores e oferecem a oportunidade de contatos a longa distancia.

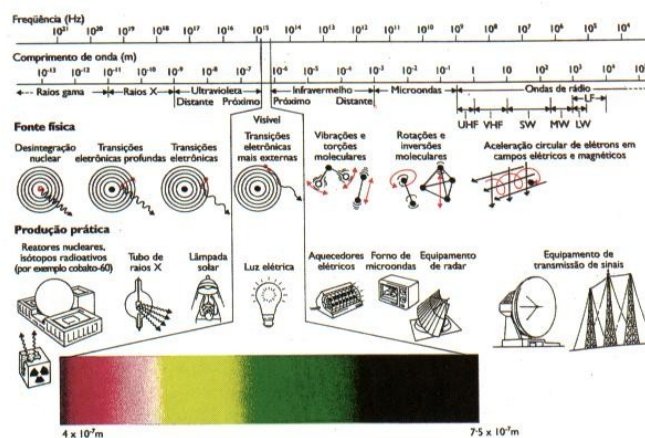


Figura 2 - Espectro de frequências.(www.infoescola.com)

## 2.7 Difração

A difração ou o dobramento das ondas de rádio acontecem em torno de objetos sólidos com arestas vivas. A diferença entre os índices de refração dos meios é diretamente proporcional ao grau de refração, que nada mais é do que a velocidade de uma onda de rádio no vácuo dividida pela velocidade em questão.

Quando atravessam diferentes camadas da atmosfera as ondas de rádio são geralmente refratadas, seja a ionosfera, à 100 ou mais quilômetros de altitude, ou as camadas inferiores da atmosfera.

As ondas de rádio podem ser refletidas, quando a relação entre os índices de



refração é suficiente grande, tal como a luz no espelho. Uma transmissão entre duas estações que possui uma cordilheira como obstáculo pode acontecer naturalmente. O cume da cordilheira com pelo menos 100 comprimentos de ondas de comprimento pode servir para a difração em frequências de rádio. Quanto mais agudos e livres de obstáculos (árvores) dão as melhores arestas. Mesmo com uma pequena parte da energia do sinal sendo difratada, já existe a possibilidade de comunicação com um alcance de cerca de 100 km ou mais. Esta forma de comunicação funciona em ambos os sentidos, possibilitando comunicação através do que parecia intransponível.

## **2.8 Modalidades de propagação**

### **2.8.1 Onda terrestre**

A onda terrestre é uma modalidade de propagação onde as ondas aproveitam a condutividade da superfície terrestre (solo) ou mar. É utilizada para comunicações com alcance médio de 1.000 Km, com o uso de transmissores de alta potência. Como sofre uma baixa atenuação permite uma transmissão confiável. Esse é o modo de propagação utilizado na transmissão de faixas de frequências menores que 3 MHz, de acordo com a tabela apresentada.

### **2.8.2 Ondas ionosféricas ou espaciais**

Para esta modalidade de propagação, são usadas tanto a superfície terrestre quanto a ionosfera. As ondas se propagam com reflexões sucessivas na Terra e na ionosfera, alcançando grandes distâncias.

Esse é o modo de propagação utilizado na transmissão das rádios de ondas tropicais (3.2 a 5.06 MHz) e ondas curtas (5.85 a 26.1 MHz).

### **2.8.3 Ondas diretas**

À medida que a frequência de um sinal de rádio é aumentada, ele cada vez mais se comporta como feixes luminosos, que também são ondas eletromagnéticas, só que de frequência muito elevada.

Quando falamos das ondas de rádio ditas diretas, por se propagarem em linha reta, mas se existirem obstáculos na direção podem impedir sua propagação.

Pode-se dizer que nesta modalidade de comunicação a antena transmissora precisa “enxergar” a antena receptora e vice-versa, ou seja, uma linha de visada direta. Essa é a principal característica desse modo de propagação.

Ondas diretas ocupam um lugar vital nas telecomunicações. Todo o conjunto de comunicação de dados sem fio, redes de transporte de telefonia fixa, telefonia celular entre outros se encontra nessa faixa, propagando-se em linha de visada.

### 3 Contorno protegido radial

#### 3.1 Regulamento Técnico

O Projeto de Viabilização de Canal de TV, é um estudo técnico que tem por objetivo definir ou alterar as características técnicas dos serviços de retransmissão de televisão ou inclusão de canal de televisão. Este estudo envolve a verificação da proteção da estação proponente e das estações existentes envolvidas no projeto.

Para um projeto ser aprovado, ele deverá atender a todos os aspectos técnicos da regulamentação em questão, principalmente no que diz respeito a interferências entre estações. Esta seção irá mostrar o embasamento teórico presente na regulamentação que foi usada como parâmetro para fazer o programa. Os quesitos referentes às interferências em relação a FM não serão abordados. O programa irá tratar apenas as relações de interferências entre estações de TV.

##### 3.1.1 Radiais

A norma técnica exige que sejam traçadas pelo menos 12 radiais com espaçamento angular de 30º e com pelo menos 50 cotas, igualmente espaçadas. As radiais deverão ser traçadas a partir do local da antena e deverão incluir a direção do Norte Verdadeiro. Para o caso do diagrama de irradiação horizontal da estação ser diretivo, as radiais deverão situar-se dentro do(s) setor(res) de irradiação com espaçamento angular de até 15º entre si, nas direções de irradiação, a partir da direção do ganho máximo.

De posse dos perfis traçados, calcula-se o nível médio da radial (NMR) para cada uma delas. O nível médio da radial é a média aritmética de todas as cotas da radial, compreendidas no trecho entre 3 e 15 quilômetros. De posse dos resultados dos NMRs, faz-se necessário calcular o nível médio do terreno (NMT), que é a média aritmética das NMRs, e faz com que o terreno seja um plano de altura conhecida.

Para a utilização das curvas de intensidade de campo, será necessário obter a altura do nível médio do terreno (HNMT), que é definido através da Equação (2)

$$HNMT = HBT + HT - NMT \quad (2)$$

Onde:

- HBT é a altura da base da torre em relação ao nível do mar;
- HT é a altura da antena

##### 3.1.2 Determinação dos contornos

Em anexo à regulamentação, existem dois tipos de curvas de intensidade de campo: a curva E (50,50) e a E (50,10).

As curvas E (50,50) serão usadas para calcular as distâncias aos contornos de serviço e contorno protegido, além de servir para corrigir valores de ERP para a altura do nível médio do terreno (HNMT) de 150m, e calcular o valor da intensidade de campo do sinal desejado. Estas curvas fornecem os valores de intensidade de campo excedidos em 50% dos locais, e durante 50% do tempo.

As curvas E (50,10) são utilizadas para determinar as distâncias aos contornos interferentes e calcular a intensidade de campo do sinal interferente. Elas fornecem os valores de intensidade de campo excedidos em 50% dos locais, e durante 10% do tempo.

“Estas curvas indicam os valores de intensidade de campo em dB acima de  $1\mu\text{V/m}$  ( $\text{dB}\mu$ ), para uma ERP de 1kW, irradiada de um dipolo de meia onda no espaço livre, que produz uma intensidade de campo não atenuada de 221,4 m V/m (aproximadamente 107  $\text{dB}\mu$ ) a 1 km.” (ANATEL, 2001, p.21).

### 3.1.3 Contornos de Serviço

A cobertura da estação deverá estar aliada aos seus contornos de serviço. Existem três tipos de contornos: 1, 2 e 3. O contorno 1, ou primário, deverá abranger a maior parte da zona central da localidade; o contorno 2, ou secundário ou urbano, deverá compreender a maior parte possível da sua zona urbana; e o contorno 3, ou rural, está vinculado às estações instaladas em áreas rurais.

Todos estes três tipos estão limitados pelos contornos de intensidade de campo E (50,50), em  $\text{dB}\mu$ , conforme a Tabela 1, variando de acordo com a faixa de canais. As distâncias aos contornos de serviço são calculadas para cada radial existente, formando assim um diagrama não isotrópico dos mesmos.

**Tabela 1 - Valores de intensidade de campo E (50,50) para os contornos de serviço**

Canais	Contorno 1 ( $\text{dB}\mu$ )	Contorno 2 ( $\text{dB}\mu$ )	Contorno 3 ( $\text{dB}\mu$ )
VHF - 2 a 6	74	68	54
VHF - 7 a 13	77	71	60
UHF - 14 a 83	80	74	70

### 3.1.4 Contorno Protegido

O contorno protegido da estação deverá ser calculado através da curva de intensidade de campo E (50,50) para a HNMT da estação proponente. Ele delimita a sua área de proteção onde deverá estar livre de interferências e corresponde ao lugar geométrico onde o seu sinal tem valores definidos para cada faixa de canal, como mostra a Tabela2. (ANATEL, 1995)

**Tabela 2 - Valores de intensidade de campo para contornos protegidos.**

Canal	2 a 6	7 a 13	14 a 59
Contorno Protegido e (50,50) em $\text{dB}\mu$	58	64	70



Figura 3 - Localização de São Pedro de Alcântara(www.pmspa.com.br)

## 4 O município do projeto: São Pedro de Alcântara

### 4.1 Dados gerais

**Municípios limítrofes:** São José, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, Angelina e Antônio Carlos.<sup>3</sup>

**Clima:** Mesotérmico Úmido.

**Colonização:** Germânica e Luso-Açoriana.

**Religiões predominantes:** Católica e Evangélica Luterana.

**Variação de altitude:** 100m (Limite Leste-Rio Maruim) a 805m (limite Oeste-Morro das Antas).

**Latitude:** 27°33'13" **Longitude:** 49°42'37"

**População:** 3.580 habitantes (IBGE 2000) 2.093 hab. área urbana 1.487 hab. área rural 1.863 homens e 1.717 mulheres. Via principal de acesso: SC-407.

**Região:** Grande Florianópolis.

A imagem 4 ilustra o município de São Pedro de Alcântara, e a imagem 5 o relevo da cidade. (GOOGLE, 2012)

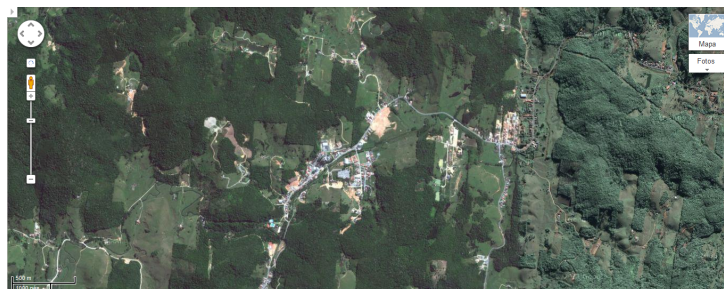
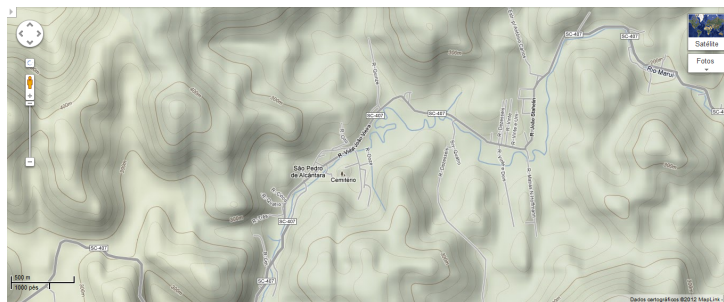


Figura 4 - Município de São Pedro de Alcântara



**Figura 5 - Município de São Pedro de Alcântara - Relevo**

## **5 ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS TÉCNICOS - ANATEL**

Dentro da **RESOLUÇÃO No 67 , DE 12 DE NOVEMBRO DE 1998, DOU 13/11/98** do **O CONSELHO DIRETOR DA AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES - ANATEL** existe todas as regras para uma execução de um projeto de emissora de rádio FM. Dentre elas, irei destacar o item **9.2 - PROJETO DE INSTALAÇÃO DE UMA EMISSORA.**(ANATEL, 1998)

### **9.2 - PROJETO DE INSTALAÇÃO DE UMA EMISSORA**

Este projeto deverá conter as seguintes partes: Memória Descritiva, Situação Geral, Nível Médio do Terreno, Parecer Conclusivo e Anexos, conforme especificado a seguir.

#### **9.2.1 - MEMÓRIA DESCRITIVA**

##### **9.2.1.1 - Resumo das características da emissora:**

- a) nome da entidade requerente;
- b) endereço completo da sede (rua, no, localidade, município, estado, código de endereçamento postal, CEP e telefone);
- c) espécie e data do ato de outorga da autorização e a data do Diário Oficial da União que o publicou;
- d) frequência de operação (MHz);
- e) no do canal;
- f) potência de operação do transmissor (kW);
- g) classe;
- h) modo de operação (monofônico, estereofônico, com ou sem canal secundário).

##### **9.2.1.2 - Sistema irradiante:**

- a) tipo de antena (onidirecional ou diretiva);
- b) fabricante e modelo da antena;
- c) polarização (horizontal, vertical, circular ou elíptica); se elíptica, dar a razão entre a componente horizontal e vertical;
- d) ganho máximo em relação ao dipolo de meia-onda;
- e) tipo da estrutura de sustentação (auto-suportada ou estaiada);
- f) altura física total da estrutura de sustentação em relação à sua base (solo);

g) altura do centro geométrico da antena em relação à base da estrutura de sustentação (solo);

h) altitude da base da estrutura de sustentação (solo) sobre o nível do mar;

i) altura do centro geométrico da antena sobre o nível médio do terreno.

#### 9.2.1.3 - Linha de transmissão de RF:

a) fabricante e modelo;

b) impedância característica;

c) comprimento total;

d) atenuação em dB por 100 metros;

e) eficiência.

#### 9.2.1.5 - ENQUADRAMENTO NA CLASSE:

a) ERP máxima proposta para cada radial;

b) ERP máxima proposta para cada radial, corrigida para a altura de referência sobre o nível médio do terreno por radial, para a classe da emissora, estabelecida na Tabela 1;

c) Distância ao contorno de 66 dBμ para cada radial;

d) Média aritmética das distâncias ao contorno de 66dBμ.

### 9.2.2 - SITUAÇÃO GERAL

#### 9.2.2.1 - Estação transmissora

a) endereço completo do local do transmissor (rua, no, localidade, município, estado e código de endereçamento postal - CEP);

b) coordenadas geográficas do local do sistema irradiante;

c) em se tratando de mudança do local, indicar separadamente os endereços do local atual e do proposto.

#### 9.2.2.2 - Endereços dos estúdios

a) principal (rua, no, localidade, município, estado e código de endereçamento postal - CEP);

b) auxiliar (rua, no, localidade, município, estado e código de endereçamento postal - CEP).

9.2.2.3 - Sistemas irradiantes de estações de radiodifusão sonora, utilizando torres irradiantes verticais, com modulação em amplitude, existentes a menos de 3 km do local proposto:

a) código (número 4, seguido das letras A, B, C etc, para identificação das emisoras);

b) nomes das entidades;

c) frequências de operação;

d) distâncias ao local proposto.

OBS: Quando a altura física do sistema irradiante proposto, incluindo a estrutura metálica que o suportar, for igual ou maior que 45 m e estiver localizada a menos de 3 vezes o comprimento de onda de emissora de radiodifusão sonora que utilize antena

vertical, deverá ser apresentada comprovação de que a deformação, se houver, do diagrama de irradiação horizontal desta última, não determinará uma variação do campo característico de  $\pm 2$  dB, em qualquer direção. 31 9.2.2.4 - Estações de enlaces de microondas existentes a menos de 1,5 km do local proposto.

a) código (número 5, seguido das letras maiúsculas A, B, C etc, para identificação da estação);

b) nomes das entidades;

c) azimutes dos enlaces;

d) distância ao local proposto.

OBS. : O Sistema irradiante proposto deverá ficar fora do cone de proteção das antenas dos enlaces de microondas; este cone é definido como um cone circular reto, cujo eixo é a linha que une os centros das antenas do enlace, cuja altura é de 1000 metros, cujo diâmetro da base é de 175 metros e cujo vértice coincide com a antena de microondas. Quando esta condição não for atendida, a aprovação do sistema irradiante proposto dependerá de análise e aquiescência dos responsáveis pelas estações envolvidas.

9.2.2.5 - Distâncias aos contornos das diversas áreas de serviço, segundo cada radial, de acordo com:

a) azimuth de orientação em relação ao Norte Verdadeiro;

b) altura do centro geométrico da antena com relação ao nível médio de cada radial;

c) intensidade de campo (dB $\mu$ );

d) distância aos contornos 1, 2 e 3, em cada radial.

### **9.2.3 - NÍVEL MÉDIO DO TERRENO**

9.2.3.1 - Cartas utilizadas:

a) denominação;

b) procedência;

c) escala;

d) equidistância das curvas de nível;

e) data de publicação.

9.2.3.2 - Nível médio:

a) azimuth de orientação de cada radial, em relação ao Norte Verdadeiro;

b) nível médio de cada radial;

c) nível médio do terreno.

### **9.2.4 - PARECER CONCLUSIVO**

9.2.4.1 - Emitir parecer conclusivo sobre o projeto, declarando que o mesmo atende a todas as exigências da regulamentação técnica aplicável.

9.2.4.2 - Profissional habilitado:

- nome por extenso;

- número de inscrição no CREA;

- no do CPF;
- data e assinatura.

## **9.2.5 - ANEXOS AO PROJETO DE INSTALAÇÃO**

### **9.2.5.1 - Planta da Situação Geral:**

A planta ou carta topográfica da situação geral, deverá ser, de preferência, em escala 1:50.000 e editada por órgãos oficiais ou oficializados. Não precisará indicar, obrigatoriamente, detalhes de altimetria. Quando não houver disponibilidade de plantas nas condições mencionadas, será permitida a utilização de cartas ou croquis de levantamentos aerofotogramétricos, nos quais constem a escala e o órgão responsável pelo levantamento. A planta da situação geral deverá ser apresentada em uma via, assinada por profissional habilitado. Nela deverão ser assinalados:

- a) a localização exata do sistema irradiante por um círculo, junto ao qual constará o número-código 1. No caso de mudança, o local proposto, pelo código 1B;
- b) a localização exata do estúdio principal, por um retângulo, junto ao qual constará o número-código 2;
- c) a localização exata do estúdio auxiliar por um retângulo, junto ao qual constará o número-código 3;
- d) por círculos, cada um dos sistemas irradiantes de que trata o subitem 9.2.2.5 e cada uma das estações do subitem 9.2.2.4, junto aos quais deverá constar o código alfanumérico correspondente;

OBS.: Nos casos do subitem 9.2.2.4, assinalar, também, as direções exatas dos enlaces;

e) os contornos 1, 2 e 3, de acordo com os valores calculados no subitem 9.2.2.5. Esta planta deverá comprovar o atendimento, pela emissora, do disposto no subitem 5.1.1.2, dentro das características técnicas fixadas pelo PBFM, da maior parte possível da população da localidade para a qual a permissão para exploração do serviço foi outorgada. Não sendo possível indicar estes contornos na mesma planta, indicá-los em planta separada, com escala adequada.

### **9.2.5.2 - Planta das Instalações de Campo:**

Deve ser apresentado croquis, em escala adequada, indicando:

- a) casa do transmissor;
- b) antena e sua estrutura de sustentação;
- c) altura do centro geométrico da antena em relação à base da estrutura de sustentação(solo);
- d) indicação da altitude da base da estrutura de sustentação(solo) sobre o nível do mar.

### **9.2.5.3 - Documentos diversos:**

9.2.5.3.1 - Declaração do profissional habilitado atestando que a instalação não excede os gabaritos da zona de proteção dos aeródromos, de acordo com a legislação específica vigente, ou que não existem aeródromos.

9.2.5.3.2 - Documento de aprovação expedido pelo órgão competente do Ministério da Aeronáutica, quanto à localização proposta para o sistema irradiante da emissora, no caso de exceder os gabaritos previstos na legislação específica em vigor.



9.2.5.3.3 - Declaração de concordância com a instalação proposta, firmada pelos responsáveis pelas estações mencionadas no subitem 9.2.2.4, quando a instalação não se enquadrar no que dispõe este subitem.

9.2.5.3.4 - Comprovação de que a instalação proposta não criará problemas de deformação dos diagramas de irradiação, como previsto na observação do subitem 9.2.2.3.

9.2.5.3.5 - Diagrama de irradiação horizontal do sistema irradiante, orientado em relação ao Norte Verdadeiro e diagrama de irradiação vertical.

9.2.5.3.6 - Para emissoras ainda não licenciadas, as especificações técnicas dos transmissores que serão utilizados, ou se for o caso, seus códigos de certificação na ANATEL.

9.2.5.3.7 - Estudo de viabilidade técnica específica, nos seguintes casos:

a) multiplexação de estações em antena de uso comum;

b) emprego de método de cálculo de cobertura diverso daquele utilizado na elaboração do PBFM, tal como, por exemplo, o sugerido em 8.1.5.1 ou 8.1.6.

## **Referências**

ANATEL. *NORMA DE COMPATIBILIDADE ENTRE O SERVIÇO DE RADIODIFUSÃO SONORA EM FM (88 a 108 MHz) E OS SERVIÇOS DE RADIONAVEGAÇÃO AERONÁUTICA E MÓVEL AERONÁUTICO (108 a 137 MHz)*. [S.l.]: NORMA N.o 03/95, 1995.

ANATEL. *RESOLUÇÃO N° 67, DE 12 DE NOVEMBRO DE 1998, DOU 13/11/98*. [S.l.]: 9.2 - PROJETO DE INSTALAÇÃO DE UMA EMISSORA, 1998.

GOOGLE. *Imagens retiradas do GOOGLE MAPS*. [S.l.]: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps), 2012.

MIYOSHI, E.; SANCHES, A. *Projetos de Sistemas de Rádio*. [S.l.]: Editora Érica, São Paulo,, 2002.

VÁRIOS. *Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento*. [S.l.]: [www.projetoderedes.com.br](http://www.projetoderedes.com.br), 2008.