



**Centro Universitário de Brasília – UniCEUB
Faculdade de Exatas e Tecnologia - FAET
Curso de Engenharia da Computação**

Priscila Cortez Guterres

**Projeto de Software sincronizado
com GPS (Global Positioning
System) para fiscalização de
estações geradoras de frequência**

**Brasília
2005**

Priscila Cortez Guterres

**Projeto de Software sincronizado
com GPS (Global Positioning
System) para fiscalização de
estações geradoras de frequência**

Trabalho apresentado ao
Centro Universitário de
Brasília (UNICEUB)
Como pré-requisito para a
obtenção de Certificado de
Conclusão do Curso de
Engenharia da Computação

Orientador: Prof. M.C. Francisco Javier de Obaldía

**Brasília
2005**

Agradecimentos

Agradeço a todos que diretamente ou não, contribuíram para o desenvolvimento deste projeto, e em particular:

Ao Professor Francisco Javier, pela orientação, incentivo, cobrança e sugestões de conteúdos que enriqueceram este projeto.

Aos professores do Curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB que são responsáveis por parte do sucesso profissional de todos os seus alunos.

Aos meus pais, Eduardo Avancini e Arlete Cortez, que sempre estiveram do meu lado, ajudando, incentivando, confortando e me fortalecendo para que eu conseguisse concluir com êxito este projeto.

Ao Márcio Viana, pela compreensão, carinho e apoio diário.

Aos amigos Bruno Coura, Cláudio Alberto, Marcelo Cannalunga, Keyth Roy, Roldão Macedo, Luciano Leston, Tenille Moraes, Rafael Dohms, Etienne Moraes, Rodolfo Rodrigues, que sempre estavam dispostos a me auxiliar de alguma forma no desenvolvimento desse projeto.

RESUMO

A proposta do projeto é o desenvolvimento de um software com interface *WEB* que em conjunto com o GPS (*Global Positioning System*) atua como ferramenta de auxílio na verificação das coordenadas geográficas de estações fixa geradoras de frequência, para auxiliar na fiscalização das mesmas.

Atualmente, os dados formais e os técnicos, como coordenadas geográficas, são cadastrados via Internet pelas operadoras responsáveis pelas estações geradoras de frequência, com o intuito de obter uma licença para o funcionamento destas estações de acordo com os dados cadastrados em um sistema centralizado. Ao realizar visitas no local informado pelas operadoras, verifica-se que nem sempre corresponde ao das coordenadas geográficas cadastradas, o que coloca em dúvida se os locais que estão sendo licenciados correspondem aos locais onde estão instaladas as estações.

O projeto ora proposto permite, com o auxílio de ferramenta GPS, a aquisição dos dados das coordenadas das estações geradoras de frequência, e o envio desses dados para o banco de dados centralizado. Assim, será possível comparar os dados fornecidos pelas operadoras responsáveis pelas estações geradoras com os dados obtidos pelo sistema aqui proposto. Como parte do escopo do projeto, estes dados serão analisados e transformados em informações e imagens vetoriais que serão, posteriormente, utilizados através de um processo de georeferenciamento. Este processo, também objeto deste trabalho, tratará as coordenadas geográficas que foram transformadas em *pixels*, para uma melhor visualização dos dados reais comparados com os informados pelas operadoras, conferindo se os dados estão dentro da margem de erro permitida.

No desenvolvimento do projeto foram criadas interfaces de usuário de fácil navegação, assim como a utilização de interface com uso de ferramenta GPS para a aquisição dos dados das coordenadas geográficas. O envio dos dados da estação será realizado via Internet.

Palavras-Chave: GPS, georeferenciamento, operadora, estação geradora de frequência, coordenadas geográficas.

ABSTRACT

The proposal of the project is the development of a software that acts as tool of aid in the verification of the geographic coordinates of generating stations of frequency, to assist in the fiscalization of the same ones.

Currently, the formal data and the technician, as geographic coordinates, are registered in cadastre way Internet for the responsible operators per the generating stations of frequency, with the proposal to get a license for the functioning of these stations in agreement with the data register in cadastre in the centered system. When carrying through visits in the place informed for the operators, are verified that nor always it corresponds to the one of the correct geographic coordinates, what makes impracticable the fiscalization.

The considered project however allows, with assists it of tool GPS (Global Positioning System), the acquisition of the data of the coordinates of the generating stations of frequency, and the sending of these data for the data base centered. Thus, it will be possible to compare the data supplied for the responsible operators per the generating stations with the data gotten for the system considered here. As part of the target of the project, these data will be analyzed and transformed into information and vectorial images that will be, later, used through a *georeferenciamento* process. This process, also object of this work, will deal with the geographic coordinates that had been transformed into pixels, for one better visualization the real data compared with the informed ones for the operators, conferring if the data are inside of the allowed margin of error.

In the development of the project interfaces of user of easy navigation had been created, as well as the use of interface with use of tool GPS for the acquisition of the data of the geographic coordinates. The sending of the data of the station will be carried through way Internet.

Key Word: GPS, *georeferenciamento*, operator, generating station of frequency, geographic coordinates.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE SÍMBOLOS	10
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	11
1.1 MOTIVAÇÃO	11
1.2 OBJETIVOS	11
1.3 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	12
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS	13
2.1.1 Margem de erro	13
2.2 ESTAÇÕES GERADORAS DE FREQUÊNCIA.....	15
2.2.1 Tipo de Estações	15
2.2.2 Procedimentos para coordenação de estações	16
2.2.3 Anatel	18
2.3 IBGE	20
2.3.1 Área Territorial Oficial.....	20
2.3.2 Mapeamento das Unidades Territoriais.....	21
2.4 GPS	21
2.4.1 Fatores que afetam a precisão do sistema.....	24
2.4.2 Confiabilidade	25
2.4.3 GPS Garmin.....	25
2.5 COMUNICAÇÃO ENTRE O GPS E COMPUTADOR	26
CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DO PROJETO	27
3.1 TOPOLOGIA.....	27
3.2 ESPECIFICAÇÕES	28
3.3 BANCO DE DADOS PRINCIPAL	28
3.4 INTERFACEWEB.....	29
3.5 CLASSE CEP.....	32
3.6 BANCO DE DADOS CEP	35
3.7 INTERFACEIBGE	36
3.8 INTERFACEGPS	37
3.9 MAPAS E O GEOREFERENCIAMENTO	40
3.9.1 Georeferenciamento.....	43
CAPÍTULO 4 - TESTES, SIMULAÇÕES, CONDIÇÕES/REQUISITOS OPERACIONAIS E	
RESULTADOS	45
4.1 TESTES	45
4.1.1 InterfaceWeb	45
4.1.2 GPS.....	45

4.1.3 Plotagem	45
4.1.4 Distância das estações	46
4.2 SIMULAÇÕES	46
4.2.1 GPS	46
4.2.2 Mapa	47
4.3 PROBLEMAS	49
4.3.1 Sotwares	49
4.3.2 GPS	50
4.3.3 Distância das estações	50
4.4 RESULTADOS.....	51
4.4.1 Mapa	51
4.4.2 GPS	53
4.4.3 Consulta	54
4.5 DEMONSTRAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO.....	55
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO.....	57
5.1 PROJETOS FUTUROS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXO 1.....	59
ANEXO 2.....	65
ANEXO 3.....	67
ANEXO 4.....	70

LISTA DE FIGURAS

- 2.1.1 – Trigonometria esférica.
- 2.4 – Os 24 satélites.
- 2.4.3 – DGPS.
- 2.5 – Porta Serial.
- 3.1 – Topologia do Projeto.
- 3.4.1 – Tela Inicial do InterfaceWeb.
- 3.4.2 – Tela de Parâmetro Padrão.
- 3.4.3 – Botão “Confirmar”.
- 3.4.4 – Botões “Próximo” e “Anterior”, e aba nominais com imagens.
- 3.4.5 – Botões “Tela Inicial”.
- 3.5.1 – Preenchimento do CEP.
- 3.5.2 – Clica no “Buscar Endereço”.
- 3.5.3 – A classe retorna os dados do endereço, já com o Município preenchido.
- 3.5.4 – Escolha dinâmica do Distrito.
- 3.5.5 – Escolha dinâmica caso houver Subdistrito.
- 3.7.1 – InterfaceBGE.
- 3.7.2 – InterfaceBGE.
- 3.8.1 – GPS Garmin eTrex Vista.
- 3.8.2 – Cabo de interface para PC com conector série RS232.
- 3.8.3 – InterfaceGPS.
- 3.9.1 – Município selecionado em vermelho.
- 3.9.2 – Estações plotadas.
- 3.9.3 – Distância entre as estações plotadas.
- 4.2.1.1 – Coordenadas Geográficas do SAS – Brasília – DF.
- 4.2.1.2 – Escolhendo a estação que está sendo fiscalizada.
- 4.2.2.1 – Estações distantes.
- 4.2.2.2 – Estações equivalentes.
- 4.3.2 – Conversor USB para Serial.
- 4.3.1.1 – Estação “P2” plotada em azul.
- 4.3.1.2 – Estação “P2” plotada em vermelho.
- 4.3.1.3 – Distância da estação “P2” azul e vermelha.
- 4.3.1.4 – Distância da estação “P3” azul e vermelha.
- 4.4.2.1 – Captura dos dados do GPS via o InterfaceGPS.
- 4.4.3.1 – Consulta Dados do Usuário.
- 4.4.3.2 – Consulta Dados da Estação.
- 4.4.3.3 – Consulta Dados da Estação.

LISTA DE TABELAS

2.2.1 – Tipo de Estações.

2.2.2 – Sinal interferente.

2.4.1.1 – Previsão do Erro

3.8.1 – Formato do Texto Simples de Saída.

LISTA DE SÍMBOLOS

ϕ_1 – Phi 1.

ϕ_2 – Phi 2.

$\Delta\lambda$ – Delta Lambda.

dBm – É uma especificação de potência com o valor em decibéis em relação a uma referência de 1 mW (miliWatts).

dBi – O ganho de uma antena é medido em dB, sendo sua unidade expressa em dBi onde a letra "i" indica que o sinal máximo da antena foi comparado com o sinal de uma antena isotrópica, colocada no mesmo lugar.

BER – Bit Error Rate, é a proporção de bits recebidos com erro em relação ao total de bits transmitidos em um certo intervalo de tempo.

MDF – Modulação por divisão em frequência, o mesmo que FDM.

KTBF – Ruído térmico na entrada do receptor.

Capítulo 1 - Introdução

1.1 MOTIVAÇÃO

A motivação para este projeto adveio da manipulação dos sistemas que fazem o controle das estações geradoras de frequência e o interesse por satélites.

O projeto surgiu com o intuito de mostrar o funcionamento da comunicação e integração entre as estações de trabalho, banco de dados e GPS (*Global Positioning System*), através de uma interface simples e utilizando em grande parte a Internet, que é o veículo de informações mais utilizado atualmente.

Com a utilização do sistema será possível coletar as informações via GPS e enviá-las para uma base de dados centralizada. Como aplicação, teríamos a determinação precisa (precisão do satélite GPS [Luis H. P. Alvers, Waldecyr J. Perrela, Fernando Walter, Estrutura do Receptor GPS]) dos locais onde as estações geradoras de frequência estão instaladas e ao mesmo tempo comparar as informações com as enviadas pelas operadoras [ANATEL, Portaria N°. 006 de 20 de janeiro de 2003], o que evitaria muitos problemas. Por exemplo, a redução do índice de interferência entre os campos eletromagnéticos de radiofrequência, que é o maior agravante de uma informação errônea de posicionamento e potência; a diminuição do número de multas aplicadas às operadoras, pois estarão trabalhando com informações mais precisas; e maior confiabilidade nas informações prestadas pelo usuário da ferramenta deste projeto aos usuários do sistema de telecomunicações que fazem uso das estações geradoras, pois diminuiria o índice do erro humano na digitação dos dados do GPS para o sistema, como é feito atualmente.

1.2 OBJETIVOS

Desenvolver um projeto de software integrado com GPS, que atuará como ferramenta de auxílio na verificação das coordenadas geográficas de estações fixa geradoras de frequência. Atualmente esses dados são informados via Internet pelas operadoras responsáveis por estas estações, pois existe a necessidade de uma licença de funcionamento para cada estação, e faz-se necessário determinar o local onde essas estações estão instaladas com uso de ferramenta GPS e comparar os dados fornecidos pelos dois sistemas. O software a ser desenvolvido acessará no banco de dados os dados fornecidos pelas operadoras e irá compará-los aos dados colhidos por um fiscal¹ em campo com o uso de um GPS. A comunicação do GPS com a estação de trabalho ocorrerá através da porta serial, onde um software fará o reconhecimento e recolhimento dos dados do GPS, para a comparação dos dados fornecidos com os dados reais. Os dados serão analisados e transformados em informações e imagens vetoriais, que serão posteriormente

¹ O fiscal é um usuário do sistema que tem como função visitar o local onde as estações geradoras estão instaladas.

utilizados na visualização do local onde estão instaladas as estações geradoras de frequência.

O software tratará imagens de mapas vetoriais geradas a partir de informações das coordenadas geográficas das margens dos municípios do Brasil. Estas informações são fornecidas através de um arquivo que está disponível para *download* no *site* do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) [www.ibge.com.br], e que serão as referências para o desenho do mapa.

Será possível a visualização e o posicionamento das estações no mapa, através da plotagem de acordo com as coordenadas geográficas cadastradas pelas operadoras de telecomunicações e as coordenadas recuperadas do GPS. O projeto de software proposto também se baseia em um sistema de georeferenciamento através da transformação de coordenadas geográficas em *pixels*, pois desta forma, poderá calcular a distância entre as estações e/ou a diferença da localização da estação informada e a real, que será obtida via GPS.

1.3 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

No capítulo 2 será apresentado o referencial teórico que dará sustentação ao desenvolvimento do projeto. Serão apresentados os dados existentes, a forma como são obtidos atualmente, e as definições e normas que as operadoras de telecomunicações devem seguir. Também serão apresentados aspectos sobre a geografia do Brasil, baseados em dados e relatórios do IBGE, necessários para a definição das premissas do projeto proposto e, finalmente, será apresentada a tecnologia GPS e a utilização da ferramenta para determinar a forma mais precisa da posição de objetos em uma dada geografia.

No capítulo 3 serão apresentadas as premissas utilizadas no projeto, o desenvolvimento do projeto envolvendo a parte de software, o acesso às bases de dados e a integração com a ferramenta GPS.

No capítulo 4 serão apresentados os testes e simulações realizadas assim como os resultados obtidos. Também será demonstrado como os objetivos foram atingidos quanto à determinação do local das estações geradoras, baseadas em dados adquiridos com o GPS, a margem de precisão admissível para considerar-se como posição exata e a comparação com dados informados por operadoras de telecomunicações, que constam nas bases de dados da Anatel, conforme informados por essas operadoras. Para efeitos de demonstração do projeto integrado serão utilizados dados referentes às estações geradoras de frequências localizadas no Distrito Federal.

Finalmente, no capítulo 5 serão apresentadas as conclusões, dificuldades enfrentadas e as perspectivas de evolução do projeto.

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Este capítulo mostrará os referenciais teóricos que foram utilizados para o desenvolvimento deste projeto.

Primeiramente, explicará o que são coordenadas geográficas e as normas utilizadas na fiscalização das mesmas. E nos próximos itens citará como o IBGE calcula as áreas territoriais brasileiras. Depois explicará um pouco da história da tecnologia do GPS, e como atualmente é utilizado.

Também explicará o que são estações geradoras de frequências, e finalmente será mostrado como ocorrerá a comunicação do GPS e o computador.

2.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Tem-se por definição que altitude é a distância vertical a partir de um referencial, geralmente o nível médio dos mares, ao ponto considerado. As altitudes obtidas pelo rastreamento de satélites artificiais têm como referência um elipsóide, sendo, por isso, geométricas.

Latitude é o ângulo formado pela normal, à superfície adotada para a Terra, que passa pelo ponto considerado e a reta correspondente à sua projeção no Plano do Equador. A latitude quando medida no sentido do Pólo Norte é chamada Latitude Norte ou Positiva. Quando medida no sentido do Pólo Sul é chamada Latitude Sul ou Negativa. Sua variação é:

$$\begin{aligned} &0^\circ \text{ a } 90^\circ\text{N ou } 0^\circ \text{ a } + 90^\circ \\ &0^\circ \text{ a } 90^\circ\text{S ou } 0^\circ \text{ a } - 90^\circ \end{aligned}$$

Longitude é o ângulo diedro formado pelos planos do Meridiano de Greenwich e do meridiano que passa pelo ponto considerado. A longitude pode ser contada no sentido oeste, quando é chamada Longitude Oeste de Greenwich (W Gr.) ou Negativa. Se contada no sentido este, é chamada Longitude Este de Greenwich (E Gr.) ou Positiva.

Logo, tem-se que coordenadas geográficas são valores numéricos através dos quais podemos definir a posição de um ponto na superfície da Terra, tendo como ponto de origem para as latitudes o Equador e o meridiano de Greenwich para a origem das longitudes. [www.ibge.com.br]

2.1.1 Margem de erro

Na portaria número 006 de 20 de janeiro de 2003 da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), tem-se o seguinte artigo:

“Art. 3º O valor numérico da coordenada indicada no sistema geodésico WGS-84, considerado aqui, como uma grandeza mensurável, deve ser definido de modo a que o desvio máximo deste ao padrão de referência nacional, conforme estabelecido pelos órgãos competentes na esfera da Administração Pública Federal, seja inferior a 1” (um segundo) para latitude e longitude geodésicas e de 100m (cem metros) para altitude elipsoidal, já considerados

quaisquer erros sistemáticos ou aleatórios nos processos de medição e/ou conversão utilizados.” [www.anatel.gov.br]

Baseando-se na informação acima, será utilizado no projeto essa margem de erro, na verificação dos dados informados pela operadora e nos dados coletados do GPS.

Na figura 2.1.1, a Terra é representada como uma esfera, com o Pólo Norte e Equador marcados. Dois pontos P1 e P2 são colocados na superfície da esfera com suas respectivas coordenadas. Sendo ϕ_1 e ϕ_2 suas latitudes geográficas e $\Delta\lambda$ a diferença entre suas longitudes.

Para encontrarmos a distância linear bastará multiplicar o arco S, que une os dois pontos, pelo raio da Terra.

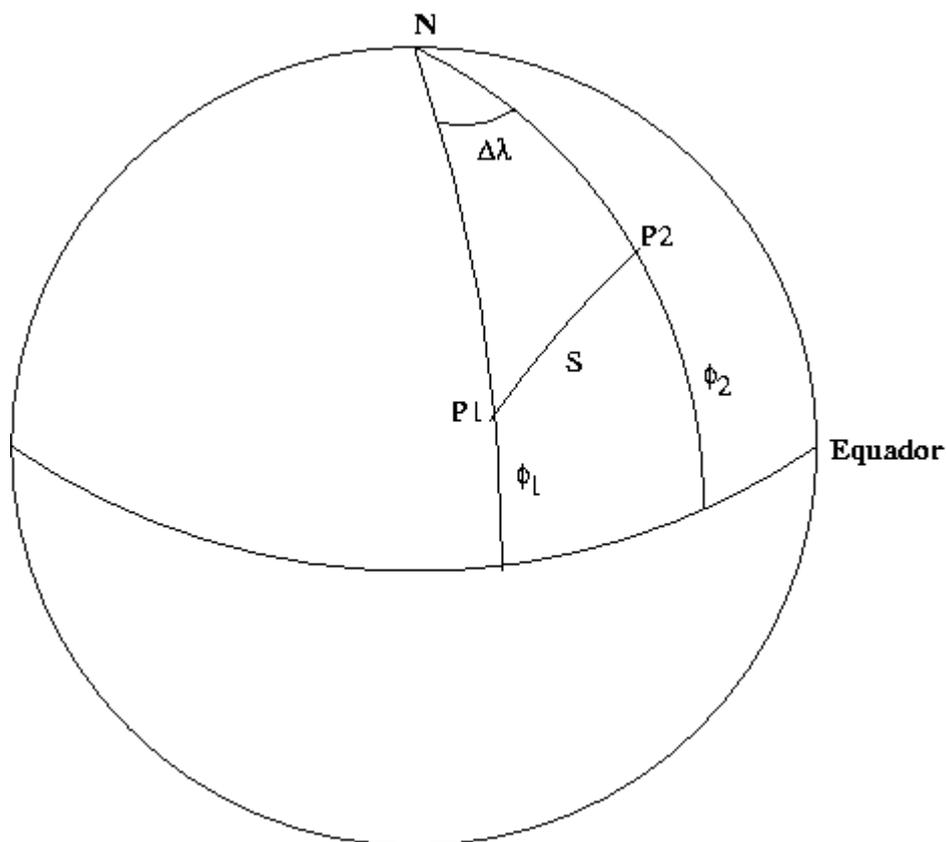


Figura 2.1.1 – Trigonometria esférica.
[<http://obsn3.on.br/~jlk/geopath/>]

Pela lei dos cossenos, na trigonometria esférica podemos escrever:

$$\cos(S) = \sin(\phi_2) \sin(\phi_1) + \cos(\phi_2) \cos(\phi_1) \cos(\Delta\lambda) \quad \text{Equação 2.1.1}$$

Assim, sabendo as coordenadas geográficas de dois pontos, descobre-se seu arco em radianos para finalmente multiplicar pelo raio da terra e ter o valor da distância linear entre estes pontos.

Tem-se que o raio da Terra assumido pelo WGS-84² é de 6.378.137 metros. Entretanto, este não é o Sistema Geodésico Oficial adotado em nosso país. No território brasileiro, as redes locais e a densificação de pontos para a Cartografia, exigem o conhecimento destes dados no Sistema Geodésico Sul Americano-1969 (atual) ou Córrego Alegre (antigo).

No Sistema Geodésico Brasileiro considera-se o raio da Terra, ou semi-eixo maior como também é chamado, um valor de 6.378.160 metros.

[<http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac98/077/077.HTM>]

Com base na teoria acima, foi desenvolvida, com o auxílio do engenheiro Aldo César Rabelo Nora, uma função para calcular a distância entre duas coordenadas das estações geradoras de frequência. A função cujo nome é “CalcularDistanciaEstacao” foi desenvolvida na linguagem de programação JavaScript, e seu código está descrito no Anexo 3.

Após a execução da função, tem-se o valor em quilômetros da distância entre as duas coordenadas selecionadas. Para verificar se a distância entre as duas estações está na margem de erro permitida, é feita uma verificação se esta distância é maior que 1” (um segundo), que é equivalente a aproximadamente 30m (trinta metros) [www.anatel.gov.br].

2.2 ESTAÇÕES GERADORAS DE FREQUÊNCIA

Telecomunicação é a transmissão, emissão ou recepção, por fio, radioeletricidade, meios ópticos ou qualquer outro processo eletromagnético, de símbolos, caracteres, sinais, escritos, imagens, sons ou informações de qualquer natureza.

Estação de telecomunicações é o conjunto de equipamentos ou aparelhos, dispositivos e demais meios necessários à realização de telecomunicação, seus acessórios e periféricos, e, quando for o caso, as instalações que os abrigam e complementam, inclusive terminais portáteis. [www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9472.htm]

São responsáveis pelas estações, as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços de telecomunicações e de uso de radiofrequência.

Com base nas informações acima, temos que estação geradora de frequência é um conjunto de equipamentos que manipula de alguma forma radiofrequências e que tem como responsável a entidade proprietária.

2.2.1 Tipo de Estações

A tabela abaixo descreve os tipos de estações existentes para a Anatel.

Acesso	Microcélulas/Reforçada/Estação Radiobase Digital e Analógica.
Base com capacidade de cobertura nacional	Microcélulas

² É a abreviatura de Word Geodetic System 1984. É o sistema geodésico criado pelo Departamento de Defesa dos EUA, e definido a partir de coordenadas de pontos obtidos por observações a partir de satélites. A exatidão deste sistema é de aproximadamente um metro.

Base com capacidade de cobertura nacional (pertence à outra entidade)	Minicélula
Cabeçal	Móvel
Coletora Principal	Não identificada
Controle e monitoração de rede de satélite	Não-geoestacionário
Estação Radiobase com 1 ou mais Equipamento/Antena no Setor	Picocélulas
Especial	Principal
Estação Nodal	Reforçador
Estação Nodal com mais de 1 Equipamento/Antena no Setor	Reforçadora
Estação Nodal Itinerante	Repetidora COM conexão com a rede pública
Estação Radiobase	Repetidora mesma ERB doadora/enderaço
Estação Radiobase itinerante	Repetidora sem conexão com a rede pública
Estação repetidora	SNG
Estação Repetidora	Sonora
Estação Repetidora	Telecomando
Estação Repetidora com mais de 1 Equipamento/Antena no Setor	Terrena de acesso a sistema não geoestacionário
Estação repetidora digital e analógica	Terrena de dados
Estação terrena grande porte com capacidade transmissão	Terrena de serviço de metereologia
Estágio de Linha Remota	Terrena de telefonia
Eventual	Terrena genérica
Fixa	Terrena receptora
Fixa de emissão de sinal Piloto	Transmissora de TV
Fixa de outra UF	Tronco
Flyaway	Tronco/Acesso
Geoestacionário	TV
Master de rede	TVA
Micro estação – VSAT	UHF
Micro estação – VSAT (bloco)	VHF

Tabela 2.2.1 – Tipo de Estações.

Neste projeto foi utilizado somente o escopo das estações fixas, devido a cada serviço de telecomunicação ter sua particularidade e ser um campo muito abrangente.

2.2.2 Procedimentos para coordenação de estações

Antes de colocar em operação uma estação deve-se proceder a sua coordenação de forma que os cálculos estejam de acordo com o Regulamento

das Telecomunicações e que opere nas faixas de frequências estabelecidas para o seu tipo estação.

Para efetuar a coordenação, a administração solicitante enviará as administrações envolvidas, no caso do Brasil é a ANATEL, o pedido de coordenação junto com um formulário, detalhando também a interferência máxima admissível sobre a estação excedida em 20% do tempo (dBm), a cota do terreno com relação ao nível do mar e a altura da antena sobre o solo desta estação.

A administração receptora da lista das estações determinará a interferência que, sobre estas, produzirá a estação, objeto da coordenação.

Tanto a administração que solicita a coordenação como qualquer outra administração envolvida poderão solicitar informações adicionais que julguem necessárias para avaliar a interferência causada à consignação em questão.

As administrações que forem afetadas disporão de um prazo máximo de 30 (trinta) dias contados a partir do envio do relatório citado, para formular sua oposição tecnicamente fundamentada à nova consignação ou modificação, podendo efetuar as sugestões que julgue necessárias para solucionar o problema. Este prazo poderá ser prorrogado no máximo por 30 (trinta) dias. [\[www.mercosur.org.uy/espanol/snor/normativa/RES6497.HTM\]](http://www.mercosur.org.uy/espanol/snor/normativa/RES6497.HTM)

As informações que devem constar no formulário são:

1. Frequência de transmissão
2. Frequência de recepção
3. Nome da Localidade onde está a estação
4. Nome da estação
5. Longitude geográfica da estação
6. Latitude geográfica da estação
7. Largura de faixa necessária à transmissão
8. Tipo de sistema (analógico CS = 1 ou digital CS = 2)
9. Capacidade do enlace (canais telefônicos ou velocidade)
10. Potência do equipamento transmissor (em dBm), fornecida ao sistema de alimentação.
11. Sinal interferente máximo excedido durante os 20% do tempo, expresso em dBm

Para tal aplicação propõe-se a seguinte tabela:

SISTEMAS	PI MÁX (dBm)
MULTICANAIS DIGITAIS	Degradação no limiar ≤ 3 dB para um BER = 10^{-3}
Multicanais Analógicos MDF / FM	
60 C.T.	- 127
120 C.T.	- 122
300 C.T.	- 114
600 C.T.	- 108
960 C.T.	- 104
1.260 C.T.	- 101
1.800 C.T.	- 95
2.700 C.T.	- 91
TELEVISÃO	- 104

Tabela 2.2.2 – Sinal interferente.

C.T. - abreviatura de canais telefônicos BER - taxa de erro de bit.

12. Ganho máximo de antena (dBi)
13. Polarização
14. Azimute de máxima radiação
15. Ângulo de elevação (ângulo compreendido) entre o eixo principal de máxima radiação
16. Cota em relação ao nível do mar (expressa em metros)
17. Altura da antena sobre o solo (expressa em metros)
18. Atenuação total do sistema de alimentação (incluir guias de onda, circuladores, duplexadores, filtros e conectores, etc.) em dB
19. Envoltória do diagrama de irradiação da antena ou, caso este não seja disponível, deverá ser utilizado o diagrama de referência da Rec. ITU-R F.669 - 3.
20. Ruído térmico na entrada do receptor (KTBF em dBm), somente para sistemas digitais.
21. Proprietário da estação

Os cálculos de Interferências estão disponíveis no Anexo 4.

2.2.3 Anatel

A Anatel é a Agência Nacional de Telecomunicações, criada como autarquia especial, ela é administrativamente independente, financeiramente autônoma, não se subordina hierarquicamente a nenhum órgão de governo - suas decisões só podem ser contestadas judicialmente -, seus dirigentes têm mandato fixo e estabilidade. Acompanhando e fiscalizando todas as iniciativas da Agência, possui um Conselho Consultivo, formado por representantes do Executivo, do Congresso, das entidades prestadoras de serviço, dos usuários e da sociedade em geral. Além disso, todas as normas elaboradas pela Anatel são antes submetidas à consulta pública, seus atos são acompanhados por exposição formal de motivos que os justifiquem e cabendo, ainda, a um Ouvidor, a apresentação periódica de avaliações críticas sobre os trabalhos da Agência. As sessões do Conselho Diretor são públicas e podem ser gravadas, salvo os casos em que a publicidade ampla coloque em risco segredo protegido ou a intimidade de alguém. Todas as atas de reuniões e os documentos relativos à atuação da Anatel encontram-se disponíveis ao público na Biblioteca da Agência.

Do Ministério das Comunicações, a Anatel herdou os poderes de outorga, regulamentação e fiscalização e um grande acervo técnico e patrimonial. Sua sede - um conjunto com duas torres, no Setor de Autarquias Sul -, em Brasília, foi adquirida da Telebrás. A autonomia financeira da agência está assegurada, principalmente, pelos recursos do Fundo de Fiscalização das Telecomunicações (Fistel), o qual é de sua exclusiva gestão. A Anatel, em sua proposta orçamentária anual e no plano plurianual, deve destinar recursos ao Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust), após sua instituição por lei, bem como os valores a serem transferidos ao Tesouro Nacional. O quadro de pessoal é constituído, em sua maior parte, por

servidores e empregados transferidos ou requisitados do Ministério das Comunicações e de outros órgãos de governo, além do quadro terceirizado para atividades de consultoria e de apoio técnico e administrativo. Dentre suas atribuições, destacam-se as seguintes:

- Implementar a política nacional de telecomunicações.
- Propor a instituição ou eliminação da prestação de modalidade de serviço no regime público.
- Propor o Plano Geral de Outorgas.
- Propor o plano geral de metas para universalização dos serviços de telecomunicações.
- Administrar o espectro de radiofrequências e o uso de órbitas.
- Compor administrativamente conflitos de interesses entre prestadoras de serviços de telecomunicações.
- Atuar na defesa e proteção dos direitos dos usuários.
- Atuar no controle, prevenção e repressão das infrações de ordem econômica, no âmbito das telecomunicações, ressalvadas as competências legais do Cade.
- Estabelecer restrições, limites ou condições a grupos empresariais para obtenção e transferência de concessões, permissões e autorizações, de forma a garantir a competição e impedir a concentração econômica no mercado.
- Estabelecer a estrutura tarifária de cada modalidade de serviços prestados em regime público.

A Anatel tem como missão promover o desenvolvimento das telecomunicações do Brasil de modo a dotá-lo de uma moderna e eficiente infra-estrutura de telecomunicações, capaz de oferecer à sociedade serviços adequados, diversificados e a preços justos, em todo o território nacional.

2.2.3.1 Passos para obter permissão para funcionamento de uma estação

Para obter uma licença³ o primeiro passo a ser dado é do proprietário entrar com um processo⁴ na Anatel, com os documentos citados no item 2.2.2, solicitando a instalação da estação. Caso a Agência autorize, a instalação deve ser feita, para que assim o proprietário faça o auto-cadastramento no *site* da Anatel, indicando assim todas as informações necessárias para adquirir uma licença. Com este procedimento, faz-se necessário que a Anatel envie um fiscal ao local informado pelo proprietário, para verificar se os dados informados no auto-cadastramento correspondem aos dados reais onde a estação está instalada. Se a estação estiver dentro da margem de erro permitida, o fiscal dará um sinal de positivo no sistema, e assim, finalmente o proprietário retirará a licença.

3 Licença para funcionamento de estação: é o ato administrativo que autoriza o início do funcionamento de estação individual, emitido em nome da concessionária, permissionária ou autorizada de serviços de telecomunicações e de uso de radiofrequência.

4 É o conjunto de documentos apresentados por parte do interessado, aliado a documentação produzida pela Agência, que representam o histórico de solicitações, atendidas ou não, para um serviço em específico.

No link: www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/outros/autocadastramento/manual_autocadastramento.pdf, do site da Anatel, está disponível o Manual do auto-cadastramento.

Neste projeto somente será simulado o procedimento a partir do passo do auto-cadastramento até a fiscalização da estação.

2.3 IBGE

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE se constitui no principal provedor de dados e informações do país, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal.

O IBGE oferece uma visão completa e atual do País, através do desempenho de suas principais funções:

- Produção e análise de informações estatísticas;
- Coordenação e consolidação das informações estatísticas;
- Produção e análise de informações geográficas;
- Coordenação e consolidação das informações geográficas;
- Estruturação e implantação de um sistema das informações ambientais;
- Documentação e disseminação de informações;
- Coordenação dos sistemas estatístico e cartográfico nacionais.

[www.ibge.gov.br, A Instuição >> O IBGE]

2.3.1 Área Territorial Oficial

Os valores de áreas do Brasil, Estados e Municípios em vigor, são aqueles, segundo o quadro territorial vigente em 01 de janeiro de 2001, constantes da Resolução da Presidência do IBGE de nº 5 (R.PR-5/02) de 10 de outubro de 2002, publicada no Diário Oficial da União em 11 de outubro de 2002.

O novo valor para a área territorial brasileira foi recalculado objetivando evitar que a deformação gráfica interferisse no resultado. Os cálculos analíticos foram efetuados a partir de plataformas computacionais mais evoluídas, além de sistemas de projeção melhor adequados ao cálculo de áreas territoriais. Esta operação foi realizada individualmente em função das características dos municípios, inclusive pelas suas extensões territoriais que variam de 3 a 150.000 km². Os parâmetros utilizados para cada um dos 5.560 municípios estão armazenados no sistema de metadados do mapeamento municipal.

O resultado obtido no CENSO 2000 apresentou significativa melhoria na metodologia dos processos de cálculo de área, na identificação e representação cartográfica dos polígonos Estaduais e Municipais por substituição e atualização de bases cartográficas, retratando as alterações impostas por instrumentos legais.

Nestas circunstâncias, obteve-se para a área do Brasil o valor de 8.514.876,599 km², o que corresponde a um incremento de aproximadamente 0,008% do valor publicado na Sinopse Preliminar do CENSO 2000.

A evolução tecnológica observada nos últimos 60 anos proporcionou a melhoria geral dos processos de aquisição digital de informações geográficas. As sucessivas mudanças e adequações de metodologia para o cálculo de

áreas territoriais brasileiras objetivaram sempre mostrar a realidade do território nacional, no que concerne a sua configuração cartográfica.

Na continuidade deste objetivo, a elaboração de novas edições das bases topográficas do mapeamento sistemático e a implementação de um projeto permanente de atualização do mapeamento existente, constituem ações fundamentais para a aplicação de novas metodologias de cálculo de áreas.

Os valores das áreas das superfícies dos Estados e Municípios serão periodicamente atualizados face a dinâmica da Divisão Territorial Brasileira, em função de alterações de natureza legal, judicial ou de representação cartográfica.

[www.ibge.gov.br, Geociências >> Área Territorial Oficial]

2.3.2 Mapeamento das Unidades Territoriais

A “Malha Municipal Digital 2001” é uma versão da Malha Municipal Digital que retrata a situação vigente da Divisão Político-Administrativa do Brasil - DPA, através da representação vetorial das linhas definidoras das divisas estaduais e municipais, referente ao ano-base 2000, utilizada na coleta do Censo Demográfico correspondente à data de 01/08/2000. Esta versão é oriunda da Malha Municipal Digital 2000 e retrata os 5.561 municípios brasileiros a partir da inserção dos 54 municípios novos criados desde 01/01/2001, localizados nas seguintes Unidades da Federação: Alagoas, Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.

A partir dos limites municipais, estabeleceram-se as agregações para a composição de Microrregiões, Mesorregiões, das Unidades da Federação e das Grandes Regiões, possibilitando análises espaciais por diferentes tipos de unidades territoriais.

As bases cartográficas disponibilizadas são compatíveis com a escala de 1:2 500 000, que foram geradas a partir do arquivo-fonte na escala original 1:250 000, utilizando-se o processo de supressão de pontos, adotando-se a distância mínima de 250 m a 300 m entre pontos, com intervalos pertinentes às especificações, de acordo com critérios técnicos preestabelecidos pelo IBGE. [www.ibge.gov.br, Geociências >> Área Territorial Oficial >> Mapeamento das Unidades Territoriais >> Produtos >> Malha Municipal Digital >> Descrição]

2.4 GPS

A sigla GPS significa Global Positioning System, que traduzido para o português transforma-se em Sistema de Posicionamento Global.

O uso de sinais de rádio para determinar a posição foi um avanço significativo na navegação. O equipamento para rádio-navegação apareceu em 1912. Não era muito preciso, mas funcionou até que a II Grande Guerra permitisse o desenvolvimento do RADAR – Radio Detection And Ranging – e a capacidade de medir lapsos de tempo entre emissão/recepção de ondas de rádio. Para determinar a posição, mede-se o lapso de tempo dos sinais provenientes de locais conhecidos. Os sinais de rádio são emitidos de transmissores exatamente ao mesmo tempo e têm a mesma velocidade de propagação. Um

receptor localizado entre os transmissores detecta qual sinal chega primeiro e o tempo até a chegada do segundo sinal. Se o operador conhece as exatas localizações dos transmissores, a velocidade das ondas de rádio e o lapso de tempo entre os dois sinais, ele pode calcular sua localização em uma dimensão. Ele sabe onde está numa linha reta entre os dois transmissores. Se usarmos três transmissores, podemos obter uma posição bi-dimensional, em latitude e longitude. O GPS funciona baseado nos mesmos princípios. Os transmissores de rádio são substituídos por satélites que orbitam a Terra a 20.200 km e permitem conhecer a posição em três dimensões: latitude, longitude e altitude. [www.gpstm.com/port/apostila_port.htm]

A tecnologia atual permite que qualquer pessoa possa se localizar no planeta com uma precisão nunca imaginada, por navegantes e aventureiros há até bem pouco tempo. O sofisticado sistema que tornou realidade esse sonho é chamado "G.P.S." – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global) – e foi concebido pelo Departamento de Defesa dos EUA no início da década de 1960, sob o nome de 'projeto NAVSTAR' [www.gpstm.com/port/apostila_port.htm]. O sistema foi declarado totalmente operacional apenas em 1995. Seu desenvolvimento custou 10 bilhões de dólares. Consiste de 24 satélites (Figura 2.4) que orbitam a terra a 20.200 km duas vezes por dia e emitem simultaneamente sinais de rádio codificados. Testes realizados em 1972 mostraram que a pior precisão do sistema era de 15 metros. A melhor, 1 metro. Preocupados com o uso inadequado, os militares americanos implantaram duas opções de precisão: para usuários autorizados (eles mesmos) e usuários não-autorizados (civis). Os receptores GPS de uso militar têm precisão de 1 metro e os de uso civil, de 15 a 100 metros. Cada satélite emite um sinal que contém: código de precisão (P); código geral (CA) e informação de status.

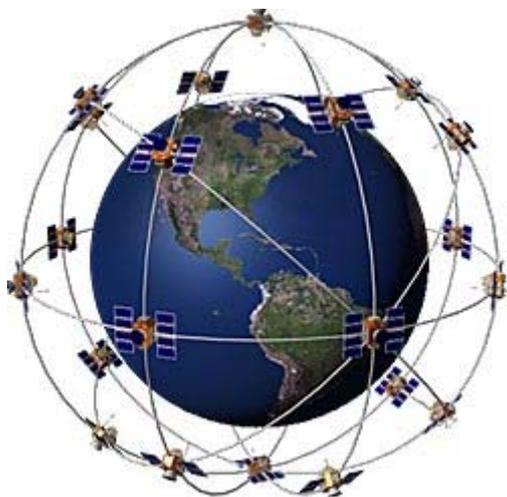


Figura 2.4 – Os 24 satélites.
[www.garmin.com/aboutGPS/]

Como outros sistemas de rádio-navegação, todos os satélites enviam seus sinais de rádio exatamente ao mesmo tempo, permitindo ao receptor avaliar o lapso entre emissão/recepção. A potência de transmissão é de apenas 50 Watts. A hora-padrão GPS é passada para o receptor do usuário. Receptores GPS em qualquer parte do mundo mostrarão a mesma hora,

minuto, segundo e até mili-segundo. A hora-padrão é altamente precisa, porque cada satélite tem um relógio atômico, com precisão de nano-segundos – mais preciso que a própria rotação da Terra. É a referência de tempo mais estável e exata jamais desenvolvida. Chama-se atômico por usar as oscilações de um átomo como "metrônomo".

O receptor tem que reconhecer as localizações dos satélites. Uma lista de posições, conhecida como almanaque, é transmitida de cada satélite para os receptores. Controles em terra rastreiam os satélites e mantêm seus almanaques acurados.

Cada satélite tem códigos P e CA únicos, e o receptor pode distingui-los. O código P é mais complexo que o CA, quase impossível de ser alterado e somente militares têm acesso garantido a ele.

Receptores civis medem os lapsos de tempo entre a recepção dos sinais codificados em CA. O conceito da rádio-navegação depende inteiramente da transmissão simultânea de rádio-sinais. O controle de terra pode interferir, fazendo com que alguns satélites enviem seus sinais CA ligeiramente antes ou depois dos outros. A interferência deliberada introduzida pelo Departamento de Defesa dos EUA é a fonte da Disponibilidade Seletiva – Selective Availability (AS). Os receptores de uso civil desconhecem o valor do erro, que é alterado aleatoriamente e está entre 15 e 100 metros. Os receptores militares não são afetados. Existe outra fonte de erro que afeta os receptores civis: a interferência ionosférica. Quando um sinal de rádio percorre os elétrons livres na ionosfera, sofre um certo atraso. Sinais de frequências diferentes sofrem atrasos diferentes. Para detectar esse atraso, os satélites do sistema enviam o código P em duas ondas de rádio de diferentes frequências, chamadas L1 e L2. Receptores caros rastreiam ambas as frequências e medem a diferença entre a recepção dos sinais L1 e L2, calculam o atraso devido aos elétrons livres e fazem correções para o efeito da ionosfera. Receptores civis não podem corrigir a interferência ionosférica porque os códigos CA são gerados apenas na frequência L1 (1575,42 MHz). Existem receptores específicos, conhecidos como não-codificados, que são super acurados. Como desconhecem os valores do código P, obtêm sua precisão usando técnicas especiais de processamento. Eles recebem e processam o código P por um número de dias e podem obter uma posição fixa com precisão de 10 mm. É ótimo para levantamento topográfico.

Os sinais gerados pelos satélites contêm um "código de identidade" (ou pseudo-randômico), dados efêmeros (de status) e dados do almanaque. O código de identidade (Pseudo-Random Code – PRN) identifica qual satélite está transmitindo. Usa-se como referência dos satélites seus PRN, de 1 a 32. O código pseudo-randômico permite que todos os satélites do sistema compartilhem a mesma frequência sem interferências. É um sistema engenhoso que torna o GPS prático e relativamente barato de se usar. Ao contrário dos satélites de TV, que estão em órbitas geo-síncronas (estacionários no céu) e transmitem poderosos sinais para refletores parabólicos em terra, o satélite GPS envia sinais com poucas informações e de baixa potência para antenas do tamanho do dedo polegar. De fato, os sinais GPS são tão fracos que não são maiores que o ruído de fundo (de rádio) inerente a Terra. O princípio do código pseudo-randômico, que significa literalmente "aparentemente aleatório", se baseia em uma comparação realizada em muitos ciclos de um sinal, que é demorada e incômoda se

comparada com um sinal de TV. O padrão para comparação do código pode ser alterado (apenas código CA), permitindo que o governo americano controle o acesso ao sistema do satélite.

Os dados efêmeros (de status) são constantemente transmitidos e contém informações de status do satélite (operacional ou não), hora, dia, mês e ano. Os dados de almanaque dizem ao receptor onde procurar cada satélite a qualquer momento do dia. Com um mínimo de três satélites, o receptor pode determinar uma posição Lat/Long – que é chamada posição fixa 2D – bi-dimensional. (Deve-se entrar com o valor aproximado da altitude para melhorar a precisão). Com a recepção de quatro ou mais satélites, um receptor pode determinar uma posição 3D, isto é, Lat/Long/Altitude. Pelo processamento contínuo de sua posição, um receptor pode também determinar velocidade e direção do deslocamento. [www.gpstm.com/port/apostila_port.htm]

2.4.1 Fatores que afetam a precisão do sistema

O Sistema foi originalmente projetado para uso militar, mas em 1980, uma decisão do então presidente Ronald Reagan liberou-o para o uso geral. Na época, o Departamento de Defesa americano implantou um erro artificial no Sistema chamado, Disponibilidade Seletiva, para resguardar a segurança interna do país. A Disponibilidade Seletiva foi cancelada por um decreto do Presidente Clinton em maio de 2000 (Item 2.4.2), pois o contínuo desenvolvimento tecnológico permitiu ao Departamento de Defesa obstruir a precisão do Sistema onde e quando os interesses americanos exigissem. Com o decreto, o erro médio de 100 metros na localização do receptor ficou dez vezes menor.

Um fator que afeta a precisão é a ‘Geometria dos Satélites’ - localização dos satélites em relação uns aos outros sob a perspectiva do receptor GPS. Se um receptor GPS estiver localizado sob 4 satélites e todos estiverem na mesma região do céu, sua geometria é pobre. Na verdade, o receptor pode não ser capaz de se localizar, pois todas as medidas de distância provêm da mesma direção geral. Isto significa que a triangulação é pobre e a área comum da intersecção das medidas é muito grande (isto é, a área onde o receptor busca sua posição cobre um grande espaço). Dessa forma, mesmo que o receptor mostre uma posição, a precisão não é boa. Com os mesmos 4 satélites, se espalhados em todas as direções, a precisão melhora drasticamente. Suponhamos os 4 satélites separados em intervalos de 90° a norte, sul, leste e oeste. A geometria é ótima, pois as medidas provêm de várias direções. A área comum de intersecção é muito menor e a precisão muito maior. A geometria dos satélites torna-se importante quando se usa o receptor GPS próximo a edifícios ou em áreas montanhosas ou vales. Quando algum satélite é bloqueado, a posição relativa dos demais determinará a precisão, ou mesmo se a posição pode ser obtida. Um receptor de qualidade indica não apenas os satélites disponíveis, mas também onde estão no céu (azimute e elevação), permitindo ao operador saber se o sinal de um determinado satélite está sendo obstruído. [www.gpstm.com/port/apostila_port.htm]

Outra fonte de erro é a interferência resultante da reflexão do sinal em algum objeto, a mesma que causa a imagem ‘fantasma’ na televisão. Como o

sinal leva mais tempo para alcançar o receptor, este 'entende' que o satélite está mais longe que na realidade.

Outras fontes de erro: atraso na propagação dos sinais devido aos efeitos atmosféricos e alterações do relógio interno. Em ambos os casos, o receptor GPS é projetado para compensar os efeitos. [www.gpstm.com/port/apostila_port.htm]

2.4.1.1 Previsão do Erro

A tabela abaixo mostra quais são as fontes de erro e qual o erro médio gerado para tais.

Fontes de erro (típico)	Erro médio gerado
Erro do relógio do satélite	60 cm
Erro de efemérides	60 cm
Erros dos receptores	120 cm
Atmosférico/Ionosférico	360 cm
Total (raiz quadrada da soma dos quadrados)	390 cm

Tabela 2.4.1.1 – Previsão do Erro

Para se calcular a precisão do sistema, multiplica-se o resultado acima pelo valor do DOP mostrado no receptor GPS. Em boas condições, o DOP varia de 3 a 7. Assim, a precisão de um bom receptor num dia típico será:

De 3x390cm a 7x390cm, ou seja, de 10 a 30 metros, aproximadamente.”

[www.gpstm.com/port/apostila_port.htm]

2.4.2 Confiabilidade

"A decisão de interromper a Disponibilidade Seletiva (SA) é a mais recente medida de um esforço contínuo para deixar o GPS mais confiável para usuários civis e comerciais no mundo. Este aumento na precisão permitirá o aparecimento de novas aplicações para o GPS, possibilitando salvar mais vidas de pessoas ao redor do mundo" [Presidente Bill Clinton, 1º de Maio de 2000].

Com essa decisão do Governo dos Estados Unidos trouxe um aumento imediato de 10 vezes na precisão do GPS de mão.

[www.gpstm.com/port/whitehouse_port.htm]

2.4.3 GPS Garmin

Os receptores GPS Garmin mais novos com WAAS (Wide Area Augmentation System), como o eTrex Vista que será utilizado neste projeto, podem melhorar a exatidão em três metros na média.

Os usuários podem também melhorar a exatidão com diferencial GPS (DGPS), que corrige sinais do GPS dentro de três a cinco metros. A guarda costeira do Estados Unidos opera o serviço mais comum da correção de DGPS. Este sistema consiste em uma rede de torres que recebem sinais do GPS e transmitem um sinal corrigido por transmissores da baliza. Para pegar o

sinal corrigido, os usuários devem ter um receptor da baliza e uma antena da baliza além do seu GPS.

Na figura abaixo é demonstrado como é feita a correção de DGPS.



Figura 2.4.3 – DGPS.
[www.garmin.com/aboutGPS/]

2.5 COMUNICAÇÃO ENTRE O GPS E COMPUTADOR

O GPS possui um cabo para fazer a conexão entre os GPS e o computador, e esta é feita através da porta de comunicação serial RS-232.

A figura 2.5 indica a parte posterior de um computador com configuração ideal para ligar o GPS. O usuário deve verificar qual porta serial encontra-se disponível para ligar o GPS. No exemplo da figura, somente a porta serial 1 está disponível para ligar o GPS.

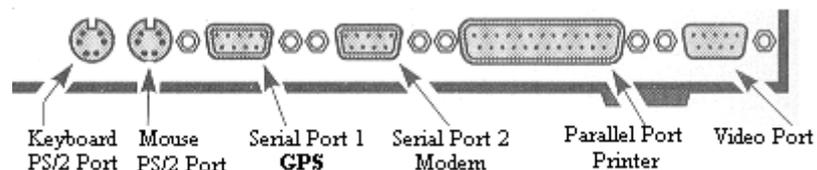


Figura 2.5 – Porta Serial.
[www.gpstm.com/suporte/connection_port.htm]

As informações e tecnologias descritas nos itens deste capítulo foram imprescindíveis ao desenvolvimento deste projeto e isso será nitidamente visível no próximo capítulo.

Capítulo 3 - Descrição do Projeto

Este capítulo trata das especificações e desenvolvimento do projeto proposto neste trabalho.

Primeiramente, será apresentada a topologia do projeto, e após esse passo será explicado o desenvolvimento do InterfaceWeb, que será a utilizada pelas operadoras para cadastrar os dados da entidade e todos os dados da(s) estação(ões). Também mostrará o InterfaceIBGE, que é o programa que será utilizado para transformar as coordenadas geográficas dos municípios do Brasil, do arquivo texto retirado do site do IBGE para um arquivo XML, onde cada arquivo gerado deverá conter as coordenadas geográficas de cada município referente à Unidade da Federação (UF) à qual pertence. Essas coordenadas serão utilizadas para a montagem vetorial dos mapas das UFs.

E por fim mostrará o InterfaceGPS, que é o programa que fará a integração do GPS com o banco de dados, fazendo com que os dados do GPS sejam incluídos no banco de dados para, posteriormente, se realizar a comparação dos dados informados pela operadora, com os dados recuperados do GPS.

Será explicado como funcionará a Classe CEP, que é uma classe desenvolvida para facilitar a busca de endereços através do CEP, também será citado o banco de dados com o nome CEP que teve de ser criado para esta classe. E será detalhado o banco de dados principal, cujo nome é PFPriscila, onde serão armazenados todos os dados recuperados no InterfaceWeb e no InterfaceGPS.

3.1 TOPOLOGIA

A topologia a ser utilizada no projeto segue a ilustração abaixo:

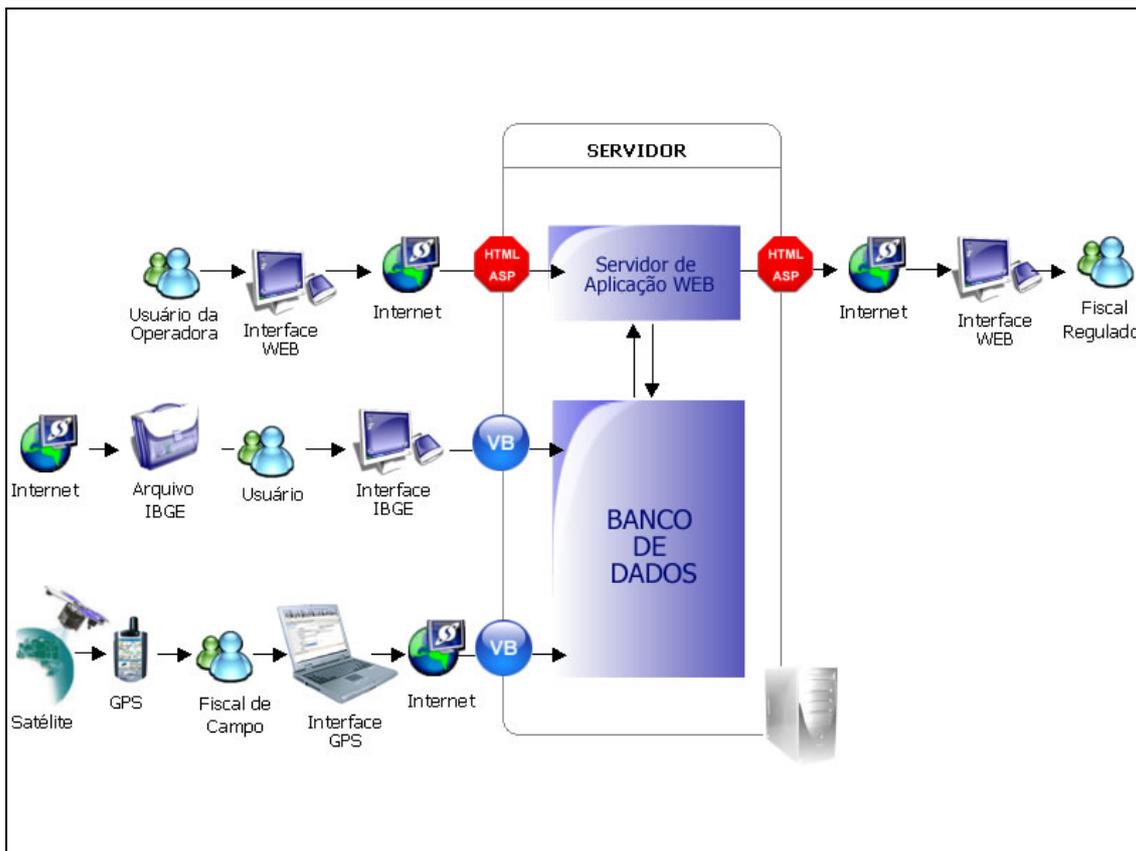


Figura 3.1 – Topologia do Projeto.

3.2 ESPECIFICAÇÕES

Durante a criação deste projeto, as telas de visualização Internet foram desenvolvidas utilizando as linguagens HTML (*HyperText Markup Language*), ASP (*Active Server Pages*), XML (*Extensible Markup Language*), VML (*Vector Markup Language*) e as telas que recuperam as coordenadas geográficas dos municípios brasileiros e os dados colhidos do GPS foram desenvolvidas em VB (*Visual Basic*).

No início do projeto surgiu à dúvida de qual o melhor banco de dados para um projeto dessa grandeza, e que satisfizesse todos os requisitos com rapidez e segurança. Foi escolhido então o SQL Server, por ser uma ferramenta de fácil utilização e muito utilizada atualmente, e principalmente por ter sido o banco de dados lecionado na matéria de Banco de Dados, ministrada nesta instituição de ensino.

3.3 BANCO DE DADOS PRINCIPAL

O nome do banco de dados SQL principal foi denominado PFPriscila, cujas tabelas contém informações da entidade responsável pela estação geradora de frequência, dados técnicos e da localização da estação, endereços da entidade e da estação, entre outras.

3.4 INTERFACEWEB

O sistema InterfaceWeb, será o sistema que as operadoras responsáveis pelas estações de trabalho utilizarão para cadastrar os dados da entidade e da(s) estação(ões). Este cadastro se dará de forma que um usuário designado pela operadora entrará no sistema, via Internet, para efetuar o cadastramento dos dados da sua operadora e dos dados técnicos das estações pelas quais ela é responsável, com intuito de obter uma licença para que possa funcionar corretamente, isto será mediante a validação destes dados pela empresa fiscalizadora, que é a responsável por este sistema.

As linguagens utilizadas nesse sistema foram HTML (*HyperText Markup Language*), ASP (*Active Server Pages*), XML (*Extensible Markup Language*).

Ao entrar no sistema o usuário encontrará uma interface simples com menus para facilitar a navegação. A tela inicial do sistema é conforme a figura 3.4.1.



Figura 3.4.1 – Tela Inicial do InterfaceWeb.

Para seguir um padrão nas telas Web do projeto, foi desenvolvida uma interface padrão para uma melhor visualização e fácil navegação. E foi determinado que em todas as telas o parâmetro para consulta, seria o CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica) ou CPF (Cadastro de Pessoa Física), por ser único (Veja a figura 3.4.2).

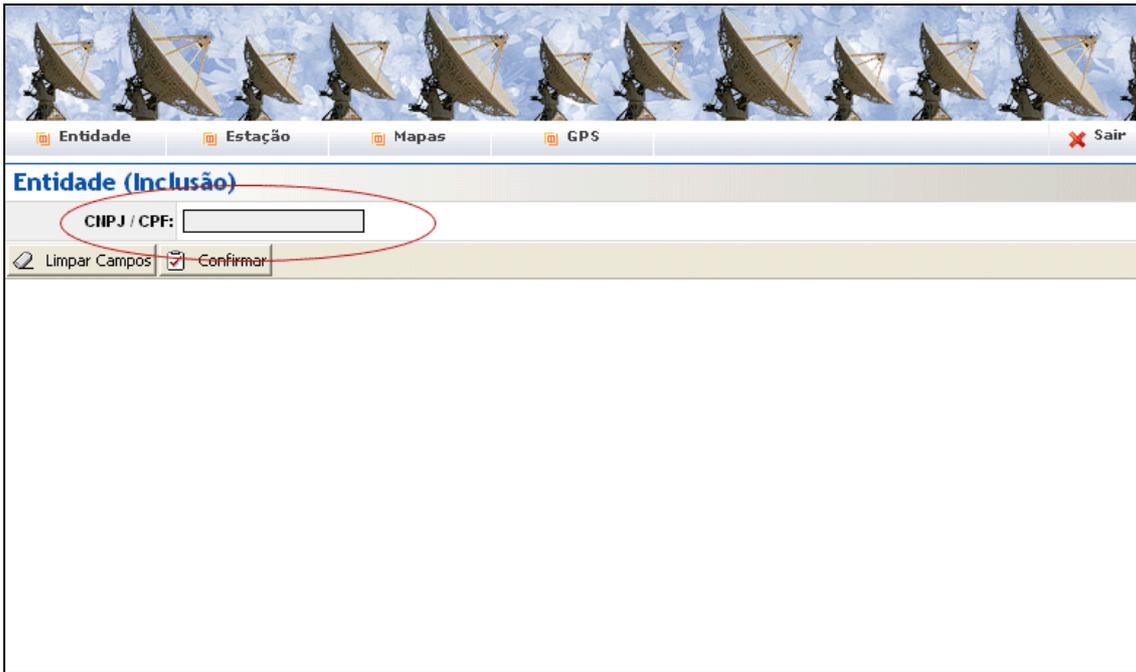


Figura 3.4.2 – Tela de Parâmetro Padrão.

Na interface desenvolvida para padronização das telas do projeto, os botões que podem submeter à tela, possuem o nome de “Confirmar” (Veja a figura 3.4.3), e as telas que possuem mais de um passo a ser realizado, possuem mais de uma aba, que é para uma melhor visualização, foram separadas por botões com o nome e imagem das abas na parte superior da tela e também existem botões de “Próximo” e “Anterior” no rodapé (Veja a figura 3.4.4), e para acessar a página de parâmetros iniciais, o botão tem o nome de “Tela Inicial” (Veja a figura 3.4.5).

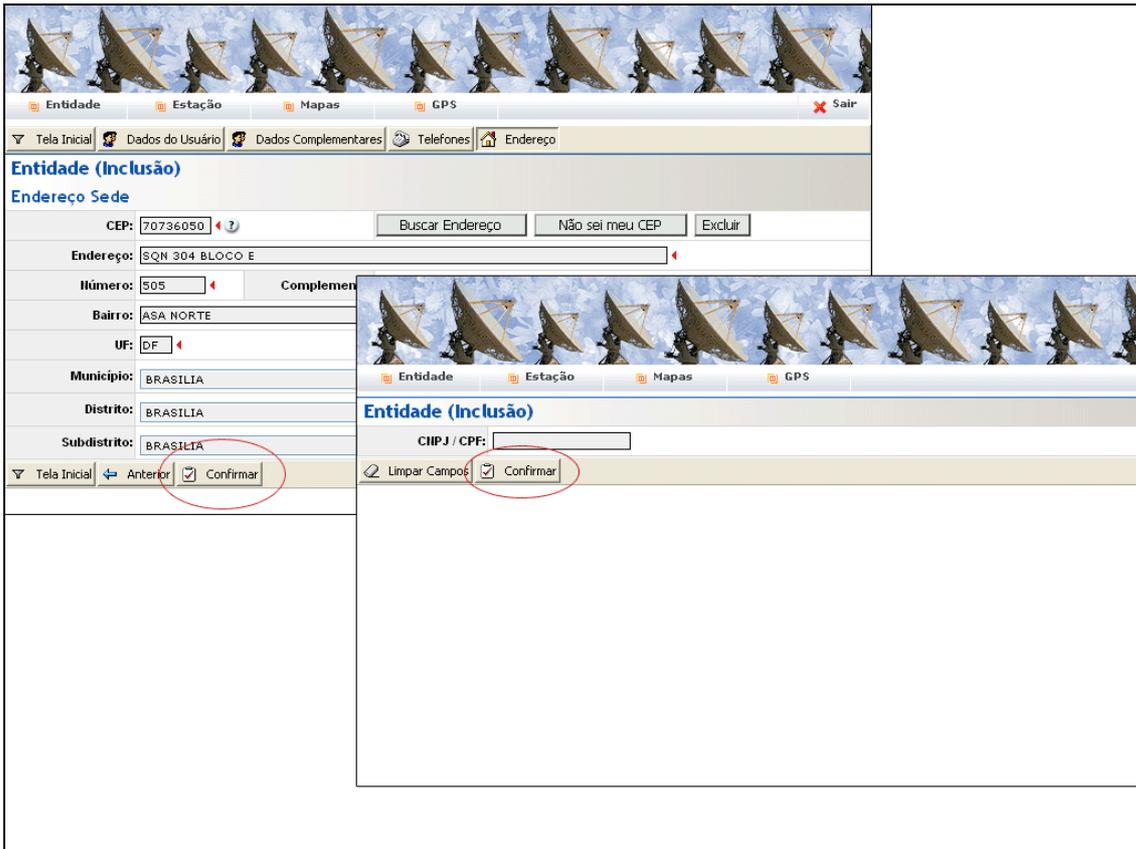


Figura 3.4.3 – Botão “Confirmar”.

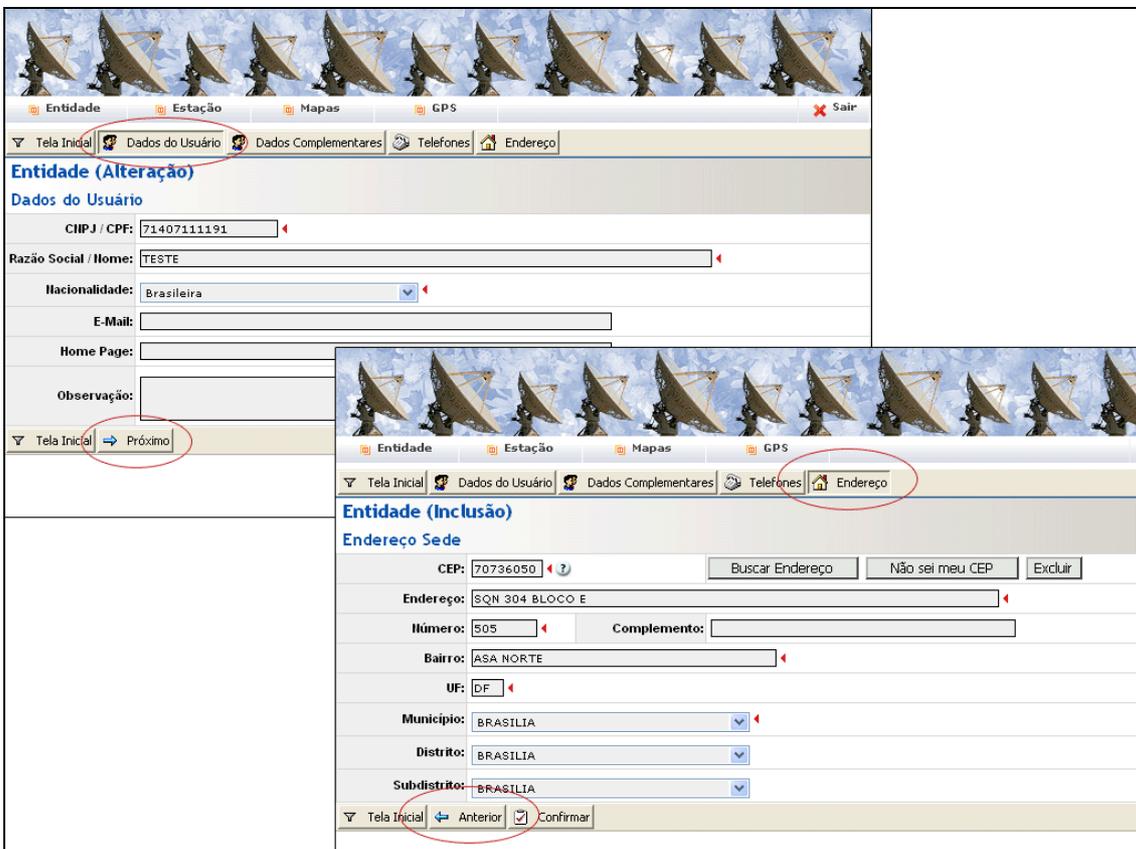


Figura 3.4.4 – Botões “Próximo” e “Anterior”, e aba nominal com imagens.

Figura 3.4.5 – Botões “Tela Inicial”.

A tela acessada pelo menu “Entidade >> Incluir” é a tela utilizada para a inclusão dos dados da Entidade e solicita-se como parâmetro a digitação do CNPJ ou CPF da empresa/usuário, que é o proprietário da(s) estação(ões) geradora(s) de freqüência. Nesta tela dados complementares podem ser cadastrados e alterados.

3.5 CLASSE CEP

(Surgiu a necessidade de centralizar e integrar os endereços devido à grande quantidade de correspondências, principalmente boletos de cobrança, devolvidas pelo Correio a ANATEL, principalmente por endereços incompletos ou que não existiam. Diante de tais fatos, a ANATEL era obrigada a abrir um processo de cobrança, e muitos usuários inadimplentes processavam a ANATEL por não ter recebido nenhuma notificação oficial sobre o débito. E normalmente ganhavam o processo, e a ANATEL ficava com o prejuízo do débito e as custas processuais.

Após a implantação da classe e do banco de dados do CEP, todos os processos de cobrança foram refeitos e enviados os avisos de débito e cobrança, onde mais de 90% dos casos os devedores quitaram tais débitos.

A Classe CEP foi desenvolvida pelo analista de sistemas da ANATEL, Bruno Coura, para facilitar a busca dos endereços e padronizar os cadastros a fim de evitar que endereços errôneos sejam inseridos no banco de dados.

A classe funciona de forma independente em seus processos internos (críticas, recuperação de dados, etc) sem afetar os programas que a utilizam.) **Substituir por um parágrafo ressaltando a importância dos endereços corretos e que por isso foi necessário a classe CEP.**

A sua utilização no projeto é de forma que nas telas onde se faz necessário a utilização do endereço, é inserido um único *include* da página da Classe e para utilizar as propriedades, são feitas chamadas para as funções em ASP.

A principal característica da classe CEP é a geração de código em *JavaScript* na página que está utilizando-a para controle dos *combos* de Município, Distrito e Subdistrito de acordo com o a UF do CEP digitado. Estas funções estão gravadas em um banco de dados e são montadas na página do cliente para evitar que seja submetida à página a cada escolha de Município ou Distrito.

Ela funciona de forma que, ao ser digitado o CEP, tem que clicar no botão “Buscar Endereço”, e o resultado da consulta mostra todos os dados pertinentes a este número do CEP digitado, e já preencherá na tela os campos da sigla da Unidade da Federação, logradouro e bairro (caso não for CEP genérico), e o *combo* do município. A partir do preenchimento desse *combo*, será possível o preenchimento dinâmico do Distrito e pelo mesmo processo, se existir, monta-se o *combo* do Subdistrito. (Veja como ocorre este processo nas figura 3.5.1 a 3.5.5).

The screenshot shows a web application interface with a header featuring a row of satellite dishes. Below the header is a navigation bar with tabs: Entidade, Estação, Mapas, GPS, and Sair. A secondary navigation bar contains links: Tela Inicial, Dados do Usuário, Dados Complementares, Telefones, and Endereço. The main content area is titled "Entidade (Inclusão)" and "Endereço Sede". It contains a form with the following fields and controls:

- CEP: 13010900 (with a dropdown arrow)
- Buttons: "Buscar Endereço", "Não sei meu CEP", and "Excluir"
- Endereço: (text input)
- Número: (text input) and Complemento: (text input)
- Bairro: (text input)
- UF: (text input)
- Município: (dropdown menu)
- Distrito: (dropdown menu)
- Subdistrito: (dropdown menu)

At the bottom of the form, there is a navigation bar with links: Tela Inicial, Anterior, and Confirmar.

Figura 3.5.1 – Preenchimento do CEP.

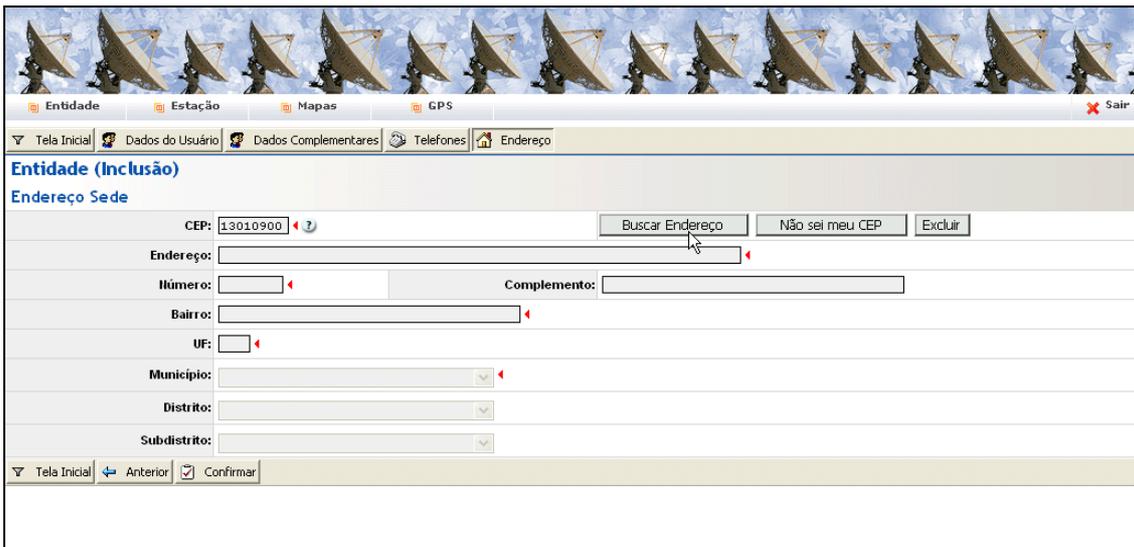


Figura 3.5.2 – Clica no “Buscar Endereço”.

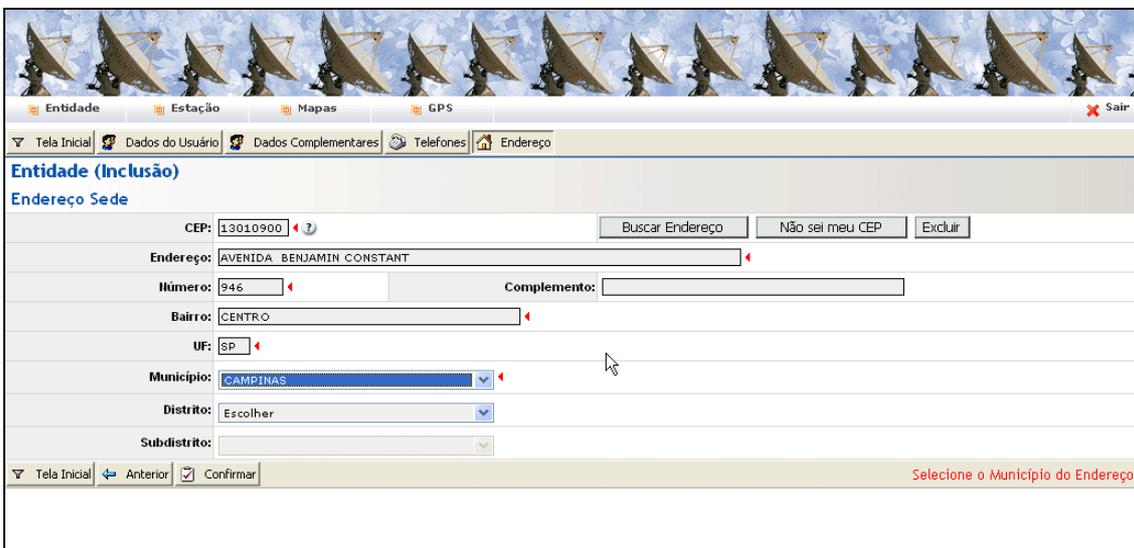


Figura 3.5.3 – A classe retorna os dados do endereço, já com o Município preenchido.

Entidade Estação Mapas GPS Sair

Tela Inicial Dados do Usuário Dados Complementares Telefones Endereço

Entidade (Inclusão)
Endereço Sede

CEP: 13010900

Endereço: AVENIDA BENJAMIN CONSTANT

Número: 946 Complemento:

Bairro: CENTRO

UF: SP

Município: CAMPINAS

Distrito: Escolher

Subdistrito:

Tela Inicial Anterior Confirmar

Selecione o Distrito do Endereço.

Figura 3.5.4 – Escolha dinâmica do Distrito.

Entidade Estação Mapas GPS Sair

Tela Inicial Dados do Usuário Dados Complementares Telefones Endereço

Entidade (Inclusão)
Endereço Sede

CEP: 13010900

Endereço: AVENIDA BENJAMIN CONSTANT

Número: 946 Complemento:

Bairro: CENTRO

UF: SP

Município: CAMPINAS

Distrito: CAMPINAS

Subdistrito:

Tela Inicial Anterior Confirmar

Selecione o Distrito do Endereço.

Figura 3.5.5 – Escolha dinâmica caso houver Subdistrito.

3.6 BANCO DE DADOS CEP

Este banco de dados consiste em centralizar todas as informações de endereços do Brasil que estão cadastrados nos Correios integrados com os endereços disponibilizados no IBGE.

Devido à gama de atualizações existentes tanto nos Correios como no IBGE, esse banco de dados sofre atualizações periódicas, onde essas informações atualizadas são recuperadas de um CD (*Compact Disc*) disponibilizado pelos Correios, devido a um convênio entre esta empresa e a ANATEL. As atualizações vindas do IBGE podem ser recuperadas através de arquivos disponibilizados no *site* do Instituto.

3.7 INTERFACEIBGE

O programa InterfacelBGE foi desenvolvido com a função de transformar os dados dos arquivos que contém a representação cartográfica dos polígonos Estaduais e Municipais em arquivos XML, de forma que cada arquivo XML, tem o nome composto pela UF de origem.xml (exemplo DF.xml), para que posteriormente sejam utilizados na construção dos municípios brasileiros de forma vetorial no mapa, mas esse processo será mais detalhado no item 3.10 deste capítulo.

O procedimento para fazer download dos arquivos no site do IBGE, foi o seguinte: www.ibge.gov.br, módulo: Mapas Interativos >> Mapa de Divisões Territoriais, ao carregar a tela clica-se no quadrado (*checkbox*) no menu a esquerda da tela, após esse procedimento carregará na tela o mapa e para fazer o *download* do arquivo clica-se no botão “Extrair”. Ao concluir todos os passos, o arquivo deve ser salvo, e ele estará “zipado”, contendo vários arquivos com extensões DBF, SHP e SHX.

Neste projeto utilizaremos o arquivo cujo nome é “mun_01.shp”. O arquivo com extensão SHP não é reconhecido pelo windows, e foi necessário a utilização do programa Spring 4.2 [www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html], para transformá-lo em um arquivo com extensão TXT, denominado “municipios_limites.txt” (Veja no Anexo 1 um trecho deste arquivo), para que desta forma seja feita a leitura dos dados deste arquivo texto pelo programa InterfacelBGE.

O programa InterfacelBGE lê os dados do arquivo texto e os transforma em dados de um arquivo XML, de maneira que estes possam ser interpretados no programa de georeferenciamento, desenvolvido neste projeto, e que fará a montagem dos polígonos Estaduais e Municipais.

A Figura 3.7.1 mostra a como é o programa InterfacelBGE, neste passo demonstrado o usuário clicará em “Conectar”, para o programa abrir uma conexão com o banco de dados, após o sucesso desse passo, é necessário escolher qual a Unidade da Federação que o usuário quer gerar o arquivo em XML, após a escolha (Figura 3.7.2), clica-se em “GerarXML”, e o programa gerará o arquivo tipo XML na mesma pasta de arquivos onde o programa está armazenado no computador.



Figura 3.7.1 – InterfacelBGE.



Figura 3.7.2 – Interface IBGE.

3.8 INTERFACE GPS

Para o desenvolvimento do projeto foi adquirido um GPS da marca Garmin, modelo eTrex Vista (Figura 3.8.1) que funciona com duas pilhas AA. Acompanha o GPS um cabo de interface para PC com conector série RS232 (Figura 3.8.2) para transferência de dados do aparelho para um computador e um CD-ROM Garmim MapSource que não será utilizado nesse projeto.



Figura 3.8.1 – GPS Garmin eTrex Vista.
[www.garmin.com/products/etrexVista/index.jsp]



Figura 3.8.2 – Cabo de interface para PC com conector série RS232.
 [http://shop.garmin.com/accessory.jsp?sku=010%2D10206%2D00]

É exatamente nessa transferência de dados que está uma das partes mais interessantes desse projeto, pois foi desenvolvido na linguagem de programação Visual Basic, um software que “substituirá” o software do fabricante do GPS. Este software, que doravante será denominado InterfaceGPS, foi desenvolvido com base em uma pesquisa no *site* do próprio fabricante e no manual do produto [www.sightgps.com.br/suporte/manuais/etrexVista.pdf, página 63], o que possibilitou a leitura de informações geradas pelo GPS através da mudança da forma com que estes dados são enviados pelo cabo, pois se enviados da forma padrão do GPS, ele retorna no formato particular de fábrica, sendo assim impossível de decodificar. Com esta alteração será possível a recuperação das coordenadas que o GPS está recebendo dos satélites no exato instante, para que estas, em conjunto com o nome da estação, sejam armazenadas no banco de dados, para que posteriormente seja feita a comparação dos dados informados pelas operadoras com os dados recuperados pelo GPS.

O procedimento para a troca do formato do envio dos dados do GPS se dá de forma que, ao ligar o GPS, o usuário terá que entrar no Menu Principal >> Definições >> Interface, e no item Formato Dados Série, o *default* do aparelho é “GARMIN”, alterar para “Saída Texto”, e o item Baud, o *default* do aparelho é “4800”, alterar para “9600”. Com essas alterações é possível, ao conectar o cabo de interface para PC, interpretar os dados enviados do GPS para a estação de trabalho, pois desta forma o GPS permite a saída de texto ASCII simples contendo localização e velocidade. Esta configuração é simples e será apresentada na implementação.

Os dados do GPS para o computador são enviados no formato da tabela (Tabela 3.8.1) abaixo, que foram obtidos em um arquivo denominado text_out.txt (Anexo 2) no *site* do fabricante. [www.garmin.com, módulo: Support >> Technical Support >> Device Interface SDK >> Download the Garmin Simple Text Output Format]

Abaixo será mostrado o formato do Texto Simples de Saída do GPS:

O texto simples de saída (ASCII) contém hora, posição e velocidade em tamanhos de campos fixos (não delimitados) definidos na tabela abaixo:

	Descrição do Campo	Tamanho	Notas
	Sentença Inicial	1	Sempre '@'
T	Ano	2	Últimos 2 dígitos do ano
E	Mês	2	Mês, “01”... “12”

M P O	Dia	2	Dia do mês, "01" ... "31"
	Hora	2	Hora, "00" ... "23"
	Minuto	2	Minuto, "00" ... "59"
	Segundo	2	Segundo, "00" ... "59"
P O S I Ç Ã O	Hemisfério Latitudinal	1	'N' ou 'S'
	Posição Latitudinal	7	WGS84 ddmmmmm, com um decimal subentendido após o quarto dígito
	Hemisfério Longitudinal	1	'E' ou 'W'
	Posição Longitudinal	8	WGS84 dddmmmmmm, com um decimal subentendido após o quinto dígito
	Status posição	1	'd' – se o corrente 2D diferencial GPS posição. 'D' - se o corrente 3D diferencial GPS posição. 'g' - se o corrente 2D GPS posição. 'G' - se o corrente 3D GPS posição. 'S' - se simulada posição. '_' - se inválida posição
	Posição Horizontal de erro	3	EPH em metros
	Altitude sinal	1	'+' ou '-'
Altitude	5	Altura em relação ao nível do mar em metros	
V E L O C I D A D E	Velocidade de direção Leste/Oeste	1	'E' ou 'W'
	Velocidade de Magnitude Leste/Oeste	4	Metros por Segundo em décimos ("1234" = 123.4 m/s)
	Velocidade de direção Norte/Sul	1	'N' ou 'S'
	Velocidade de Magnitude Norte/Sul	4	Metros por Segundo em décimos ("1234" = 123.4 m/s)
	Velocidade Vertical de direção	1	'U' (sobe) ou 'D' (desce)
	Velocidade Vertical de Magnitude	4	Metros por Segundo em centésimos ("1234" = 123.4 m/s)
	Sentença Final	2	Caractere de retorno de linha, '0x0D', e Caractere de quebra de linha '0x0A'

Tabela 3.8.1 - Formato do Texto Simples de Saída.

Se um valor numérico não preenche todo o tamanho de campo, o campo será preenchido com o valor "0"s (zeros), como por exemplo, uma altitude de 50 metros acima da MSL (Mean Sea Level, o mesmo que Média do Nível do Mar) será representado por "+00050".

Um ou todos os dados nas sentenças do texto (exceto pela sentença inicial e de final) podem ser substituídos por *underscores* (_) para indicar campo/dado inválido.

Com base nessas informações foi desenvolvido o InterfaceGPS na linguagem Visual Basic. Para a leitura dos dados da porta serial do GPS foi utilizado uma ferramenta da própria linguagem que se chama, MSComm. Com a utilização dessa propriedade foi possível abrir conexão com a porta serial, recuperar os dados que estão sendo enviados por esta, e fechá-la em seguida. Desta forma, é possível capturar cada um dos campos, tratá-los e inseri-los no banco de dados PFPriscila.

Com o uso da ferramenta GPS fica facilitada a fiscalização das estações geradoras de frequência e, principalmente, a diminuição do índice de falha humana do fiscal na operação do GPS e na recuperação das coordenadas, pois o fiscal somente terá que conectar o GPS ao notebook, e ligá-los, e desta forma ao clicar no botão “Recuperar Dados” do InterfaceGPS, o programa irá capturar as coordenadas exatas enviadas pelos satélites para o GPS naquele minuto, e o fiscal irá escolher a estação que está sendo fiscalizada no *combo* que estará sendo alimentado com as estações cadastradas pelas operadoras da tabela de Estacao do banco de dados PFPriscila (Figura 3.8.3) , e clica-se no botão “Gravar”. Assim, com os dados previamente cadastrados pela operadora e estes dados recuperados do GPS, poderá ser realizada uma comparação, e assim confirmar se os dados informados pela operadora estão corretos, e se estão dentro da margem de erro aceitável ou se estão fora dos padrões estipulados.

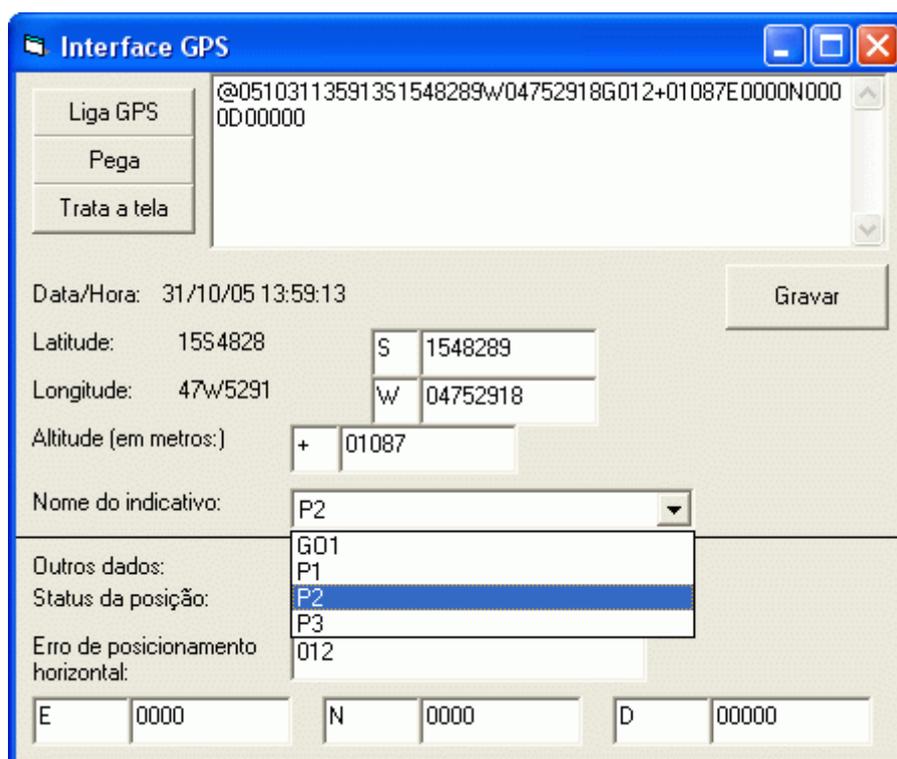


Figura 3.8.3 – InterfaceGPS.

3.9 MAPAS E O GEOREFERENCIAMENTO

O acesso para este módulo do projeto é feito pelo sistema InterfaceWeb, no menu Mapas >> Consultar. E tem como finalidade mostrar as estações

geradoras de frequência cadastradas em cada município de forma simples e visualmente fácil.

Ao entrar na tela, o único parâmetro obrigatório é a Unidade da Federação (UF), e também pode entrar com o CNPJ/CPF, que mostrará somente os dados desta Entidade na UF escolhida, ou ainda poderá escolher qual o Município que deseja verificar as estações.

Ao clicar no botão confirmar, abrirá uma tela com o nome “Módulo Mapas - VML”, onde será exibido do lado esquerdo da janela o mapa da UF escolhida. Na barra de status do *browser* aparecerá primeiramente uma mensagem dizendo: “Aguarde enquanto o XML da UF é carregado” e após isso mostrará “Carregando o polígono do município de X”, onde o X será o nome do município que o programa estará desenhando naquele instante. Ao terminar de desenhar todas as margens territoriais municipais, o programa exibirá o mapa da UF escolhida, onde é possível verificar a exata posição geográfica do ponto onde o mouse estiver sobre o mapa. Ao passar o mouse sobre um município, o mesmo passará a ter um contorno vermelho (Veja a figura 3.9.1), para que se destaque e caso deseje entrar somente naquele município. Caso ocorra o clique do mouse sobre o município que estiver com o contorno vermelho, abrirá outra janela e ocorrerá o mesmo processamento do desenho do mapa citado acima, mas somente do município escolhido.

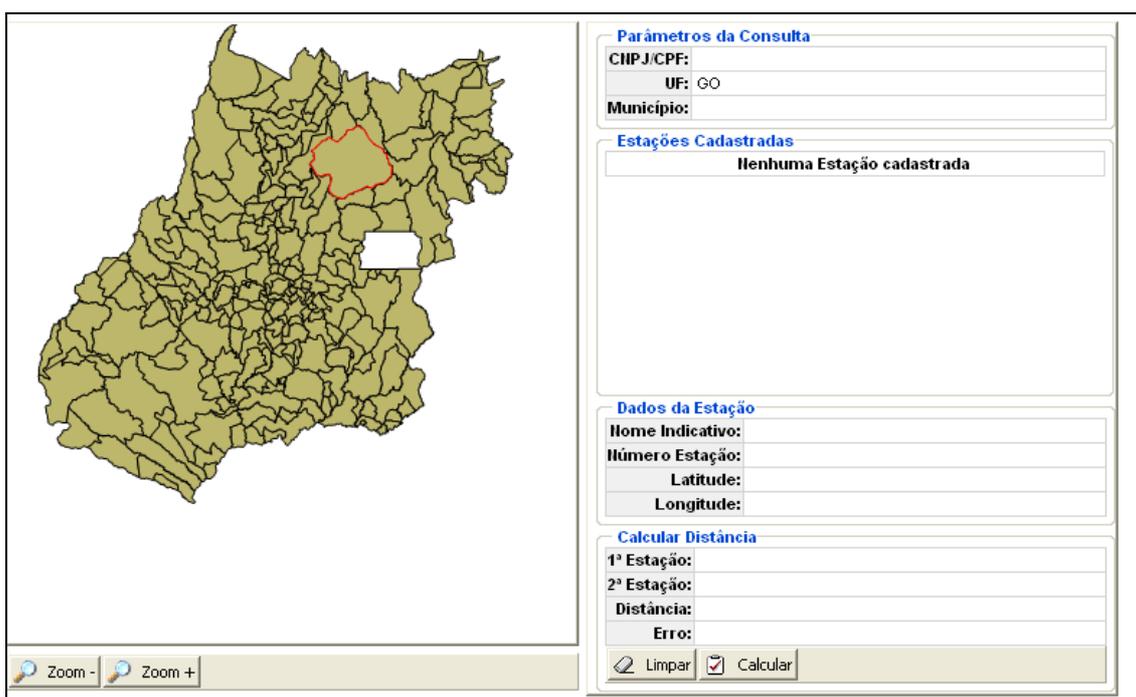


Figura 3.9.1 – Município selecionado em vermelho.

No lado direito da tela “Módulo Mapas - VML”, terá uma lista com as estações geradoras de frequência cadastradas no banco de dados. Nesta lista contem os dados:

- Número da Estação: um número seqüencial e único, gerado pelo sistema;
- Indicativo: é o nome da estação geradora de frequência;

- IndGPS: é o indicador se estes dados foram recuperados do GPS (S) ou foram informados pela operadora (N).

Quando clicar no quadrado referente à estação que quer verificar, se esta for originada dos dados do GPS ela será plotada no mapa na cor vermelha, e caso a estação tiver como origem o cadastramento feito pela operadora responsável ela será plotada na cor verde (Veja a figura 3.9.2).

Parâmetros da Consulta

CNPJ/CPF: _____
 UF: DF _____
 Município: _____

Estações Cadastradas

<input checked="" type="checkbox"/>	Num Estação	Indicativo	IndGPS
<input checked="" type="checkbox"/>	1	P1	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	2	P2	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	3	P2	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	4	P3	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	5	P3	Sim

Dados da Estação

Nome Indicativo: _____
 Número Estação: _____
 Latitude: _____
 Longitude: _____

Calcular Distância

1ª Estação: _____
 2ª Estação: _____
 Distância: _____
 Erro: _____

Limpar Calcular

Zoom - Zoom + LG: 47.29º(oeste) LT: 15.90º(sul)

Figura 3.9.2 – Estações plotadas.

Ao clicar na estação plotada no mapa, será possível verificar os dados cadastrais da estação ao lado direito da tela, no item “Dados da Estação”, onde poderá verificar a latitude e longitude cadastrada no banco de dados.

Caso houver no mínimo duas estações plotadas no mapa, será possível o cálculo da distância das estações. Isso será possível se clicar no mapa em cima das duas estações desejadas, e clicar no botão “Calcular”, localizado no canto direito da tela, após esse procedimento aparecerá no campo “Distância”, o valor da distancia em Km(s) (quilômetros) referente às duas estações escolhidas e no campo “Erro”, mostrará se a distância entre a “1ª estação” e a “2ª estação” está dentro da margem de erro permitida, que é de 30 metros de raio (Veja figura 3.9.3).

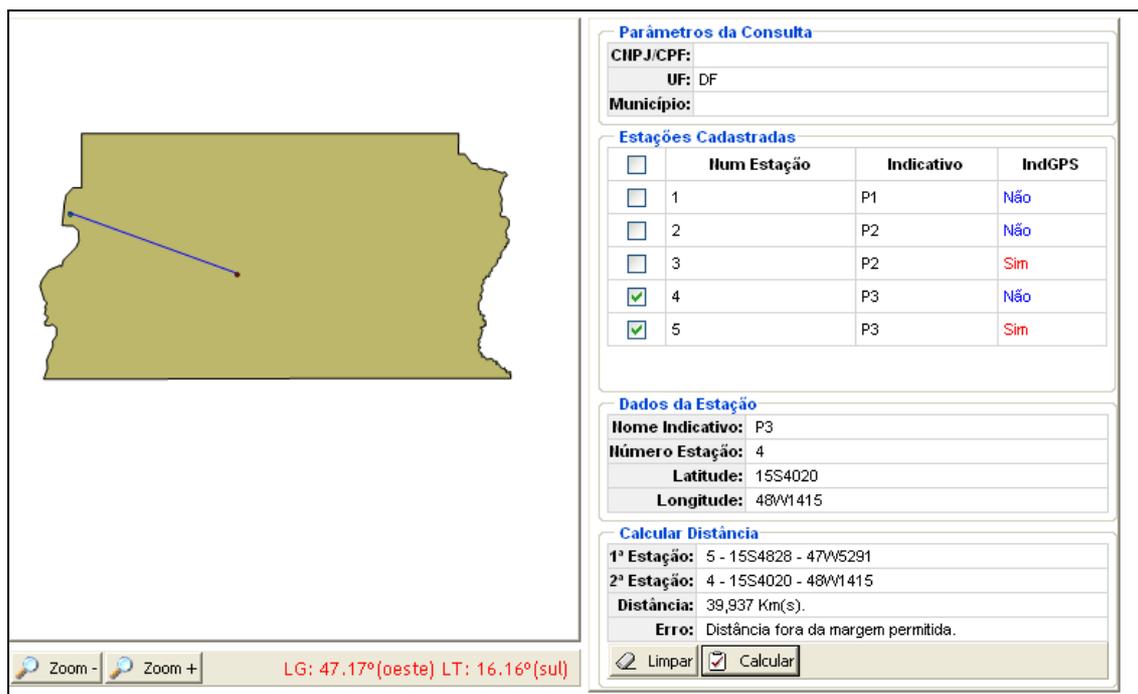


Figura 3.9.3 – Distância entre as estações plotadas.

3.9.1 Georeferenciamento

O termo georeferenciamento pode ser compreendido como a transformação em *pixel*, de uma imagem cartográfica, de sua correspondente coordenada geográfica.

Pixel é a abreviação de picture element (elemento da foto). É a menor parte de uma imagem digitalizada. Um *pixel* é posicionado, em um plano cartesiano, através da valoração dos eixos X e Y. A combinação de cores, no padrão RGB, associadas a um ponto localizado nos eixos X e Y, compõe um *pixel*, que em conjunto com os demais, irá formar uma imagem. [www.imasters.com.br/artigo.php?cn=1681&cc=32]

Dependo da projeção cartográfica adotada, a análise de um mapa, possibilita a localização de um determinado ponto a partir de informações de sua Latitude e Longitude. Em um plano cartesiano, a Latitude pode ser compreendida como um ponto associado ao eixo Y e a Longitude como um ponto associado ao eixo X. Empregando-se essa analogia, consideramos que a localização de um ponto qualquer (*pixel*) de uma imagem correspondente à intersecção entre o eixo X e o eixo Y, seria equivalente, após a aplicação de um determinado algoritmo de conversão, ao valor de uma coordenada geográfica (Latitude e Longitude).

O georeferenciamento consiste em um conjunto de funções que transformam dados de planos cartesianos, armazenados em arquivos no formato XML, em *pixels*, os quais serão utilizados para desenhar polígonos que representam as UFs e seus municípios.

O arquivo XML possui informações sobre cada UF e seus respectivos municípios. Essas informações são: Código, Nome, Numero, Comprimento, Xminimum, Yminimum, Xmaximum, Ymaximum, e o NumeroPontos. Onde:

- Codigo: é o código dado para o município, conforme a tabela de Município do banco de dados PFPriscila.
- Nome: é o nome do município.
- Numero: é o código do polígono, conforme a tabela de MunicípioPoligono do banco de dados PFPriscila.
- Comprimento: é à distância dos extremos do município.
- Xminimum: é o ponto que indica o ponto mínimo no eixo x, ou seja, a menor coordenada de longitude.
- Yminimum: é o ponto que indica o ponto mínimo no eixo y, ou seja, a menor coordenada de latitude.
- Xmaximum: é o ponto que indica o ponto máximo no eixo x, ou seja, a maior coordenada de longitude.
- Ymaximum: é o ponto que indica o ponto máximo no eixo y, ou seja, a maior coordenada de latitude.
- NumeroPontos: é o número de pontos que irá compor o polígono.

Estes pontos que indicam o máximo e o mínimo do tamanho do polígono que irão definir o ponto de encaixe entre um município e outro, ou seja, os limites municipais, para assim montar a Unidade da Federação completa.

Para desenhar o polígono que representa o Município ou a UF é empregada a linguagem VML (Vector Markup Language). A VML é um sub-sete da linguagem HTML (Hyper Text Markup Language), e permite a geração de figuras vetoriais, correspondentes a polígonos pré-definidos, ou seja: line, polyline, curve, roundrect, oval, arc e image. Os pontos geográficos que contornam o Município ou a UF, após serem convertidos em *pixel*, são repassados ao VML que gera, então, a figura vetorial correspondente.

A plotagem das estações é feita de forma semelhante ao desenho dos limites dos municípios, sendo que elas são representadas por figuras poligonais do tipo oval.

Capítulo 4 - Testes, Simulações, Condições/Requisitos operacionais e Resultados

Neste capítulo serão mostrados os resultados que foram obtidos e analisados nos testes e simulações dos módulos do projeto.

Também serão citados os problemas que foram ocorrendo durante o desenvolvimento deste projeto.

4.1 TESTES

Neste item serão citados os testes efetuados no InterfaceWeb, do GPS com o programa InterfaceGPS, quanto a plotagem das estações no mapa e a distância entre duas destas.

4.1.1 InterfaceWeb

Na parte de cadastro do proprietário da estação, foram feitos testes com um proprietário sendo Pessoa Física e outro cadastrado sendo uma Pessoa Jurídica, em ambos os testes foram realizados com sucesso.

4.1.2 GPS

Na proposta inicial deste projeto, tinha-se a idéia de recuperar os dados dos pontos armazenados na memória do GPS, que estariam com o nome da estação desejada, para assim inserir no banco de dados para a comparação. Porém, durante a implementação verificou-se que isso não é possível, devido à segurança do fabricante do GPS.

Esse imprevisto fez com que houvesse uma mudança na parte da leitura dos dados do GPS neste projeto, pois a única forma encontrada de ler o dados do GPS via porta serial, é lendo os dados que estão sendo recuperados pelo GPS dos satélites de minuto em minuto, e como o GPS não recupera estes dados dos satélites estando em lugares cobertos, ou que possuam alguma obstrução para o céu, os testes tiveram que ocorrer em lugares de céu aberto, e assim terá que ser realizada a apresentação do projeto implementado.

4.1.3 Plotagem

Para testar a parte da plotagem das estações no mapa, são feitos os cálculos para transformar os segundos e os minutos das coordenadas geográficas em graus, mapeando esta informação em *pixel*, representando a estação geradora de frequência em análise.

Exemplo:

- 1) Coordenada de latitude: 15°40'30"
Cálculo: $15 + (40 \div 60) + (30 \div 3600) = 15,675^\circ$
- 2) Coordenada de longitude: 48°S14'00"
Cálculo: $48 + (14 \div 60) + (00 \div 3600) = 48,2333^\circ$

4.1.4 Distância das estações

Para verificar se as funções desenvolvidas estavam de acordo com a teoria pesquisada sobre a distância das estações, foram feitos vários cálculos.

Para validar se a função do cálculo da distância, desenvolvida para este projeto, entre duas estações estava correta, foi utilizada também a página www.epa.gov/athens/learn2model/part-two/onsite/ll-dms.htm, pois nesta encontramos um programa que faz essa verificação. Inclusive esta foi a única página encontrada na Internet que possui um programa que informa corretamente a distância entre coordenadas geográficas.

Um exemplo de uma página que possui o cálculo errôneo é a www.sulcom.com.br/c/calculo_de_distancia.shtml. É possível simular o erro digitando coordenadas geográficas iguais nos dois pontos. Ao realizar esse procedimento verifica-se que a distância não é zero.

4.2 SIMULAÇÕES

Neste item serão citadas as simulações efetuadas no projeto, como as realizadas entre GPS e o InterfaceGPS, e a parte do mapa no InterfaceWeb.

4.2.1 GPS

Nas simulações do software que recupera os dados enviados do GPS para o computador, o InterfaceGPS, foram realizadas várias leituras e recuperações de dados de posição em diferentes pontos de Brasília – DF, para que pudéssemos comparar com as informações das estações cadastradas pelo software Web, o InterfaceWeb.

Após o GPS identificar no mínimo 3 (três) satélites com sinal de intensidade suficiente para realizar a leitura, o InterfaceGPS já pode ser utilizado, fazendo com que as capturas dos dados enviados pelo GPS sejam todas bem sucedidas.

A Figura 4.2.1.1 mostra as coordenadas geográficas recuperadas de um ponto no estacionamento do Bloco F no Setor de Autarquias Sul, Quadra 5, Brasília, Distrito Federal. Como pode ser visto no campo branco grande, é enviado pelo GPS uma string contendo todos os dados que são necessários para se obter a posição exata de onde o GPS está ligado no exato minuto. Desmembrando esta string é possível obter a latitude e longitude do ponto onde o GPS está ligado. E foi exatamente o que foi feito, a seleção dos dados que interessam para armazenar no banco de dados, associando a estação que está sendo fiscalizada (Figura 4.2.1.2).

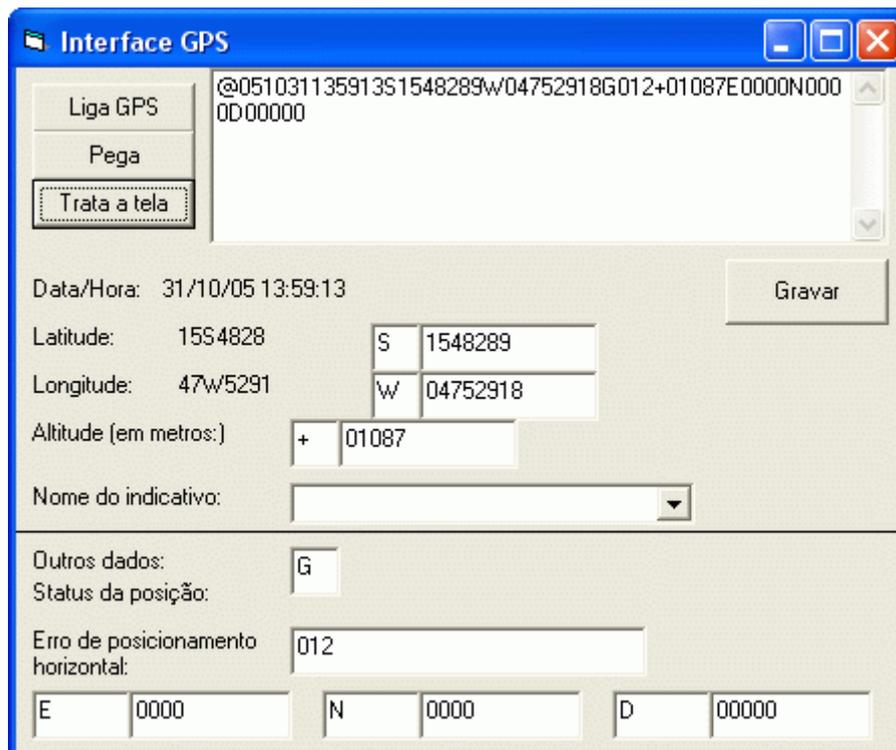


Figura 4.2.1.1 – Coordenadas Geográficas do SAS – Brasília – DF.

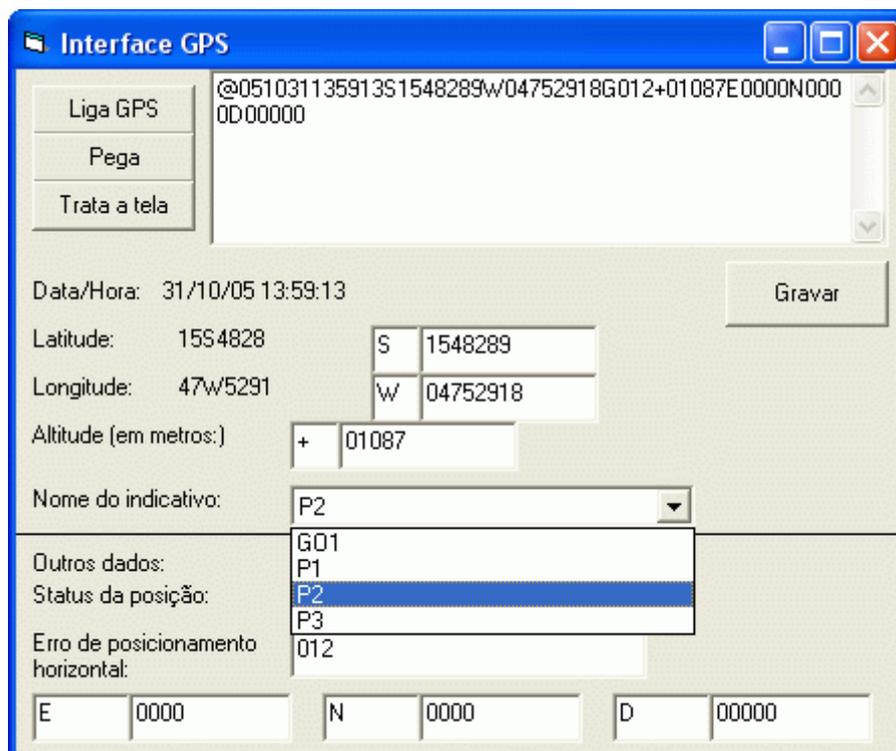


Figura 4.2.1.2 – Escolhendo a estação que está sendo fiscalizada.

4.2.2 Mapa

Para simular se o cálculo da distância entre as estações estava correto foram feitas simulações, como a do proprietário da estação, efetuar o

cadastramento da estação em uma coordenada geográfica no extremo do Distrito Federal pelo sistema InterfaceWeb, para que assim, quando capturar, pelo InterfaceGPS, as coordenadas geográficas onde está localizado o GPS, que no caso foi no centro do Distrito Federal, mais especificamente no Setor de Autarquias Sul - Brasília, à distância entre os dois pontos seja grande, questão de quilômetros de distância (Figura 4.2.2.1). E também foi cadastrada uma estação pelo InterfaceWeb, com as mesmas coordenadas recuperadas do InterfaceGPS, para que possa verificar se a distância da estação informada pelo proprietário e da recuperada pelo InterfaceGPS, seja inferior a margem de erro permitida, que é de 30 metros de raio (Figura 4.2.2.2).

Feita essas simulações verificou-se a eficácia dos cálculos realizados pelo software proposto neste projeto.

Parâmetros da Consulta

CNPJ/CPF: _____
 UF: DF
 Município: _____

Estações Cadastradas

<input type="checkbox"/>	Hum Estação	Indicativo	IndGPS
<input type="checkbox"/>	1	P1	Não
<input type="checkbox"/>	2	P2	Não
<input type="checkbox"/>	3	P2	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	4	P3	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	5	P3	Sim

Dados da Estação

Nome Indicativo: P3
 Número Estação: 4
 Latitude: 15S4020
 Longitude: 48W1415

Calcular Distância

1ª Estação: 5 - 15S4828 - 47W5291
 2ª Estação: 4 - 15S4020 - 48W1415
 Distância: 39,937 Km(s).
 Erro: Distância fora da margem permitida.

Limpar Calcular

Zoom - Zoom + LG: 47.17º(oeste) LT: 16.16º(sul)

Figura 4.2.2.1 – Estações distantes.

Parâmetros da Consulta

CIPJ/CPF: _____
 UF: DF
 Município: _____

Estações Cadastradas

<input type="checkbox"/>	Num Estação	Indicativo	IndGPS
<input type="checkbox"/>	1	P1	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	2	P2	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	3	P2	Sim
<input type="checkbox"/>	4	P3	Não
<input type="checkbox"/>	5	P3	Sim
<input type="checkbox"/>	6	P1	Sim

Dados da Estação

Nome Indicativo: P2
 Número Estação: 3
 Latitude: 15S5010
 Longitude: 48W1501

Calcular Distância

1ª Estação: 2 - 15S5010 - 48W1500
 2ª Estação: 3 - 15S5010 - 48W1501
 Distância: 0.02873806397061335 Km(s).
 Erro: Distância permitida.

Zoom - Zoom + LG: 47.22°(oeste) LT: 15.97°(sul)

Figura 4.2.2.2 – Estações equivalentes.

4.3 PROBLEMAS

Este item explanará sobre os problemas deparados durante todo o desenvolvimento do projeto.

4.3.1 Softwares

Primeiramente foi instalado no notebook o IIS (Internet Information Services), e depois foi instalado o Microsoft Visual Studio 6.0 que é a ferramenta de desenvolvimento escolhida para este projeto. Depois foi instalada uma versão do SQL Server 2000 para ser usada em computadores locais, chamada MSDE 2000 (Microsoft Desktop Engine), que é o banco de dados utilizado neste projeto.

Porém, ao tentar criar um projeto no Microsoft Visual Interdev, que é a ferramenta para desenvolvimento das páginas ASP e HTML, ocorria um erro que impedia a criação de projetos. Após pesquisas na Internet e várias tentativas, descobriu-se que o problema era a falta de uma opção durante a instalação do IIS, isto é, a “Extensão do Servidor do Front Page 2000”. Outro problema foi à instalação do Microsoft Visual Studio antes de instalar o SQL Server.

Certas incompatibilidades do SQL Server 2000 com o sistema operacional Windows XP, atrasaram o andamento do projeto, pois houve demanda de muito tempo para pesquisas de soluções e também para aplicar as alterações necessárias para fazer o SQL Server funcionar perfeitamente no Windows XP.

4.3.2 GPS

Ao iniciar a etapa de desenvolvimento da sincronização do GPS com banco de dados ocorreram problemas não previstos, pois o notebook onde está sendo desenvolvido todo o projeto não possui porta serial.

Para efetuar a comunicação entre o GPS e o computador através do cabo de interface para PC com conector série RS232, foi necessário à aquisição de um cabo Conversor USB para Serial da marca COMTAC (Figura 4.3.2) que transforma uma saída USB em uma saída serial, acompanhado de um CD de instalação do programa do conversor, permitindo assim que o código do software InterfaceGPS continuasse a ler dados de uma porta serial como estava proposto no projeto.



Figura 4.3.2 – Conversor USB para Serial.

Embora o programa de instalação do CD do conversor tenha acusado incompatibilidade com o sistema operacional Windows XP do notebook, foi instalado com sucesso, transformando a porta USB em serial. E não ocasionou problemas na execução do programa que lê a porta serial, o InterfaceGPS.

Sendo assim, conclui-se que o sistema pode funcionar com uso de notebook com e sem porta serial.

4.3.3 Distância das estações

Devido ao zoom do mapa não ser suficiente para uma observação precisa de metros de diferença entre uma estação e outra, foi necessário uma adaptação no programa.

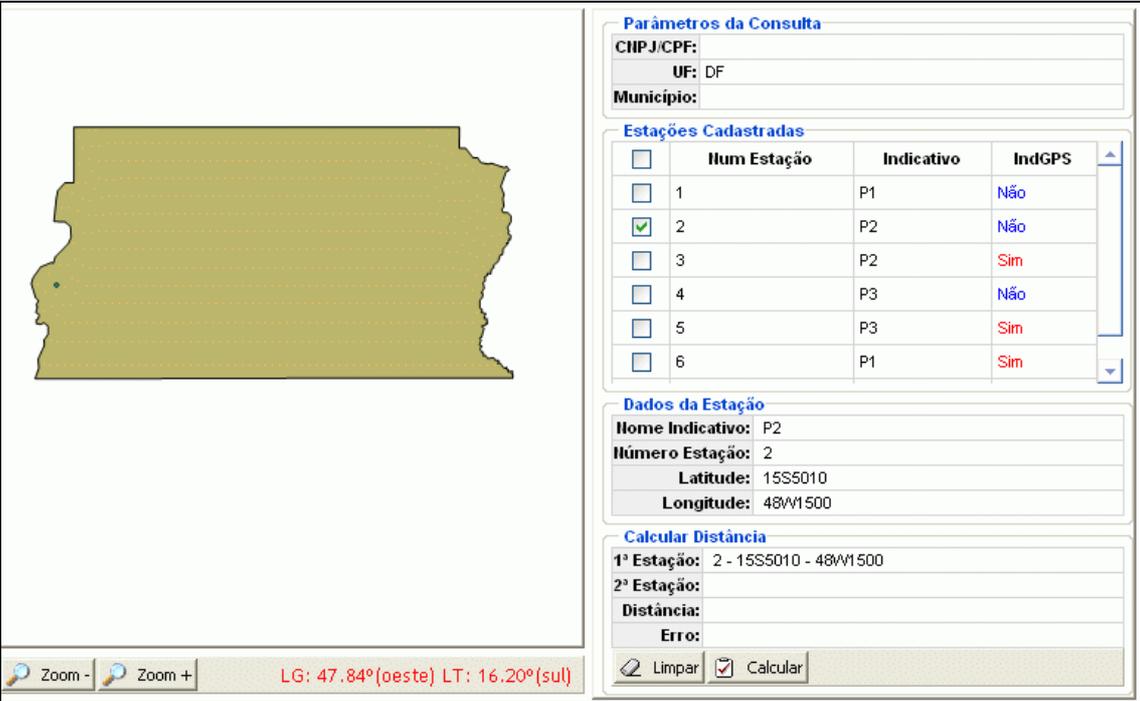
Logo, quando plotar duas estações que são muito próximas ou iguais, é necessário que escolha uma estação primeiramente, e clique sobre o ponto plotado no mapa, para que o programa entenda que ela é uma das estações que vai ser calculada, e depois clica para retirá-la do mapa, e após isso, fazer o mesmo procedimento para plotar a outra estação, que vai ser praticamente em cima de onde foi plotada a anterior, clica-se na segunda estação para ser feito o cálculo da distância entre as duas estações.

4.4 RESULTADOS

Com os testes e simulações citados nos últimos itens deste trabalho, pode-se dizer que todos os resultados almejados foram alcançados com êxito.

4.4.1 Mapa

Tem-se na Figura 4.3.1.1 uma estação plotada, está com a marca azul significa que foi cadastrada pela operadora, cujo nome é “P2”. Na Figura 4.3.1.2, foi plotada em vermelho a estação com o mesmo nome, mas que seus dados vieram do GPS, ou seja, a estação fiscalizada. Para calcular a distância entre as duas estações plotadas foi feito o procedimento citado no item 4.3.3, e obteve-se o resultado da Figura 4.3.1.3, onde pode ser observado que a distância entre as duas estações (a informada e a real) é de 29,255545 metros, que é inferior a 30 metros, o que significa que a distância entre a estação informada e a fiscalizada está dentro da margem de erro permitida (1” = um segundo).



Parâmetros da Consulta

CNPJ/CPF: _____
UF: DF
Município: _____

Estações Cadastradas

<input type="checkbox"/>	Num Estação	Indicativo	IndGPS
<input type="checkbox"/>	1	P1	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	2	P2	Não
<input type="checkbox"/>	3	P2	Sim
<input type="checkbox"/>	4	P3	Não
<input type="checkbox"/>	5	P3	Sim
<input type="checkbox"/>	6	P1	Sim

Dados da Estação

Nome Indicativo: P2
Número Estação: 2
Latitude: 15S5010
Longitude: 48W1500

Calcular Distância

1ª Estação: 2 - 15S5010 - 48W1500
2ª Estação: _____
Distância: _____
Erro: _____

Zoom - Zoom + LG: 47.84°(oeste) LT: 16.20°(sul)

Limpar Calcular

Figura 4.3.1.1 – Estação “P2” plotada em azul.

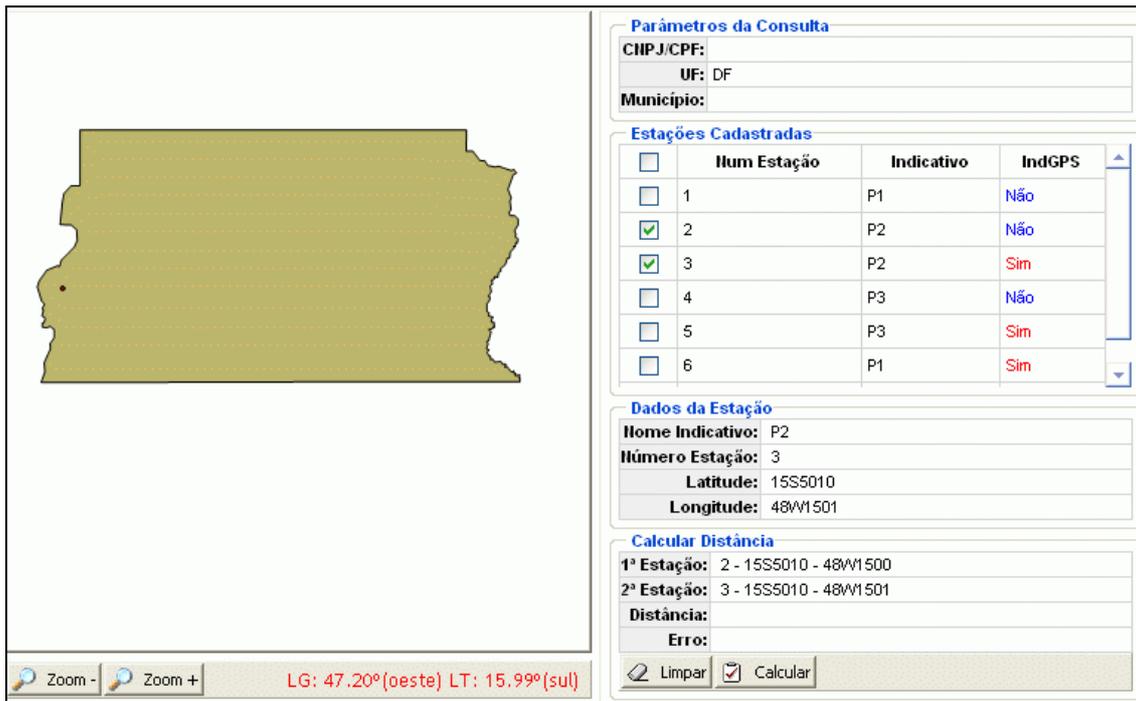


Figura 4.3.1.2 – Estação “P2” plotada em vermelho.

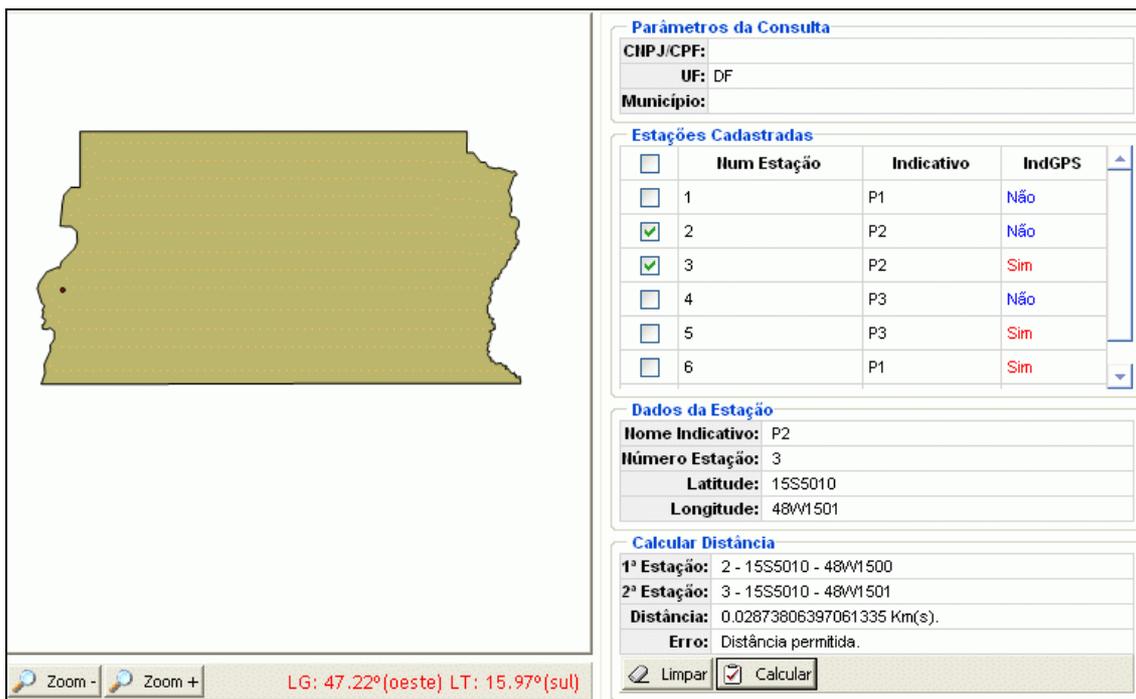


Figura 4.3.1.3 – Distância da estação “P2” azul e vermelha.

Na Figura 4.3.1.4 têm-se duas estações com o mesmo nome, “P3”, porém com uma distância muito grande entre a azul e a vermelha, onde podemos verificar que a distância entre estação informada e a fiscalizada está fora da margem de erro permitida, como é informado no campo “Erro” da figura.

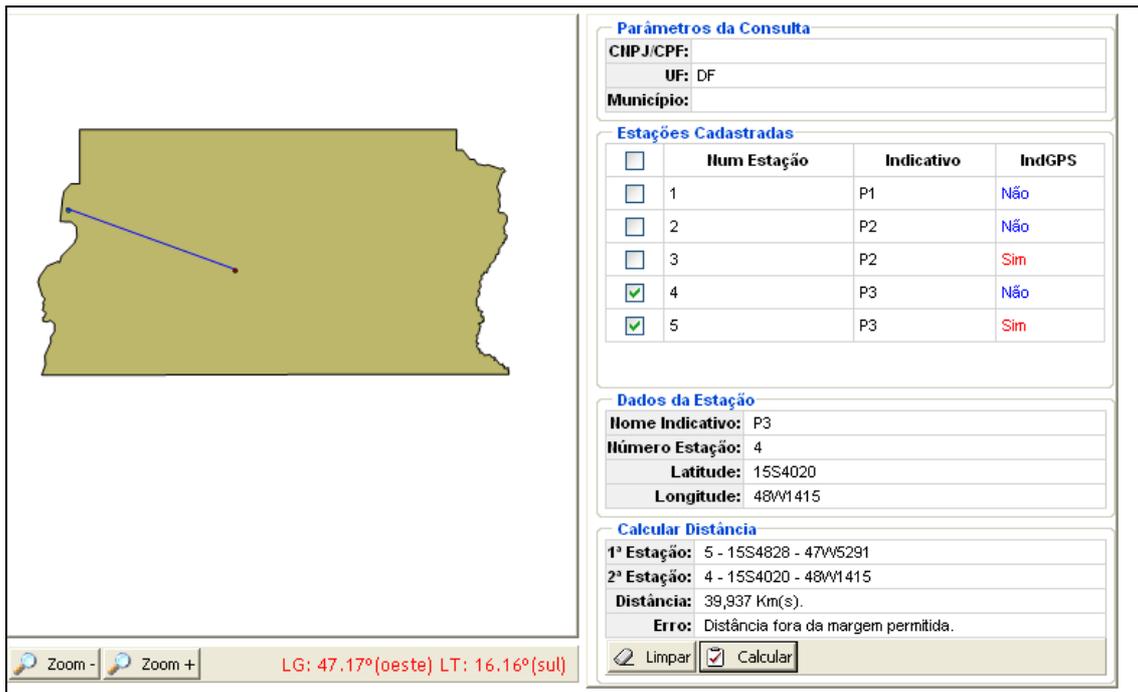


Figura 4.3.1.4 – Distância da estação “P3” azul e vermelha.

4.4.2 GPS

É possível verificar no visor do GPS que os dados que estão sendo capturados pelos satélites são os mesmos que estão sendo capturados pelo software InterfaceGPS (Figura 4.2.2.1).

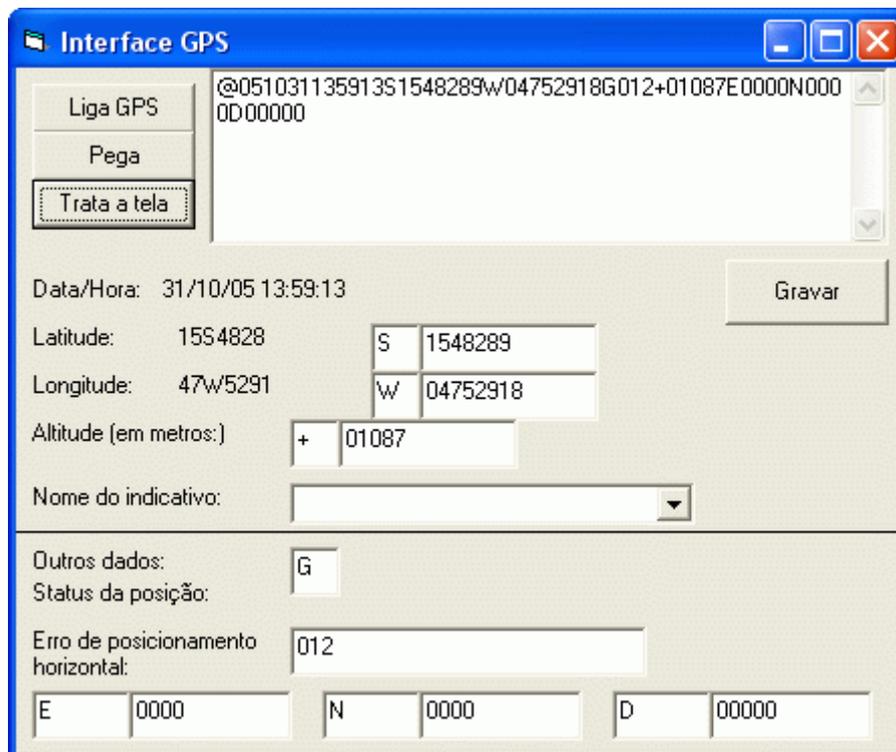


Figura 4.4.2.1 – Captura dos dados do GPS via o InterfaceGPS.

Isso prova a eficácia do programa desenvolvido, e garante que as informações que serão gravadas no banco de dados estão corretas.

4.4.3 Consulta

Foi desenvolvida no InterfaceWeb uma tela de Consulta para que o usuário possa consultar todos os dados que estão armazenados no banco de dados (Figura 4.4.3.1).

Na última aba desta tela, “Estação”, é possível visualizar todas as informações das estações cadastradas. Tanto as que foram informadas pelas operadoras quanto as que foram armazenadas através do programa InterfaceGPS, que no caso serão as estações fiscalizadas, que possuem a marca “IndGPS: Sim”. Na figura 4.4.3.2 pode ser visto a lista das estações cadastradas, para detalhar a estação que deseja escolher é só clicar em cima do Nome da Estação, que abrirá todos os detalhes do cadastramento, conforme a figura 4.4.3.3.

The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing tabs for 'Entidade', 'Estação', 'Mapas', 'Consulta', 'GPS', and 'Sair'. Below the navigation bar, there are three sub-tabs: 'Tela Inicial', 'Usuário', and 'Estação'. The main content area is titled 'Dados do Usuário' and contains the following information:

CHIPJ/CPF: 71407111191	
Nome/Razão Social: TESTE	
Nacionalidade: Brasileira	Validade RNE:
Identidade: 234245	Órgão Exp.: ssp-df
Sexo:	Estado Civil:
Data Nascimento: 06/10/1982	Usuário Inclusão:
Data Inclusão:	Usuário Alteração:
Data Alteração:	Home Page:
E-mail:	
Observação:	

Below the user data, there is a section for 'Dados de Telefones' with the following information:

Principal: (61) 8888

The next section is 'Endereço Sede' with the following information:

Pais: Brasil	Logradouro: SQN 305 - E
Cep: 70737050	Bairro: Asa norte
Número: 505	UF: DF
Município: Brasilia	Distrito:
	SubDistrito:

At the bottom of the screen, there are two sub-tabs: 'Tela Inicial' and 'Próximo'.

Figura 4.4.3.1 – Consulta Dados do Usuário.

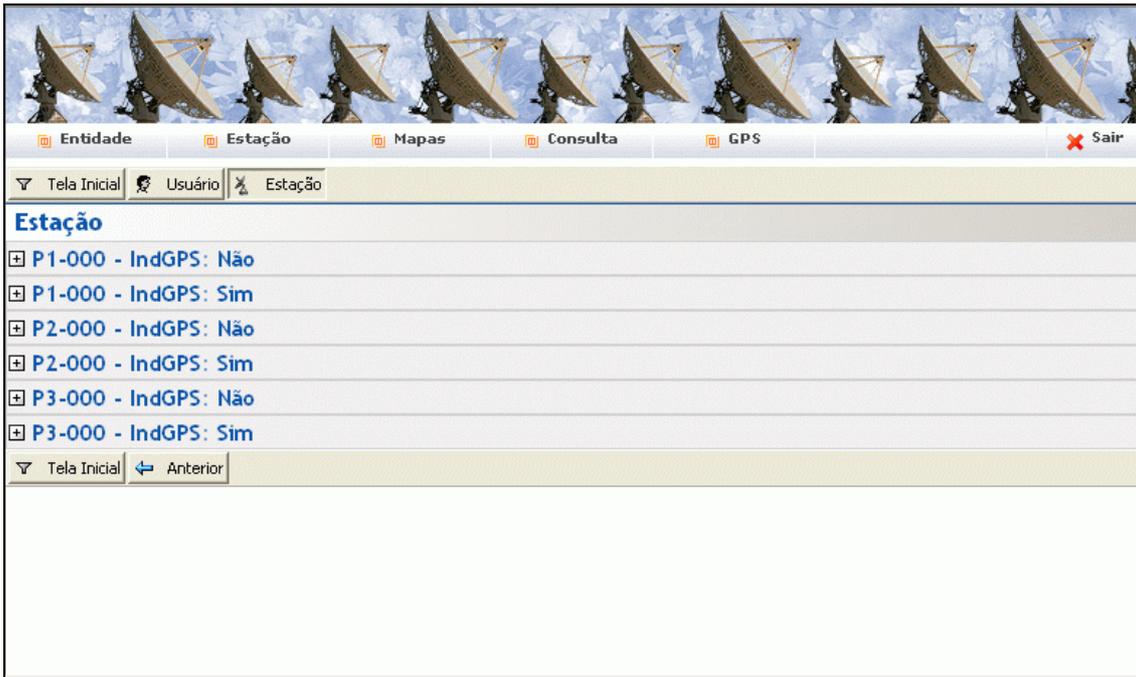


Figura 4.4.3.2 – Consulta Dados da Estação.

Estação				
<input type="checkbox"/> P1-000 - IndGPS: Não				
Nome Indicativo:	P1-000	IndGPS:	Não	
Usuário de Inclusão:	Priscila	Data Inclusão:	11/1/2005	
Usuário de Alteração:	Priscila	Data Alteração:	11/6/2005	
Observação:				
Coordernadas Geográficas				
Latitude:	15S4030	Longitude:	48W1400	
Altitude:	1200	Altura:	1	
Frequências				
Frequência Transmissão	Frequência Recepção	Unidade	Potência Transmissão	Potência Recepção
1000	1200	KHz	25	30
Endereço da Estação				
País: Brasil				
Cep:	70737050	Logradouro:	SQN 305 - E	
Húmero:	500	Complemento:	Bairro: asa norte	UF: DF
Município:	Brasília	Distrito:	Brasília	SubDistrito: Brasília
<input type="checkbox"/> P1-000 - IndGPS: Sim				
Nome Indicativo:	P1-000	IndGPS:	Sim	
Usuário de Inclusão:	Priscila	Data Inclusão:	11/14/2005	
Usuário de Alteração:		Data Alteração:		

Figura 4.4.3.3 – Consulta Dados da Estação.

4.5 DEMONSTRAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

A demonstração de como é realizada toda a parte de implementação deste projeto será feita de forma que sejam demonstrados todos os processos citados no capítulo de desenvolvimento (capítulo 3), e também nos testes realizados durante o desenvolvimento e os resultados obtidos.

Passo a passo da demonstração:

- Será demonstrado o banco de dados SQL, PFPriscila, com suas tabelas e relacionamentos, e as “Stores Procedures” utilizadas no desenvolvimento.

- Será mostrado todo o processo que um usuário representante da operadora tem que realizar para efetuar o cadastramento de uma estação no sistema InterfaceWeb. Processo este que será o acesso do menu Entidade >> Incluir, para cadastrar os dados do proprietário da estação, após a conclusão deste procedimento será efetuado o cadastro da estação (Estação >> Incluir), onde o usuário terá que informar o endereço da estação, o nome da estação, e os seus dados técnicos.

- Será demonstrado como o programa Spring 4.2 faz a geração do arquivo “Municipios_Limites.txt” a partir do arquivo “mun_01.shp”.

- Será apresentado o programa InterfaceBGE, que demonstrará a transformação das malhas municipais que estão no arquivo “Municipios_Limites.txt”, em arquivos do tipo XML.

- E voltando para o sistema InterfaceWeb, para demonstrar como os arquivos XML serão utilizados para desenhar em VML os mapas das Unidades de Federação. Será utilizado o estado de Goiás para demonstrar este processo. Também neste momento já será mostrado como uma estação cadastrada pela operadora é plotada no mapa.

- A banca examinadora terá que se deslocar para algum lugar próximo que esteja a céu aberto, para verificar a execução do programa InterfaceGPS, pois como já foi dito, o GPS só consegue realizar a captura dos sinais dos satélites onde não há obstrução de paredes, etc. Após a conclusão dos processos deste sistema, ou seja, armazenar no banco de dados as informações recuperadas do aparelho de GPS, voltaremos para o local onde estávamos para continuar a apresentação.

- E finalmente será mostrado no mapa representante do Distrito Federal, a plotagem da estação informada pela operadora e a estação fiscalizada, ou seja, a que foi capturada do GPS. Para assim demonstrar o cálculo da distância entre as duas estações e a validação se estas se encontram dentro da margem de erro permitida.

Capítulo 5 - Conclusão

De acordo com o estudo realizado neste trabalho, verificou-se que cada vez mais existe a necessidade da inteligência artificial, ou seja, tenta-se retirar ao máximo o papel do humano para manipulação dos dados, e esse foi o intuito deste projeto. Com a sua utilização o nível de conhecimento da pessoa que irá fiscalizar a estação é praticamente operacional do programa InterfaceGPS, pois o fiscal não precisará ao menos operar o GPS, somente conectá-lo ao computador para que os dados da coordenada geográfica sejam recuperados.

Feito isso, a estação referente ao ponto que está sendo fiscalizado é escolhida e os seus dados armazenados no banco de dados, via Internet. Posteriormente, o programa de georeferenciamento irá verificar se os dados recuperados do GPS estão de acordo com os dados cadastrados pela entidade responsável pela estação geradora de frequência, de forma visualmente fácil e prática. Desta forma as fiscalizações das estações geradoras de frequência ficam mais rápidas e seguras, e com índices de falha humana bem inferior aos atuais.

Nas condições atuais do projeto, é possível evoluir para a fiscalização remota, ou seja, sem a presença humana. Para isso, seria necessário que em cada estação fosse incorporado um GPS, para que quando solicitado, envie os dados das coordenadas geográficas recuperadas dos satélites do GPS.

5.1 PROJETOS FUTUROS

As perspectivas de evolução do projeto são:

- Substituir para a linguagem Java à parte do georeferenciamento e as páginas ASP;
- Otimizar a parte de Zoom do mapa, pois atualmente está com a possibilidade somente de um zoom a mais;
- Integrar com o Google Earth (<http://earth.google.com>);
- Utilizar um celular ao invés do notebook para enviar os dados do GPS para o banco de dados;

Referências Bibliográficas

- [1]. Alfredo Lotar. XML para programadores ASP, Editora Campus, 2001.
- [2]. Steven Holzner. Desvendando XML, Brasil, Axcel Books, 2001.
- [3]. http://www.eletricazine.hpg.ig.com.br/apo_telecom.htm, módulos: Comunicação Serial – RS232 e Estrutura do Receptor GPS, no dia 09/08/2005.
- [4]. http://www.gpstm.com/suporte/connection_port.htm, no dia 15/08/2005.
- [5]. <http://gpsonline.vilabol.uol.com.br/contedo.html>, no dia 16/08/2005.
- [6]. <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>, no dia 21/08/2005.
- [7]. http://www.w3.org/TR/1998/NOTE-VML-19980513#_Toc416858403, no dia 22/08/2005.
- [8]. Site do IBGE, <http://www.ibge.gov.br>, módulo: Geociências >> Área Territorial Oficial >> Mapeamento das Unidades Territoriais >> Produtos >> Malha Municipal Digital, no dia 01/09/2005.
- [9]. <http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>, no dia 02/09/2005.
- [10]. Site da ANATEL - Sistema Geodésico, Portaria 006 de 20 de janeiro de 2003, http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/biblioteca/portaria/2003/portaria_006_2003.pdf, no dia 10/10/2005.
- [11]. http://www.gpstm.com/port/whitehouse_port.htm, no dia 17/10/2005.
- [12]. <http://blog.moinho.net/index.php?itemid=309&catid=8>, no dia 17/10/2005.
- [13]. <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/comm98/html/vbobjcomm.asp>, no dia 17/10/2005.
- [14]. <http://www.sightgps.com.br/suporte/manuais/etrexVista.pdf>, no dia 18/10/2005.
- [15]. http://www.gpstm.com/port/apostila_port.htm, no dia 19/10/2005.
- [16]. Site da Garmin, <http://www.garmin.com/products/etrex/>, <http://www.garmin.com/aboutGPS/>, e também o módulo: Support >> Technical Support >> Device Interface SDK >> Download the Garmin Simple Text Output Format, no dia 25/10/2005.
- [17]. http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/outros/autocadastramento/manual_autocadastramento.pdf, no dia 08/11/2005.
- [18]. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9472.htm, no dia 08/11/2005.
- [19]. <http://www.correios.com.br>, no dia 09/11/2005.
- [20]. <http://earth.google.com/>, no dia 09/11/2005.
- [21]. <http://www.mercosur.org.uy/espanol/snor/normativa/RES6497.HTM>, no dia 10/11/2005.
- [22]. <http://obsn3.on.br/~jlk/geopath/>, no dia 11/11/2005.
- [23]. <http://geodesia.ufsc.br/wikidesia/index.php/WGS84>, no dia 11/11/2005.
- [24]. <http://www.wgs84.com/>, no dia 11/11/2005.
- [25]. <http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac98/077/077.HTM>, no dia 11/11/2005.
- [26]. <http://www.imasters.com.br/artigo.php?cn=1681&cc=32>, no dia 12/11/2005.
- [27]. <http://www.anatel.gov.br/AJUDA/GLOSSARIO/resultadoglossario.asp>, no dia 24/11/2005.
- [28]. http://www.anatel.gov.br/comites_comissoes/cbc/mercosul/res_mercosul_60_2001.pdf, no dia 24/11/2005.

ANEXO 1

Trecho inicial do arquivo “municipios_limites.txt”

Este arquivo teve que ser gerado para que fosse realizado a leitura dos dados pelo programa InterfacelBGE, para transformá-los em dados de um arquivo XML, de maneira que estes possam ser interpretados no programa de georeferenciamento, que fará a montagem dos polígonos Estaduais e Municipais.

O conteúdo inicial do arquivo é:

Listagem arquivo C:\lbge\Municipios_limites\7.shp

SHAPE TYPE VALUE 5

Header information:

File code: 9994 File length: 4777762 Version: 1000 Shape Type: 5

XMinimum: -73.994423 YMinimum: -33.752061 XMaximum: -28.835884

YMaximum: 5.271807

Polygon: 000001 Length: 000432 Shape type: 5

XMinimum: -52.775492 YMinimum: -29.500172 XMaximum: -52.566743

YMaximum: -29.390232

Number of Parts: 1 Number of Points: 51

Part indexes:

0

Points of Element 1:

-52.772663 -29.444426

-52.775492 -29.438554

-52.770046 -29.423903

-52.759956 -29.418631

-52.768592 -29.412787

-52.757736 -29.405593

-52.750911 -29.399857

-52.739084 -29.400748

-52.736965 -29.397004

-52.734629 -29.400947

-52.725038 -29.400229

-52.719107 -29.394720

-52.703017 -29.401264

-52.675008 -29.398548

-52.665549 -29.393186

-52.659707 -29.395701

-52.652160 -29.390232

-52.641554 -29.397934

-52.625682 -29.422325

-52.613316 -29.426274

-52.614061 -29.431239

-52.611214 -29.429889

-52.602139 -29.442981
-52.602906 -29.450225
-52.597986 -29.450452
-52.594616 -29.455489
-52.590390 -29.453774
-52.580246 -29.465665
-52.571236 -29.465784
-52.566743 -29.470419
-52.588166 -29.475345
-52.606770 -29.473739
-52.612341 -29.481435
-52.607205 -29.486821
-52.613970 -29.492959
-52.679700 -29.500172
-52.682016 -29.485782
-52.674048 -29.468930
-52.681960 -29.470738
-52.681286 -29.466176
-52.687766 -29.463657
-52.689229 -29.452932
-52.701659 -29.451754
-52.706926 -29.445383
-52.717884 -29.442976
-52.721954 -29.433806
-52.731508 -29.433408
-52.736167 -29.439214
-52.742261 -29.436208
-52.771396 -29.440867
-52.772663 -29.444426

Polygon: 000002 Length: 001440 Shape type: 5

XMinimum: -46.016674 YMinimum: -16.964506 XMaximum: -45.101249

YMaximum: -16.503997

Number of Parts: 1 Number of Points: 177

Part indexes:

0

Points of Element 1:

-45.993002 -16.690529
-46.005985 -16.664620
-46.005372 -16.641786
-46.016674 -16.636289
-46.009592 -16.630338
-46.011949 -16.627012
-46.006619 -16.625556
-46.005146 -16.628707
-46.000585 -16.619952
-45.982366 -16.621865
-45.980281 -16.613243
-45.971785 -16.609135
-45.973918 -16.593732

-45.967448 -16.591484
-45.969033 -16.585139
-45.962169 -16.580037
-45.965386 -16.578151
-45.947530 -16.574876
-45.952671 -16.554122
-45.945621 -16.552774
-45.943476 -16.547103
-45.934694 -16.543495
-45.931143 -16.550132
-45.926313 -16.542761
-45.931251 -16.538542
-45.918865 -16.542815
-45.911196 -16.540610
-45.916254 -16.534417
-45.910342 -16.530774
-45.891587 -16.521228
-45.873933 -16.518319
-45.850475 -16.504623
-45.830229 -16.506365
-45.824112 -16.510089
-45.821811 -16.519661
-45.802159 -16.531124
-45.789310 -16.546700
-45.771546 -16.549159
-45.758674 -16.530585
-45.750895 -16.540490
-45.732614 -16.548430
-45.727500 -16.554095
-45.724251 -16.552286
-45.718477 -16.555461
-45.709972 -16.565113
-45.693562 -16.565076
-45.689613 -16.579441
-45.674816 -16.581283
-45.650162 -16.611687
-45.640057 -16.612823
-45.631888 -16.604673
-45.623755 -16.607929
-45.586745 -16.564706
-45.576120 -16.563832
-45.561392 -16.571268
-45.555219 -16.565791
-45.542414 -16.568008
-45.525111 -16.562680
-45.506248 -16.520287
-45.493361 -16.518286
-45.492163 -16.507774
-45.480748 -16.510623
-45.467099 -16.506001

-45.417668 -16.503997
-45.400102 -16.517158
-45.394500 -16.529050
-45.371195 -16.531426
-45.366107 -16.528202
-45.361078 -16.529765
-45.329966 -16.505838
-45.328468 -16.520371
-45.336217 -16.546128
-45.310049 -16.563992
-45.290914 -16.558716
-45.262641 -16.542924
-45.220491 -16.534980
-45.185605 -16.523553
-45.174438 -16.511216
-45.157051 -16.522592
-45.139640 -16.519929
-45.132829 -16.510045
-45.127139 -16.514288
-45.125223 -16.509117
-45.117050 -16.512737
-45.101249 -16.544874
-45.103493 -16.565444
-45.138769 -16.591994
-45.140360 -16.611839
-45.146941 -16.623813
-45.161076 -16.620214
-45.169967 -16.623538
-45.189637 -16.663779
-45.184370 -16.674530
-45.172276 -16.674003
-45.174970 -16.682848
-45.196304 -16.684832
-45.219271 -16.675810
-45.240576 -16.688164
-45.241583 -16.694327
-45.233438 -16.718960
-45.252831 -16.738898
-45.242167 -16.763027
-45.245161 -16.780853
-45.262504 -16.763783
-45.283971 -16.759811
-45.290497 -16.777520
-45.308425 -16.788177
-45.297802 -16.807199
-45.299016 -16.823484
-45.309966 -16.848369
-45.302887 -16.876874
-45.308716 -16.883627
-45.323027 -16.874814

-45.327438 -16.876133
-45.332858 -16.886142
-45.334806 -16.920008
-45.355701 -16.906446
-45.377862 -16.912284
-45.399460 -16.903247
-45.409776 -16.915634
-45.433632 -16.918462
-45.437726 -16.943153
-45.446910 -16.955872
-45.462341 -16.964506
-45.480691 -16.955931
-45.495246 -16.954508
-45.506171 -16.961441
-45.514116 -16.958697
-45.521002 -16.939156
-45.543026 -16.934993
-45.545481 -16.939383
-45.567701 -16.940468
-45.567564 -16.932860
-45.575841 -16.927431
-45.577646 -16.917734
-45.595778 -16.906767
-45.594838 -16.883060
-45.606976 -16.884054
-45.619508 -16.871773
-45.662423 -16.884076
-45.672028 -16.890319
-45.681530 -16.880673
-45.690641 -16.880213
-45.700919 -16.885910
-45.712698 -16.899811
-45.721593 -16.897177
-45.752194 -16.876451
-45.747428 -16.863226
-45.752036 -16.857039
-45.760361 -16.853690
-45.770996 -16.858502
-45.779139 -16.857741
-45.775586 -16.840943
-45.777701 -16.832922
-45.786525 -16.833772
-45.795476 -16.841824
-45.801502 -16.831946
-45.832305 -16.830546
-45.838975 -16.822252
-45.856558 -16.813801
-45.862173 -16.772014
-45.859615 -16.762937
-45.885782 -16.730192

-45.887281 -16.725080
-45.882533 -16.719465
-45.888122 -16.717127
-45.887947 -16.706027
-45.899276 -16.703428
-45.908673 -16.711520
-45.921339 -16.707422
-45.938670 -16.722997
-45.945865 -16.720449
-45.960338 -16.695469
-45.965139 -16.697928
-45.975840 -16.694559
-45.982752 -16.696170
-45.993002 -16.690529

ANEXO 2

Arquivo "Text_Out.txt" original

Este arquivo é o formato em que os dados do GPS são enviados para o computador, e foi obtido no *site* do fabricante. [www.garmin.com, módulo: Support >> Technical Support >> Device Interface SDK >> Download the Garmin Simple Text Output Format]

Simple Text Output Format:

The simple text (ASCII) output contains time, position, and velocity data in the fixed width fields (not delimited) defined in the following table:

	FIELD DESCRIPTION:	WIDTH:	NOTES:
	Sentence start	1	Always '@'
	/Year	2	Last two digits of UTC year
T	Month	2	UTC month, "01".."12"
i	Day	2	UTC day of month, "01".."31"
m	Hour	2	UTC hour, "00".."23"
e	Minute	2	UTC minute, "00".."59"
	Second	2	UTC second, "00".."59"
	/Latitude hemisphere	1	'N' or 'S'
	Latitude position	7	WGS84 ddmmmmm, with an implied decimal after the 4th digit
	Longitude hemisphere	1	'E' or 'W'
P	Longitude position	8	WGS84 dddmmmmmm with an implied decimal after the 5th digit
o	Position status	1	'd' if current 2D differential GPS position
s			'D' if current 3D differential GPS position
i			'g' if current 2D GPS position
t			'G' if current 3D GPS position
i			'S' if simulated position
o			'_' if invalid position
n			

	Horizontal posn error	3	EPH in meters
	Altitude sign	1	'+' or '-'
	Altitude	5	Height above or below mean sea level in meters
V	/East/West velocity direction	1	'E' or 'W'
e	East/West velocity magnitude	4	Meters per second in tenths, ("1234" = 123.4 m/s)
l	North/South velocity direction	1	'N' or 'S'
o	North/South velocity magnitude	4	Meters per second in tenths, ("1234" = 123.4 m/s)
c	Vertical velocity direction	1	'U' (up) or 'D' (down)
i	Vertical velocity magnitude	4	Meters per second in hundredths, ("1234" = 12.34 m/s)
t	Sentence end	2	Carriage return, '0x0D', and line feed, '0x0A'

If a numeric value does not fill its entire field width, the field is padded with leading '0's (eg. an altitude of 50 meters above MSL will be output as "+00050").

Any or all of the data in the text sentence (except for the sentence start and sentence end fields) may be replaced with underscores to indicate invalid data.

ANEXO 3

Função “CalcularDistanciaEstacao”

É uma função para calcular a distância entre duas coordenadas geográfica de estações geradoras de frequência.

Seu código é:

```
function deg(newdegrees){
  //Javascript function/object to store a latitude or longitude in decimal degrees
  //store as radians
  this.decimal = (Math.PI/180.0)*newdegrees;
}

function dms(newdegrees, newminutes, newseconds){
  //JavaScript function to store a latitude or longitude
  //convert to decimal degrees from dms and store as radians
  this.decimal=(Math.PI/180.0)*(newdegrees+(newminutes +
newseconds/60.0)/60.0);
}

//Earth radius in km
dms.prototype.earthRadius=6378,160

function point(newlat, newlng){
  //a point that consists of a latitude and a longitude
  this.lat=newlat;
  this.lng=newlng;
}

function distance(p1,p2){
  //distance between two points when coords given in Lat-Long
  //spherical Earth assumed
  //8-20-2001

  //find angle between the two points

  arg=Math.cos(p1.lat.decimal)*Math.cos(p2.lat.decimal)*Math.cos(p1.lng.decimal
-p2.lng.decimal)+ Math.sin(p1.lat.decimal)*Math.sin(p2.lat.decimal);

  //return the distance between the two points
  return dms.prototype.earthRadius*Math.acos(arg);
}

//-----
function calcularDistanciaEstacao(){
  if(document.all('labelestacao1').innerHTML==""){
    alert('Selecione no Mapa a 1ª Estação.')
```

```

        return false
    }

    if(document.all('labelestacao2').innerHTML==""){
        alert('Selecione no Mapa a 2ª Estação.')
        return false
    }

    limparCalculoDistanciaEstacao('N');

    window.status = 'Calculando distância entre Estações';

    var strestacao1 =
document.all('labelestacao1').innerHTML.substr(document.all('labelestacao1').in
nerHTML.indexOf('-') + 1,document.all('labelestacao1').innerHTML.length)
    var strestacao2 =
document.all('labelestacao2').innerHTML.substr(document.all('labelestacao2').in
nerHTML.indexOf('-') + 1,document.all('labelestacao2').innerHTML.length)

    var Lat1 = strestacao1.substr(1, 7);
    var Log1 = strestacao1.substr(strestacao1.length-7, 7);
    var Lat2 = strestacao2.substr(1, 7);
    var Log2 = strestacao2.substr(strestacao2.length-7, 7);

    var lad1 = 0;
    var lad2 = 0;
    var lam1 = 0;
    var lam2 = 0;
    var las1 = 0;
    var las2 = 0;
    var lod1 = 0;
    var lod2 = 0;
    var lom1 = 0;
    var lom2 = 0;
    var los1 = 0;
    var los2 = 0;

    lad1 = Lat1.substr(0,2)
    lad2 = Lat2.substr(0,2)
    lam1 = Lat1.substr(3,2)
    lam2 = Lat2.substr(3,2)
    las1 = Lat1.substr(5,2)
    las2 = Lat2.substr(5,2)
    lod1 = Log1.substr(0,2)
    lod2 = Log2.substr(0,2)
    lom1 = Log1.substr(3,2)
    lom2 = Log2.substr(3,2)
    los1 = Log1.substr(5,2)
    los2 = Log2.substr(5,2)

```

```

var distance12 = 0;

ucf = 1.;
//convert units
ucf = 1.;           // Quilometros

// ucf = 1000./5280./0.3048;      // Milhas
//ucf = 1000./6720./0.3048;      // Milhas Nauticas
//ucf = 1000.;                   // Metros
//ucf = 1000./0.3048;           //Pés

//calculate distance between the two points
p1 = new point(new dms(lad1,lam1,las1),new dms(lod1,lom1,los1));
p2 = new point(new dms(lad2,lam2,las2),new dms(lod2,lom2,los2));
distance12 = distance(p1,p2) * ucf;

document.all("labeldistancia").innerHTML = distance12 + ' Km(s)!'
//alert(parseFloat(distance12)*1000)
// Verifica se a distância entre as duas está dentro da margem de erro
permita.
if ((parseFloat(distance12)*1000) > 30){
    document.all("labelerro").innerHTML = 'Distância fora da margem
permitida.'
}else{
    document.all("labelerro").innerHTML = 'Distância permitida.'
}

window.status = "";

desenharLinha()
}

```

ANEXO 4

Cálculo para coordenação de estações:

Informações retiradas do site: <http://www.mercosur.org.uy/espanol/snor/normativa/RES6497.HTM>

ANEXO B

CRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE ESTAÇÕES TERRESTRES PARA EFETUAR OS CÁLCULOS DE INTERFERÊNCIAS:

1. Freqüências (expressas em MHz). As aplicações da coordenação somente avaliará as possíveis interferências na faixa de 6 GHz.

Assim sendo, com referência à estação terrena serão consideradas as freqüências de transmissão e no caso das estações terrestres, serão consideradas as freqüências de recepção nesta faixa.

2. Diferença de freqüência normalizada (DF)

Este parâmetro poderá ter um dos seguintes valores:

se $F \geq F_I$ e $F \leq F_S \Rightarrow DF = 0$

se $F \leq F_I \Rightarrow DF = (F_I - F) / B_n'$

se $F > F_S \Rightarrow DF = (F - F_S) / B_n'$

onde:

F = freqüência correspondente à estação terrestre

$F_I = F' - (B_o - B_n) / 2$

$F_S = F' + (B_o - B_n) / 2$

sendo:

F' = freqüência correspondente a estação terrena

B_n = largura da faixa necessária correspondente a estação terrena.

B_o = faixa de freqüência consignada à estação terrena

B_n' = maior valor entre a largura de faixa necessária do sinal da estação terrena e a largura da faixa necessária do sinal da estação terrestre, para a faixa em questão.

A estação terrestre não será considerada para posteriores cálculos de interferência quando se verifica que:

$DF > 1$ para estação terrestre com sistema analógico

ou

$DF > 3$ para a estação terrestre com sistema digital .

3. Distância do enlace interferente (L)

$$L = 111,194 \cdot \arccos [\cos \text{Lat } A \cdot \cos \text{Lat } B \cdot \cos (\text{lon } A - \text{lon } B) + \sin \text{lat } A \cdot \sin \text{lat } B]$$

onde:

Lat A, Lon A = coordenadas geográficas da estação que se localiza mais a oeste.

Lat B, Lon B = coordenadas geográficas da estação que se localiza mais a leste.

4. Diferença com máxima distância de coordenação no Modo 1

Este valor é expresso em Km e será calculado como

$$DL1 = L - D1$$

onde:

L = distância do enlace interferente

D1 = distância de coordenação máxima calculada no Modo 1, empregando o procedimento estabelecido no Apêndice 28 do Regulamento de Radiocomunicações.

Ao se verificar que o DL1 assume valores positivos, então a estação terrestre considerada, não deve ser levada em conta para posteriores cálculos de interferências. Caso contrário deverá ser complementado o Anexo C.

ANEXO C

MÉTODO DE CÁLCULO DA MARGEM DE INTERFERÊNCIA ENTRE A ESTAÇÃO TERRENA COMO TRANSMISSORA E AS ESTAÇÕES TERRESTRES (MODO 1 DE PROPAGAÇÃO)

1. Longitude geográfica, expressa em graus, minutos e segundos sexagesimais da estação terrestre considerada para o estudo interferente.

2. Latitude geográfica, expressa em graus, minutos e segundos sexagesimais da estação terrestre considerada para o estudo interferente.

3. Azimute do enlace interferente da estação terrena e da estação terrestre.

Expressa em graus sexagesimais e será o ângulo formado entre a direção do norte geográfico e a direção do enlace interferente, medido a partir do norte geográfico no sentido dos ponteiros do relógio.

Conhecidas as coordenadas geográficas das estações interferente e interferida, chamaremos de Lat A e Lon A, as coordenadas correspondente à estação localizada mais a oeste e de Lat B e Lon B a coordenada correspondente à estação localizada mais a leste; os valores da Latitude (sul) e Longitude (oeste) correspondentes a ambas estações, se considerarão com o sinal positivo.

Logo o azimute de cada estação será calculado conforme as seguintes expressões:

- Para a estação que se encontra localizada mais a oeste.

$$AcA (^{\circ}) = \text{arc cos} [\cos \text{lat B} \cdot \cos(\text{lon B} - \text{lon A}) \cdot \text{sen lat A} - \text{cost Lat A} \cdot \text{sen Lat B}]$$

onde:

$$t = \cos \text{Lat B} * \text{sen} (\text{Lon B} - \text{Lon A})$$

$$u = \cos \text{Lat B} * \cos (\text{Lon B} - \text{Lon A}) * \text{sen Lat A} - \cos \text{Lat A} * \text{sen Lat B}$$

- Para a estação que se encontra localizada mais a leste :

$$AcB (^{\circ}) = 180^{\circ} + \text{arc cos} [\cos \text{Lat B} \cdot \text{sen Lat A} - \cos \text{Lat A} \cdot \text{sen Lat B} (\text{lon A} - \text{lon B})]$$

onde:

$$v = \cos \text{Lat A} * \text{sen} (\text{Lon A} - \text{Lon B})$$

$$w = \cos \text{Lat A} * \cos (\text{Lon A} - \text{Lon B}) * \text{sen Lat B} - \cos \text{Lat B} * \text{sen Lat A}$$

4. Azimute da antena no enlace útil

Este dado é expresso em graus sexagesimais e se obterá na planilha de dados da estação correspondente.

5. Afastamento com respeito a Máxima radiação:

Este valor é expresso em graus sexagesimais, sendo o ângulo formado entre a reta que une as estações interferida e interferente, com a direção de máxima radiação de cada antena e calcula-se efetuando a diferença entre o azimute da antena no enlace interferente e o azimute da antena em seu enlace útil, tanto para a estação transmissora (interferente) como para a estação receptora (interferida).

ou seja:

$$B = A_{ci} - A_{cu}$$

quando resulte $B < 0$ torna-se

$$B = 360 + (A_{ci} - A_{cu})$$

6. Ângulo de elevação:

Este dado é expresso em graus sexagesimais e será obtido da planilha de dados da estação correspondente.

7. Afastamento corrigido:

Este dado é expresso em graus sexagesimais e será calculado como se segue:

$$B_c = \arccos(\cos B * \cos E)$$

onde:

B: afastamento com respeito a máxima radiação (valor mencionado no item 5).

E: ângulo de elevação (valor mencionado no item 6).

8. Ganho da antena:

O ganho da antena de cada estação é expresso em dB com relação a antena isotrópica.

Este ganho será obtido dos diagramas de radiação da antena do transmissor interferente e do receptor interferido obtidos em cada caso através do ângulo "Bc" correspondente.

9. Atenuação total do sistema de alimentação

Este valor é expresso em dB e será obtido da planilha de dados da estação correspondente.

10. Distância do enlace interferente:

Este valor é expresso em Km e será obtido da planilha do Anexo B, para a estação terrestre em estudo.

11. Freqüência do transmissor interferente:

Este dado é expresso em MHz e será obtido da planilha de dados da estação terrestre em estudo e da planilha de dados da estação terrena.

12. Atenuação do espaço livre, será calculado da seguinte forma (em dB):

$A_{el} \text{ (dB)} = 32,44 + 20 \text{ Log } F_t \text{ (MHz)} + 20 \text{ Log } L \text{ (Km)}$.

onde:

F_t = frequência do transmissor interferente

L = distância entre a estação interferente e a interferida.

13. Atenuação por obstrução não excedida durante 20% do tempo.

Será expressa em dB:

13.1 - Para obter este valor de atenuação deverá complementar-se com a planilha executada de acordo com o Anexo D.

A topografia do terreno será considerada com $K = 4/3$

Deverão ser complementados os dados solicitados na base da figura.

Deverá ser indicado ainda, sobre o perfil do terreno, o ponto onde será calculado a atenuação por obstáculo.

Por último, deverá ser indicada a escala utilizada.

13.2 - Quando a obstrução é ocasionada por terra esférica lisa "além do raio do horizonte" será então como se segue:

$L > D_{rh}$

onde a distância ao raio do horizonte (D_{rh})

A atenuação por obstáculo poderá ser calculada conforme indicado ou ainda complementando a planilha auxiliar descrita no Anexo D, no item 9 e calculando:

$A_o \text{ (dB)} = | F(L) + H(h_{T1}) + H(h_{T2}) |$

onde: para cada caso:

se $CT_1 > CT_2$

$h_{T1} = H_{a1} + (CT_1 - CT_2)$

$h_{T2} = H_{a2}$

se $CT_1 \leq CT_2$

$h_{T1} = H_{a1}$

$h_{T2} = H_{a2} + (CT_2 - CT_1)$

sendo:

CT_1 , H_{a1} = cota e altura da antena, respectivamente, da estação terrena. Estes dados serão obtidos dos itens 27 e 28 do Anexo I - 1

CT_2 , H_{a2} = cota e altura da antena, respectivamente, da estação terrestre. Os dados serão obtidos dos itens 24 e 25 do anexo I -2.

$F(L)$ = será obtido da fig. 4a.

$H(h_{T1})$ e $H(h_{T2})$ serão obtidos da figura 4b.

Neste caso não será necessário apresentar o levantamento do perfil do enlace interferente.

14. Diferença de frequência normalizada.

Este valor será obtida da planilha de cálculo descrita no Anexo B.

15. Código de sistema (CS).

Este valor será obtido através dos dados da estação receptora interferida.

16. Fator ALFA.

Este valor é expresso em dB e será obtido a partir da figura 5, dando entrada com o valor DF indicado no item 14 e o valor CS indicado no item 15.

Logo o valor ALFA será obtido da seguinte forma:

ALFA (dB) = valor obtido da figura 5 se $B_{nl} \leq B_{nU}$

ALFA (dB) = valor obtido da figura 5 + $10 \cdot \log (B_{nl}/B_{nU})$ se $B_{nl} > B_{nU}$

onde:

B_{nl} = largura de faixa necessária do sinal interferente correspondente a estação transmissora (interferente).

B_{nU} = Largura de faixa necessária do sinal útil correspondente a estação receptora (interferida).

17. Atenuação total (At)

$At = A_{el} + A_{al} - (G_t + G_r) + A_o + ALFA$

onde:

A_{el} = atenuação do espaço livre

A_{al} = Atenuação do sistema de alimentação

G_t = Ganho da antena transmissora na direção da interferência

G_r = Ganho da antena receptora na direção da interferência

A_o = Atenuação por obstáculo não excedida a 20% do tempo

ALFA = Fator alfa

18. Potência do equipamento transmissor

Este valor é expresso em dBm e corresponde a estação interferente (transmissora).

19. Interferência EXCEDIDA a 20% do tempo (P_i)

Este valor é expresso em dBm e será calculado pela expressão abaixo:

$P_i \text{ (dBm)} = P_{tx} \text{ (dBm)} - At \text{ (db)}$

onde:

P_{tx} = potência do equipamento transmissor

At = atenuação total do sistema

20. Margem de interferência (M)

Este valor é expresso em dB e será calculado como:

Para sistemas analógicos:

$M \text{ (dB)} = P_{iM} \text{ (dBm)} - P_i \text{ (dBm)}$

Para sistemas digitais:

$M \text{ (dB)} = P_i \text{ (dBm)} - K_{TBF} \text{ (dBm)}$

onde:

P_i = interferência excedida em 20% do tempo

P_{iM} = sinal interferente máximo admissível excedido em 20% do tempo

K_{TBF} = Ruído térmico na entrada do receptor

Deverá verificar se:

$M \text{ (D.B.)} > 0$

Não cumprindo esta condição, estará indicado que a estação transmissora ocasiona níveis de INTERFERÊNCIAS PREJUDICIAIS sobre a estação receptora.

ANEXO D

MÉTODO DE CÁLCULO DE ATENUAÇÃO POR OBSTÁCULOS NÃO EXCEDIDA DURANTE MAIS DE 20% DO TEMPO

1. A altura da antena (altura da antena mais a cota), é expressa em metros tanto para o transmissor interferente como para o receptor interferido (*).

2. A distância entre o obstáculo e as antenas das estações se expressa em Km (quilômetros).

3. A cota do obstáculo se expressa em m (metros).

4. A altura do obstáculo sobre o cota do mesmo se expressa em m (metros).

5. A altitude do terreno no ponto do obstáculo se expressa em m (metros) e será calculada conforme a seguinte expressão:

$$H_T(m) = 78,48 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{d_1(Km) \cdot d_2(km)}{K}$$

onde:

$$K = 4/3$$

6. A altura efetiva do obstáculo é expressa da seguinte forma:

$$h_{eobs} (m) = h_{obs} + C_{tobs} + H_T$$

7. A altura do feixe radioelétrico no ponto do obstáculo se expressa em m (metros) e será obtido da seguinte forma:

$$h_z (m) = \frac{hT2(m) - hT1(m)}{L(Km)} \cdot d1(Km) + hT1(m)$$

8. A correção para $K = 4/3$ se expressa em m (metros) e seu valor será calculado da seguinte maneira:

$$C(m) = h_z - h_{eobs}$$

9. O valor de K excedido a 20% do tempo será calculado como se segue:

$$K_{20} = \frac{1}{\frac{0,72 - 0,27}{1 + L(Km)}} \cdot \frac{1}{13}$$

10. A variação da altura do obstáculo ao passar de $K = 4/3$ para $K = K_{20}$ se expressa em m(metros) e seu valor será calculado da seguinte forma:

$$D h (m) = 78,48 \cdot 10^{-3} \cdot d_1 (Km) \cdot d2 \cdot \left[\frac{1}{K_{20}} - 3/4 \right]$$

11. A correção para 20% do tempo ($K = K_{20}$) se expressa em metros e será obtida da seguinte forma:

$$C'(m) = C - D h$$

12. O raio da zona de Fresnel se expressa em metros e seu valor será calculado da seguinte forma:

$$R_f(m) = 547,72$$

Ft = frequência do transmissor interferente

13. A relação C'/R_f para 20% do tempo ($K = K_{20}$) é adimensional e será calculada da seguinte forma:

$$\frac{C'}{R_f}$$

14. A altura auxiliar para o cálculo do raio da curvatura do obstáculo se expressa em metros e se define como a altura da obstrução medida a partir de uma paralela a reta que une as antenas transmissora e receptora e que passa debaixo dela a uma distância de $0,6 R_f$ ou seja:

$$h_o(m) = 0,6 R_f(m) - C(m)$$

NOTA: Se o obstáculo for do tipo terra esférica lisa, passar para o item 16, sem avaliar este parâmetro.

15. A trecho auxiliar para o cálculo do raio da curvatura do obstáculo se expressa em quilômetros, e se define como o trecho que resulta da interseção do terreno com a reta traçada para medir h_o :

- Quando esta reta não intercepta o terreno em nenhum ponto, toma-se $A = L$

- Quando esta reta intercepta o terreno em um só ponto do perfil do terreno, se considera que o outro ponto de interseção se encontra do outro lado do obstáculo e no ponto de localização da estação correspondente.

- Quando esta reta intercepte mais de dois pontos do terreno se tomarão os pontos que definam o maior valor de A.

- Quando há dúvida na aplicação do expressado anteriormente deverá traçar-se a elipsóide de $0,6 R_f$ e tomar o valor de A entre os pontos em que a dito elipsóide intercepta o terreno, que resulte o maior valor de A.

16. O raio de curvatura do obstáculo se expressa em quilômetros e seu valor será calculado da seguinte forma:

$$R_{obs}(Km) = 125 \left[\frac{A(Km)^2}{ho(m)} + \frac{ho(m)}{2000} \right]$$

NOTA: No caso de se tratar de terra esférica lisa, deverá ser utilizada a seguinte expressão:

$$R_{obs}(Km) = R \cdot K_{20}$$

onde:

$$R = 6370 \text{ Km}$$

17. O fator "y" será obtido da seguinte forma:

$$y = 6,76 \cdot [Ft(\text{MHz})^{-1/6}] \cdot [R^{obs}(Km)]^{1/3}$$

Ft = frequência do transmissor interferente

18. A atenuação por obstáculo não excedida durante 20% do tempo se expressa em dB.

Esta atenuação será obtida do valor que toma da ordenada da figura 1-a do Anexo C entrando com a abcissa C'/R_f (item 13 da presente planilha) e o parâmetro y (item 17 da presente planilha). No Anexo C mostra com detalhe os valores que toma A_0 quando $C'/R_f > 0$.