



Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica



Centro de Engenharia Elétrica  
e Informática

---

---

# **Análise do “Software” RoofView<sup>®</sup> e Elaboração de Manual de Utilização**

## **Trabalho de Conclusão de Curso**

Aluno: Fídias Martins Amorim Barbosa

Matrícula: 20011208

Orientador: Rômulo Raimundo Maranhão do Valle

Campina Grande, Abril de 2006.

---

---

---

---

Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

---

---

# **Análise do “Software” RoofView<sup>®</sup> e Elaboração de Manual de Utilização**

---

Fídias M. A. Barbosa  
Aluno

---

Rômulo R. M. Valle  
Orientador

Campina Grande, Abril de 2006.

---

---

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me conceder saúde, força, coragem e perseverança para continuar sempre em busca de meus objetivos.

Agradeço também a meus familiares, meu pai José Raimundo Sobrindo, minha tia Iris, minha avó Iraci, minhas irmãs e minhas primas, pelo incansável esforço em contribuir na minha formação profissional e principalmente por servir de exemplo na formação do meu caráter.

Ao meu orientador, Professor Rômulo Raimundo Maranhão do Valle, e ao Professor Glauco Fontgalland, que de forma paciente e atenciosa, sempre estiveram disponíveis para prestar quaisquer esclarecimentos relativos a esta atividade.

Aos amigos, pelo incentivo, amizade, apoio e pelas contribuições dadas em toda a jornada da graduação.

*Fídias Martins Amorim Barbosa*

## **Apresentação**

O rápido desenvolvimento dos sistemas de comunicações móveis, particularmente daqueles de celulares, despertou junto à população, o interesse sobre os possíveis efeitos resultantes da exposição à energia eletromagnética transportada pelas ondas de radiofrequência destes sistemas. À margem do debate que se estabeleceu sobre a extensão destes efeitos sobre a saúde humana, bem como sobre se a legislação em vigor nas diversas regiões do mundo são mais ou menos adequadas ao conhecimento científico que já se acumula sobre o tema, o esclarecimento do usuário sobre se a legislação está ou não sendo cumprida, não poderá ser respondido caso não se disponha das informações sobre o nível de intensidade de campo elétrico e/ou magnético nos pontos de interesse.

O conhecimento da intensidade do campo elétrico originado de arranjos de ERB's de celulares pressupõe a execução de um plano de medições "in loco", utilizando-se um conjunto de equipamentos, em geral de precisão, para que haja confiabilidade nos resultados obtidos. Preliminarmente, antes que o trabalho de campo seja realizado, ações de estimativa do nível do sinal podem ser efetuadas, elegendo-se um modelo teórico que seja adequado à situação e, partir daí, efetuando-se os cálculos para as grandezas desejadas.

Existem disponíveis para aquisição, muitos "pacotes" computacionais que dão como resposta os níveis de sinais desejados; o LEMA possui o software RoofView® 4.12-97 (e que durante a realização deste trabalho conseguiu obter a versão mais atualizada – 4.15-97), para este fim. O programa foi adquirido em meados de 2000, mas não tinha tido, até então, seus recursos analisados e explorados mais detalhadamente.

O principal objetivo deste trabalho é elaborar um documento técnico para manuseio do referido "software", uma vez que a abordagem adotada pelo seu autor dificulta bastante o entendimento do funcionamento e operação do mesmo.

Foram realizadas simulações, e suas respectivas análises, de dois casos reais para comprovação da eficiência do RoofView®. Ao término deste trabalho, conclusões foram apresentadas à respeito do uso deste software como ferramenta de análise de campos eletromagnéticos, destacando seus pontos positivos e suas limitações.

# Sumário

Lista de Símbolos / Abreviaturas .....	ix
Lista de Figuras .....	x
Lista de Tabelas.....	xii
1. Introdução ao RoofView® .....	13
1.1. Características.....	13
1.2. Usando o RoofView® .....	16
1.2.1. Seleção da Norma Padrão.....	18
1.2.2. Seleção do Modelo .....	18
1.2.3. Seleção de Uptime (Ciclo de trabalho da Antena).....	19
1.2.4. Usar Apenas Área Seleccionada (Use Selected Area Only).....	20
1.2.5. Usar Apenas Antenas da Área Seleccionada (Use Selected Area Antennas Only) .....	20
1.2.6. Mudar de Mapa (Chg map).....	20
1.2.7. Recalcular Área (Recalc Area) .....	22
1.2.8. Botões de Superfície e Última Área Utilizada (Roof e Last Area) .....	23
1.2.9. Estatísticas (Statistics).....	23
1.2.10. Botão de Fator de Escala (Scale Factor Button) .....	24
1.2.11. Calcular um Pixel (Calculate One Pixel).....	25
1.2.12. Painel de Controle Marrom (Brown Control Panel) .....	27
1.2.12.1. Controle do Efeito de Duplo Clique no Mapa de Antenas.....	27
1.2.13. Limites (Thresholds).....	28
1.2.14. Status das Antenas (Antenna Status).....	29
1.2.15. Calculadora (Calculator) .....	29
1.2.16. Snap Photo .....	30
1.2.17. Barra de Status (Status Bar).....	31
1.3. Tabela de Dados das Antenas (Antenna Data Table) .....	32
1.3.1. Número de Antena (Antenna Number) .....	33
1.3.2. Identidade da Antena (Antenna ID) .....	33
1.3.3. Nome (Name).....	34
1.3.4. Freqüência (Frequency).....	34
1.3.5. Tipo de Cabo (Coax Type).....	34
1.3.6. Input Power e Calc Power .....	35
1.3.7. Fabricante (Manufacturer) .....	35
1.3.8. Modelo (Model) .....	35

1.3.9. Coordenadas da Antena (Antenna Coordinates).....	35
1.3.10. Tipo de Antena (Antenna Type).....	36
1.3.11. Dimensão da Abertura da Antena (Aperture Height).....	36
1.3.12. Ganho da Antena (Antenna Gain).....	36
1.3.13. Largura e Direção do Feixe (Beamwidth and Pointing Direction).....	37
1.3.14. Botão de Liga/Desliga (ON/OFF Flag).....	37
1.3.15. Renumerar (Renum).....	38
1.3.16. Limpar Dados (Clear).....	38
1.3.17. Apagar ID's em Branco (Delete Blank IDs).....	38
1.3.18. Inserir Cópia (Insert Copy).....	39
1.3.19. Ajuste de Coluna (>Col<).....	39
1.3.20. Tabela de Símbolos (Symbol Table).....	39
1.3.21. Atualização das Informações (Update Linking).....	40
1.3.22. Exportar (Export).....	41
1.3.23. Importar (Import).....	41
1.3.24. Fator de Altura da Abertura da Antena (Aperture Height Factor).....	42
1.4. A Super Calculadora (The Super Tellamatic MPE Power Density Calculator).....	44
1.4.1. Potência de Saída do Transmissor (Transmitter Output Power).....	45
1.4.2. Número de Transmissores (Transmitter Count).....	45
1.4.3. Comprimento do Cabo Coaxial (Coax Length).....	45
1.4.4. Tipo do Cabo Coaxial (Coax Type).....	45
1.4.5. Outras Perdas (Other Losses).....	46
1.4.6. Potência de Entrada da Antena (Antenna Input Power).....	46
1.4.7. Norma (Standard).....	46
1.4.8. Modelo (Model).....	46
1.4.9. Frequência (Frequency).....	47
1.4.10. Potência (Power).....	47
1.4.11. Carregar Dados da Antena (Load Antenna Data).....	47
1.4.12. Pixel de Análise e Localização da Antena (Roof Pixel & Antenna Location).....	47
1.4.13. Raio (Radius).....	48
1.4.14. Z (Altura de Montagem).....	48
1.4.15. Padrão MPE (Standard MPE).....	49
1.4.16. Fração de Uptime (Uptime Fraction).....	49
1.4.17. Densidade de Potência (Power Density).....	50
1.4.18. Densidade de Potência Média Corporal (Body Average Power Density).....	50
1.4.19. Porcentagem de MPE (Percentage MPE).....	50
1.4.20. Largura de Feixe Azimutal (Azimuthal Beam Width).....	50

1.4.21. Fator de Altura de Abertura (Aperture Height Factor) .....	51
2. Aplicação Prática com o RoofView® .....	52
2.1. Estação Rádio Base BLMO08.....	52
2.1.1. Especificações Técnicas da ERB Analisada .....	52
2.1.2. Expressões para os Cálculos Teóricos.....	53
2.1.3. Limites de Exposição .....	54
2.1.4. Locais Avaliados .....	55
2.1.5. Esboço da Situação (Croqui) .....	56
2.1.6. Cálculos Teóricos.....	57
2.1.7. Resultados Obtidos com o RoofView® .....	58
3. Alternativas de Caso.....	59
3.1. Ponto de Observação Fora dos Limites de 210 ft x 210 ft.....	59
3.2. Ponto de Observação Acima da Fonte Irradiadora.....	60
3.3. Simulando uma Configuração Tipo Torre .....	61
4. Considerações Finais .....	62
5. Referências Bibliográficas .....	64

## **Lista de Símbolos / Abreviaturas**

CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
EIRP	Potência Máxima Efetiva Isotropicamente Irradiada
ERB	Estação Rádio Base
FCC	Federal Communications Commission
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
MPE	Maximum Permissible Exposure
NRPB	National Radiological Protection Board
RF	Radiofrequência
TILT	Downtilt
VC	Vertical Colinear

## Lista de Figuras

<b>Figura 01</b> – Mapa de Antenas (tela inicial do software)	16
<b>Figura 02</b> – Barra de ferramentas presente acima do Mapa de Antenas	17
<b>Figura 03</b> – Normas disponíveis para seleção	18
<b>Figura 04</b> – Seleção do modelo	18
<b>Figura 05</b> – Seleção de Uptime	19
<b>Figura 06</b> – Usar apenas área selecionada	20
<b>Figura 07</b> – Mudar de mapa	20
<b>Figura 08</b> – Caixa de diálogo para configuração da área a ser analisada	21
<b>Figura 09</b> – Caixa de diálogo após clicar no botão de teste	22
<b>Figura 10</b> – Recalcular Área	22
<b>Figura 11</b> – Caixa de informação indicando a %MPE de um determinado pixel	22
<b>Figura 12</b> – Botões de superfície e última área utilizada	23
<b>Figura 13</b> – Estatísticas	23
<b>Figura 14</b> – Resumo estatístico	23
<b>Figura 15</b> – Fator de escala	24
<b>Figura 16</b> – Fator de escala padrão do RoofView®	24
<b>Figura 17</b> – Mapa de Antenas e Estatísticas para fator de escala 0.5 (50% - primeiro caso) e 2.0 (200% - segundo caso)	25
<b>Figura 18</b> – Calcular um pixel	25
<b>Figura 19</b> – Tabela de resultado para um pixel	26
<b>Figura 20</b> – Gráfico em formato de barras	26
<b>Figura 21</b> – Gráfico em formato de torta	27
<b>Figura 22</b> – Painel de controle marrom	27
<b>Figura 23</b> – Limites	28
<b>Figura 24</b> – Caixa de diálogo para configuração dos limites de campos de RF	29
<b>Figura 25</b> – Status das antenas	29

<b>Figura 26</b> – Calculadora	29
<b>Figura 27</b> – Snap photo	30
<b>Figura 28</b> – Arquivo Photo1.xls	30
<b>Figura 29</b> – Arquivo Photo1.xls não encontrado	31
<b>Figura 30</b> – Tabela de Dados das Antenas em sua forma expandida	32
<b>Figura 31</b> – Aviso de “Update Linking”	34
<b>Figura 32</b> – Caixa de diálogo mostrando as opções de tipos cabos coaxiais a serem escolhidos	34
<b>Figura 33</b> – Tabela de Símbolos	39
<b>Figura 34</b> – Borda identificadora dos símbolos “Região Norte” e “Região Sul”.	40
<b>Figura 35</b> – Processo de importação de arquivo realizado com sucesso	42
<b>Figura 36</b> – Fator de altura de abertura	43
<b>Figura 37</b> – The Super Tellmatic MPE Power Density Calculator	44
<b>Figura 38</b> – Tipos de cabos coaxiais disponíveis	46
<b>Figura 39</b> – Altura de montagem Z	48
<b>Figura 40</b> – Esboço da situação de enlace para os pontos P1, P2 e P3	56
<b>Figura 41</b> – Esboço da situação de enlace para o ponto P4	57
<b>Figura 42</b> – Pontos sob análise localizados em distâncias superiores aos limites do RoofView®	59
<b>Figura 43</b> – (a) Decomposição das distâncias radiais em coordenadas cartesianas; (b) Simulação dos pontos de interesse individualmente	60
<b>Figura 44</b> – Ponto de observação acima da fonte irradiadora	61

## Lista de Tabelas

<b>Quadro 01</b> – Especificações técnicas da ERB Analisada .....	53
<b>Quadro 02</b> – Distâncias (r) que definem os limiares de exposição .....	53
<b>Quadro 03</b> – Limites de exposição ocupacional.....	55
<b>Quadro 04</b> – Limites de exposição da população em geral .....	55
<b>Quadro 05</b> – Locais avaliados – Exposição ocupacional .....	56
<b>Quadro 06</b> – Locais avaliados – Exposição da população em geral .....	56
<b>Quadro 07</b> – Cálculos teóricos – Exposição ocupacional .....	57
<b>Quadro 08</b> – Cálculos teóricos – Exposição da população em geral .....	58
<b>Quadro 09</b> – Resultados do RoofView® – Exposição ocupacional.....	58
<b>Quadro 10</b> – Resultados do RoofView® – Exposição da população em geral .....	58

## 1. Introdução ao RoofView®

O RoofView® é um “software” que analisa os níveis dos campos eletromagnéticos de radiofrequência (RF) em sítios de telecomunicações do tipo “roof top”, produzidas por antenas verticais colineares (antena painel), comumente usadas em, por exemplo, celulares, pagers, serviços de radiocomunicação, etc.

Este programa calcula os níveis de campo de RF e cria gráficos de curvas de nível, onde diferentes cores representam os diferentes níveis de campo. Os campos de RF são produzidos pela ação de diferentes antenas, posicionadas em locais diferentes, com características diferentes. Os dados de cada antena (localização, potência, etc.) são inseridos em uma planilha do Excel, e o programa se encarrega de realizar os cálculos e produzir os gráficos.

Os níveis de campo (RF) próximo são computados a partir das antenas selecionadas, utilizando o modelo cilíndrico. Este modelo leva em conta:

- A dimensão da abertura da antena;
- A altura da antena em relação à superfície adotada como referência;
- A largura do feixe azimutal para antenas direcionais;
- A localização das antenas na superfície de análise.

As densidades de potência médias no espaço são expressas em porcentagem do nível de exposição máxima (% MPE) que uma pessoa pode suportar sem causar danos a sua saúde. A área total é composta por “pixels” (áreas quadradas) de 1 ft<sup>2</sup> (um pé quadrado) e os níveis de campo de RF são calculados para cada um destes “pixels”.

### 1.1. Características

O RoofView® possui algumas características, apresentadas a seguir, únicas e poderosas que comprovam sua eficácia na análise de sites com configurações complexas de antenas, de acordo com regras internacionais de controle de exposição humana à campos de RF.

- Os campos de RF são representados em porcentagem do nível de exposição máximo permitido de acordo com a norma selecionada (ICNIRP, FCC, etc.)
- Cada pixel será representado por uma cor, dependendo dos limites estabelecidos pelo usuário do RoofView®. Por exemplo, por padrão, o software determina que, para níveis de campo até 20% (nível seguro de exposição) é representado por verde, entre 20% e 50% (exposição moderada) é representada por amarelo, entre 50% e 100% (alta exposição) é representado também pelo amarelo e acima de 100% (zona excedente) pelo vermelho. Mas o usuário pode mudar tanto os limites entre cada zona, quanto a cor de representação da mesma.
- A análise do RoofView® pode ser feita baseada em qualquer uma das 14 diferentes normas internacionais de limites de exposição à campos de RF. Algumas delas são: CENELEC 1995, FCC 1997, ICNIRP 1998, IEEE 1999, etc.
- Superfícies irregulares podem ser definidas, incluindo aquelas com estruturas de relevo diferenciado.
- Análises podem ser feitas para áreas inteiras, ou alternativamente, para apenas parte dela, o que aumenta a velocidade de processamento dos cálculos, e que pode ser bastante útil, quando houver um grande número de antenas na mesma região e não seja necessário analisar toda a área.
- Pode-se trabalhar com diferentes situações escolhendo as antenas que estarão irradiando e as que não estarão irradiando, bastando apenas um clique duplo no símbolo da antena no Mapa de Antenas, ou alterando seu status na Tabela de Dados das Antenas.
- Algumas informações sobre as antenas podem ser destacadas no gráfico de campos de RF, tais como: identificação, coordenadas, frequência, potência, fabricante e altura da abertura.

- Há um modo de operação no software que permite uma análise detalhada da contribuição de cada antena ao campo de RF agregado para um único pixel selecionado.
- Antenas não localizadas na área de estudo podem ser inseridas na tabela para estudo de sua influência na região analisada.
- Um resumo estatístico dos níveis de RF da área estudada estará disponível em uma tabela. Nesta mesma tabela podem ser obtidas informações das intensidades máxima e mínima em um dado pixel da região de estudo.
- Símbolos podem ser estabelecidos numa tabela de referência de símbolos e mostrados, se desejado, no Mapa de Antenas junto com os símbolos da antena.
- O resultado do Mapa de Antenas colorido, referente a cada análise pode ser salvo para consultas futuras através do uso da função Snap Photo, juntamente com as anotações relevantes referentes à análise realizada.
- Uma função de importar e exportar arquivos permite salvá-los usando arquivos compactos, que descrevem o formato e o tamanho da configuração das antenas montadas, bem como a disposição detalhada das mesmas para re-análises futuras.
- Determinada área pode ser salva para estudo posterior. Isto é bastante útil no caso de áreas que excedem os limites do programa.
- O programa tem a sua disposição uma calculadora (Super Tellamatic MPE Power Density Calculator™), capaz de, entre outras coisas, calcular a densidade de potência de uma antena qualquer. Para isso, basta inserir os dados da antena na calculadora, e ela se encarrega de realizar os cálculos necessários. Esta calculadora é bastante útil, especialmente para saber o quanto se deve reduzir a potência de uma antena, ou aumentar a altura de montagem da mesma nas torres, caso os limites de uma determinada norma sejam ultrapassados.

## 1.2. Usando o RoofView®

O RoofView® possui diversos componentes que auxiliam a análise de áreas com enlaces de telecomunicação, dentre as quais, temos: *Mapa de Antenas (Antenna Map)*, *Tabela de Dados das Antenas (Antenna Data Table)*, *Tabela de Símbolos (Symbol Table)* e a *Super Calculadora (MPE Power Density Calculator)*. O software produz diferentes telas de resultados computados, dependendo da tarefa que está sendo executada.

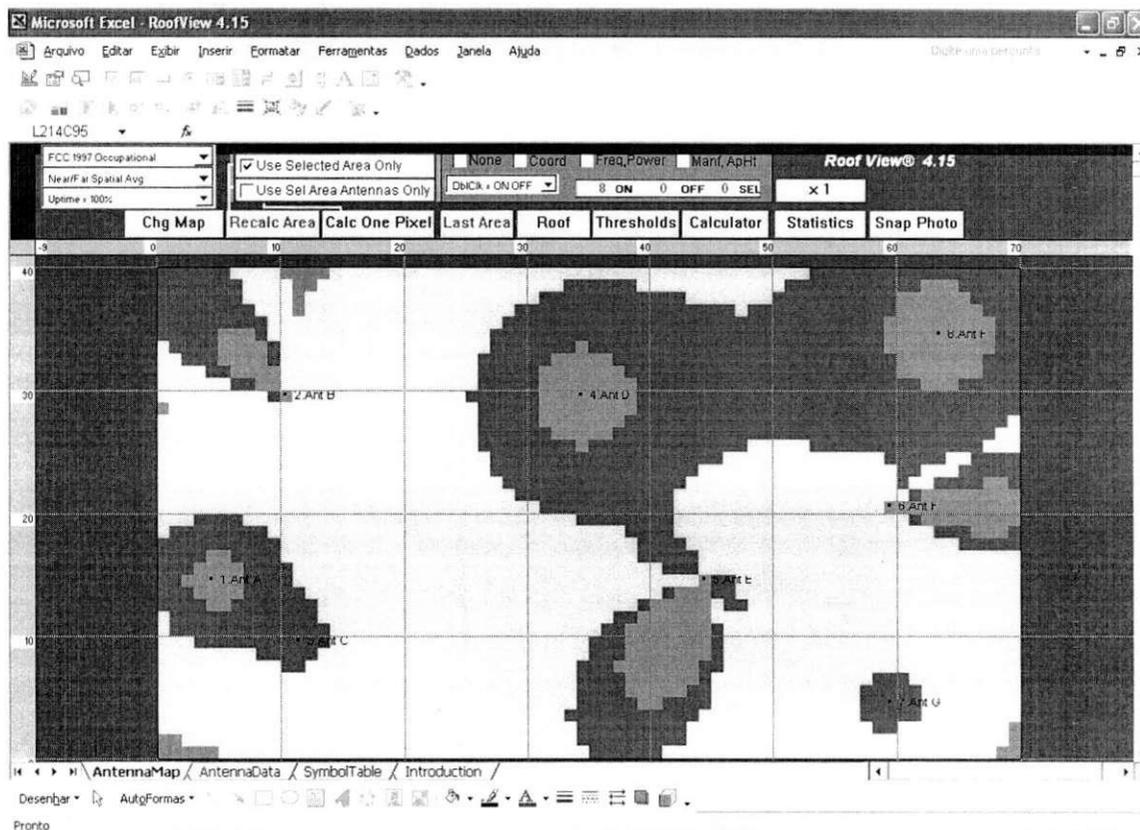


Figura 01 – Mapa de Antenas (tela inicial do software)

O principal artefato do RoofView® é a reprodução gráfica dos níveis de RF produzidos por cada antena em cada pixel, como mostrado na Figura 01. O programa possui uma barra de ferramentas no topo da tela que é responsável por muitas funções realizadas (Figura 02). É interessante manter a barra de status do

Excel ativa, pois através dela pode-se acompanhar os diversos passos dos cálculos que o software realiza.

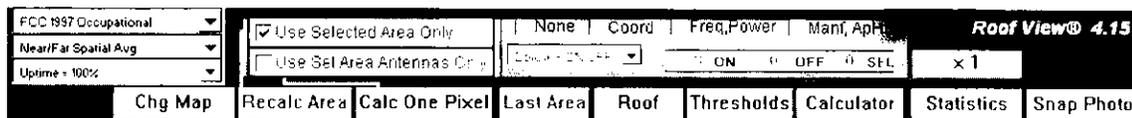


Figura 02 – Barra de ferramentas presente acima do Mapa de Antenas

A área verde e escura do Mapa de Antenas (Figura 01) representa a área do mapa onde a superfície a ser analisada é construída. Na Figura 01 temos uma área de superfície retangular simples, mas áreas mais complexas podem ser implementadas se preciso. É importante destacar que a área máxima produzida pelo RoofView® é de 210 ft x 210 ft (1 ft = 0,30480 m), aproximadamente 64 m x 64 m. Antenas localizadas fora da área máxima visualizada podem ser inseridas na tabela de dados e seus resultados serão computados na área produzida.

Cada área da superfície analisada é colorida de maneira diferente, onde cada cor corresponde à um dos diferentes níveis de campos de RF, que por sua vez é expresso em termos de percentagem da Máxima Exposição Permitida (%MPE) para uma determinada norma padrão selecionada. Essa abordagem é usada já que é importante saber os resultados em termos relativos à seus efeitos na população daquela região. Dessa forma, valores relativos são mais expressivos que valores absolutos.

No mapa, as antenas são representadas por pequenos pontos pretos (se estiverem irradiando - ativas) ou por um pequeno “X” (se estiverem desligadas). Para gerar um mapa de níveis de campos de RF, na Tabela de Dados das Antenas (Antenna Data Table) devem ser inseridas todas as informações relevantes para a realização dos cálculos, como: localização, frequência, potência, altura de instalação (montagem), dimensão da abertura da antena, perdas, etc.

### 1.2.1. Seleção da Norma Padrão

Os usuários do RoofView® podem optar por 14 diferentes normas de limitação da exposição humana à radiação eletromagnética de radiofrequência, usadas ao redor mundo. As opções disponíveis são:

- IEEE 1999 Controlada
- IEEE 1999 Não Controlada
- FCC 1997 Ocupacional (opção default do programa)
- FCC 1997 Pública
- CENELEC 1995 para Trabalhadores
- CENELEC 1995 Pública
- Canadá 1999 Ocupacional
- Canadá 1999 para Trabalhadores
- ICNIRP 1998 Ocupacional
- ICNIRP 1998 Público Geral
- NRPB 1993 com Crianças
- NRPB 1993 sem Crianças
- Austrália 1999 Ocupacional
- Austrália 1999 Pública.

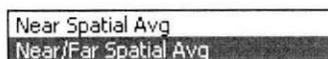


**Figura 03** – Normas disponíveis para seleção

Para acessar esta opção, o usuário deve clicar na paleta correspondente na parte superior esquerda do Mapa de Antenas (ver Figura 03).

### 1.2.2. Seleção do Modelo

O menu de seleção do modelo usado pelo software dispõe de duas opções: modelo para Região de Campos Próximos (Near Spatial Average) e modelo para Região de Campos Próximos e Distantes (Near/Far Spatial Average Model), usados para computar as médias espaciais de densidades de potência das antenas colineares verticais.



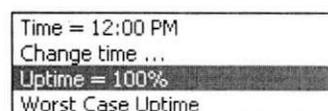
**Figura 04** – Seleção do modelo

**Nota:** O modelo de Pico Espacial para Campos Distantes e o modelo de Pico Espacial Cilíndrico estão disponíveis na calculadora de densidade de potência do programa. O primeiro modelo utiliza ganhos em campos distantes da antena para computar o pico de densidade de potência em frente à antena (na direção do feixe principal). É importante salientar que este não é o valor médio espacial do campo. O modelo aplica um fator de reflexão de 2,56, como descrito na norma da FCC (Federal Communications Commission). O segundo modelo dá estimativas do valor de pico espacial de RF nas proximidades das antenas verticais colineares.

### 1.2.3. Seleção de Uptime (Ciclo de trabalho da Antena)

“Uptime” é a terminologia usada pelo RoofView® para ciclos de trabalho associados à máxima potência de campos de RF de uma determinada antena. Os possíveis casos são:

- Time = 12:00 PM.
- Mudar tempo.
- Uptime = 100% (opção considerada default)
- Pior Caso de Ciclo de Trabalho (Worst Case Uptime)



**Figura 05** – Seleção de Uptime

Normalmente usa-se a opção “Uptime = 100%” na maioria das análises. Essa escolha implica dizer que todos os transmissores associados a uma antena estão sendo considerados como irradiantes (ligados). As outras escolhas são usadas para uma análise especial de capacidade do RoofView®, assumindo que os dados de suporte das medidas de *Uptime* de todos os transmissores de uma região particular estão disponíveis e armazenados no RoofView®. O programa contém uma amostra de dados de *Uptime* armazenados, que é a porcentagem de transmissores conectados a cada uma das várias antenas operantes em função da hora que a coleta de dados foi feita. Se esta coleta de dados foi feita e salva no programa, pode-se optar por uma das outras opções ou mesmo criar novas.

#### 1.2.4. Usar Apenas Área Seleccionada (Use Selected Area Only)

O RoofView® pode calcular a intensidade de campo para uma região de até 210 ft x 210 ft, mas por causa do grande número de pixels que isso representa

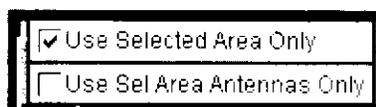


Figura 06 – Usar apenas área seleccionada

(44.100), análises mais práticas em áreas menores, seleccionadas com o mouse ou ajustadas na tabela de coordenadas, tornam os cálculos mais simples e rápidos.

#### 1.2.5. Usar Apenas Antenas da Área Seleccionada (Use Selected Area Antennas Only)

Normalmente, o RoofView® irá usar todas as antenas definidas na tabela de dados em seus cálculos. Mas caso o usuário do programa queira trabalhar apenas com as antenas que estão inseridas na área de estudo, basta acionar a caixa “Use Selected Área Antennas Only”.

Isso é equivalente a ir à Tabela de Dados das Antenas e “desligar” (desativar) todas as antenas fora da área seleccionada pelo usuário.

Essa característica é usada para isolar as contribuições para apenas as antenas em estudo. E além de reduzir o tempo de cálculos computacionais, aumenta a precisão das análises referentes a uma determina área seleccionada, visto que elimina as influências de antenas exteriores.

#### 1.2.6. Mudar de Mapa (Chg map)

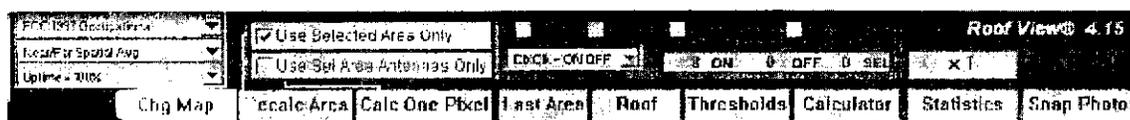


Figura 07 – Mudar de mapa

Este botão no Mapa de Antenas é usado para definir a área do enlace de telecomunicação a ser trabalhada e analisada. Estas áreas podem ser definidas de duas maneiras:

- Coordenadas inseridas nos 6 campos da área de ajuste (Figura 08).
- Seleção da nova área através do mouse e em seguida acionando o botão “Chg Map”.

Quando o usuário opta por digitar as coordenadas (método 1), só se pode definir uma área simples e retangular. Alternativamente, antes de clicar no botão “Change Map”, áreas de formas irregulares podem ser definidas no Mapa de Antenas mantendo a tecla CONTROL pressionada enquanto o usuário desenha a área a ser analisada (método 2). Ao fazê-lo, usa-se “Chg Map” e assim pode-se ajustar apenas aquela área, deixando o resto do mapa inalterado. Portanto, superfícies irregulares podem ser construídas utilizando-se este item.

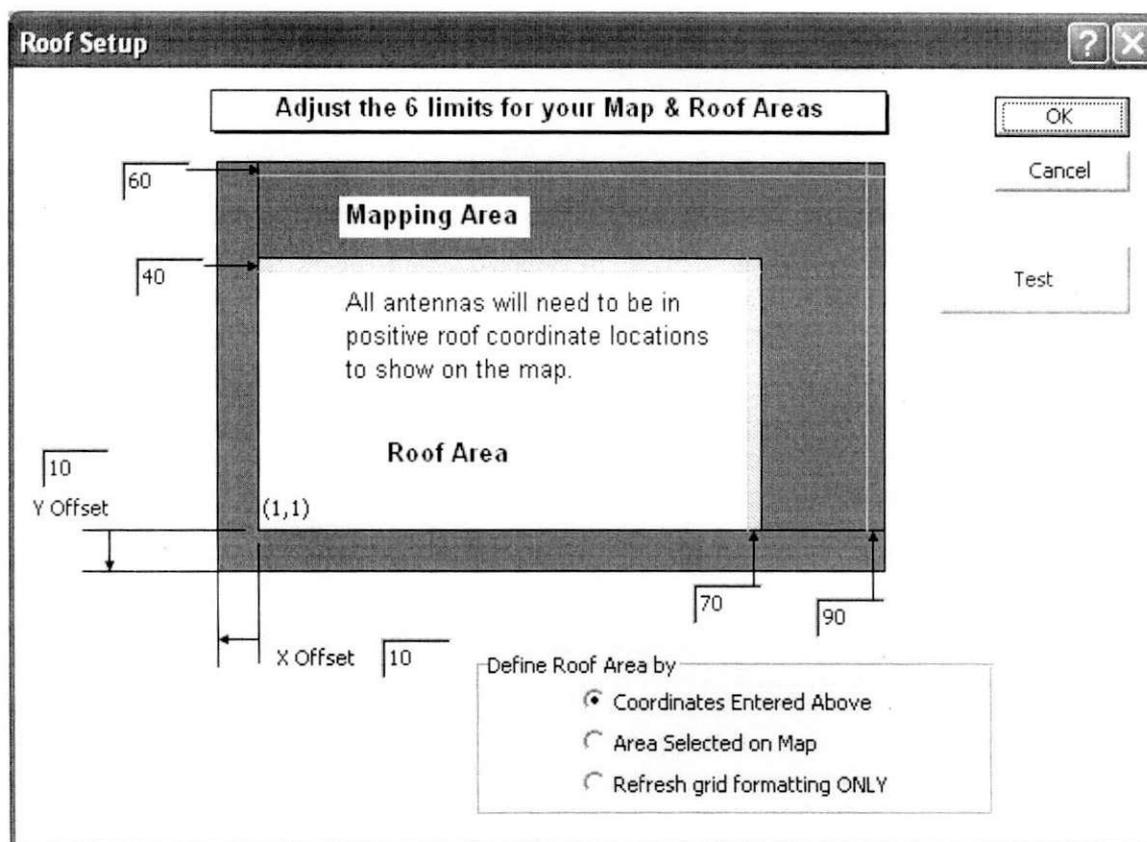
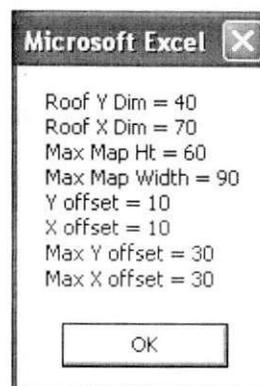


Figura 08 – Caixa de diálogo para configuração da área a ser analisada

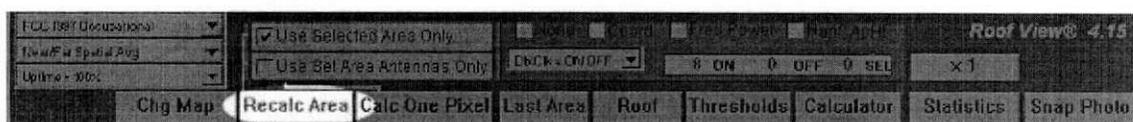
Quando utilizar o método de definição de coordenadas de superfície, um total de 6 valores é requerido: as coordenadas de x e y da área a ser analisada, as coordenadas de x e y da área do Mapa de Antenas, e os valores para *offset* de x e

y, como mostrado na Figura 08. Os menores valores para x e y no mapa de antenas são ajustados em 90 pés (27,43 m) e 50 pés (15,24 m) respectivamente. Valores menores que estes serão automaticamente ignorados e ajustados nos valores *default* de x e y. O botão de teste (Test Button) na caixa de diálogo mostra todos os valores que serão usados para elaborar a área de estudo, e estes serão usados se “OK” for clicado (Figura 09).



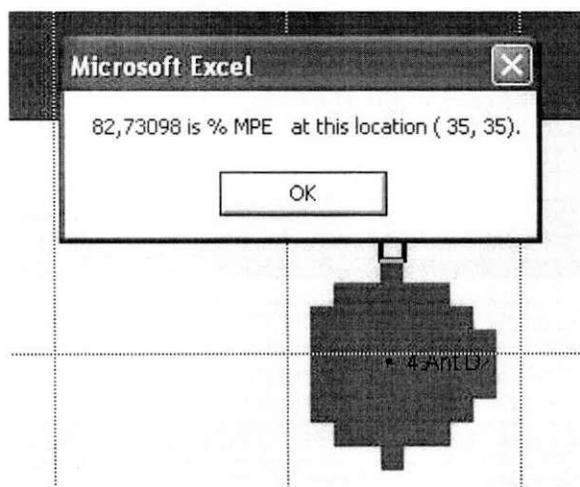
**Figura 09** – Caixa de diálogo após clicar no botão de teste

### 1.2.7. Recalcular Área (Recalc Area)



**Figura 10** – Recalcular Área

Este botão no mapa de antenas recalcula os níveis de campo de RF ao serem inseridos dados diferentes no programa, ou mesmo ao se selecionar outra área do Mapa para ser analisada. Os novos cálculos irão obedecer aos “checkboxes” que tenham sido ativados, tais como Selected Area Only, seleção de uma nova norma padrão de exposição humana à campos eletromagnéticos, etc.



**Figura 11** – Caixa de informação indicando a %MPE de um determinado pixel

Em qualquer momento, após a realização dos cálculos dos campos de RF, o usuário pode dar um duplo clique em um pixel qualquer no Mapa de Antenas. Isto fará surgir uma caixa com a EXATA percentagem de MPE relacionada ao pixel selecionado, bem como as coordenadas daquele pixel ao longo da superfície de análise (ver Figura 11).

### 1.2.8. Botões de Superfície e Última Área Utilizada (Roof e Last Area)

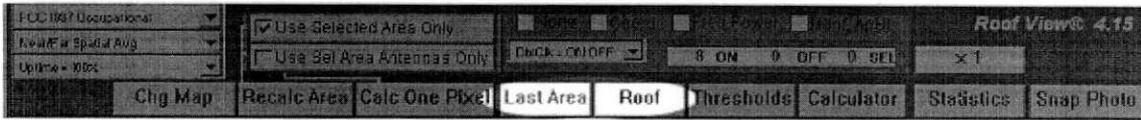


Figura 12 – Botões de superfície e última área utilizada

Ao usar o RoofView® pode ser conveniente re-selecionar a última área usada para o cálculo. Para tal, há os botões “Last Área” e “Roof”. Esses botões automaticamente selecionam a última área trabalhada (Last Área) ou toda área definida (Roof). Esse tipo de procedimento é bastante conveniente para recalcular campos de RF em áreas onde são realizadas análises repetitivas, quando são feitas alterações na Tabela de Dados ou quando são “ativadas” (ligadas) ou “desativadas” (desligadas) algumas antenas.

### 1.2.9. Estatísticas (Statistics)

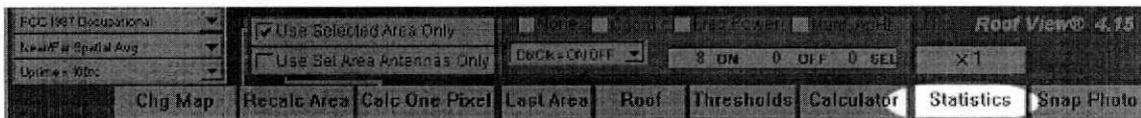


Figura 13 – Estatísticas

Após cada cálculo, um resumo estatístico (Figura 14) estará disponível em uma tabela logo abaixo do Mapa de Antenas. Nesta tabela, estão indicados: a área total trabalhada, a porcentagem dos níveis de campos de RF para os vários limites estabelecidos, a norma adotada e os valores máximos e mínimos de MPE em %.

Statistical Summary		
%MPE	SQ. FT	%SQ. FT.
	56	002 % of total ROOF Area
0-20	1	002 % of Selected Area
21 - 50	50	089 % of Selected Area
51 - 100	5	009 % of Selected Area
> 100	0	000 % of Selected Area
<b>Roof Area 2800 sq. ft.</b> <b>Max %MPE 66,6 %</b> <b>Min %MPE 20,0 %</b> <b>Using Near/Far Spatial Avg Model</b> <b>With FCC 1997 Occupational Standard</b>		

Figura 14 – Resumo estatístico

### 1.2.10. Botão de Fator de Escala (Scale Factor Button)



Figura 15 – Fator de escala

Este botão permite mudar o fator de escala para a densidade de potência computada para todas as antenas sem ir a Tabela de Dados para fazer mudanças individuais na potência de cada antena. A Figura 16 mostra o fator de escala padrão do RoofView®.

Um uso prático para este comando seria recalculer os campos no Mapa de Antenas para um fator arbitrário relativo ao modelo cilíndrico de campos próximos. Por exemplo, para observar mudanças no mapa, caso a potência de cada antena fosse reduzida em 50% do seu máximo, basta clicar no botão "X1" e entrar com o fator de escala de 0.5.

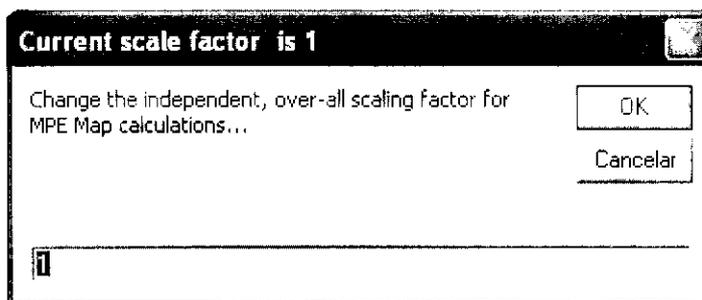


Figura 16 – Fator de escala padrão do RoofView®

Isso poderia simular, por exemplo, a entrada de um trabalhador vestido com roupas que reduzem em 50% os níveis de radiação recebidos por seu corpo. Assim, o mapa seria a representação relativa do que este (e outros) trabalhador estaria sujeito ao executar determinado serviço naquela área.

**OBS:** Caso este valor não seja trocado ao se salvar a área (usando o botão de "Export" na Tabela de Dados) este valor será o *default* daquela área de estudo. Assim, deve-se sempre checar este valor para que erros não aconteçam na análise.

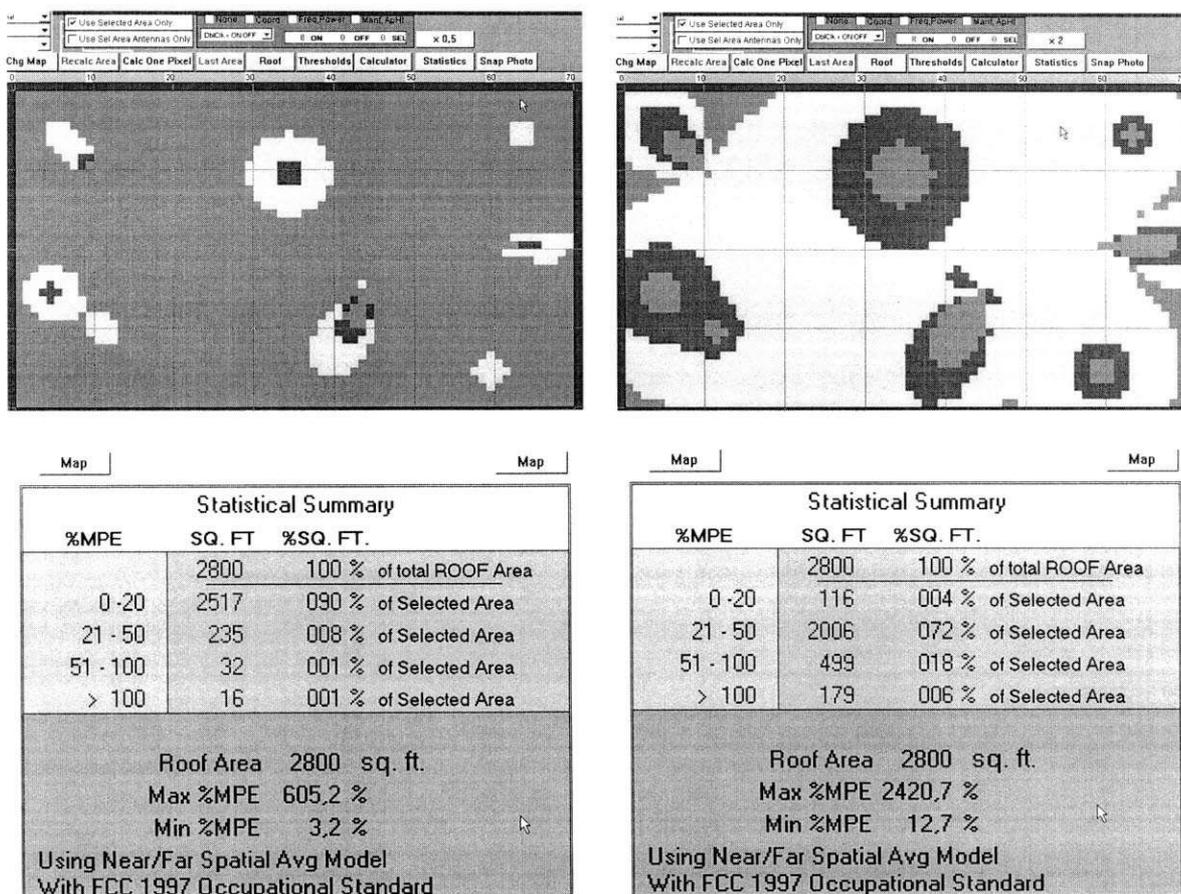


Figura 17 – Mapa de Antenas e Estatísticas para fator de escala 0.5 (50% - primeiro caso) e 2.0 (200% - segundo caso)

### 1.2.11. Calcular um Pixel (Calculate One Pixel)

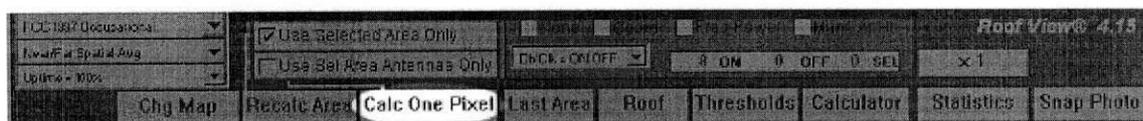


Figura 18 – Calcular um pixel

Uma ferramenta bastante poderosa e útil disponível no RoofView® é a análise detalhada das contribuições dos campos de RF de várias antenas para apenas um pixel. Os resultados são mostrados em uma tabela, em % de MPE de

cada antena (e colorida de acordo como definido para os limites de exposição), além de exibir a distância de cada antena até este pixel (Radius). Ver Figura 19.

1.50		ApHt Factor		Hide Uptime		Roof View® 4.15												
						Calculator						Done with Table						
						Pixel Result Table for pixel 44, 16 Sorted by ID												
Ant Num	Uptime Used	Antenna Pixel			Ant Num	Uptime Profile	Total	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
		X	Y	Z			Label density	pctMPE	CumTotal	Flag	Selected	ON	Ant	Set+ON	MPE	Std	Radius	Label
6	100 %	60	21	0,5	6	6	0,000	0,00	0,00	ON*	0	1	0	3,00	16,8	6		
2	100 %	11	30	2,5	2	2	0,000	0,00	0,00	ON*	0	1	0	3,00	35,8	2		
3	100 %	12	10	2,5	3	3	0,028	0,94	0,95	ON*	0	1	0	3,00	32,6	3		
1	100 %	5	15	0,0	1	1	0,034	1,13	2,07	ON*	0	1	0	3,00	39,0	1		
7	100 %	60	5	1,0	7	7	0,085	2,84	4,91	ON*	0	1	0	3,00	19,4	7		
8	100 %	64	35	1,0	8	8	0,098	9,65	14,76	ON*	0	1	0	1,00	27,6	8		
4	100 %	35	30	0,0	4	4	0,317	21,11	35,88	ON*	0	1	0	1,50	16,6	4		
5	100 %	45	15	0,0	5	5	1,249	41,63	77,50	ON*	0	1	0	3,00	1,4	5		
							1,811	77,50			8 ants	0	8	0				

Figura 19 – Tabela de resultado para um pixel

Nesta tabela, pode-se escolher a ordem crescente com que as informações são dispostas, como por maior ou menor nível de: densidade de potência das antenas, % MPE, distância das antenas ao pixel de análise, etc. Pode-se, inclusive, ativar ou desativar antenas, para re-analisar os dados que serão recalculados na tabela de resultados do pixel em questão.

Estes resultados também podem ser apresentados em gráficos em formato de barras e de torta (Figura 20 e 21).

O gráfico de barras é colorido de acordo com o critério adotado para dar as cores às antenas na tabela, ou seja: a taxa de % MPE. Por sua vez, o valor desta taxa (% MPE) só é mostrado para a primeira antena (que irá mudar sempre se alterar o critério de ordenação dos resultados dos dados das antenas).

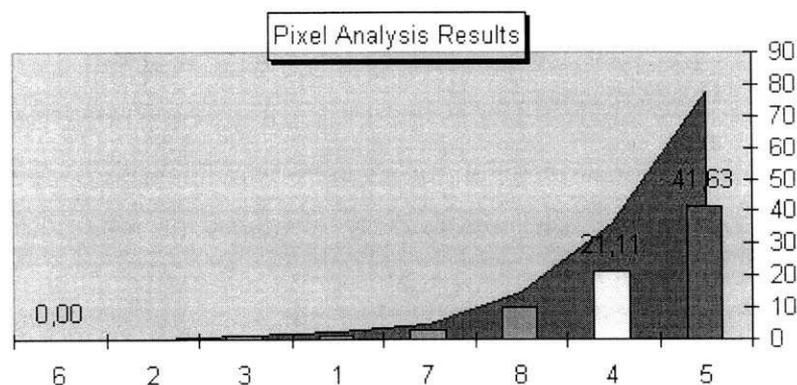


Figura 20 – Gráfico em formato de barras

Pie Chart of Antennas at One Pixel

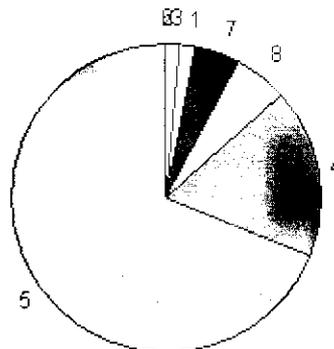


Figura 21 – Gráfico em formato de torta

### 1.2.12. Painel de Controle Marrom (Brown Control Panel)

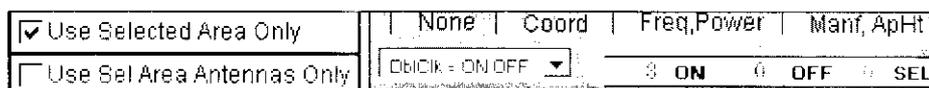


Figura 22 – Painel de controle marrom

Vários parâmetros das antenas podem ser mostrados no Mapa de Antenas. Basta assinalar nos boxes no topo do mapa quais os parâmetros desejados. Algumas opções são:

- None (nenhuma informação disponível);
- Coordinates (mostra as coordenadas de cada antena);
- Frequency and Power (mostra a frequência e potência da antena);
- Manufacturer, Aperture Height (mostra o nome do fabricante e a dimensão da abertura da antena).

#### 1.2.12.1. Controle do Efeito de Duplo Clique no Mapa de Antenas

Uma opção que se destaca no Painel de Controle Marrom é o controle do efeito que o duplo clique do mouse causa sobre o pixel que contem alguma antena (no Mapa de Antenas). Há duas opções:

- DbIClk = ON OFF (ativa ou desativa uma determinada antena)

- DblClk = Jump (vai direto para a linha que contém os dados da referida antena na Tabela de Dados).

Estas duas opções terão maior ou menor utilidade de acordo com a preferência do usuário. Este pode optar por “ativar” ou “desativar” antenas rapidamente, sem ter que ir à Tabela de Dados (opção 1), e assim re-analisar os efeitos que a inclusão, ou retirada, de antenas causa no sistema. Porém, se a opção escolhida tiver sido a segunda, o mesmo irá direto para a linha da antena selecionada (na Tabela de Dados), e poderá realizar todas as alterações que precisar (potência, frequência, fabricantes, abertura, etc.), e dar um duplo clique sobre esta mesma linha e retornar ao Mapa de Antenas.

**OBS:** O duplo clique só tem efeito quando realizado sob um símbolo de uma antena. Caso seja clicado em um pixel qualquer, será mostrada a % MPE do mesmo, bem como sua localização (como já explicado no item 1.2.7).

### 1.2.13. Limites (Thresholds)



Figura 23 – Limites

Na caixa de diálogo de limite (Figura 24), o usuário irá determinar a porcentagem de MPE, que qualificará as zonas de exposição em:

- Safe Zone (segura);
- Moderate Zone (moderada);
- High Zone (alta Exposição);
- Over Zone (acima do nível permitido pela norma).

Nesta mesma caixa o usuário irá determinar a cor de representação para cada uma destas zonas.

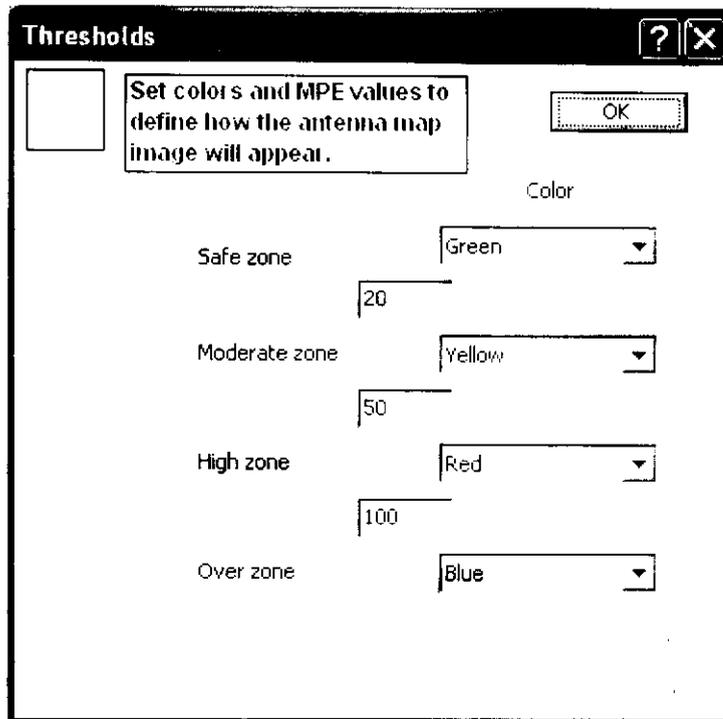


Figura 24 – Caixa de diálogo para configuração dos limites de campos de RF

### 1.2.14. Status das Antenas (Antenna Status)

Este painel logo abaixo do Painel de Controle Marrom indica quantas antenas estavam "ativadas" (ON) e "desativadas" (OFF) durante o cálculo dos resultados mostrados no mapa. Quando a caixa "Use Selected Area Antennas Only" for ativada, este painel mostrará ainda quantas antenas estavam "funcionando" (ativas) dentro da área selecionada durante a realização dos cálculos e análises (SEL).

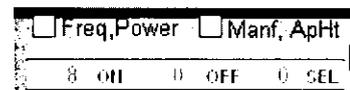


Figura 25 – Status das antenas

### 1.2.15. Calculadora (Calculator)

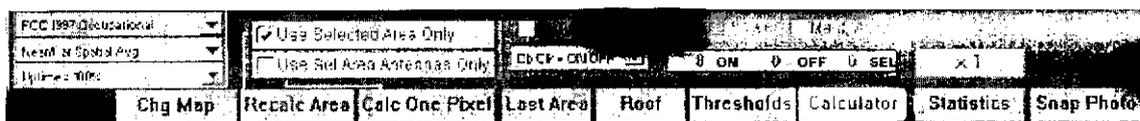


Figura 26 – Calculadora

Este botão aciona a calculadora Super Tellematic MPE Power Density. Esta calculadora está equipada com muitas variáveis que influenciam nos cálculos de campos de RF. A calculadora pode ser usada para calcular:

- Potência;
- Altura de montagem da antena;
- Distância (raio);
- Ganho;
- % de MPE;
- Dimensão da Abertura da antena;
- Largura do feixe principal.

Esta calculadora permite também calcular, facilmente, a potência de entrada de uma antena, baseado na potência de saída do transmissor, no tipo de cabos de RF utilizados, bem como seu comprimento, e frequência de trabalho. Maiores detalhes sobre esta super calculadora serão apresentados na Seção 1.4.

### 1.2.16. Snap Photo

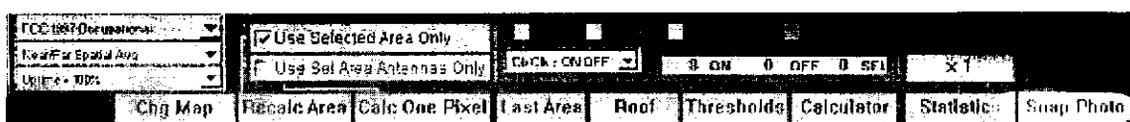


Figura 27 – Snap photo

Uma das informações mais importantes obtida com o RoofView® é o próprio Mapa de Antenas, colorido de acordo com as porcentagens de MPE determinadas pelo usuário. Uma imagem (foto) deste mapa pode ser salva, juntamente com as estatísticas, através do comando “Snap Photo”. Isto é bastante útil para se poder realizar futuras análises sobre uma configuração montada.

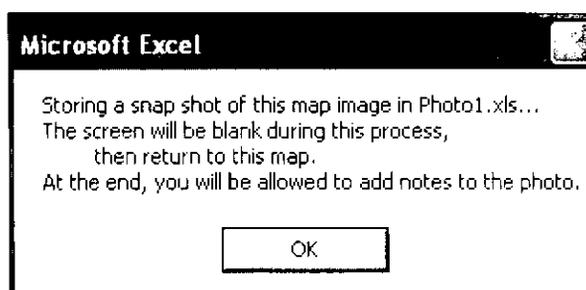
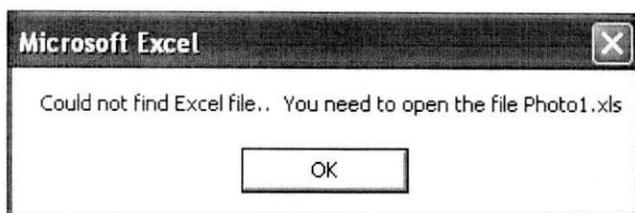


Figura 28 – Arquivo Photo1.xls



**Figura 29** – Arquivo Photo1.xls não encontrado

Ao clicar no botão “Snap Photo”, o programa mostrará uma mensagem informando que irá salvar os resultados num arquivo Excel (extensão XLS) chamado “Photo1.xls, Photo2.xls”, e assim

por diante (ver Figura 28). Caso este arquivo não esteja aberto, ou não exista, irá aparecer uma mensagem informando que o mesmo não foi encontrado (Figura 29). Com isso, o usuário deve abri-lo, caso exista, ou criá-lo e abrir em seguida para que o comando “Snap Photo” funcione corretamente.

Quando o arquivo “Photo1.xls” está criado e aberto corretamente, após ser dado o comando para salvar as informações, aparecerá uma opção onde o usuário pode inserir comentários à respeito do arquivo (resultados) que está sendo salvo.

### **1.2.17. Barra de Status (Status Bar)**

Localizado próximo à parte inferior do mapa, mostra qual processo está sendo realizado naquele instante. Por exemplo, durante os cálculos de campos de RF nos sites, a barra de status indicará qual antena estará sendo analisada naquele momento, e mostrará qual o status do processo de coloração do Mapa de Antenas.

Para ativar esta ferramenta, o usuário deve ir ao menu “Exibir” do Excel e selecionar “Barra de Status”.

### 1.3. Tabela de Dados das Antenas (Antenna Data Table)

É aqui onde são colocados todos os dados computacionais das antenas que o RoofView® irá utilizar na elaboração do Mapa de Antenas. Há duas maneiras de se visualizar a Tabela:

- Forma expandida (Figura 30);
- Forma condensada.

Renum		Del BlankID			Pwr	-> Col <-		X ApHt	Export	All	On	1.50	ApHt Factor												
Clear		Ins Copy	Hide Power Detail		Hide	Update Linking		Calculator	Import	All	Off	Show Optime													
Antenna Data Table																									
Ant Num	ID	Name	(MHz)	Trans Power	Trans Count	Coax Len	Coax Type	Other Loss	Input Power	Calc Power	Mfg	Model	X (ft)	Y (ft)	Z (ft)	Type	Aper (ft)	Gain	Pt Dir	ON flag	Antenna X	Pixel Y	Z	Ant Num	
1	Ant A	none	900,00000	10,0	10	200	2-1/4	Air	0,0	200,0	200,0	RadHaz	Zapper 101	5,0	15,0	0,0	VC	6,0	10	Omni	ON	5	15	0,0	1
2	Ant B	none	900,00000	60,0					200,0	200,0	RadHaz	Zapper 101	11,0	30,0	2,5	VC	8,0	10	45,315	ON	11	30	2,5	2	
3	Ant C	none	900,00000	10,0	10	200	2-1/4	Air	0,0	200,0	200,0	RadHaz	Zapper 101	11,5	10,0	2,5	VC	13,0	10	Omni	ON	12	10	2,5	3
4	Ant D	none	450,00000	55,0	2	121	7/8	LDF	400,0	400,0	RadHaz	Zapper 102	35,0	30,0	0,0	VC	13,0	10	Omni	ON	35	30	0,0	4	
5	Ant E	none	900,00000						250,0	250,0	RadHaz	Zapper 101	45,0	15,0	0,0	VC	4,0	10	50,210	ON	45	15	0,0	5	
6	Ant F	none	900,00000	10,0	10	200	2-1/4	Air	0,0	100,0	100,0	RadHaz	Zapper 101	60,0	21,0	0,5	VC	6,0	10	33,90	ON	60	21	0,5	6
7	Ant G	none	900,00000	10,0	10	200	2-1/4	Air	0,0	150,0	150,0	RadHaz	Zapper 101	60,0	5,0	1,0	VC	9,0	10	Omni	ON	60	5	1,0	7
8	Ant F	none	150,00000	10,0	10	200	2-1/4	Air	0,0	350,0	350,0	RadHaz	Zapper 101	64,0	35,0	1,0	VC	13,0	10	Omni	ON	64	35	1,0	8

This area below the Antenna Data Table is the user workspace. It will NOT be erased unless the user does so.

Data can be copied and pasted in this area, given an AntID in col 2, then added to the Data Table by clicking on the button Del BlankID and answering with 'yes'

Important NOTE: Anything entered in column 2 will signal the Del BlankID function to move it into the Data Table. As a result, avoid using columns 1 & 2 for notes, comments, etc.

Any antennas with AntID's that are entered in this area (ID in column 2) will be found, recognized, and moved UP into the table (after the user responds to the Delete Dialog with 'yes')

Notes, comments, formulas and calculation grids can be entered here, HOWEVER, because this sheet is protected, you will be able to enter formulas, but not view them, and this workspace is NOT exported.

Importing does not change the workspace; it only resets, expands or contracts, the Antenna Data Table above.

Figura 30 – Tabela de Dados das Antenas em sua forma expandida

A diferença básica entre estes casos é que no caso expandido é possível ver e alterar informações detalhadas da potência de saída dos transmissores. Além do número total de transmissores que podem ser combinados em uma dada antena, o tipo de cabo coaxial utilizado e o seu comprimento desde o transmissor até a antena, bem como outras perdas possíveis que possam estar associadas ao uso de combinadores, por exemplo. Se esta abordagem é escolhida, o RoofView® automaticamente determina a potência de entrada na antena e insere este valor no campo de “Calc Power”. Informações podem ser obtidas para tipos diferentes de antenas. Para algumas antenas, basta inserir sua potência no campo “Input Power”. Em outros casos informações mais detalhadas podem ser adicionadas na

tabela de dados, e assim, um valor de saída é dado no campo “Calc Power”. Nas colunas em verde na tabela de dados, os valores não podem ser alterados.

**OBS:** Ao clicar no botão “Hide Power”, obtém-se a versão condensada da tabela. Ao clicar no botão “Pwr Expt” o caso expandido é acionado.

### 1.3.1. Número de Antena (Antenna Number)

O RoofView® automaticamente determina os números para cada antena (os números seriam uma espécie de identificador das antenas). Se o botão “Renum” for acionado, as antenas serão numeradas em seqüência.

**OBS:** Clicando nos botões “Sort Buttons” no topo das colunas (representados por um “S”) a tabela será ordenada em ordem crescente referente ao tipo de “sort” selecionado. E clicando em “Renum”, as antenas serão re-numeradas na seqüência em que estão aparecendo. Esta mudança pode ser visualizada indo ao Mapa de Antenas, e comprovando a mudança no número de cada uma delas.

### 1.3.2. Identidade da Antena (Antenna ID)

É o nome dado à antena em sua identificação (pode-se entrar com até 255 caracteres). Se este campo estiver vazio para uma dada antena, ao se atualizar a tabela (“Update Link”), toda a linha da referida antena será apagada. Se estiver preenchido, O RoofView® ajustará a tabela para que esta antena seja incluída. Assim antenas podem ser acrescentadas ou eliminadas do projeto.

**OBS:** Algumas mudanças na Tabela de Dados das Antenas fazem aparecer o aviso de “Update Linking” no Mapa de Antenas (ver Figura 31). Isso ocorre se antenas tiverem sido adicionadas ou suprimidas, ou as coordenadas X e Y terem sido alteradas para uma ou mais antenas. O RoofView® não tem como saber se todas as mudanças desejadas foram feitas, então, o usuário deve usar o botão “Update Linking” para refazer os cálculos considerando tais alterações.

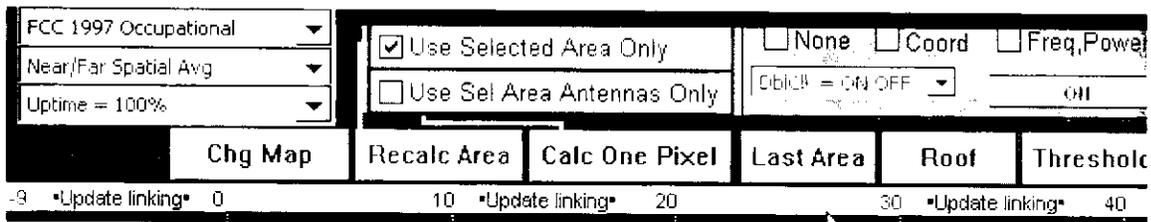


Figura 31 – Aviso de "Update Linking"

### 1.3.3. Nome (Name)

Cada antena também pode ter um nome arbitrário para ajudar na organização da tabela. Também é útil para associar a antena a seu fabricante.

### 1.3.4. Frequência (Frequency)

Este campo deve ser preenchido com a frequência de um único transmissor da antena ou a menor frequência associada à um grupo de transmissores combinados e associados à uma antena.

No caso de enlaces do tipo *wireless* em VHF e UHF, deve-se usar a menor frequência dentre os transmissores associados à antena, pois isto levará a um resultado menor, e mais rigoroso. Isso resulta em uma abordagem mais conservadora de cálculo de nível de RF em uma região.

### 1.3.5. Tipo de Cabo (Coax Type)

Dando um duplo clique neste campo, aparecerá uma janela onde é possível escolher o tipo de cabo coaxial usado no sistema irradiante de cada antena (Figura 32).

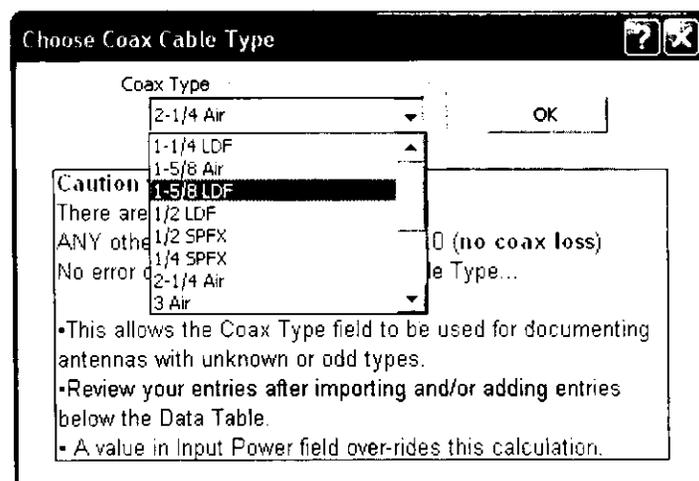


Figura 32 – Caixa de diálogo mostrando as opções de tipos cabos coaxiais a serem escolhidos

### 1.3.6. Input Power e Calc Power

Este campo normalmente contém a potência da antena no seu conector de entrada. Se há um valor neste campo, o RoofView® automaticamente copia este valor para o campo “Calc Power” e este passará a ser o valor utilizado pelo programa em seus cálculos. Qualquer outra informação mais detalhada contida nos outros campos associados à potência de saída dos transmissores é ignorada. Se o campo estiver vazio, o cálculo será feito baseado nos valores da potência do transmissor, comprimento e tipo do cabo, e outras perdas.

### 1.3.7. Fabricante (Manufacturer)

Neste campo deve-se indicar o nome do fabricante da antena. Este campo pode ser deixado vazio. Ele aparecerá no Mapa de Antenas se a opção “Manuf, ApFt” for selecionada.

### 1.3.8. Modelo (Model)

Neste campo entra-se com o modelo escolhido. Pode ser deixado em branco. Apesar das opções “fabricante, modelo e tipo de antena” não serem usadas nos cálculos de campos de RF, elas podem ajudar a documentar determinada área de enlace de telecomunicação.

### 1.3.9. Coordenadas da Antena (Antenna Coordinates)

A localização de cada antena é necessária para se computar os campos de RF em cada pixel da área estudada. Para cada antena, sua localização é medida em relação ao canto esquerdo inferior da área para as coordenadas x e y. Estas coordenadas também incluem a coordenada z, que corresponde a altura da antena em relação ao zero de referência. O valor de z é dado a partir da superfície considerada como base até a abertura irradiadora da antena. Valores válidos de z podem ser positivos (se a antena for mais alta que a superfície base) ou negativos (se estiverem abaixo do plano base).

**OBS:** Em versões anteriores do RoofView só era possível pôr valores positivos de z, e com valor máximo possível de 10 pés (10 ft), limitação esta sanada a partir da versão 4.

### **1.3.10. Tipo de Antena (Antenna Type)**

Neste campo entra-se com o tipo de antena. Por exemplo, VC para antena vertical colinear. Como já explicado na Seção 1.3.8, este campo pode ser deixado vazio, pois não participa nos cálculos dos níveis de campos de RF.

### **1.3.11. Dimensão da Abertura da Antena (Aperture Height)**

Aqui, a altura da abertura da antena deve ser informada em pés (ft). A abertura de uma antena é a porção radiante dessa antena, e não necessariamente seu comprimento total. Tipicamente pode ser considerado como o comprimento do radome de fibra de vidro que recobre muitas antenas colineares ou a altura vertical da radome que cobre antenas comumente usadas para coberturas sectorizadas.

**OBS:** O modelo usado pelo RoofView® só considera aberturas de antenas maiores que um pé (1 ft). Qualquer valor menor que este será desconsiderado.

### **1.3.12. Ganho da Antena (Antenna Gain)**

O ganho da antena (posto em decibéis) pode ser discriminado. No entanto, assim como para outros campos, pode ser deixado em branco. Preencher este campo é importante no sentido de documentar o que acontece em dada área. Em versões futuras do RoofView®, quando modelos para cálculo de campos distantes venham a ser implementados, esse valor será usado para computar o campo de RF de uma antena.

### 1.3.13. Largura e Direção do Feixe (Beamwidth and Pointing Direction)

Uma característica bastante interessante e importante do RoofView®, é que o mesmo pode simular o modelo tanto para antenas direcionais como antenas omnidirecionais. Caso o campo “BWdth Pt Dir” não seja preenchido, o programa assume que a antena seja omnidirecional. Se for preenchido, o primeiro valor será a largura do feixe, e o segundo sua direção (em graus).

A largura do feixe é definida como a largura de feixe azimutal da antena definida pelos pontos de -3dB, enquanto que a direção em graus indica em que sentido este feixe aponta (sul, leste, oeste, etc.). O zero de referência (zero grau) no RoofView® corresponde ao norte (para cima). Em sentido horário vai-se aumentando este ângulo para descrever o sentido de irradiação (por exemplo, 90° é leste-direita, 180° é sul-baixo e 270° é oeste-esquerda).

**OBS:** É importante lembrar que para separar os valores da largura do feixe principal e da direção, usa-se ponto e vírgula (;).

O RoofView® corrige o campo computado, ao longo do feixe principal, multiplicando o valor do modelo cilíndrico na taxa de  $360/(\text{valor da largura do feixe})$ . Nas outras direções, o programa encontra valores padrões azimutais, gravados dentro do RoofView®, que é aplicado à largura de feixe indicada. Assim, a distribuição azimutal dos campos de RF é feita de acordo com esses valores padrões intrínsecos ao software.

Para facilitar esses cálculos, o RoofView® contém 13 padrões de azimutes construídos internamente em suas rotinas associados às antenas do tipo VC (vertical colinear) do mundo real, tipicamente antenas do tipo “painel”.

### 1.3.14. Botão de Liga/Desliga (ON/OFF Flag)

Selecionando uma antena e acionado um destes botões, é possível escolher as antenas que estarão irradiando (ON) e quais não estarão (OFF). Há ainda as opções ALL ON (todas irradiando) e ALL OFF (todas desativadas).

Porém, como já mencionado ao longo deste manual, há outras formas de se ativar ou desativar uma antena do sistema em análise, tais como: dando um duplo clique no pixel que representa a antena no Mapa de Antenas, ou dando um duplo clique na célula da antena no campo “ON flag” da Tabela de Dados das Antenas, etc.

**Antena Pixel:** Esse campo da Tabela de Dados mostra a localização do pixel no Mapa de Antenas que o software irá usar para representar as coordenadas das antenas.

#### **1.3.15. Renumerar (Renum)**

Este botão reinicia a seqüência do número de antenas, mas não muda sua ordem na tabela. Após adicionar ou retirar antenas, os números podem não ficar organizados de maneira contínua, mas isto não causará dano nenhum nos cálculos do RoofView®. Logo, este botão não precisa ser necessariamente ativado. Para maiores detalhes, ver Seção 1.3.1.

#### **1.3.16. Limpar Dados (Clear)**

Serve para limpar toda uma linha da tabela de dados. Ao ativar esse botão, uma caixa de mensagem aparecerá na tela pedindo para confirmar se se deseja realmente eliminar aquela linha.

#### **1.3.17. Apagar ID's em Branco (Delete Blank IDs)**

Este botão serve para remover dados associados a qualquer antena que não tenha um ID (identificação) no campo “ID”. Esta é a maneira de se eliminar antenas não desejadas: primeiro apaga-se o ID da antena escolhida (ou escolhidas) e aciona-se este botão. Em seguida uma tela de confirmação aparece para que se confirme, ou não, a remoção da(s) antena(s).

### 1.3.18. Inserir Cópia (Insert Copy)

Inserir uma cópia da antena selecionada em uma nova linha da tabela, imediatamente abaixo dela.

### 1.3.19. Ajuste de Coluna (>Col<)

Este botão vai expandir ou estreitar as colunas da tabela de modo que os campos Ant ID, Name, Frequency, Input Power, Beamwidth e as coordenadas sejam visualizados da melhor forma na tela.

### 1.3.20. Tabela de Símbolos (Symbol Table)

O RoofView® tem uma área especial para classificar e adicionar símbolos no Mapa de Antenas. Essa área é chamada de Tabela de Símbolos (Figura 33). Devido aos possíveis conflitos no Mapa de Antenas, alguns símbolos podem não aparecer: os marcadores de antenas têm prioridade. Caso não haja nenhum problema, uma característica da representação de um símbolo, é que o mesmo terá uma borda ao seu redor (ver Figura 34).

Symbols Table for Locating Reference Points on a Roof					
Map		Turn OFF Symbols On Map			Update Symbol Locs Now
Sym	Marker	Roof X	Roof Y	Map Label	Description ( notes for this table only )
Sym		5	35	AC Unit	Sample symbols
Sym		14	5	Roof Access	
Sym		45	5	Região Sul	
Sym		45	20	Região Norte	

Figura 33 – Tabela de Símbolos

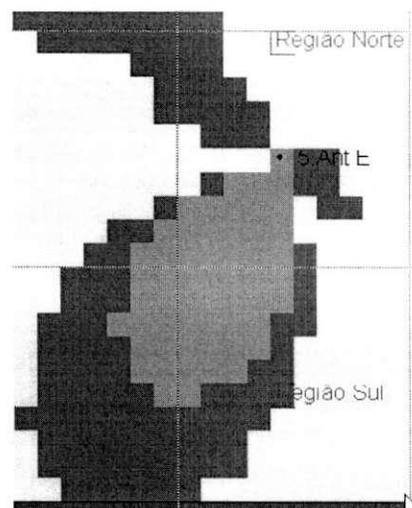
Os campos da Tabela de Símbolos que devem ser preenchidos (Figura 33) são auto-explicativos. Basicamente temos:

- As coordenadas de onde serão alocados os símbolos (Roof X e Y);
- As etiquetas dos símbolos (Map Label);
- Uma descrição do que representa o símbolo (Description). Não é necessário preencher esse campo;

- Map Marker – caractere que será envolvido pela borda característica do símbolo;
- Sym – campo sempre preenchido com “sym” – inalterável.

**OBS:** Quando um novo símbolo for inserido, ou apagado, deve-se realizar uma atualização na visualização do Mapa de Antenas. Para isso, basta clicar em “Update Symbol Locs Now”. Caso mude apenas os nomes contidos nas etiquetas dos símbolos já existentes, esses mudarão automaticamente no Mapa de Antenas, não sendo necessário clicar no botão de atualização.

Os símbolos podem ser desligados ou ligados, de acordo com a vontade do usuário. Para isso, é suficiente clicar-se no botão “Turn ON/OFF Symbols On Map”.



**Figura 34** – Borda identificadora dos símbolos “Região Norte” e “Região Sul”.

### 1.3.21. Atualização das Informações (Update Linking)

Este botão inicia um processo que cruza as informações contidas na Tabela de Dados, analisa a posição relativa das antenas, cria base de cálculo do programa, suas fórmulas e relações que permitirão que muitas ferramentas do RoofView® sejam fáceis de usar.

Caso algumas alterações sejam feitas na Tabela de Dados que precisem de uma “atualização” (re-cálculos), o usuário será “lembrado” através de um aviso que aparecerá no próprio Mapa de Antenas. Para maiores detalhes, ver Seção 1.3.2.

### 1.3.22. Exportar (Export)

A função “exportar” irá fazer com que o RoofView® salve (num arquivo a ser nomeado pelo usuário) todos os dados, símbolos e parâmetros necessários para que o programa “reconstrua” a área analisada, o Mapa de Antenas, a Tabela de Dados e a Tabela de Símbolos. Através da função “Importar” (detalhada no próximo tópico), todo o cenário montado, será reconstruído. O arquivo exportado, pode:

- Ser usado por qualquer programa RoofView® (Excel para Windows ou Macintosh).
- Ser editado e impresso separadamente do RoofView®, sendo bastante útil quando usado em documentos, por exemplo.
- Ser enviado como anexo por e-mail, ou qualquer outro meio de transmissão.
- Ser enviado para outros usuários como exemplo de técnicas do RoofView®.

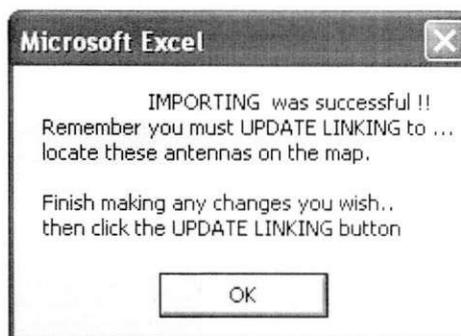
**OBS:** Durante o processo de exportação, o programa verifica se há campos vazios de ID’s de antenas. O RoofView® não permitirá que uma tabela com ID’s vazios seja salva. Antes de iniciar o processo de exportação, as antenas que tenham ID’s em branco devem ser apagadas ou ter o campo ID preenchido. Uma vez que a Tabela de Dados das Antenas esteja corretamente preenchida, no processo de exportação serão mostradas as opções para escolher o nome do arquivo, bem como onde o mesmo será salvo.

### 1.3.23. Importar (Import)

Arquivos de dados salvos previamente pelo RoofView® podem ser rapidamente importados e re-analisados sempre que o usuário assim o desejar.

Durante o processo de importação, o RoofView® analisa se o arquivo é válido, se as definições de configuração são válidas, se os dados da Tabela de Antenas são válidos, e finalmente se o processo de importação foi bem sucedido

(Figura 35). Na última caixa de diálogo, o usuário também é lembrado que deve atualizar as informações (Update Linking). Isto se deve ao fato de o usuário desejar realizar mudanças na Tabela de Dados ou na Tabela de Símbolos antes de visualizar os resultados no Mapa de Antenas.



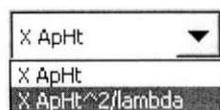
**Figura 35** – Processo de importação de arquivo realizado com sucesso

### 1.3.24. Fator de Altura da Abertura da Antena (Aperture Height Factor)

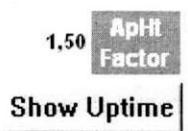
Versões anteriores do RoofView® usavam o modelo de região de campos próximos para fazer os cálculos de níveis de campo em todos os pixels do Mapa de Antenas. A partir da versão 4, foi adicionada a opção de “modelo combinado” (região de campos próximos e distantes), na qual a distância limite entre estas regiões é determinada por dois critérios:

- a) Um múltiplo do Fator de Altura da Abertura da antena ( $X_{ApHt}$ ), ou;
- b) O quadrado de um múltiplo do Fator de Altura da Abertura da antena dividido pelo comprimento de onda ( $X_{ApHt}^2/\lambda$ ).

O Fator de Altura da Abertura ( $A_{pHt}$ ) informa ao programa qual o fator multiplicativo, e é definido pelo usuário. Por exemplo, se a expressão é a “ $X_{A_{pHt}}$ ” (caso “a”), então o modelo de região de campos próximos de uma antena é usado para todos os pixels inferiores a distância igual à  $(A_{pHt} \text{ Factor}) \times (A_{pHt} \text{ da Antena})$ , e o modelo de região de campos distantes para distâncias superiores a esta. O Mapa de Antenas resultante será composto de campos próximos e distantes.



**OBS:** Vale salientar que o fator escolhido será aplicado à todas as antenas, e que infelizmente o RoofView ainda não pode aplicar modelos diferentes para uma mesma área de análise.



**Figura 36** – Fator de altura de abertura

Na parte superior direita da Tabela de Dados das Antenas, há um campo (célula branca) em que se pode digitar o fator de altura da abertura (ver Figura 36) para especificar a distância de transição entre as regiões de campos próximos e distantes.

Exemplos:

- a) Ant A 10 ft x 1.5 = 15 → aplicado modelo de campos próximos até a distância de 15 pés da antena
- b) Ant B 14 ft x 1.5 = 21 → aplicado modelo de campos próximos até a distância de 21 pés da antena

O Fator de Altura de Abertura é aplicado à todas as antenas usadas nos cálculos, e é o mesmo para todas as antenas. Valores entre 1.5 e 3 para esse fator são bastante razoáveis para muitas antenas do tipo colinear vertical, mas o melhor valor pode se encontrar fora desta faixa.

**OBS:** A região para campos próximos ignora o Fator de Altura de Abertura.

## 1.4. A Super Calculadora (The Super Tellamatic MPE Power Density Calculator)

Essa calculadora é uma ferramenta de análise poderosa e versátil (ver Figura 37). Pode ser acionada tanto no Mapa de Antenas quanto na Tabela de Dados.

The Super Tellamatic MPE Power Density Calculator ©1997-2003

Frequency (MHz) 900,00000 Std MPE (mW/cm<sup>2</sup>) 0,60 Calculate

Power (W) 200,00 Close

Roof Pixel (ft) X1 25 X2 11 Ant Loc

Y1 25 Y2 30

Radius (ft) 19,0 <- Solve for radius uses Z, ApHt, power, beamwidth, uptime, density

Mt Ht Z (ft) 2,5

ApHt (ft) 8,0

Gain (dBd) 1 1,5

Body Average Power Density (mW/cm<sup>2</sup>) 0,000

% MPE 166,00 Map Scale factor 1,00

-Density must be > 0 to calculate

Answer None

->Power 67,61 <---

->Radius 19,8 \*---

->%MPE 166,55 <---

->%MPE 166,55 <---

->%MPE 166,55 \*---

Antenna 2 Uptime Fraction 1,000 Ignore

Load Data

ID Ant B Name none

Manf RadHaz Model Zapper 101

Transition Factor % ApHt

Azimuthal Beam Width (deg) Standard

FCC 1997 Public

Model Near/Far Spatial Avg

Units Feet

35000021003

RoofView 4.15

Calc Ant Input Power (only)

Using Transmitter source data

60,00 Transmitter Output Power (W)

19 Xntr Count

110 Coax Length (ft)

0,00000 Loss (dBft)

3 Other losses (dB)

0,00000 Total losses (dB)

200,00 Ant Input Power (W)

<-Transfer power to left side

Coax Type 1-5/8 LDF

Figura 37 – The Super Tellamatic MPE Power Density Calculator

Talvez a característica mais poderosa da Super Calculadora seja a capacidade de encontrar uma solução para muitas variáveis distintas usadas para determinar uma densidade de potência específica. Isto é conhecido como “cálculo reverso”, e a calculadora fica capaz de encontrar solução para potência, raio, altura de montagem, altura de abertura, ganho e largura de feixe.

**OBS:** O uso da calculadora não altera nada na Tabela de Dados nem nas configurações do Mapa. Assim como mudanças realizadas na Tabela ou no Mapa

não afetam os dados contidos na Calculadora, com exceção do Fator de Escala (Scale Factor) presente no Mapa de Antenas.

A Calculadora sempre irá dar uma solução para uma das variáveis que estão próximas ao botão selecionado. Todos os dados são armazenados e os valores reaparecerão da próxima vez que o usuário acionar a Calculadora.

O design pode ser dividido em “dois lados”, com uma área especial no lado direito dedicado à cálculos de perdas devido aos cabos coaxiais. A única conexão com o lado esquerdo é quando o botão “Transferir Potência de Entrada” (Transfer Input Power) é clicado. Quando o botão “Cal Ant Power (only)” é selecionado, a Calculadora apenas avalia os dados do lado direito para produzir uma potência de entrada da antena.

No intuito de fazer comparações mais fáceis, uma janela de respostas com barra de rolagem, localizada no canto esquerdo inferior da Calculadora, contém os últimos 15 resultados.

#### **1.4.1. Potência de Saída do Transmissor (Transmitter Output Power)**

A potência de saída do transmissor de saída deve ser digitada em Watts.

#### **1.4.2. Número de Transmissores (Transmitter Count)**

Aqui é posto o número de transmissores combinados numa única antena.

#### **1.4.3. Comprimento do Cabo Coaxial (Coax Length)**

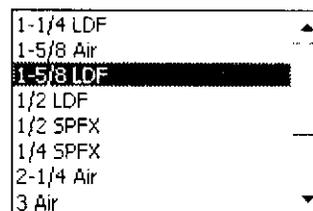
O comprimento do cabo coaxial que conecta o(s) transmissor(es) às antenas deve ser informado em “pés” (ft)

#### **1.4.4. Tipo do Cabo Coaxial (Coax Type)**

Para calcular as perdas devidas à linha de transmissão coaxial que alimenta uma antena (mais conhecidos como cabos de RF), o tipo de cabo deve

ser especificado corretamente. Há uma lista de 12 tipos diferentes de cabos possíveis de serem selecionados (ver Figura 38).

Clicando no botão “Calculate”, a Calculadora avalia as perdas usando a frequência digitada no lado esquerdo.



**Figura 38** – Tipos de cabos coaxiais disponíveis

#### 1.4.5. Outras Perdas (Other Losses)

Outras perdas devem ser inseridas em dB.

#### 1.4.6. Potência de Entrada da Antena (Antenna Input Power)

Quando o botão “Calc Input Power” está selecionado e o usuário clica no botão “Calculate”, o campo “Antenna Input Power” (Potência de Entrada da Antena) será atualizado, bem como as *perdas por pé* (loss per foot) e as *perdas totais* (total losses).

O lado direito da Calculadora (cálculo de perdas devido aos cabos coaxiais) não suporta cálculos reversos. A potência de entrada da antena pode ser transferida para o lado esquerdo clicando-se no botão “Transfer power to left side” (transferir potência para o lado esquerdo).

#### 1.4.7. Norma (Standard)

Aqui se pode escolher qualquer uma das 14 opções de normas internacionais já apresentadas anteriormente. Lembramos que qualquer alteração realizada na Calculadora não irá mudar nada na norma selecionada no Mapa de Antenas.

#### 1.4.8. Modelo (Model)

Há quatro modelos disponíveis; dois deles não se encontram como opção de escolha no Mapa de Antenas. O modelo de Pico Espacial para Campos Próximos (Near Spacial Peak) estima o pico espacial de densidade de potência nos campos próximos de antenas colineares verticais. O modelo de Pico Espacial

para Campos Distantes usa a teoria convencional para campos distantes e o ganho da antena. O ganho é aplicado em todas as distâncias, o que significa que em regiões próximas, valores de campos excessivamente altos serão encontrados. O modelo de campos distantes assume que o ponto de interesse está no feixe principal da antena. O fator de reflexão de potência de 2,56 é usado, como recomenda o FCC (Federal Communications Commission).

#### **1.4.9. Frequência (Frequency)**

A frequência deve ser informada em megahertz (MHz).

#### **1.4.10. Potência (Power)**

Nessa opção, entra-se com a potência em Watts, digitando, ou usando o botão “Load Data” (Carregar Dados), ou transferindo do lado direito da Calculadora. Alternativamente, usar o cálculo reverso para encontrar esse valor, dadas todas as outras variáveis (destacando o botão próximo a esse campo, e depois clicando no botão “Calculate”).

#### **1.4.11. Carregar Dados da Antena (Load Antenna Data)**

Essa opção carrega os dados de uma determinada antena, presente na Tabela de Dados, nos respectivos campos da Calculadora. Para tanto, fornece-se o referido número da antena (como aparece na Tabela de Dados), ou usa-se o controle para cima ou para baixo e clicando no botão que aciona o comando (Load Data).

#### **1.4.12. Pixel de Análise e Localização da Antena (Roof Pixel & Antenna Location)**

Essa é uma opção de conveniência disponível na Calculadora. Tendo as coordenadas (x, y) do pixel de análise e da antena de interesse, uma função quadrática nos dará a distância entre os dois elementos. Para isto, seleciona-se a opção “Calc Radius Only” (Calcular Apenas o Raio), entra-se com as coordenadas

do pixel de interesse e da antena e clica-se em “Calculate”. O resultado será carregado no campo “Radius”. Nenhum outro cálculo será realizado.

**OBS:** As coordenadas (na Calculadora) devem ser números inteiros. Caso isso não seja feito, o RoofView® irá arredondar o número para o inteiro mais próximo. Por exemplo, caso seja digitado 12.4, a calculadora arredondará para 12. Do mesmo modo, digitando-se 12.6, teremos o valor 13 após clicarmos “Calculate”.

#### 1.4.13. Raio (Radius)

O raio deve ser informado em “pés” (ft), digitando-o, ou clicando no botão “Load Data”. Poderá ser usado o método apresentado na Seção anterior (1.4.12), ou ainda usar-se o cálculo reverso para encontrar esse valor, dadas todas as outras variáveis.

#### 1.4.14. Z (Altura de Montagem)

A Altura da Montagem deve ser fornecida em “pés” (ft), digitando-a, ou clicando no botão “Load Data”. Poderá ser usado o cálculo reverso para encontrar esse valor, dadas todas as outras variáveis.

Essa é a altura contada da superfície sob análise à base (fundo) da abertura de irradiação da antena (ver Figura 39).

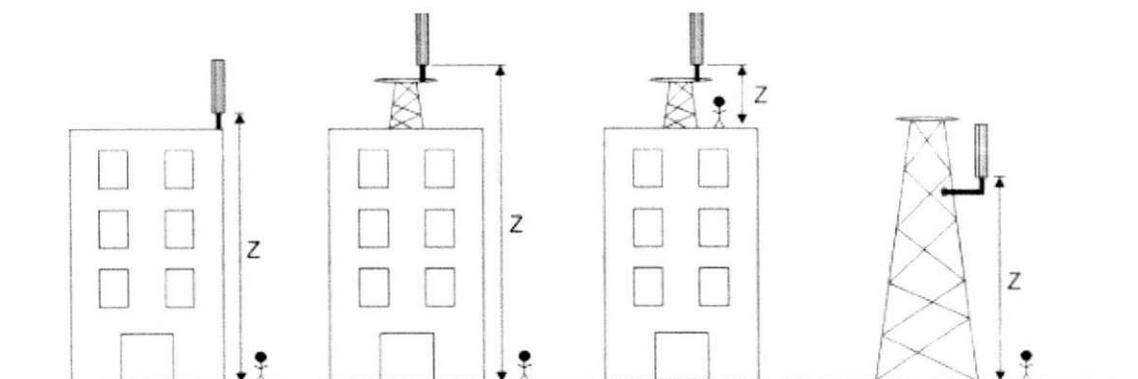


Figura 39 – Altura de montagem Z

Devido à complexidade na realização dos cálculos dos campos e dos métodos de média corporal, podem existir várias possibilidades de alturas de

montagem para as mesmas variáveis. Com isso, podemos encontrar alturas de montagem positivas e negativas, bem como mais de uma possibilidade para cada uma delas.

Nos casos de múltiplas respostas, o valor positivo é mostrado em vermelho, e as outras possibilidades válidas aparecem como uma notação em preto logo acima.

#### **1.4.15. Padrão MPE (Standard MPE)**

Toda vez que o botão “Calculate” é acionado, o “Padrão MPE” (em miliwatts por centímetro quadrado –  $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) é carregado. Essa função usa as atuais tabelas publicadas e regras para determinar o Padrão (Standard). Em alguns casos, a Calculadora pode não computar a MPE. Para esses casos, ou quando a frequência digitada não for atendida pelo Padrão, a mensagem “Frequency is out of range for this version of the calculator” (a frequência está fora de alcance para essa versão da Calculadora) aparecerá.

#### **1.4.16. Fração de Uptime (Uptime Fraction)**

A Fração de Uptime deve ser posta como um fator decimal, digitando, ou clicando no botão “Load Data”. Por exemplo, um transmissor pode ter um ciclo de trabalho de 75% às 11:00 am. Então, deve-se entrar com o valor 0.75 no campo “Uptime Fraction”, e ter certeza que a opção “Ignore” esteja desativado. Após isto, aciona-se o “Calculate”. Para aplicar o fator de “uptime” igual a 1.0 (valor mais comumente usado) para à realização dos cálculos, ativa-se o check box “Ignore” com um “X”.

**OBS:** Essa opção pode ser usada para examinar os efeitos ao se aumentar ou diminuir os níveis de potência. Um fator de Uptime igual à 5, colocado neste campo, por exemplo, resultará em campos de RF sendo aumentados em 5 vezes.

#### **1.4.17. Densidade de Potência (Power Density)**

O campo “Power Density” mostra a Densidade de Potência em miliwatts por centímetro quadrado ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ). Esse campo apenas mostra uma informação. Uma densidade de potência não pode ser diretamente digitada no campo, mas isso é possível indiretamente através do campo “% MPE”.

Use o campo “% MPE” como entrada para a realização de cálculos reversos (NOTA: O fator de escala presente no Mapa de Antenas está incluso). A mensagem “Map Scale Factor” aparece ao lado do campo “% MPE” para indicar o valor que será usado em todos os cálculos do lado esquerdo da Calculadora. Para mudar esse fator, fecha-se a Calculadora, vai ao cabeçalho do Mapa e usa o botão do Fator de Escala para se fazer a alteração desejada. Após isto, aciona-se a calculadora de novo. O fator de escala antigo irá aparecer até que o botão “Calculate” seja clicado, isso porque o campo sempre mostra o último fator usado.

#### **1.4.18. Densidade de Potência Média Corporal (Body Average Power Density)**

O campo “Body Average Power Density” mostra a densidade de potência média espacial em miliwatts por centímetro quadrado ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) para uma pessoa de 6 pés de altura (aproximadamente 1,83 metros) exposto aos campos da antena específica.

#### **1.4.19. Porcentagem de MPE (Percentage MPE)**

Entre com a Porcentagem de MPE digitando, ou ativando o botão próximo à esse campo e clicando em “Calculate”.

#### **1.4.20. Largura de Feixe Azimutal (Azimuthal Beam Width)**

A Largura de Feixe deve ser posta em “graus” ( $^{\circ}$ ), digitando, ou clicando no botão “Load Data”, ou usando o cálculo reverso para encontrar esse valor, dadas todas as outras variáveis.

Especifique uma largura de feixe azimutal para antenas direcionais como as antenas painéis usadas em celular e aplicações PCS. Para antenas omnidirecionais, a largura de feixe é 360 graus. Quando larguras menores que 360 graus são digitadas nesse campo, a Calculadora ajusta a densidade de potência computada e porcentagem de MPE na taxa de  $360/(\text{largura de feixe})$ , onde a largura de feixe representa a largura de feixe azimutal de -3 dB.

Essa aproximação para computar as densidades de potências associadas com uma antena direcional, comparada com a mesma potência entregue a uma antena omnidirecional, irá geralmente resultar numa estimativa conservadora, sendo geralmente maior do que atualmente existe de verdade. A razão para isso é que a energia de RF é realmente irradiada em angulos azimutais, além de simplesmente da largura de feixe de -3 dB, mas o modelo assume que toda potência irradiada é distribuída na área de análise de um cilindro parcial. Daí, a tentativa de entrar com um feixe de largura de -3 dB fornecerá estimativas mais elevadas que a densidade de potência real.

#### **1.4.21. Fator de Altura de Abertura (Aperture Height Factor)**

O Fator de Altura de Abertura deve ser fornecido como um número, digitando, ou clicando no botão “Load Data”.

## 2. Aplicação Prática com o RoofView®

Neste capítulo serão simuladas duas situações de enlace. A ERB (Estação Rádio Base) analisada é do tipo “rooftop”.

Devido à dificuldade em se obter, junto às operadoras, informações completas de uma determinada ERB, tais como: eirp, número de transmissores, layout das antenas (com dimensões, tilt’s e azimutes), etc.; optamos por usar algumas informações reais adquiridas em sítios da cidade de Belém (PA), colhidas durante realização de trabalho para operadora TIM, num layout com dimensões hipotéticas (ver Figura 40).

Nesta aplicação prática, o RoofView® calculará os valores de densidade de potência e os resultados obtidos pelo programa serão comparados com os valores obtidos por cálculos realizados de acordo com a Resolução Nº 303, da Anatel, e apresentados na Seção 2.1.2.

Antes de iniciarmos nossas análises, alguns dados da ERB estudada estão descritos nos itens a seguir:

### 2.1. Estação Rádio Base BLMO08

#### 2.1.1. Especificações Técnicas da ERB Analisada

<b>Endereço</b>	Rua 13 de Maio, Nº 82 Ed. Barão de Belém – Belém – PA	
<b>Coordenadas<sup>1</sup></b>	<b>Latitude</b>	1º27'16,0" S
	<b>Longitude</b>	48º30'05,9" W
<b>Tipo</b>	Poste no topo de edificação	

<sup>1</sup> As coordenadas são apresentadas no sistema DATUM WGS84

**Quadro 01** – Especificações técnicas da ERB Analisada

<b>GSM – 1800</b>			
<b>Transmissor de Radiofrequências</b>	<b>Setores</b>		
		<b>A</b>	<b>B</b>
	<b>eirp máxima (atual) (W)</b>	2259,90	2259,90
	<b>eirp máxima autorizada (W)</b>	13026,87	13026,87
<b>Fabricante / Modelo</b>	Nokia / Ultrasite		
<b>Antenas</b>	<b>Setores</b>		
		<b>A</b>	<b>B</b>
	<b>Ganho Máximo (dBi)</b>	17,5	17,5
	<b>Tipo</b>	Omnidirecional	
<b>Abertura V 3 dB (º)</b>	7,0	7,0	
<b>Downtilt (º)</b>	6,0	6,0	
<b>Altura (m)</b>	50,0	50,0	
	<b>Fabricante / Modelo (A):</b> Kathrein / 742212		
	<b>Fabricante / Modelo (B):</b> Kathrein / 742212		
<b>Frequência Mínima<sup>2</sup></b>	1835 MHz		

### 2.1.2. Expressões para os Cálculos Teóricos

#### Definição de Campo Próximo

Para a faixa de frequências de *downlink* da operadora em questão, o valor  $f$  é igual a 1835 MHz para os setores A e B. Portanto, segundo o regulamento aprovado pela Resolução Nº 303, da Anatel, as distâncias ( $r$ ), a partir da antena, que definem os limiares de exposição são como segue:

**Quadro 02** – Distâncias ( $r$ ) que definem os limiares de exposição

<b>Exposição Ocupacional</b>	<b>Exposição da População em Geral</b>
$r = 2,92 \sqrt{\frac{eirp}{f}}$	$r = 6,38 \sqrt{\frac{eirp}{f}}$

Onde:

<sup>2</sup> Faixa de *downlink* (sentido base → terminal do usuário) do Sistema 1: 1835 MHz a 1850 MHz. É utilizada a frequência inferior da faixa sob análise, o que caracteriza a situação de pior caso.

- ✓  $f$  é a frequência dentro da faixa a ser medida (*downlink*), com a qual se obtém os resultados mais restritivos [MHz].
- ✓ eirp é a potência máxima efetiva isotropicamente irradiada [W]

Assim, de acordo com a avaliação teórica e para o atendimento ao disposto no regulamento aprovado pela Resolução Nº 303, da Anatel, não poderá haver circulação ou permanência de pessoas em locais cujas distâncias da antena sejam inferiores a “ $r$ ”.

### Expressões de Densidade de Potência ( $S_{eq}$ ), Campo Elétrico (E) e Campo Magnético (H)

$$S_{eq} = \frac{eirp \cdot 2,56}{4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot Di} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad E = \sqrt{377 \cdot S_{eq}} \text{ [V/m]} \quad H = \sqrt{\frac{S_{eq}}{377}} \text{ [A/m]}$$

Onde:

- ✓ eirp é a potência máxima efetiva isotropicamente irradiada [W]
- ✓ fator 2,56 considera efeito adicional de 60% de raio refletido no solo
- ✓  $r$  é a distância entre a antena transmissora e o ponto de cálculo [m]
- ✓  $Di$  é a discriminação provida pelo diagrama da antena

Em todos os cálculos teóricos que envolvem eirp, os valores utilizados são os referentes ao máximo atual da estação, descritos na Seção 2.1.1.

#### 2.1.3. Limites de Exposição

Para a faixa de frequências da operadora em questão, as frequências com as quais se obtém os resultados mais restritivos são 1835 MHz nos setores A e B.

Segundo o regulamento aprovado pela Resolução Nº 303, da Anatel, os limites de exposição a campos elétricos e magnéticos, da densidade de potência ( $S_{eq}$ ), e das equivalentes distâncias ( $r$ ), a serem atendidos são:

a) Exposição Ocupacional**Quadro 03** – Limites de exposição ocupacional

	Intensidade de Campo E (V/m)	Intensidade de Campo H (A/m)	Densidade de Potência de Onda Plana Equivalente, $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )
Limites na faixa de frequências (setores A e B) <sup>3</sup>	$3\sqrt{f_1} = 128,51$	$0,008\sqrt{f_1} = 0,34$	$\frac{f_1}{40} = 45,88$

Cálculo da distância mínima teórica, referente a cada setor:

$$r_A = 7,78 \text{ m}$$

$$r_B = 7,78 \text{ m}$$

b) Exposição da População em Geral**Quadro 04** – Limites de exposição da população em geral

	Intensidade de Campo E (V/m)	Intensidade de Campo H (A/m)	Densidade de Potência de Onda Plana Equivalente, $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )
Limites na faixa de frequências (setores A e B)	$1,375\sqrt{f} = 58,90$	$0,0037\sqrt{f} = 0,16$	$\frac{f}{200} = 9,18$

Cálculo da distância mínima teórica, referente a cada setor:

$$r_A = 17,00 \text{ m}$$

$$r_B = 17,00 \text{ m}$$

Onde:

- ✓  $f$  é a frequência dentro da faixa a ser medida (*downlink*), com a qual se obtém os resultados mais restritivos [MHz].

$$f = 1835 \text{ MHz}$$

**2.1.4. Locais Avaliados**

Os locais medidos foram escolhidos de acordo com o critério descrito no regulamento aprovado pela Resolução N<sup>o</sup> 303, da Anatel, isto é, foram

<sup>3</sup> Limites utilizados para comparação com cálculos teóricos efetuados segundo expressões de S, E e H, apresentados na Seção 2.1.2.

selecionados pontos onde há circulação ou permanência de população ou trabalhadores, nas imediações da Estação Rádio Base.

### Exposição Ocupacional

**Quadro 05 – Locais avaliados – Exposição ocupacional**

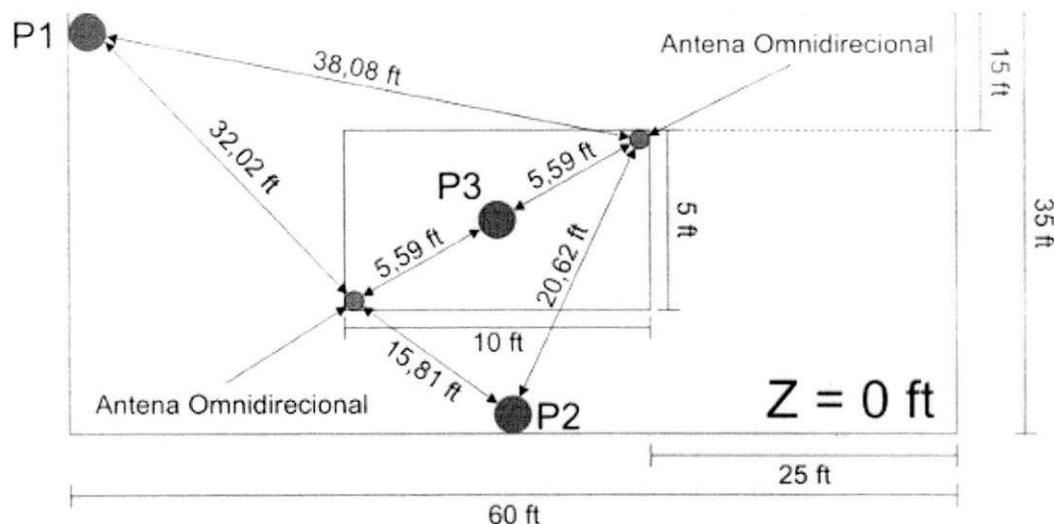
Locais de Medição	Referência	Distância <sup>4</sup>	
		Ant A	Ant B
P1	Site	32,02 ft	38,08 ft
P2	Site	15,81 ft	20,62 ft
P3	Site	5,59 ft	5,59 ft

### Exposição da População em Geral

**Quadro 06 – Locais avaliados – Exposição da população em geral**

Locais de Medição	Referência	Distância
		Ant A
P4	3º andar do edifício	210 ft

### 2.1.5. Esboço da Situação (Croqui)



**Figura 40 – Esboço da situação de enlace para os pontos P1, P2 e P3**

<sup>4</sup> Distância aproximada entre o centro de irradiação da antena e o ponto de medição

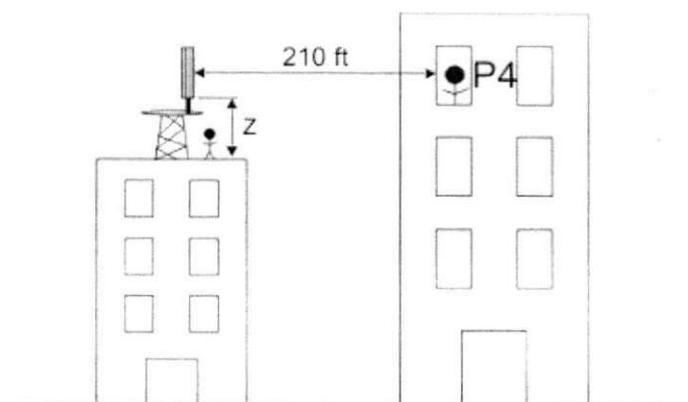


Figura 41 – Esboço da situação de enlace para o ponto P4

**OBS:** Os esboços não se encontram em escala real.

### 2.1.6. Cálculos Teóricos

#### Ocupacional

São escolhidos pontos relevantes (onde pode haver a circulação ou permanência de trabalhadores) dentro do terreno ocupado pelo site.

Medidas podem ser realizadas em três situações básicas: em frente, ao lado, ou atrás da antena de interesse. Os cálculos teóricos correspondentes são realizados partindo da expressão de densidade de potência considerando discriminação provida pelo diagrama vertical ou horizontal da antena. Tal expressão é apresentada na Seção 2.1.2.

**Quadro 07** – Cálculos teóricos – Exposição ocupacional

Locais de Medição	Distância		Eirp Utilizada	Unidades	Cálculos	Limite <sup>5</sup>
	Ant A	Ant B				
P1	32,02 ft	38,08 ft	2259,90 W	$S_{eq}$ [W/m <sup>2</sup> ]	8,248	45,88
P2	15,81 ft	20,62 ft			31,489	
P3	5,59 ft	5,59 ft			318,604	

<sup>5</sup> Limites na faixa de frequências, apresentados na tabela dos itens a e b da Seção 2.1.3.

População em Geral

As equações utilizadas nos cálculos consideram que o ganho da antena é máximo em todas as direções, conforme expressão apresentada no regulamento aprovado Resolução N° 303, da Anatel.

**Quadro 08** – Cálculos teóricos – Exposição da população em geral

Locais de Medição	Distância	Eirp Utilizada	Unidades	Cálculos	Limite
	Ant A				
P4	210 ft	2259,90 W	$S_{eq}$ [W/m <sup>2</sup> ]	0,112	9,18

**2.1.7. Resultados Obtidos com o RoofView®**Exposição Ocupacional**Quadro 09** – Resultados do RoofView® – Exposição ocupacional

Locais de Medição	Eirp (máxima)	RoofView®		Cálculos W/m <sup>2</sup>	Erro (%)
		% MPE	W/m <sup>2</sup>		
P1	13026,87 W	17,16377	7,875	8,248	4,52
P2		70,24715	32,229	31,489	2,35
P3		460,95890	211,489	318,604	33,62

Exposição da População em Geral**Quadro 10** – Resultados do RoofView® – Exposição da população em geral

Locais de Medição	Eirp (máxima)	RoofView®		Cálculos W/m <sup>2</sup>	Erro (%)
		% MPE	W/m <sup>2</sup>		
P4	13026,87 W	1,119312	0,103	0,112	8,03

Comparando os resultados obtidos com o RoofView® e aqueles obtidos através dos cálculos teóricos, verificamos que a diferença entre ambos (erro) é pequena.

Diante deste resultado, podemos mais uma vez afirmar que o software é capaz de realizar simulações com precisão bastante considerável, desde que a configuração envolvida (layout) não apresente maiores complexidades, como: variação de relevo, obstáculos, etc.

### 3. Alternativas de Caso

A simulação apresentada na Seção 2 foi de simples complexidade (caso básico), e serviu para comprovar, diante de um caso prático, a eficiência do RoofView®.

Entretanto, como já relatado ao longo deste relatório, o software é capaz de simular configurações bem mais complexas. A seguir, serão apresentadas algumas dessas situações, bem como uma sugestão de “artifício”.

#### 3.1. Ponto de Observação Fora dos Limites de 210 ft x 210 ft

Neste caso, desloca-se a fonte irradiadora de tal forma que possamos projetar a área que iremos analisar dentro dos limites do “software” (210 ft x 210 ft). Para melhor ilustrarmos este artifício, vejamos um caso hipotético (Figura 42).



Figura 42 – Pontos sob análise localizados em distâncias superiores aos limites do RoofView®

Os pontos sob análise (P1, P2, P3 e P4) mostrados na Figura 42, encontram-se em regiões com distâncias superiores aos limites impostos pelo

RoofView® (cerca de 64 m). O primeiro passo é decompor as distâncias radiais em coordenadas cartesianas “X” e “Y” como ilustrado na Figura 43 – (a).

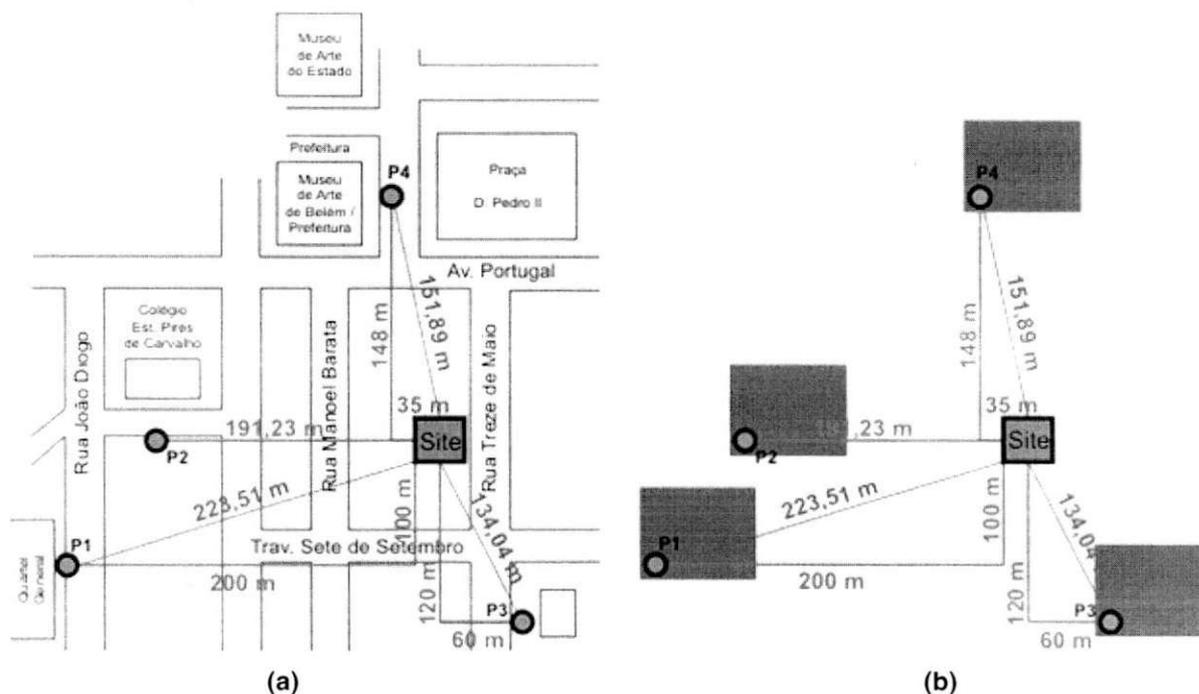


Figura 43 – (a) Decomposição das distâncias radiais em coordenadas cartesianas; (b) Simulação dos pontos de interesse individualmente

Uma vez encontrada as coordenadas, basta delimitar uma pequena área de análise na opção “Change Map” no Mapa de Antenas, fixar o ponto de observação numa determinada coordenada conhecida, por exemplo (0;0), pôr as coordenadas das antenas como sendo as coordenadas “X” e “Y” calculadas e simular cada ponto de interesse por vez, como mostrado na Figura 43 – (b), onde a área verde representa o Mapa de Antenas do RoofView® em cada simulação.

### 3.2. Ponto de Observação Acima da Fonte Irradiadora

Neste caso, basta-se apenas informar a coordenada “Z” (Altura de Montagem) com valor negativo, ver Figura 44.

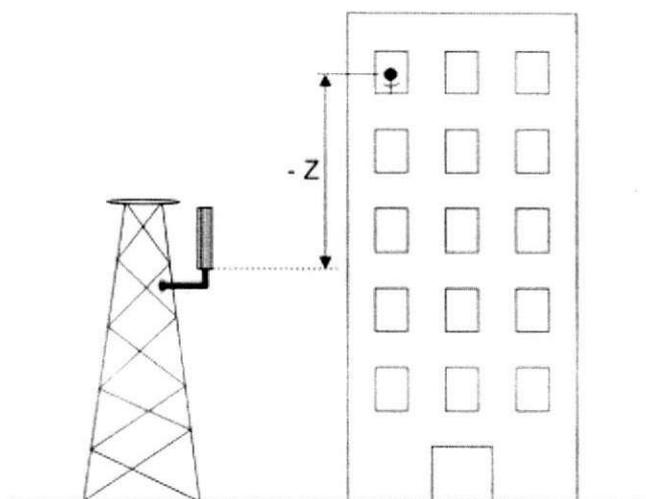


Figura 44 – Ponto de observação acima da fonte irradiadora

### 3.3. Simulando uma Configuração Tipo Torre

Nas Seções anteriores já foram apresentadas algumas ilustrações de configurações montadas considerando-se torres, ao invés de “roof top”, como esboçado na Figura 44. Dessa forma, o RoofView® pode perfeitamente simular casos em que há torres de telefonia móvel, bastando para isso, informar o correto valor da Altura de Montagem “Z”.

## 4. Considerações Finais

Após a elaboração deste manual de utilização do “software” RoofView®, e da análise do mesmo, com simulação de casos reais, pudemos chegar à algumas conclusões.

- O RoofView® se mostrou ser uma ferramenta simples de ser usada na análise dos níveis de campos eletromagnéticos, proveniente de um determinado site, a que as pessoas estão expostas. Uma característica bastante interessante desse programa é que o mesmo não nos dá respostas diretamente em valores absolutos (como números em  $\text{mW/cm}^2$  ou  $\text{W/m}^2$ ), mas sim em termos percentuais, relativos aos limites máximos dos níveis dos campos, de acordo com as normas internacionais. Isto facilita a análise da influência dos campos eletromagnéticos de radiofrequência de um determinado sítio (ERB) em uma região de interesse (para um melhor e mais rápido entendimento, valores relativos são mais significantes do que valores absolutos). Além disso, essa característica possibilita o uso do software por usuários ligeiramente mais leigos no “mundo” das telecomunicações.
- Apesar de seu fácil manuseio, o software apresentou algumas limitações, das quais podemos destacar a pequena área máxima de análise (cerca de 64 m X 64 m) disponível no Mapa de Antenas. Com certeza, este é um tamanho de área que deixa a desejar, quando nos referimos as observações a serem realizadas sobre os níveis dos campos de RF originados em Estações Radio Base. Para se simular áreas maiores que esta, a abordagem se torna mais complexa. Foi apresentada durante a elaboração deste trabalho, uma alternativa para “driblar” essa limitação. Por sua vez, esse esforço vai contra a principal característica da ferramenta, que é facilitar a vida de projetistas de enlaces de telecomunicação.
- Outro ponto bastante negativo do software é com relação à baixa capacidade em gerar mapas coloridos (curvas de níveis) em situações onde os campos

eletromagnéticos não são intensos. Com isso, as análises do RoofView® só se tornam mais “ilustrativas” em sites do tipo rooftop, ou em regiões relativamente próximas das fontes irradiantes (nas ERB’s tipo torre).

- Com relação à simulação dos casos reais, o software apresentou resultados bastante satisfatórios, em comparação com aqueles obtidos de acordo com a Resolução N° 303 da Anatel. A maior divergência de valores foi encontrada apenas numa região muito próxima às duas antenas (fontes irradiadoras). Distância essa inferior à 1,80 m. Em regiões muito próximas à fonte irradiante, os resultados do RoofView® tenderão a se diferenciar daqueles obtidos teoricamente (através de um modelo simples).
- O RoofView® é um software, segundo seu próprio autor (Richard Tell Associates, INC.), de característica conservadora. Ou seja, foi projetado para simular e calcular os enlaces de telecomunicações sempre considerando a pior situação possível, àquela em que a população seria mais negativamente afetada pelo efeito da exposição aos campos eletromagnéticos de radiofrequência. Em outras palavras, isto quer dizer que haverá casos em que na verdade um determinado público não estará recebendo malefícios de uma determinada ERB (ou conjunto de ERB’s), mesmo que o software indique haver alguma irregularidade. Porém, caso uma simulação com o programa mostre que não há irregularidades nos níveis de exposição aos campos de RF, poderemos (com quase toda certeza) afirmar que determinado site não oferece riscos à saúde humana.
- Por fim, podemos dizer que este Trabalho de Conclusão de Curso cumpriu com os seus principais objetivos. Foi elaborado um manual de utilização, em português, desse software e, foi analisada a capacidade do mesmo em simular casos reais. Desta forma, este trabalho irá facilitar a utilização do programa por alunos de graduação e pós-graduação da UFCG, mais especificamente do curso de Engenharia Elétrica, ênfase em Telecomunicações.

## 5. Referências Bibliográficas

ASSOCIATES, R. T. INC. – *RoofView® User Guide, Version 4.15* – Las Vegas – NV, Fevereiro 2003.

WINGS Telecom – *Relatório de Conformidade – BLMO03*, Belém – PA, Maio de 2005.

WINGS Telecom – *Relatório de Conformidade – BLMO08*, Belém – PA, Maio de 2005.

FREIRE, L. L. A. – *Análise da distribuição de campos EM de ERB's utilizando o ROOFVIEW* – Projeto de Fim de Curso, 2004.

BALANIS, C. A. – *Antenna Theory, Analysis and Design, Second Edition* – Arizona State University, John Wiley & Sons, INC.

SIWIAK, K. – *Radiowave Propagation and Antennas for Personal Communications, Second Edition* – Artech House.

CRUZ, R. M. S., BRAGA, P. F., COSTA, F. C., Valle, R. R. M., MELO, M. A. B., FONTGALLAND, G., Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, Brazil, CARVALHO, J. N., SILVA, J. C., João Pessoa – PB, Brazil – *Using Measurement to Evaluate Field Strength Prediction Models in Urban and Suburban Areas in Brazil* – Agosto de 2004.

CRUZ, R. M. S., BRAGA, P. F., COSTA, F. C., Valle, R. R. M., MELO, M. A. B., FONTGALLAND, G., Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, Brazil – *A Comparison Between Theoretical Propagation Models and Measurements Data to Distinguish Urban, Suburban and Open Areas in João Pessoa, Brazil* – Agosto de 2004.