



MikroTik User Meeting in Brazil  
November 26 - 27, 2012

## Como utilizar o Router-OS na elaboração do laudo radiométrico

*Por: Kleber de Albuquerque Brasil*  
*Beleza Network Provedor de Internet*

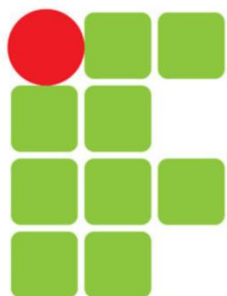
1

**Palestrante: Kleber de Albuquerque Brasil**

## Mini Curriculum

1997

E.T.F. – GO



Técnico em Eletrônica

1998 - 2000



Técnico em Eletrônica

Desde 2000



Sócio Fundador

Desde 2011

Portal Under-Linux



Moderador

2012 - 2013



Diretor

[www.blznet.com](http://www.blznet.com)



**A LEI Nº 11.934, DE 5 DE MAIO DE 2009 estabeleceu em seu Art. 13. [que] As prestadoras de serviços que utilizem estações transmissoras de radiocomunicação deverão, em intervalos máximos de 5 (cinco) anos, realizar medições dos níveis de campo elétrico, magnético e eletromagnético de radiofrequência, provenientes de todas as suas estações transmissoras de radiocomunicação. Assim, esse painel tem como objetivo demonstrar como utilizar o Router-OS e outras ferramentas na elaboração desse laudo radiométrico.**

Toda estação de telecomunicações que utiliza equipamentos de radiação restrita na faixa de 2400 - 2483,5 MHz, **mas que não atende ao caput do Art. 1º, do anexo à Resolução nº 397/ANATEL**, ou na faixa de 5725 - 5850 MHz. (Ofício nº 13/2012 - RFCEE2/RFCEE - ANATEL de 17/09/2012)

Anexo à Resolução nº 397/ANATEL, Art. 1º: Este Regulamento tem por objetivo estabelecer condições de uso de radiofrequências da faixa de **2.400 MHz a 2.483,5 MHz** por equipamentos utilizando tecnologia de espalhamento espectral ou tecnologia de multiplexação ortogonal por divisão de frequência, cujas estações correspondentes utilizem potência **e.i.r.p. superior a 400 mW**, em localidades com **população superior a 500.000 habitantes**.



Natal-RN Vista Panorâmica

## 6 Com uma pequena Estação no topo de um prédio



## 7 Valor da potência E.I.R.P. requer Laudo Radiométrico

---



- **Antena de 15 Dbi**
- **Metal2SHPn de 1.6W**

***E.I.R.P. = ganho da antena + potência do rádio***  
***15Dbi + 1.6W***  
***15Dbi + 2.0412Dbm***  
***17.0412 Dbm***  
***50.59644W***

***Ferramenta de cálculo: <http://www.wifinerd.com/wifi-calculators.html>***

*Os métodos empregados e resultados das medições utilizadas devem levar em consideração o regulamento sobre limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na faixa de radiofrequências entre 9 khz e 300 ghz (Resolução 303/ANATEL)*

Faixa de Radiofrequências	Intensidade de Campo, E (V / m)	Intensidade de Campo, H (A / m)	Densidade de potência da onda plana equivalente, Seq (W / m2)
2 GHz a 300 GHz	61,40	0,16	10

## 10 Fórmulas matemáticas para achar os valores do CEMRF

---

$$r = 0,143\sqrt{\text{eirp}}$$

$$A/m = \frac{W/m^2}{V/m}$$

$$V/m = \sqrt{W/m^2 \times 377}$$

$$S = \frac{\text{eirp} \times 2,56}{4 \times \pi \times r^2}$$

r é distância mínima da antena, em metros;

e.i.r.p. é a potência equivalente isotropicamente radiada na direção de maior ganho da antena, em watt

## 11 Descobrindo o valor da distância mínima da antena em metros



$$E.I.R.P. = 50W$$

$$r = 0,143\sqrt{eirp}$$

$$0,143\sqrt{50}$$

$$0,143 \times 7,071$$

$$1,01$$

## 12 Calculando a densidade de potência em watt por metro quadrado



$$E.I.R.P. = 50W$$

$$R = 1,01$$

$$S = \frac{eirp \times 2,56}{4 \times \pi \times r^2}$$

$$\frac{50 \times 2,56}{4 \times 3,14 \times 1,02}$$

$$\frac{128}{12,81}$$

$$9,99 \text{ W/m}^2$$

Faixa de Radiofrequências	Intensidade de Campo, E (V / m)	Intensidade de Campo, H (A / m)	Densidade de potência da onda plana equivalente, Seq (W / m2)
Valor Limite	61,40	0,16	10
Valor Calculado	<b>61,36</b>	<b>0,16</b>	<b>9,99</b>

Para achar os demais valores foram usadas as seguintes fórmulas:

$$V/m = \sqrt{W/m^2 \times 377}$$

$$A/m = \frac{W/m^2}{V/m}$$

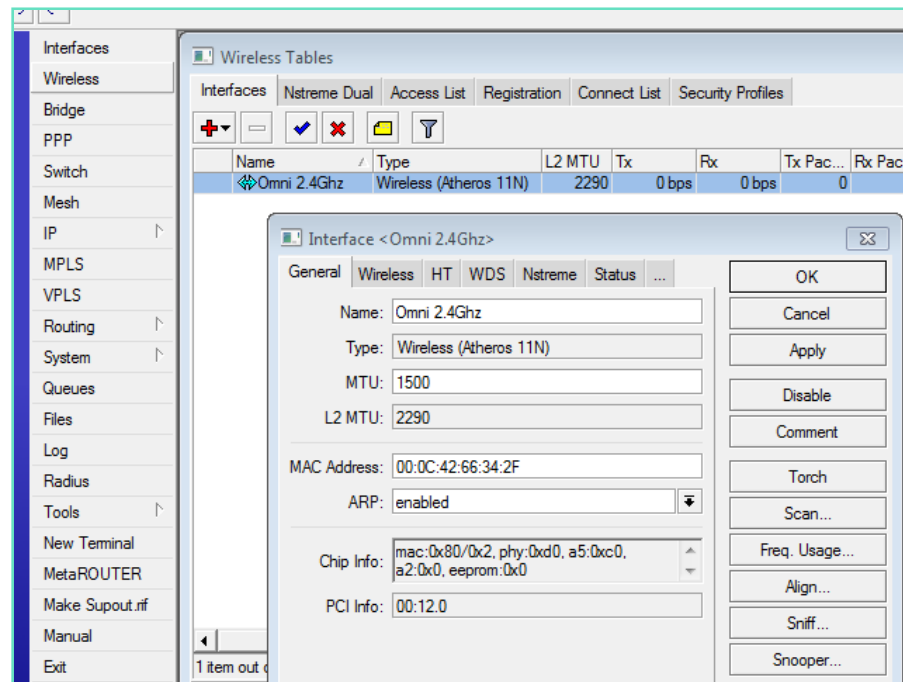
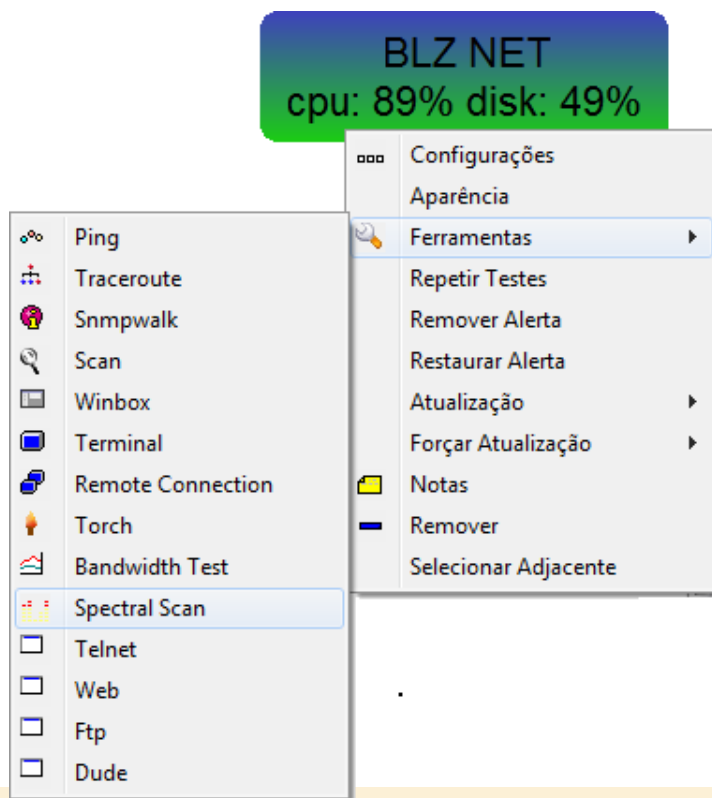
## 14 Tópicos de um Laudo Radiométrico Básico.

---

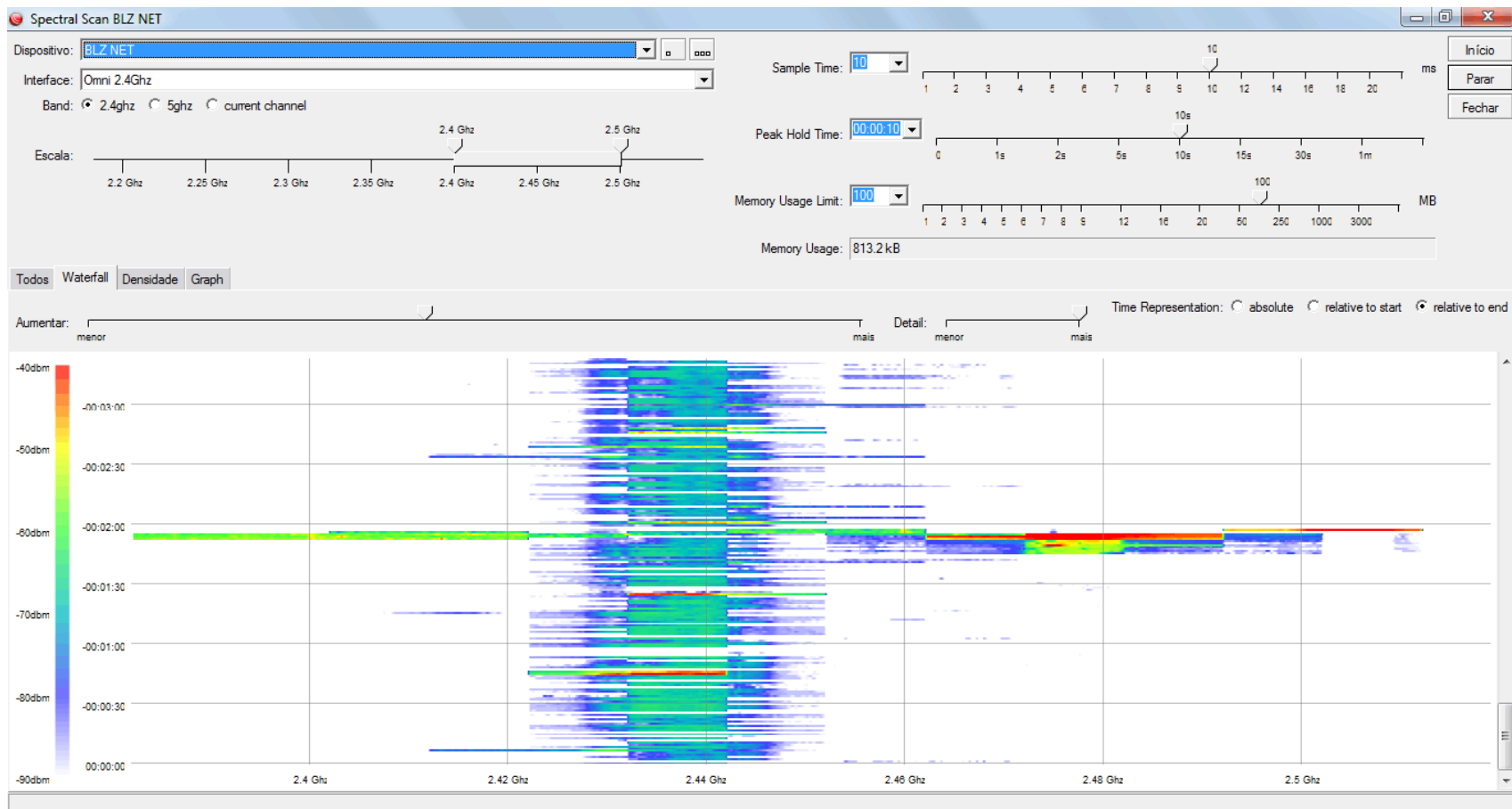
- *Nº. A.R.T. Crea:*
- *Nº. da Estação no STEL:*
- *Objetivo:*
- *Equipamentos da Estação:*
- *Período das medições:*
- *Locais das medições:*
- *Medidas realizadas:*
- *Comparativo com valores limites:*
- *Conclusão/parecer técnico:*
- *Responsável técnico:*

## Análise espectral pelo Dude

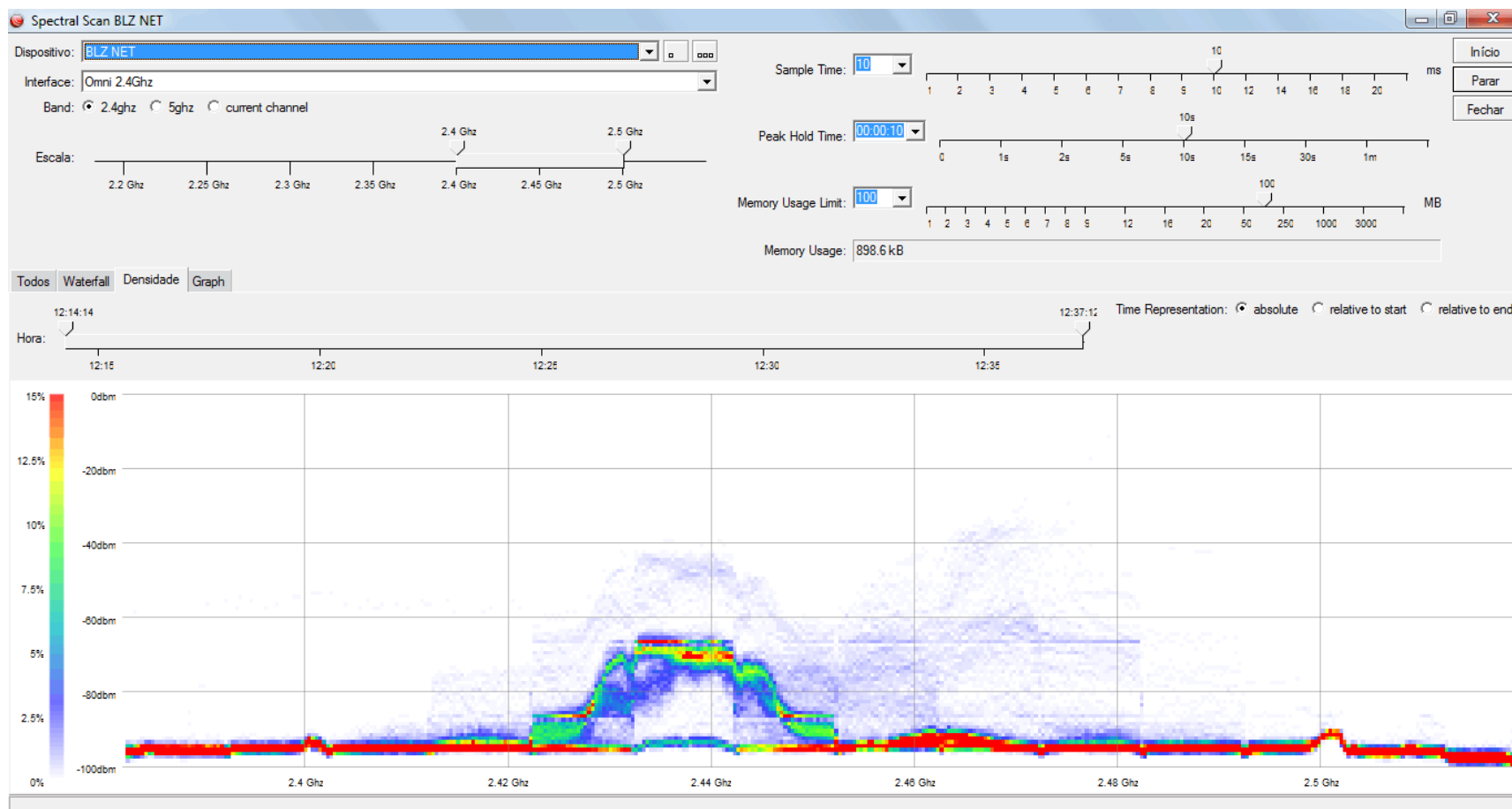
## Monitoramento do uso da frequência pelo Snooper no Router-OS:



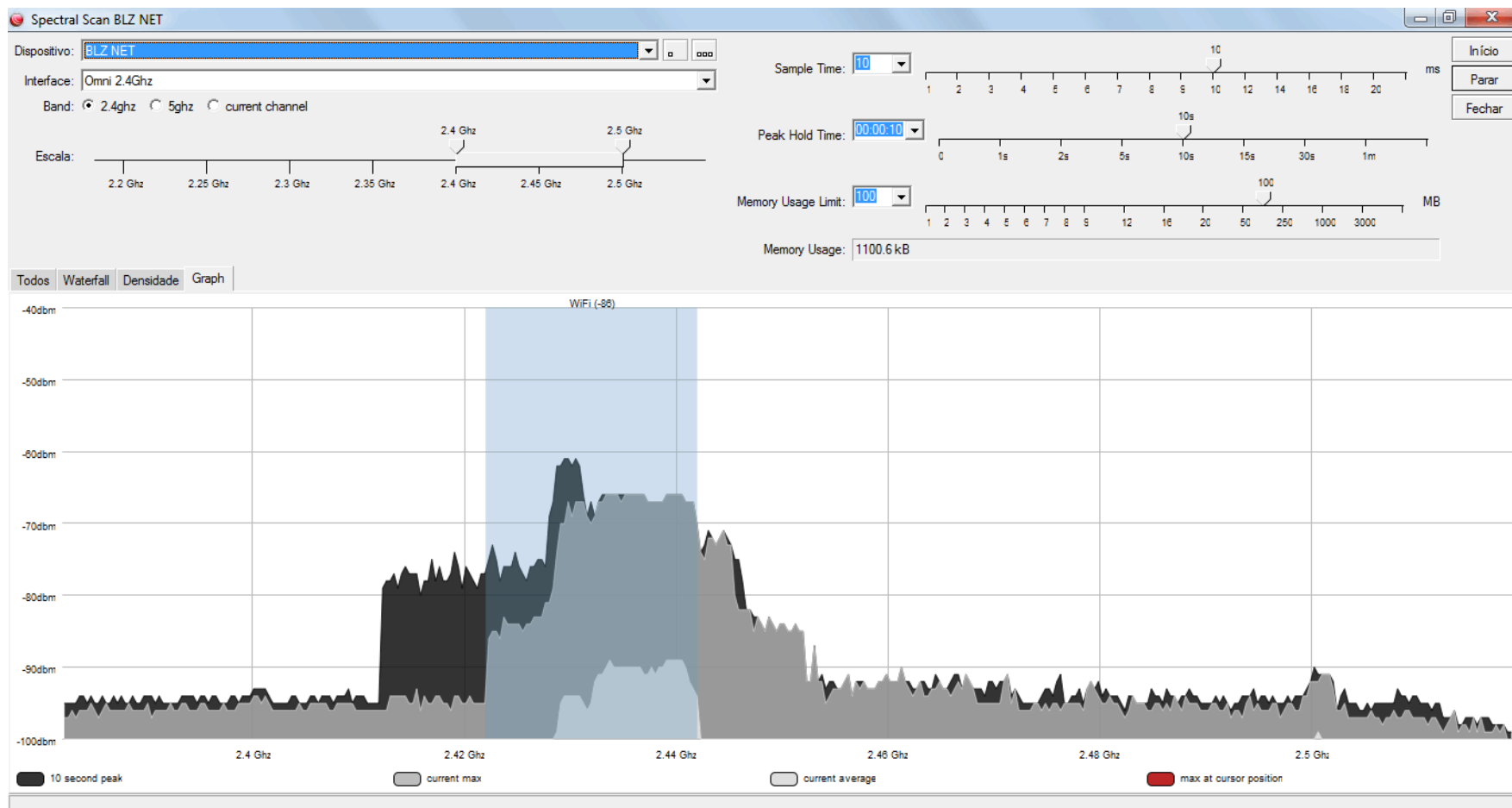
## Waterfall Spectrum Analyzer



## Densidade espectral



## Gráfico de perturbação espectral



Snooper <Omni 2.4Ghz> (running)

Networks Stations

Find

Frequenc...	Band	Address	SSID	Of Freq. (%)	Of Traf. (%)	Bandwidth	Net...	Stati...	
2412 2.4GHz...				0.0		0 bps	0	1	
2417 2.4GHz...				0.0		0 bps	1	1	
2417 2.4GHz...		D6:CA:6D:2B:80:D0	VCNETWOR...	0.0	0.0	0 bps		0	
2422 2.4GHz...				0.0		0 bps	0	0	
2427 2.4GHz...				0.0		0 bps	0	0	
2432 2.4GHz...				2.4		11.4 kbps	0	0	
2437 2.4GHz...				2.4		22.8 kbps	3	3	
2437 2.4GHz...		00:15:6D:10:70:83	BLZ NET	2.4	100.0	22.8 kbps		1	
2437 2.4GHz...		00:1C:F0:02:1D:5D	SirivaldoCasa	0.0	0.0	0 bps		1	
2437 2.4GHz...		00:1C:F0:85:83:22	Teodoro	0.0	0.0	0 bps		1	
2442 2.4GHz...				2.4		22.0 kbps	0	0	
2447 2.4GHz...				0.0		0 bps	0	0	
2452 2.4GHz...				0.0		0 bps	0	0	
2457 2.4GHz...				0.0		0 bps	0	0	
2462 2.4GHz...				2.5		22.1 kbps	2	2	
2462 2.4GHz...		00:18:E7:A9:A4:5E	Adaires	1.1	45.9	10.6 kbps		1	
2462 2.4GHz...		00:27:22:78:82:A4	UFTConecta	1.2	49.0	11.4 kbps		1	

17 items

Start  
Stop  
Close  
Settings...

- *Ao proceder com esses calculos em toda a família de equipamentos que emitem radiação restrita da Mikrotik, percebe-se que todos estão dentro dos limites aceitáveis para exposição humanas aos campos eletromagnéticos. A elaboração do Laudo nesse caso é meramente para cumprir as exigências em localidade que obrigam esse tipo de ensaio.*



**MikrotikLegal**

[www.blznet.com](http://www.blznet.com)

---

# ***Obrigado!***

*Kleber de Albuquerque Brasil*

*kleberbrasil@blznet.com*

[www.blznet.com](http://www.blznet.com)