	Instrução para Projeto / Instalação - ESTAÇÃO TX COM TUNER UHF - <b>Versão COM e Clientes</b>	<b>Data:</b> 25/08/2016	<b>Rev:</b> 01
		<b>Autor:</b> Breno Ribeiro do Val bvale@linear.com.br	

## 1) INTRODUÇÃO

Uma estação de transmissão com recepção Tuner UHF exige diversos cuidados durante as fases de *Projeto e Instalação*.

Este roteiro detalha importantes etapas que devem ser observadas na implantação de estações de transmissão com recepção Tuner UHF.

## 2) REQUISITOS A SEREM OBSERVADOS

### 2.1) *Lineup* das antenas e espectro de frequência

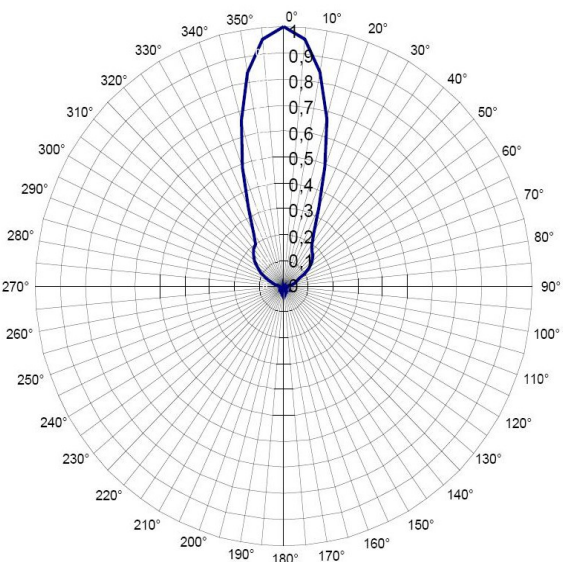
Durante a elaboração do projeto e instalação da estação de transmissão com recepção UHF é de suma importância observar o *lineup* das antenas e o espectro de frequência no ambiente em que o transmissor será inserido.

### 2.2) Antena de Recepção – Rx

- A Antena Rx deve ter: *Alta Diretividade* e *Alta Relação Frente/Costa*.
- Uma boa opção é utilizar uma Parábola para UHF.
- A maioria dos fabricantes de antenas oferecem este modelo para recepção do sinal.
- Se a antena possui uma ótima *Diretividade*, minimiza-se a recepção de Multi-Percursos do sinal.
- Além disso, a *Relação F/C* garante uma boa Isolação entre as Antenas Rx e Tx.
- Na página seguinte apresentamos um exemplo de diagrama de radiação para a Antena Rx.



Diagrama Pol. Horizontal  
Ângulo de ½ potência: 24°

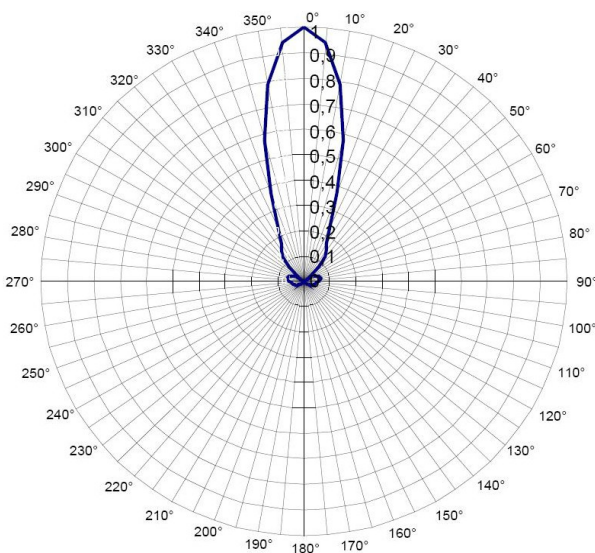


Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
0°	1.00	0.0	100.00%	90°	0.02	-35.4	0.03%
5°	0.96	-0.4	91.62%	95°	0.01	-37.4	0.02%
10°	0.84	-1.5	70.15%	100°	0.01	-37.9	0.02%
15°	0.67	-3.5	44.87%	105°	0.01	-37.8	0.02%
20°	0.49	-6.2	24.10%	110°	0.01	-38.2	0.02%
25°	0.34	-9.4	11.36%	115°	0.01	-39.1	0.01%
30°	0.24	-12.5	5.61%	120°	0.01	-38.0	0.02%
35°	0.19	-14.3	3.72%	125°	0.02	-35.1	0.03%
40°	0.18	-15.0	3.16%	130°	0.02	-32.9	0.05%
45°	0.16	-15.7	2.70%	135°	0.02	-32.5	0.06%
50°	0.14	-16.8	2.08%	140°	0.02	-34.5	0.04%
55°	0.12	-18.4	1.44%	145°	0.01	-40.2	0.01%
60°	0.10	-20.4	0.92%	150°	0.01	-38.6	0.01%
65°	0.07	-22.5	0.56%	155°	0.02	-32.9	0.05%
70°	0.06	-24.8	0.33%	160°	0.03	-31.1	0.08%
75°	0.04	-27.3	0.19%	165°	0.02	-32.2	0.06%
80°	0.03	-29.9	0.10%	170°	0.01	-36.5	0.02%
85°	0.02	-32.7	0.05%	175°	0.01	-44.4	0.00%

Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
180°	0.01	-45.1	0.00%	270°	0.02	-34.8	0.03%
185°	0.01	-42.2	0.01%	275°	0.02	-32.3	0.06%
190°	0.01	-36.6	0.02%	280°	0.03	-29.6	0.11%
195°	0.02	-32.7	0.05%	285°	0.05	-25.9	0.20%
200°	0.03	-31.6	0.07%	290°	0.06	-24.3	0.37%
205°	0.02	-33.0	0.05%	295°	0.08	-21.9	0.65%
210°	0.01	-36.5	0.02%	300°	0.10	-19.7	1.07%
215°	0.01	-36.8	0.02%	305°	0.13	-17.8	1.66%
220°	0.02	-34.0	0.04%	310°	0.15	-16.3	2.37%
225°	0.02	-33.0	0.05%	315°	0.17	-15.2	3.05%
230°	0.02	-33.7	0.04%	320°	0.19	-14.5	3.53%
235°	0.02	-35.4	0.03%	325°	0.20	-14.0	3.99%
240°	0.01	-37.2	0.02%	330°	0.24	-12.5	5.61%
245°	0.01	-38.2	0.02%	335°	0.33	-9.6	11.04%
250°	0.01	-38.3	0.01%	340°	0.48	-6.3	23.50%
255°	0.01	-38.1	0.02%	345°	0.66	-3.6	44.16%
260°	0.01	-37.7	0.02%	350°	0.83	-1.6	69.66%
265°	0.01	-36.6	0.02%	355°	0.96	-0.4	91.41%

Figura 1: Diagrama de Radiação - Antena de Recepção

Diagrama Pol. Vertical  
Ângulo de ½ potência: 22°



Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
0°	1.00	0.0	100.00%	90°	0.06	-25.2	0.31%
5°	0.94	-0.5	88.72%	95°	0.05	-26.0	0.25%
10°	0.79	-2.1	61.80%	100°	0.05	-26.7	0.21%
15°	0.58	-4.8	33.27%	105°	0.04	-27.5	0.18%
20°	0.37	-8.6	13.80%	110°	0.04	-28.2	0.15%
25°	0.23	-12.9	5.09%	115°	0.04	-29.1	0.12%
30°	0.17	-15.6	2.76%	120°	0.03	-30.4	0.09%
35°	0.15	-16.5	2.23%	125°	0.02	-32.7	0.05%
40°	0.12	-18.2	1.53%	130°	0.02	-36.2	0.02%
45°	0.08	-21.7	0.68%	135°	0.01	-41.0	0.01%
50°	0.04	-28.7	0.14%	140°	0.01	-44.0	0.00%
55°	0.01	-41.8	0.01%	145°	0.01	-45.4	0.00%
60°	0.04	-29.1	0.12%	150°	0.00	-46.7	0.00%
65°	0.05	-25.4	0.29%	155°	0.01	-42.4	0.01%
70°	0.06	-24.1	0.39%	160°	0.01	-39.9	0.01%
75°	0.07	-23.7	0.42%	165°	0.01	-41.1	0.01%
80°	0.06	-23.9	0.41%	170°	0.00	-47.8	0.00%
85°	0.06	-24.4	0.36%	175°	0.00	-48.9	0.00%

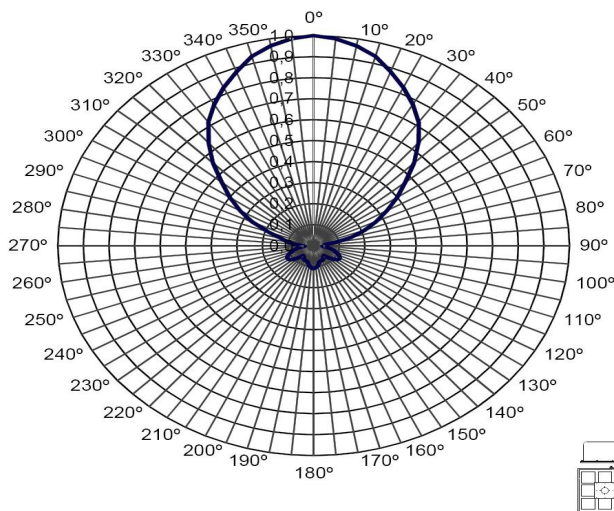
Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
180°	0.01	-45.1	0.00%	270°	0.06	-25.2	0.31%
185°	0.00	-48.9	0.00%	275°	0.06	-24.4	0.36%
190°	0.00	-47.8	0.00%	280°	0.06	-23.9	0.41%
195°	0.01	-41.1	0.01%	285°	0.07	-23.7	0.42%
200°	0.01	-39.9	0.01%	290°	0.06	-24.1	0.39%
205°	0.01	-42.4	0.01%	295°	0.05	-25.4	0.29%
210°	0.00	-46.7	0.00%	300°	0.04	-29.1	0.12%
215°	0.01	-45.4	0.00%	305°	0.01	-41.8	0.01%
220°	0.01	-44.0	0.00%	310°	0.04	-28.7	0.14%
225°	0.01	-41.0	0.01%	315°	0.08	-21.7	0.68%
230°	0.02	-36.2	0.02%	320°	0.12	-18.2	1.53%
235°	0.02	-32.7	0.05%	325°	0.15	-16.5	2.23%
240°	0.03	-30.4	0.09%	330°	0.17	-15.2	3.05%
245°	0.04	-29.1	0.12%	335°	0.23	-12.9	5.09%
250°	0.04	-28.2	0.15%	340°	0.37	-8.6	13.80%
255°	0.04	-27.5	0.18%	345°	0.58	-4.8	33.27%
260°	0.05	-26.7	0.21%	350°	0.79	-2.1	61.80%
265°	0.05	-26.0	0.25%	355°	0.94	-0.5	88.72%

Figura 2: Diagrama de Radiação - Antena de Recepção

### 2.3) Antena de Transmissão - Tx

- A Antena Tx não deve ter uma Diagrama de radiação muito aberto.
- O ideal é que o lóbulo principal tenha de **90 graus a 180 graus**.
- Também é importante ficar atento aos lóbulos secundários, pois estes podem incidir na Antena Rx e causar um forte acoplamento (eco) entre os sinais Rx e Tx.
- Normalmente são utilizadas antenas do tipo *Painel* ou *Slot*, com polarização *Horizontal* ou *Elíptica*.
- Como referência segue diagrama de radiação abaixo.

Diagrama de Azimute  
1 Face



Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
0°	1,00	0,0	100,0%	90°	0,04	-27,5	0,2%
5°	0,99	-0,1	97,7%	95°	0,04	-29,1	0,1%
10°	0,97	-0,3	93,3%	100°	0,06	-24,4	0,4%
15°	0,93	-0,6	87,1%	105°	0,08	-22,1	0,6%
20°	0,88	-1,1	77,6%	110°	0,09	-20,5	0,9%
25°	0,83	-1,6	69,2%	115°	0,11	-19,2	1,2%
30°	0,78	-2,2	60,3%	120°	0,12	-18,5	1,4%
35°	0,72	-2,9	51,3%	125°	0,12	-18,7	1,3%
40°	0,64	-3,9	40,7%	130°	0,10	-19,9	1,0%
45°	0,56	-5,1	30,9%	135°	0,08	-21,9	0,6%
50°	0,47	-6,6	21,9%	140°	0,06	-24,3	0,4%
55°	0,40	-8,0	15,8%	145°	0,07	-23,7	0,4%
60°	0,33	-9,6	11,0%	150°	0,07	-22,5	0,6%
65°	0,27	-11,4	7,2%	155°	0,08	-22,1	0,6%
70°	0,21	-13,5	4,5%	160°	0,08	-22,1	0,6%
75°	0,15	-16,3	2,3%	165°	0,08	-21,6	0,7%
80°	0,09	-21,3	0,7%	170°	0,10	-20,1	1,0%
85°	0,04	-27,5	0,2%	175°	0,10	-19,6	1,1%

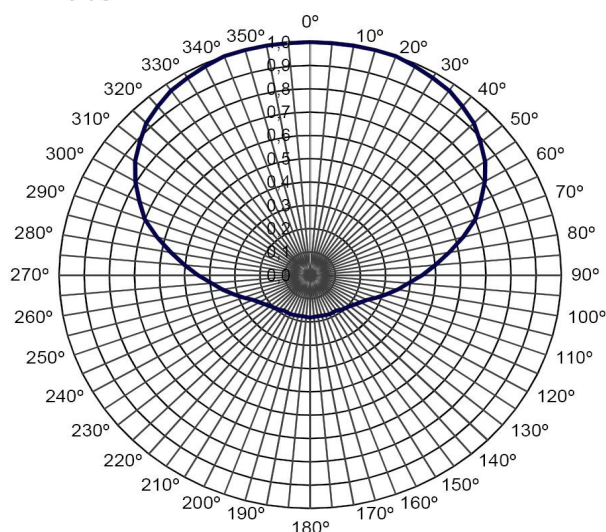
Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
180°	0,11	-19,1	1,2%	270°	0,04	-27,3	0,2%
185°	0,10	-19,6	1,1%	275°	0,08	-22,3	0,6%
190°	0,10	-20,1	1,0%	280°	0,10	-19,6	1,1%
195°	0,08	-21,6	0,7%	285°	0,13	-17,7	1,7%
200°	0,08	-22,1	0,6%	290°	0,19	-14,6	3,5%
205°	0,08	-22,1	0,6%	295°	0,26	-11,6	6,9%
210°	0,07	-22,5	0,6%	300°	0,33	-9,6	11,0%
215°	0,07	-23,7	0,43%	305°	0,40	-8,0	15,8%
220°	0,06	-24,3	0,4%	310°	0,47	-6,6	21,9%
225°	0,08	-21,9	0,6%	315°	0,56	-5,1	30,9%
230°	0,10	-19,9	1,0%	320°	0,64	-3,9	40,7%
235°	0,12	-18,7	1,3%	325°	0,72	-2,9	51,3%
240°	0,12	-18,5	1,4%	330°	0,78	-2,2	60,3%
245°	0,11	-19,2	1,2%	335°	0,83	-1,6	69,2%
250°	0,09	-20,5	0,9%	340°	0,88	-1,1	77,6%
255°	0,08	-22,1	0,6%	345°	0,93	-0,6	87,1%
260°	0,06	-24,4	0,4%	350°	0,97	-0,3	93,3%
265°	0,04	-29,1	0,1%	355°	0,99	-0,1	97,7%

Figura 3: Diagrama de Radiação de Antena Painel - 1 Face





Diagrama de Azimute  
140°



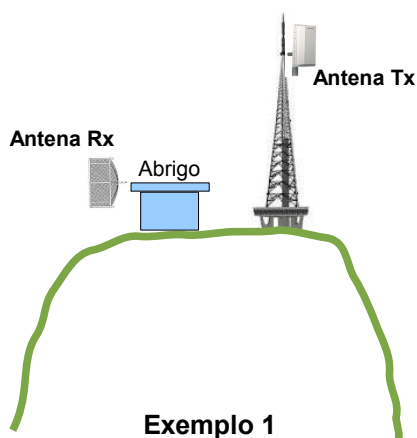
Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
0°	1,00	0,0	100,0%	90°	0,45	-7,0	20,0%
5°	1,00	0,0	100,0%	95°	0,39	-8,1	15,5%
10°	1,00	0,0	100,0%	100°	0,35	-9,0	12,6%
15°	1,00	0,0	100,0%	105°	0,32	-10,0	10,0%
20°	1,00	0,0	100,0%	110°	0,28	-11,0	7,9%
25°	0,99	-0,1	97,7%	115°	0,25	-12,0	6,3%
30°	0,98	-0,2	95,5%	120°	0,23	-12,7	5,4%
35°	0,97	-0,3	93,3%	125°	0,22	-13,2	4,8%
40°	0,94	-0,5	89,1%	130°	0,21	-13,7	4,3%
45°	0,92	-0,7	85,1%	135°	0,20	-14,0	4,0%
50°	0,89	-1,1	78,5%	140°	0,19	-14,3	3,7%
55°	0,85	-1,4	72,4%	145°	0,18	-14,7	3,4%
60°	0,80	-1,9	64,6%	150°	0,18	-14,7	3,4%
65°	0,75	-2,5	56,2%	155°	0,18	-14,7	3,4%
70°	0,70	-3,1	49,0%	160°	0,18	-14,8	3,3%
75°	0,63	-4,0	39,8%	165°	0,18	-14,9	3,2%
80°	0,56	-5,0	31,6%	170°	0,18	-15,0	3,2%
85°	0,50	-6,0	25,1%	175°	0,18	-14,9	3,2%

Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)	Graus	E/E <sub>max</sub>	(dB)	(%)
180°	0,18	-14,8	3,3%	270°	0,45	-7,0	20,0%
185°	0,18	-14,9	3,2%	275°	0,50	-6,0	25,1%
190°	0,18	-15,0	3,2%	280°	0,56	-5,0	31,6%
195°	0,18	-14,9	3,2%	285°	0,63	-4,0	39,8%
200°	0,18	-14,8	3,3%	290°	0,70	-3,1	49,0%
205°	0,18	-14,7	3,4%	295°	0,75	-2,5	56,2%
210°	0,18	-14,7	3,4%	300°	0,80	-1,9	64,6%
215°	0,18	-14,7	3,39%	305°	0,85	-1,4	72,4%
220°	0,19	-14,3	3,7%	310°	0,89	-1,1	78,5%
225°	0,20	-14,0	4,0%	315°	0,92	-0,7	85,1%
230°	0,21	-13,7	4,3%	320°	0,94	-0,5	89,1%
235°	0,22	-13,2	4,8%	325°	0,97	-0,3	93,3%
240°	0,23	-12,7	5,4%	330°	0,98	-0,2	95,5%
245°	0,25	-12,0	6,3%	335°	0,99	-0,1	97,7%
250°	0,28	-11,0	7,9%	340°	1,00	0,0	100,0%
255°	0,32	-10,0	10,0%	345°	1,00	0,0	100,0%
260°	0,35	-9,0	12,6%	350°	1,00	0,0	100,0%
265°	0,39	-8,1	15,5%	355°	1,00	0,0	100,0%

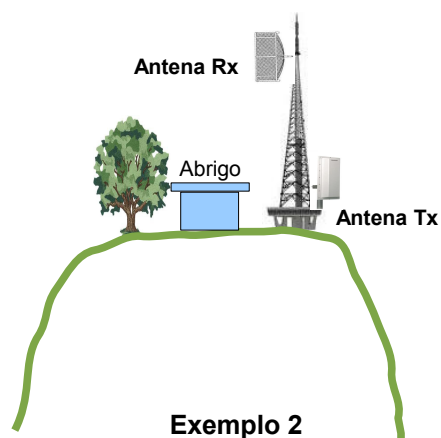
Figura 4: Diagrama de Radiação de Antena Slot - 140 graus

## 2.4) Isolação entre as antenas



- Posicionar a Antena Rx a pelo menos **15 metros** de distância da Antena Tx.
- Tentar apontar as Antenas Rx e Tx para **lados totalmente opostos**.
- Otimizar ao máximo a disposição das antenas para garantir **máxima isolamento**.
- Como referência segue abaixo exemplos de posicionamento das antenas Rx e Tx.



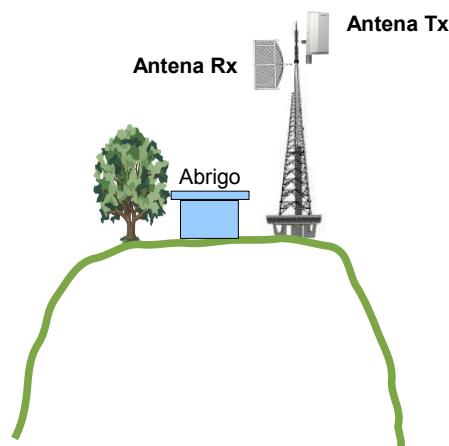
Exemplo 1



Exemplo 2

 	Instrução para Projeto / Instalação - ESTAÇÃO TX COM TUNER UHF - Versão COM e Clientes	Data: 25/08/2016	Rev: 01
		Autor: Breno Ribeiro do Val bvale@linear.com.br	

#### - Situação indesejável de disposição das antenas Rx e Tx



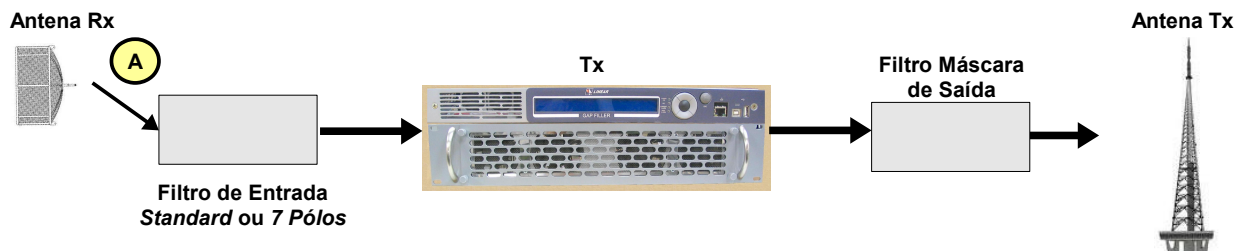
### 2.5) Especificações do Tuner UHF para todos os esquemas de modulação

Para garantir o funcionamento do transmissor com confiabilidade e robustez, deve-se respeitar as especificações técnicas do Tuner UHF.

- **Nível de recepção (Sensibilidade):** -60dBm à -20dBm
- **Isolação para canais adjacentes:**
  - **Com filtro de Entrada Standard:** ao se utilizar este modelo de filtro, o Tuner UHF opera com uma relação de canal adjacente-recepção de até 27dB, ou seja, o canal adjacente pode estar 27dB acima do canal de recepção do Tuner que o mesmo é capaz de demodular o sinal.
  - **Com filtro de Entrada 7 Pólos:** o se utilizar este modelo de filtro, o Tuner UHF opera com uma relação de canal adjacente-recepção de até 37dB, ou seja, o canal adjacente pode estar 37dB acima do canal de recepção do Tuner que o mesmo é capaz de demodular o sinal.

### 2.6) Análise do sinal recebido

- O nível do sinal Rx deve estar **entre -60dBm e -20dBm**. Quanto maior, melhor.
- A MER do sinal Rx deve estar **melhor que 30dB**. Quanto maior, melhor.
- Não pode haver variações bruscas na MER, como por exemplo ficar variando entre 30 e 37dB. **A MER deve estar estável.**
- O C/N do sinal recebido deve ser **maior que 20dB**.
- Se houver **canais adjacentes ao canal recebido** pelo transmissor, deve-se previamente fazer uma pesquisa de como será essa relação em dB do canal recebido-adjacente, para especificar o Filtro *Standard* ou *7 Pólos*, ainda durante a **fase de projeto da estação**.



→ Medidas realizadas no ponto **A** :

1° ) Se a relação entre o canal recebido-adjacente **for < 27dB**, como mostrado na figura a seguir, pode ser usado o filtro de canal de entrada *Standard*.

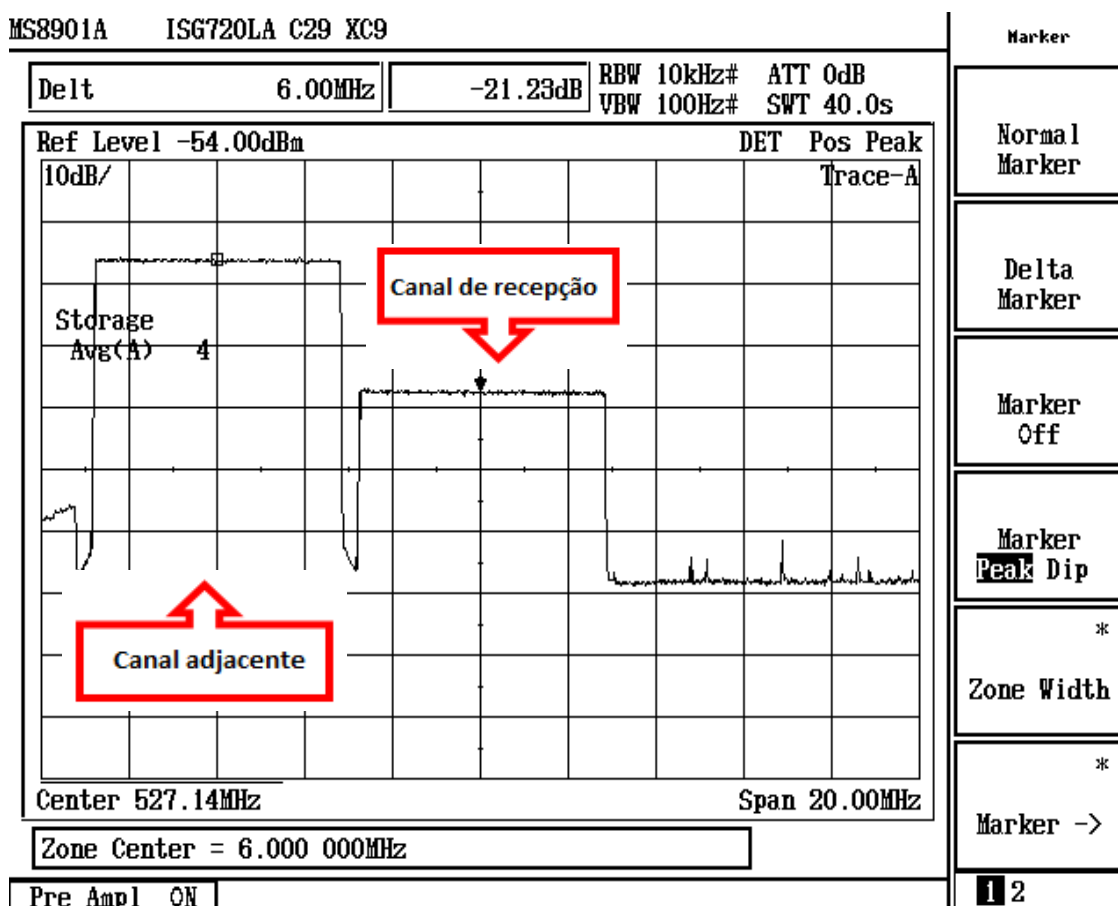



Figura 5: Medida antes do Receptor Tuner UHF

<b>HITACHI</b> Inspire the Next  	Instrução para Projeto / Instalação - ESTAÇÃO TX COM TUNER UHF - Versão COM e Clientes	Data: 25/08/2016	Rev: 01
		Autor: Breno Ribeiro do Val bvale@linear.com.br	

2º) Se a relação entre o canal recebido-adjacente estiver entre  $27\text{db} < \text{recebido-adjacente} < 37\text{dB}$ , como mostrado na figura a seguir, deve-se usar o filtro de canal de entrada 7 Polos.

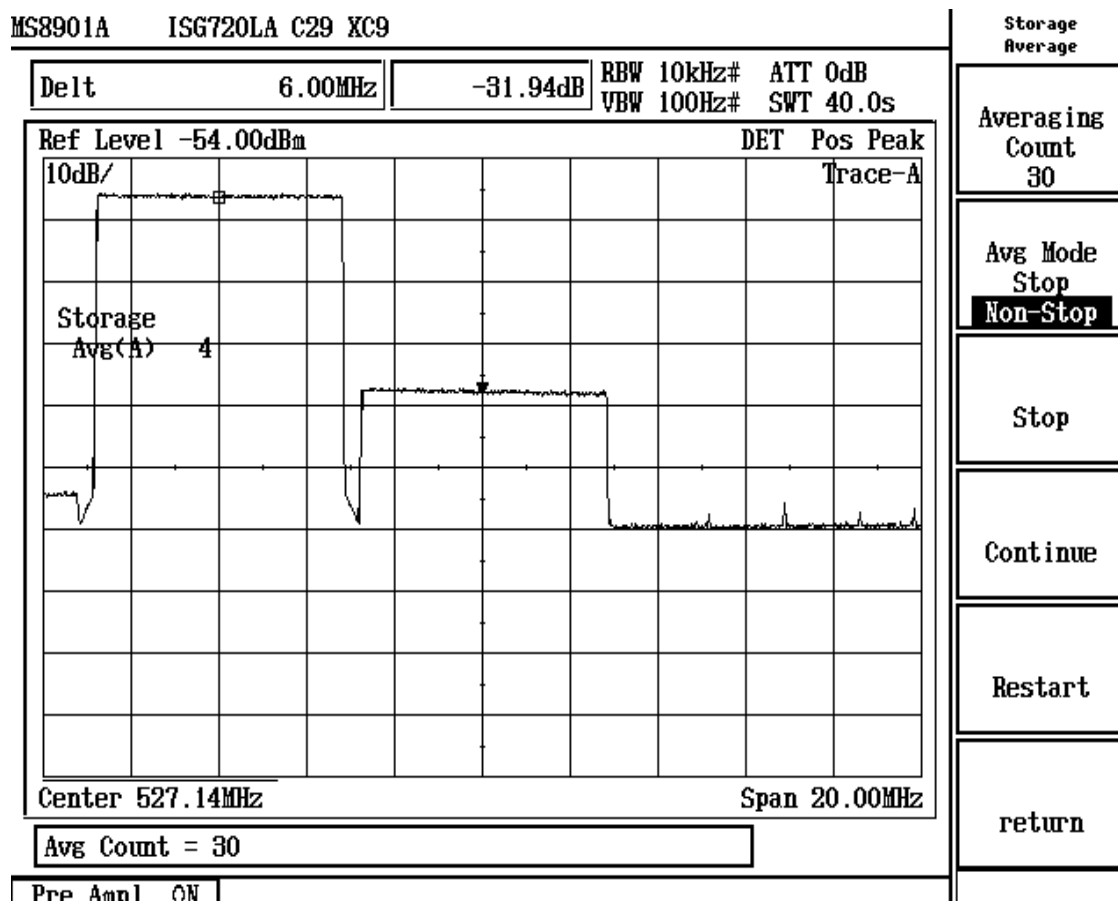


Figura 6: Medida antes do Receptor Tuner UHF

### 3) CONCLUSÃO

Nas etapas de *Projeto* e *Instalação* de estações de transmissão com recepção Tuner UHF é mandatório considerar todos os requisitos mencionados nesse roteiro.

Como apresentado neste relatório, estações de transmissão com recepção Tuner UHF possuem particularidades para seu correto funcionamento.

Caso os requisitos mínimos de funcionamento não possam ser atingidos, deve-se buscar outras alternativas, tais como recepção com Tuner Satélite ou Redes SFN.