

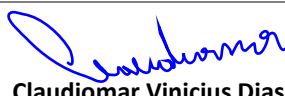
LET-TDS-RE 2395-12425-01-C [2.4G] – 01.00 (Pt)
06-abr-2023

RELATÓRIO DE ENSAIO

Ensaio em Tecnologia de Espalhamento Espectral

Modelo: DA16200MOD-AACW4A32

Responsável pela
Emissão do Relatório



Claudiomar Vinicius Dias

Responsável Técnico
do Laboratório



Marcos Pimentel Rezende

Este relatório não poderá ser reproduzido parcialmente sem autorização formal do **Instituto de Pesquisas Eldorado**. Caso seja necessária a impressão do mesmo, esta deve ser feita utilizando-se o padrão A4 (210mm x 297mm).

As informações aqui contidas são de propriedade do solicitante, não podendo ser divulgadas sem sua autorização.

Os resultados desse relatório são válidos apenas para o item testado.

As opiniões e interpretações expressas neste relatório não fazem parte do escopo de acreditação do laboratório.

Esta versão substitui e cancela todas as versões anteriores.

Sugestões / Reclamações / Comentários

Por favor, enviar e-mail para: qualidade@eldorado.org.br

Sumário

1. ESCOPO.....	3
2. LISTA DE ENSAIOS.....	3
3. PERÍODO DE ENSAIO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	4
4. RESULTADOS DOS ENSAIOS.....	5
4.1. Modo de Exercício	5
4.2. Método de Ensaio	5
4.3. Largura de Faixa	6
4.4. Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi	11
4.5. Densidade espectral de potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP)	15
4.6. Emissões Não Desejadas	18
5. INCERTEZA DE MEDIÇÃO.....	21
6. LISTA GERAL DE INSTRUMENTOS.....	22
7. HISTÓRICO DE REVISÕES	23

1. ESCOPO

Ensaio em Tecnologia de Espalhamento Espectral conforme os documentos de referência abaixo:

Documento Normativo	Data Emissão
Ato ANATEL nº 237 (2022) Procedimentos de ensaio para Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.	07-jan-2022
Ato ANATEL nº 14448 (2017) Requisitos técnicos para a avaliação da conformidade de Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.	04-dez-2017
Ato ANATEL nº 4776 (2020) Requisitos técnicos para a avaliação da conformidade de Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.	01-set-2020
Ato ANATEL nº 423 (2022) Requisitos técnicos para a avaliação da conformidade de Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.	12-jan-2022

O relatório de identificação código LET-ID 2395-12425-01 (em sua última versão) traz informações complementares para a análise deste relatório de ensaios.

2. LISTA DE ENSAIOS

Item Norma	Ensaio	Item Rel.	ESE
Ato ANATEL nº 14448 (2017)			
10.3.1	Largura de Faixa	4.3	62401
10.3.2 e 10.5	Potência de Pico Máxima Potência de Pico Máxima – Acima de 6 dBi	4.4	62401
10.3.3	Densidade espectral de potência Densidade de Potência (em Função da EIRP)	4.5	62401
10.6	Emissões Não Desejadas	4.6	62401

Tabela 1 - Lista dos ensaios realizados

3. PERÍODO DE ENSAIO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Período de realização dos ensaios: 05/04/2023
Temperatura observada: $(22,3 \pm 1,5) ^\circ\text{C}$
Umidade relativa observada: $(55,8 \pm 9,2) \%$

4. RESULTADOS DOS ENSAIOS

4.1. Modo de Exercício

Durante o ensaio, o equipamento sob ensaio foi configurado para transmitir em sua potência máxima nas tecnologias 802.11b, 802.11g e 802.11n (HT20), nos canais necessários para a realização dos testes, através de um test mode fornecido pelo solicitante, que permitiu a configuração dos parâmetros de transmissão.

4.2. Método de Ensaio

A metodologia utilizada seguiu o determinado no Ato ANATEL nº 237 de 07 de janeiro de 2022.

4.3. Largura de Faixa

4.3.1. Requisito normativo

A largura de faixa a 6 dB deve ser, no mínimo 500 kHz.

4.3.2. Resultado do ensaio – 802.11b

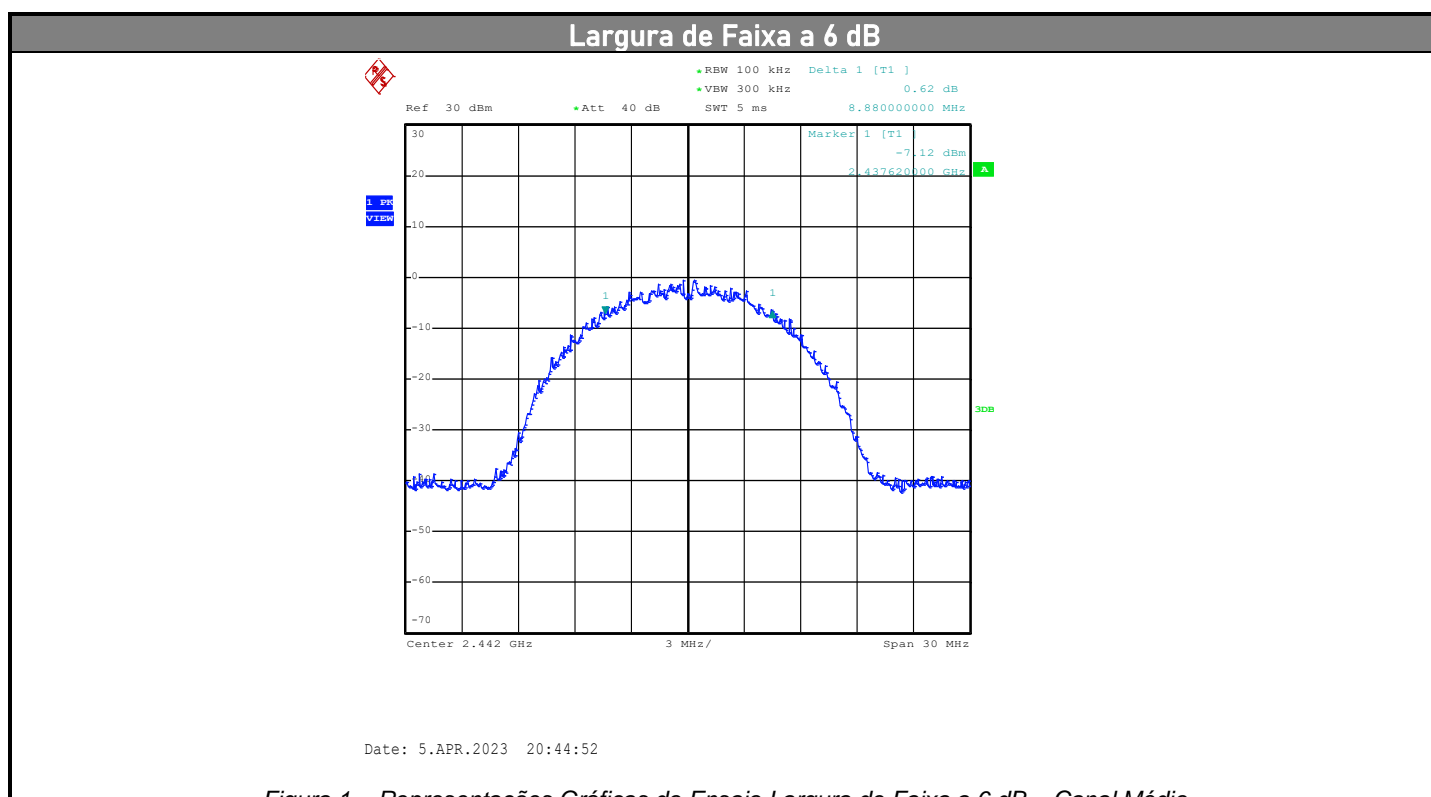


Figura 1 – Representações Gráficas do Ensaio Largura de Faixa a 6 dB – Canal Médio

Frequência Nominal	Média [kHz]	Incerteza ± [kHz]	Fator K
2412 MHz	8740,000	394,631	2,00
2442 MHz	9020,000	234,379	2,00
2462 MHz	8760,000	661,312	2,00

Tabela 2 – Resultado do Ensaio Largura de Faixa a 6 dB

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.3.3. Resultado do ensaio – 802.11g

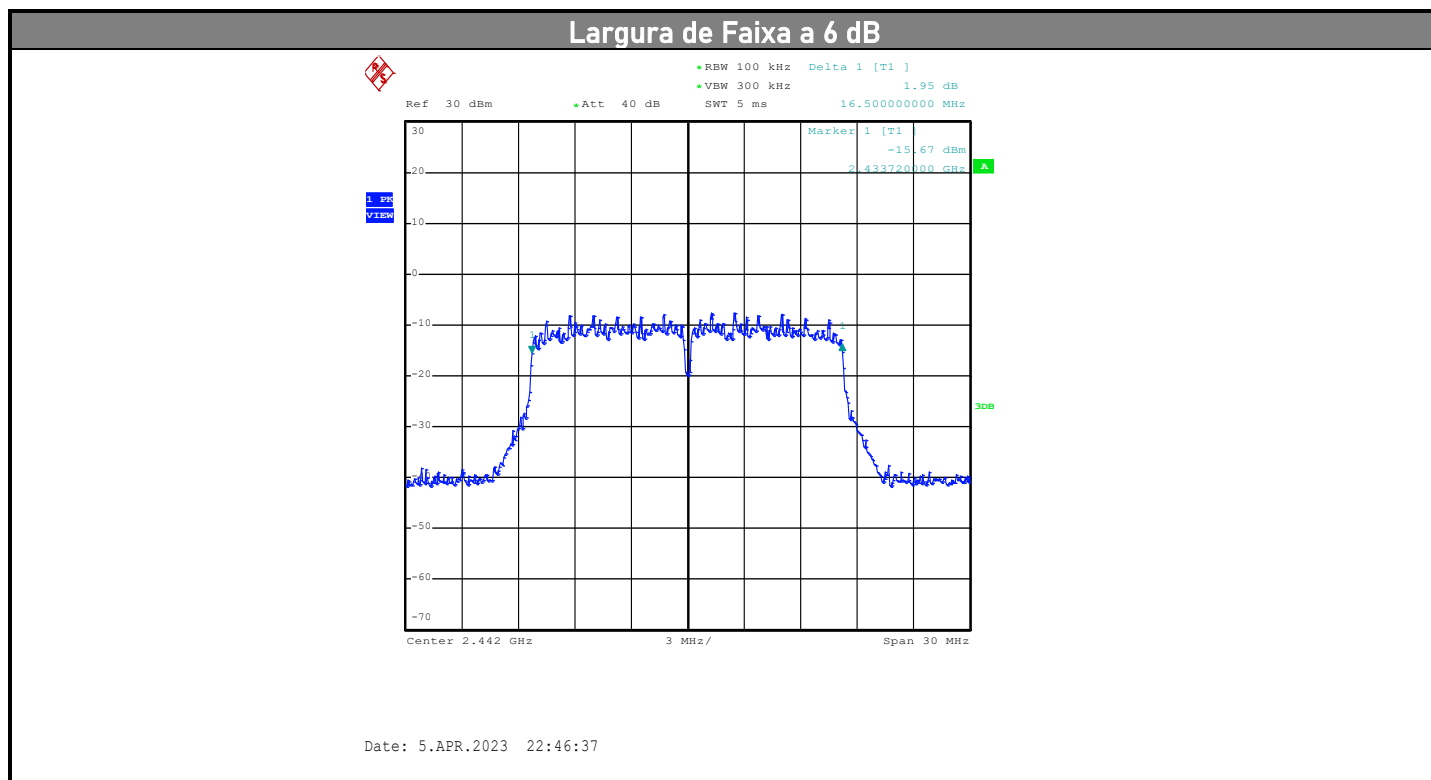


Figura 2 – Representações Gráficas do Ensaio Largura de Faixa a 6 dB – Canal Médio

Frequência Nominal	Média [kHz]	Incerteza ± [kHz]	Fator K
2412 MHz	16480,000	189,036	2,00
2442 MHz	16480,000	189,036	2,00
2462 MHz	16540,000	189,036	2,00

Tabela 3 – Resultado do Ensaio Largura de Faixa a 6 dB

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

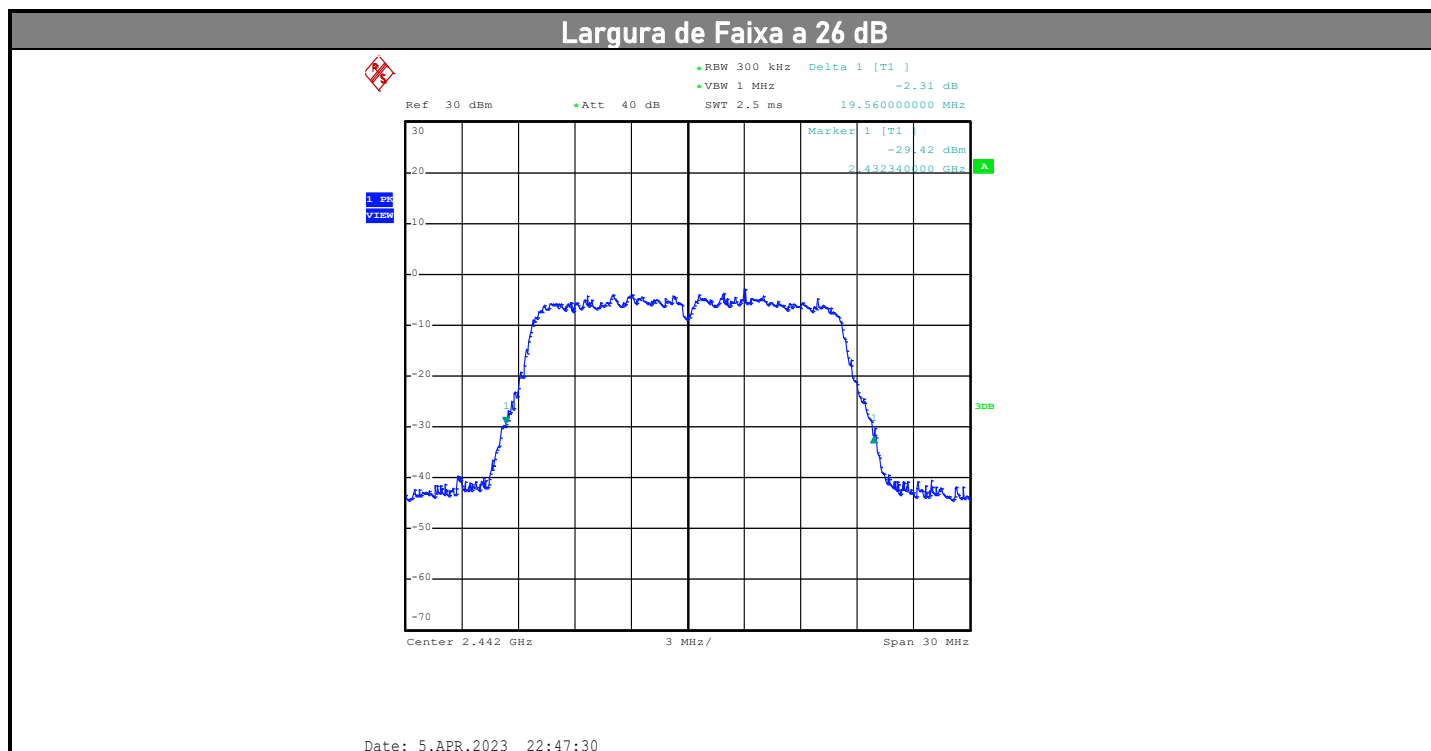


Figura 3 – Representações Gráficas do Ensaio Largura de Faixa a 26 dB – Canal Médio

Frequência Nominal	Média [kHz]	Incerteza ± [kHz]	Fator K
2412 MHz	19620,000	249,803	2,00
2442 MHz	19620,000	219,093	2,00
2462 MHz	19760,000	219,093	2,00

Tabela 4 – Resultado do Ensaio Largura de Faixa a 26 dB

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.3.4. Resultado do ensaio – 802.11n (HT20)

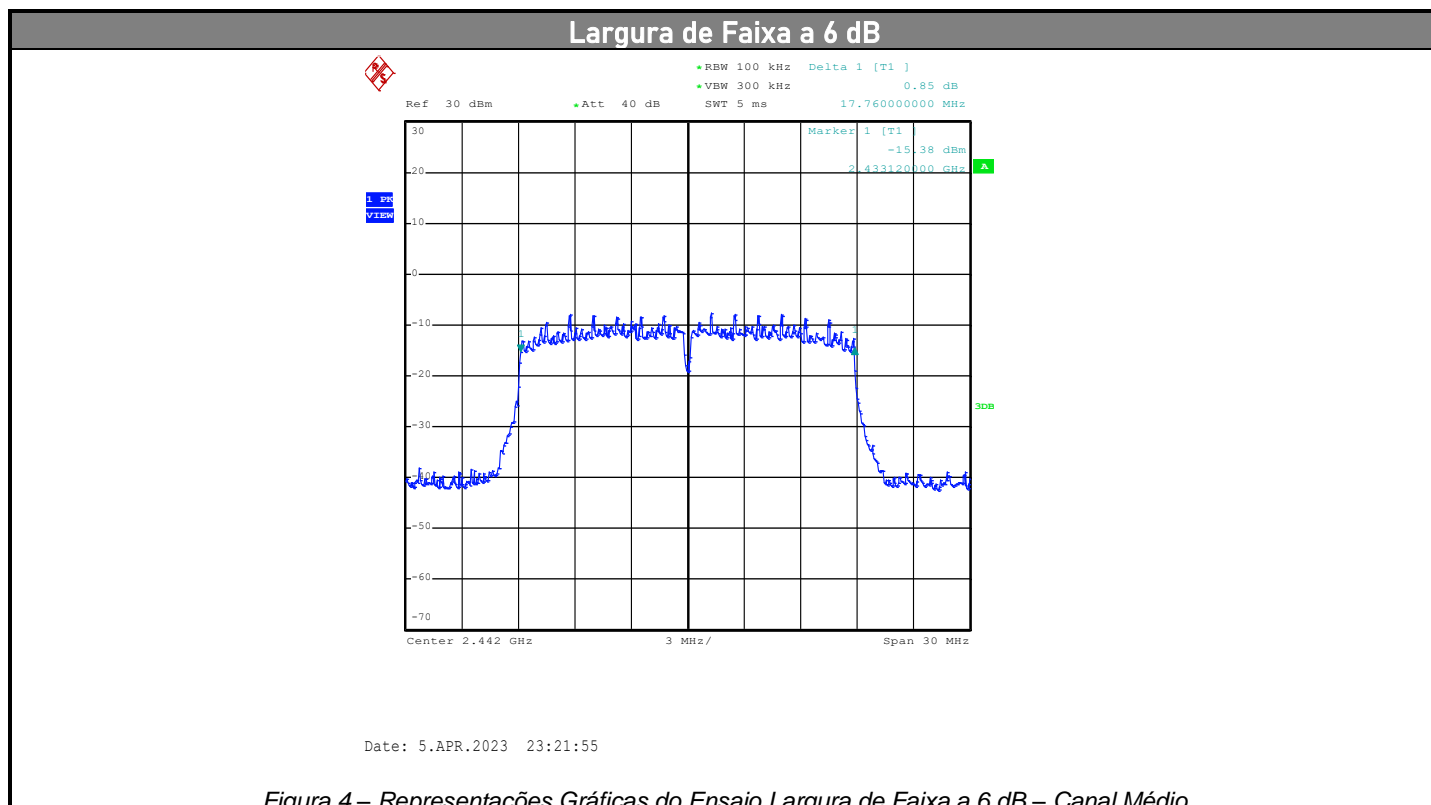


Figura 4 – Representações Gráficas do Ensaio Largura de Faixa a 6 dB – Canal Médio

Frequência Nominal	Média [kHz]	Incerteza ± [kHz]	Fator K
2412 MHz	17740,000	189,036	2,00
2442 MHz	17720,000	189,036	2,00
2462 MHz	17740,000	189,036	2,00

Tabela 5 – Resultado do Ensaio Largura de Faixa a 6 dB

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

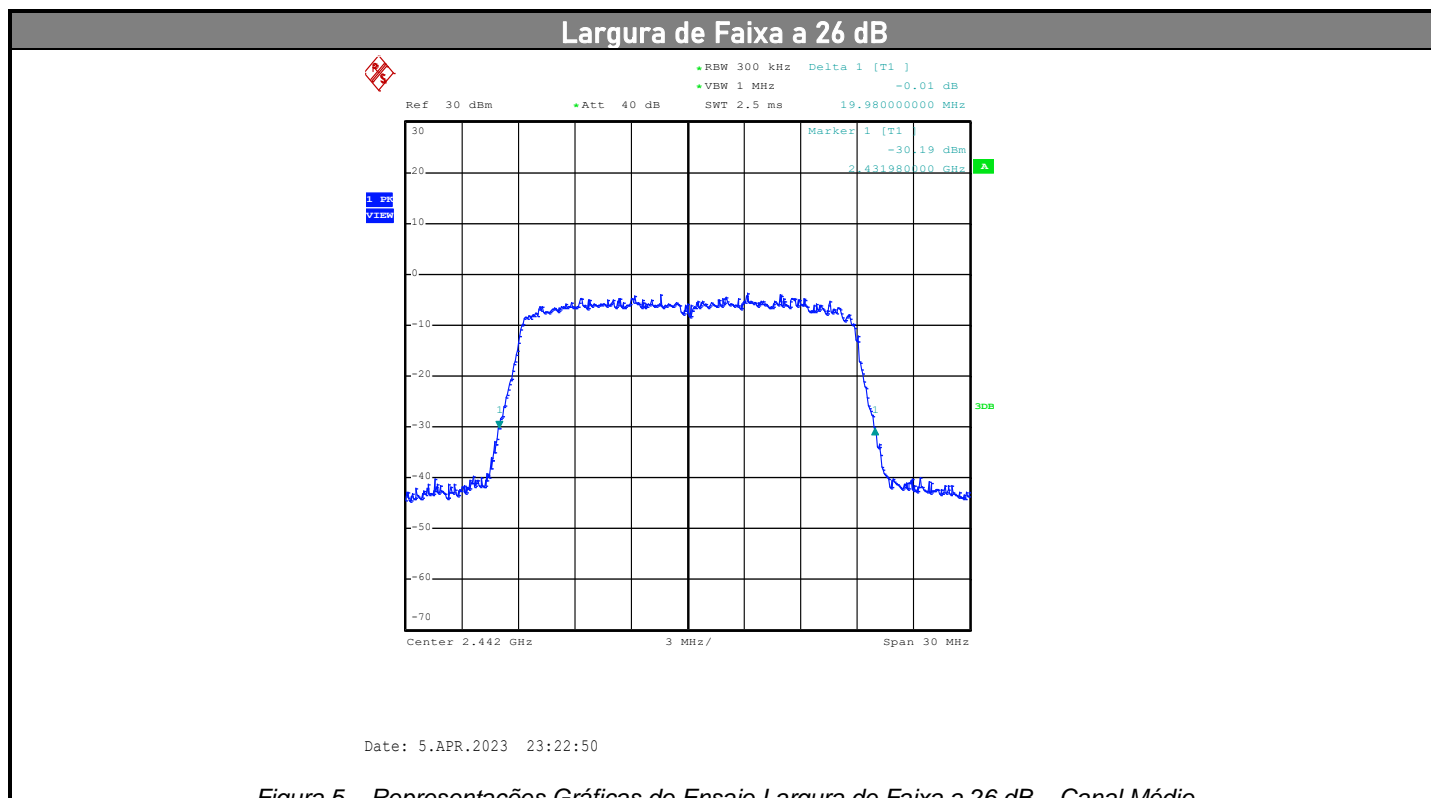


Figura 5 – Representações Gráficas do Ensaio Largura de Faixa a 26 dB – Canal Médio

Frequência Nominal	Média [kHz]	Incerteza ± [kHz]	Fator K
2412 MHz	20040,000	207,850	2,00
2442 MHz	20000,000	233,242	2,00
2462 MHz	20040,000	207,850	2,00

Tabela 6 – Resultado do Ensaio Largura de Faixa a 26 dB

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.4. Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi

4.4.1. Requisito normativo

A potência de pico máxima de saída do transmissor não pode ser superior a 1 W.

Exceto nos casos previstos a seguir, equipamentos utilizando tecnologia de espalhamento espectral ou outras tecnologias de modulação digital, que façam uso de antenas de transmissão com ganho direcional superior a 6 dBi, devem ter a potência de pico máxima na saída do transmissor reduzida para valores abaixo daqueles especificados nos itens 10.2.5, 10.2.6 e 10.2.7 e no item 10.3.3, pela quantidade em dB que o ganho direcional da antena exceder a 6 dBi:

Sistemas operando na faixa de 2.400-2.483,5 MHz e utilizados exclusivamente em aplicações ponto-a-ponto do serviço fixo podem fazer uso de antenas de transmissão com ganho direcional superior a 6 dBi, desde que potência de pico máxima na saída do transmissor seja reduzida de 1 dB para cada 3 dB que o ganho direcional da antena exceder a 6 dBi;

Sistemas operando na faixa 5.725-5.850 MHz e utilizados exclusivamente em aplicações ponto-a-ponto do serviço fixo podem fazer uso de antenas de transmissão com ganho direcional superior a 6 dBi sem necessidade de uma correspondente redução na potência conduzida na saída do transmissor.

4.4.2. Resultado do ensaio – 802.11b

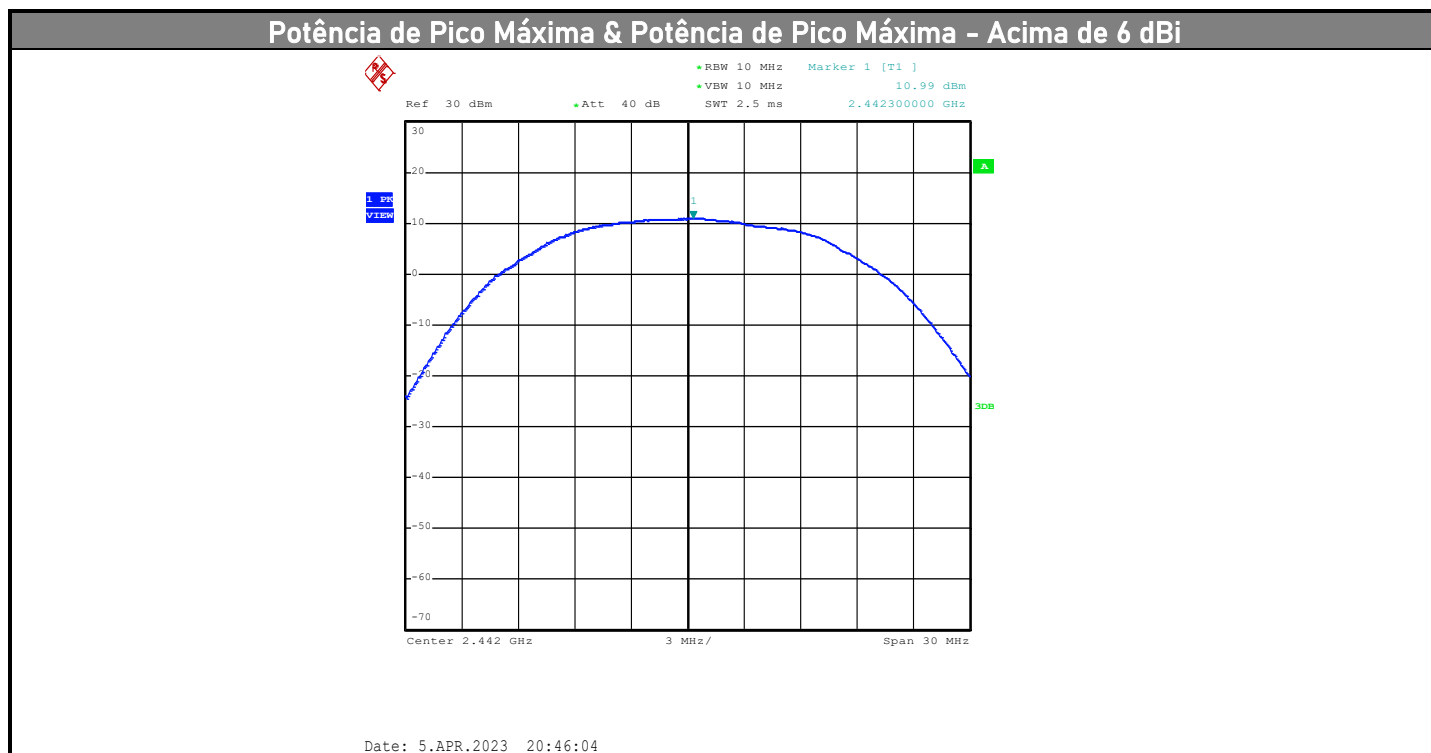


Figura 6 – Representações Gráficas do Ensaio Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi – Canal Médio

Frequência Nominal	Potência (mW)				Potência Total [mW]	Potência Total [dBm]	Incerteza [dB]	Fator K
	Antena 1	Antena 2	Antena 3	Antena 4				
2412 MHz	11,72	-	-	-	11,72	10,69	1,75	2,00
2442 MHz	12,58	-	-	-	12,58	11,00	1,75	2,00
2462 MHz	12,91	-	-	-	12,91	11,11	1,75	2,00

Tabela 7 – Resultado do Ensaio Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.4.3. Resultado do ensaio – 802.11g



Figura 7 – Representações Gráficas do Ensaio Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi – Canal Médio

Frequência Nominal	Potência (mW)				Potência Total [mW]	Potência Total [dBm]	Incerteza [dB]	Fator K
	Antena 1	Antena 2	Antena 3	Antena 4				
2412 MHz	16,23	-	-	-	16,23	12,10	1,75	2,00
2442 MHz	17,00	-	-	-	17,00	12,30	1,75	2,00
2462 MHz	17,38	-	-	-	17,38	12,40	1,75	2,00

Tabela 8 – Resultado do Ensaio Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.4.4. Resultado do ensaio – 802.11n (HT20)



Figura 8 – Representações Gráficas do Ensaio Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi – Canal Médio

Frequência Nominal	Potência (mW)				Potência Total [mW]	Potência Total [dBm]	Incerteza [dB]	Fator K
	Antena 1	Antena 2	Antena 3	Antena 4				
2412 MHz	15,52	-	-	-	15,52	11,91	1,75	2,00
2442 MHz	16,40	-	-	-	16,40	12,15	1,76	2,00
2462 MHz	17,00	-	-	-	17,00	12,30	1,76	2,00

Tabela 9 – Resultado do Ensaio Potência de Pico Máxima & Potência de Pico Máxima - Acima de 6 dBi

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.5. Densidade espectral de potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP)

4.5.1. Requisito normativo

A densidade espectral de potência, em qualquer faixa de 3 kHz, durante qualquer intervalo de tempo de transmissão contínua, não deve ser superior a 8 dBm;

4.5.2. Resultado do ensaio – 802.11b



Figura 9 – Representações Gráficas do ensaio de Densidade espectral de Potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP) – Canal Médio

Frequência Nominal	Potência (mW)				Potência Total [mW]	Potência Total [dBm]	Incerteza [dB]	Fator K
	Antena 1	Antena 2	Antena 3	Antena 4				
2412 MHz	0,02	-	-	-	0,02	-16,18	4,57	2,87
2442 MHz	0,03	-	-	-	0,03	-15,60	1,73	2,01
2462 MHz	0,03	-	-	-	0,03	-15,12	2,63	2,32

Tabela 10 – Resultado do Ensaio Densidade Espectral de Potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP)

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.5.3. Resultado do ensaio – 802.11g



Figura 10 – Representações Gráficas do ensaio de Densidade espectral de Potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP) – Canal Médio

Frequência Nominal	Potência (mW)				Potência Total [mW]	Potência Total [dBm]	Incerteza [dB]	Fator K
	Antena 1	Antena 2	Antena 3	Antena 4				
2412 MHz	0,01	-	-	-	0,01	-22,70	1,69	2,00
2442 MHz	0,01	-	-	-	0,01	-22,50	1,74	2,01
2462 MHz	0,01	-	-	-	0,01	-22,45	1,65	2,00

Tabela 11 – Resultado do Ensaio Densidade Espectral de Potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP)

Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.5.4. Resultado do ensaio – 802.11n (HT20)

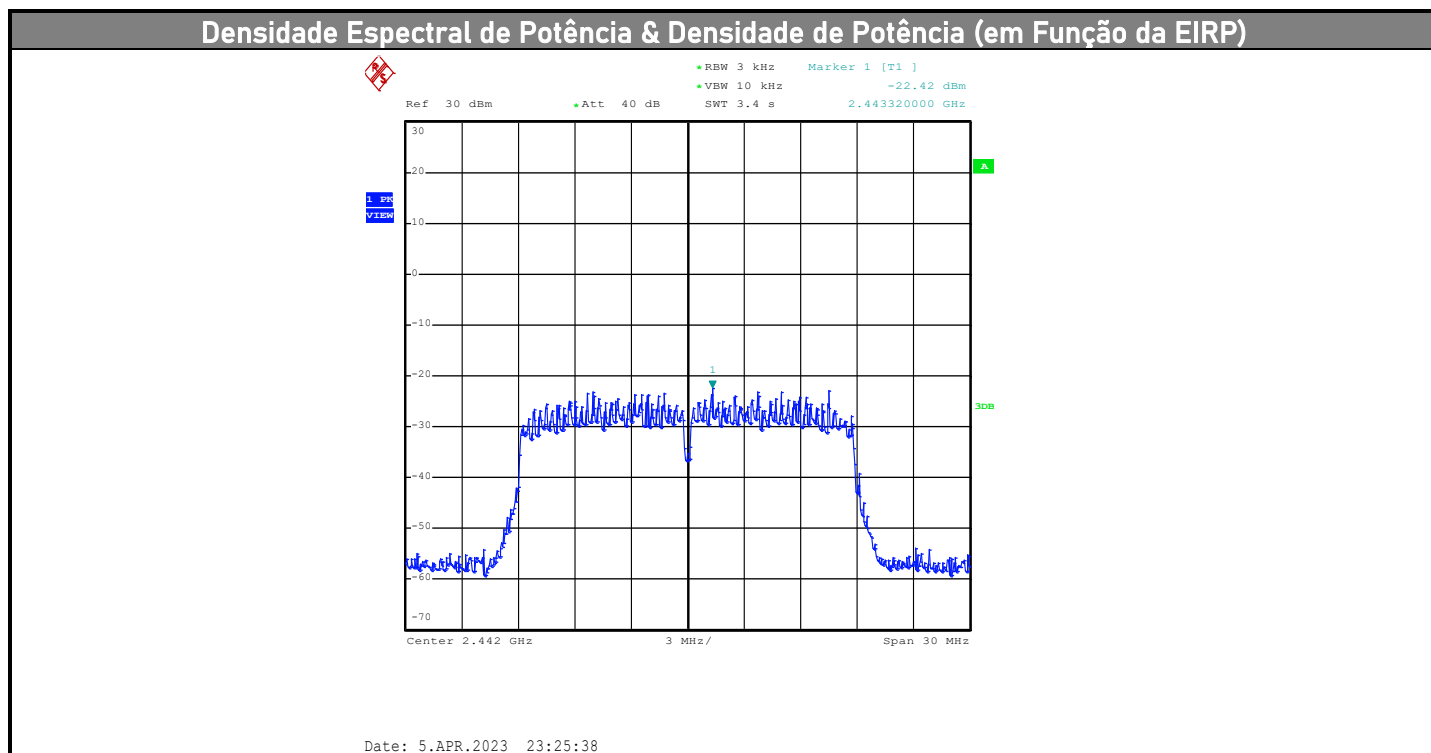


Figura 11 – Representações Gráficas do ensaio de Densidade espectral de Potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP) – Canal Médio

Frequência Nominal	Potência (mW)				Potência Total [mW]	Potência Total [dBm]	Incerteza [dB]	Fator K
	Antena 1	Antena 2	Antena 3	Antena 4				
2412 MHz	0,01	-	-	-	0,01	-22,62	2,34	2,21
2442 MHz	0,01	-	-	-	0,01	-21,88	2,11	2,13
2462 MHz	0,01	-	-	-	0,01	-21,53	2,38	2,23

Tabela 12 – Resultado do Ensaio Densidade Espectral de Potência & Densidade de Potência (em Função da EIRP)

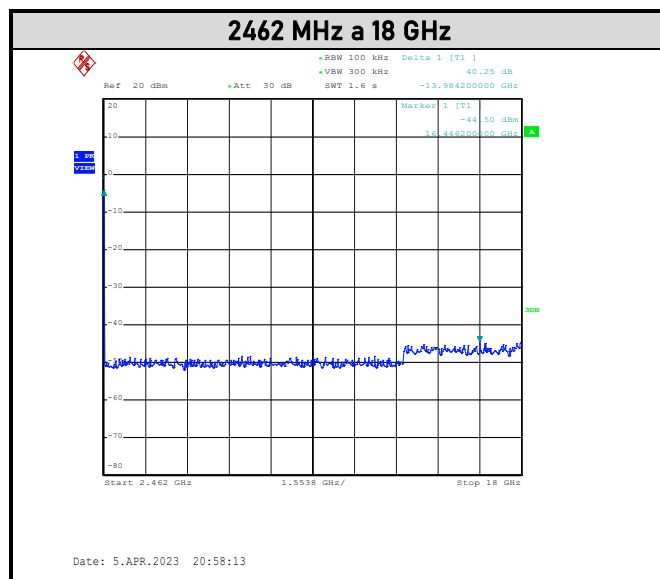
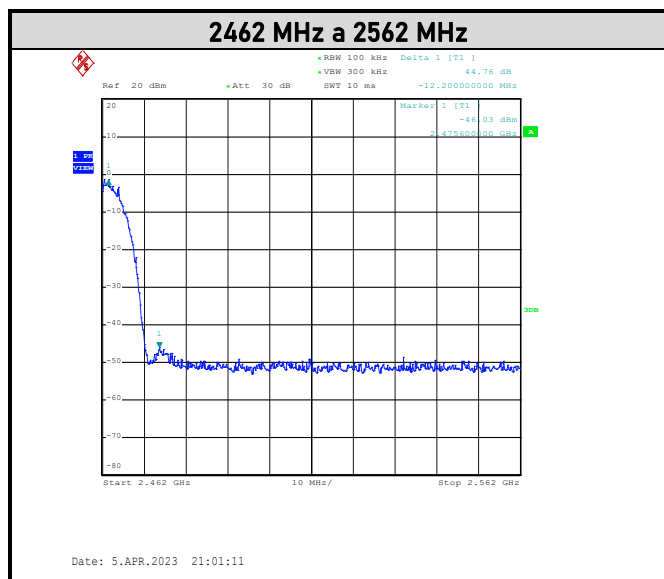
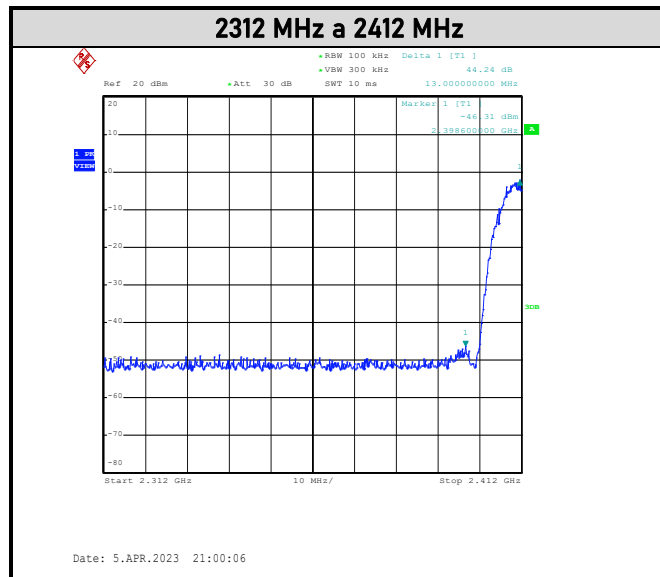
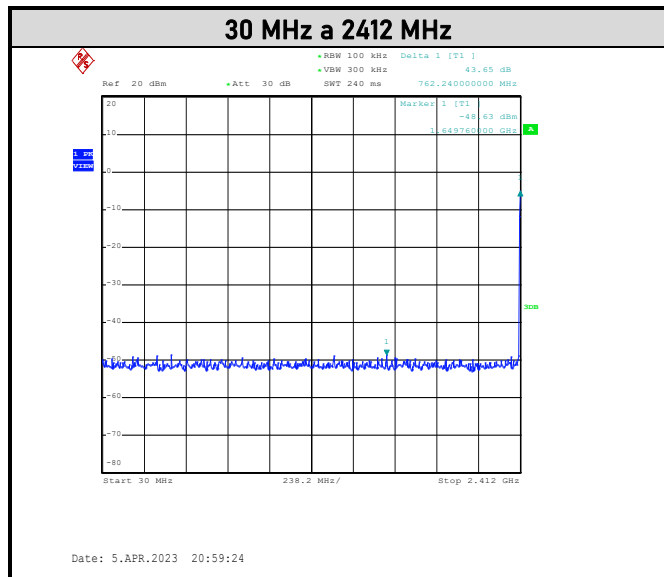
Nota: Os resultados finais apresentados são a média corrigida de três medidas, com sua incerteza de medição. Portanto, estes valores não correspondem com as medidas apresentadas nas figuras.

4.6. Emissões Não Desejadas

4.6.1. Requisito normativo

A potência de radiofrequência produzida, em qualquer largura de faixa de 100 kHz fora de qualquer uma das faixas na qual o sistema esteja operando, conforme estabelecido neste item, deve estar, no mínimo, 20 dB abaixo da potência máxima produzida num intervalo de 100 kHz dentro da faixa de operação.

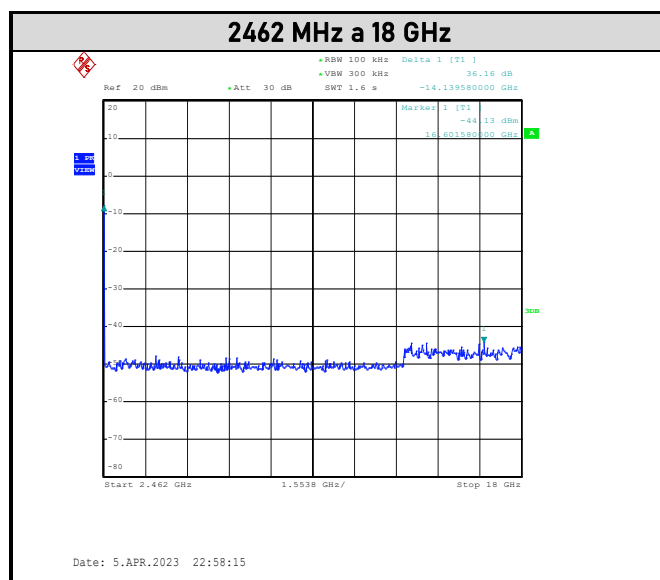
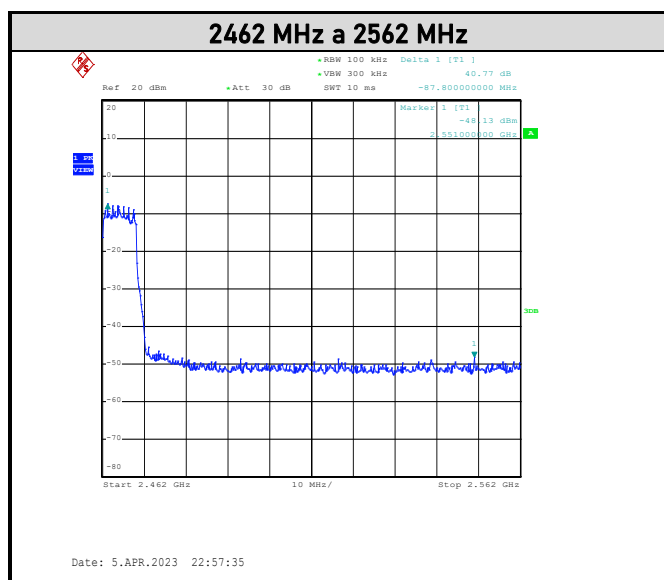
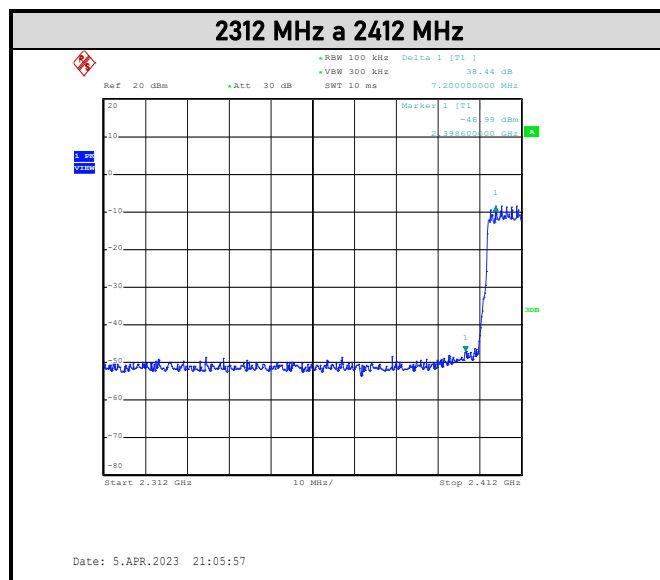
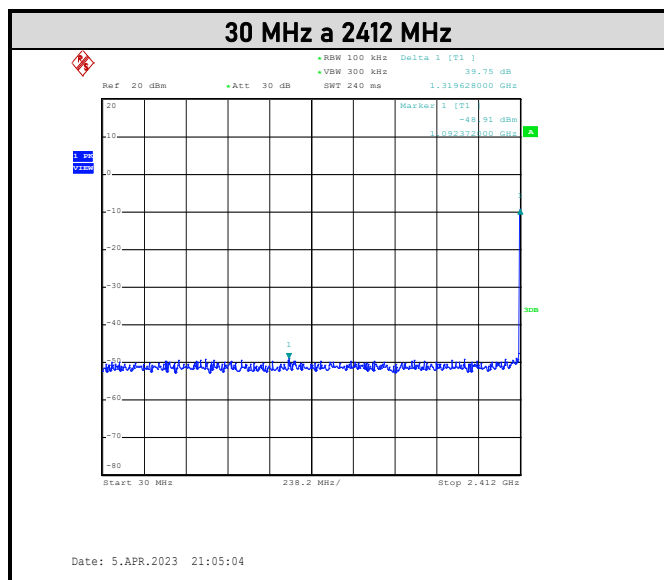
4.6.2. Resultado do ensaio – 802.11b



Não houve níveis de espúrios significativos na faixa de frequência de interesse (30 MHz a 18 GHz) com o ESE operando em potência máxima na tecnologia 802.11b.

Tabela 13 – Resultado do Ensaio Emissões não Desejadas

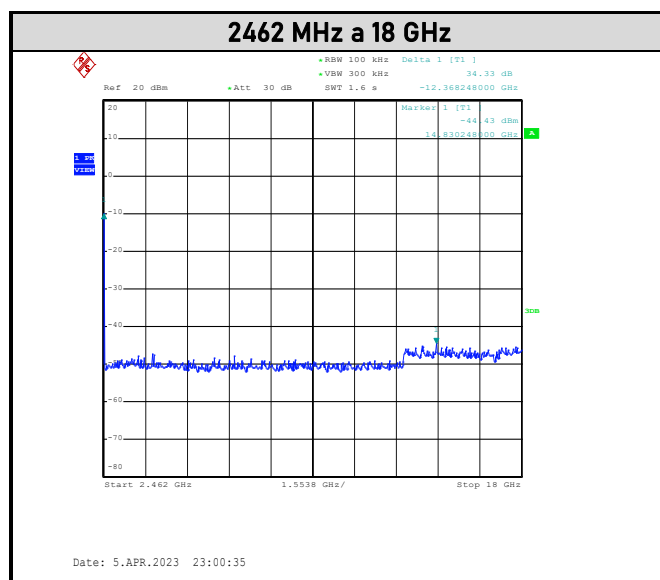
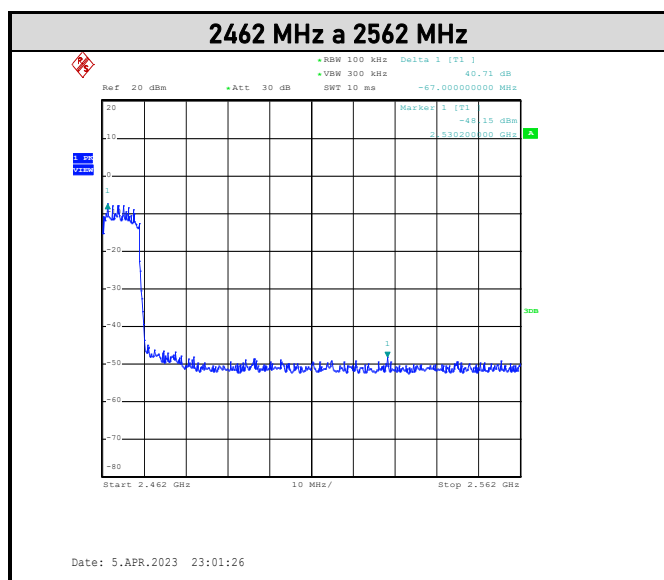
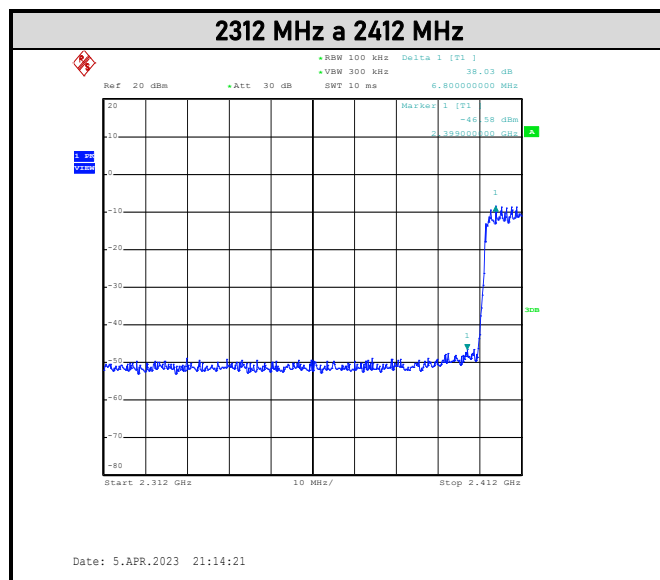
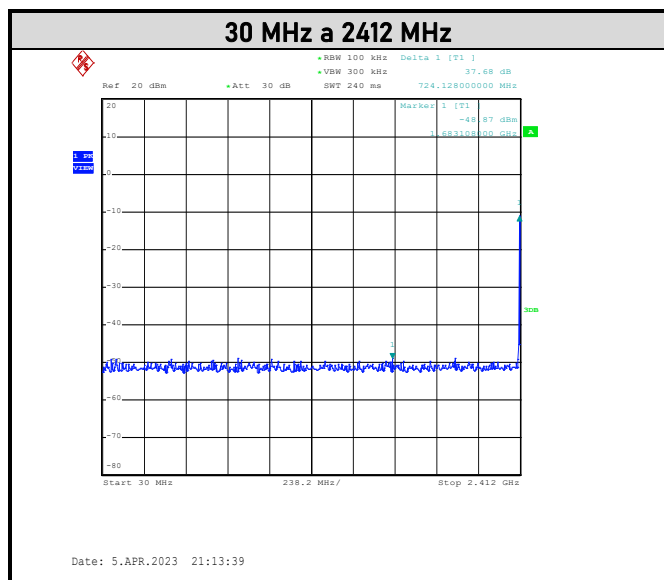
4.6.3. Resultado do ensaio – 802.11g



Não houve níveis de espúrios significativos na faixa de frequência de interesse (30 MHz a 18 GHz) com o ESE operando em potência máxima na tecnologia 802.11g.

Tabela 14 – Resultado do Ensaio Emissões não Desejadas

4.6.4. Resultado do ensaio – 802.11n (HT20)



Não houve níveis de espúrios significativos na faixa de frequência de interesse (30 MHz a 18 GHz) com o ESE operando em potência máxima na tecnologia 802.11n (HT20).

Tabela 15 – Resultado do Ensaio Emissões não Desejadas

5. INCERTEZA DE MEDIÇÃO

Os resultados dos ensaios quantitativos mencionados neste documento apresentam os devidos valores de incerteza expandida da medição e respectivo valor do fator de abrangência, o qual para uma distribuição t com os graus de liberdade efetivos calculado corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Devido ao fato das incertezas serem reavaliadas periodicamente, as mesmas podem sofrer alterações. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação do EA-4/02.

6. LISTA GERAL DE INSTRUMENTOS

A lista geral de instrumentos segue apresentada abaixo. Os registros relativos aos equipamentos utilizados para cada ensaio citado neste documento está disponível para consulta mediante solicitação ao laboratório.

Equipamentos / Acessórios	Fabricante	Modelo
Cabo de RF N/N	HUBER+SUHNER	N/C
Cabo de RF (SMA/SMA)	Insulated Wire Inc.	SPS-1803-300-SPS
Caixa blindada	Rohde & Schwarz	CTD-Z10
Caixa blindada	Rohde & Schwarz	CMW-Z10
Analizador de Espectro	Rohde & Schwarz	FSIQ 26
Analizador de Espectro	Rohde & Schwarz	FSP30
Analizador de Espectro	Rohde & Schwarz	FSL18
Analizador de Espectro	Rohde & Schwarz	FSV
Analizador de Espectro	Agilent (Keysight)	N9010A
Divisor de Potência	Agilent (Keysight)	11636A
Divisor de Potência	Agilent (Keysight)	11636A-FG
Divisor de Potência	Weinschel Corp	1506A
Atenuador 30dB 50 ohm 25W	Weinschel Corp	46-30-34
Atenuador 30dB 100Watts	Rohde & Schwarz	RBU100
Cabo N/N	MIYAZAKI DENSEN	RG-9B/U
Chave Torquimétrica	Radiall	R282.320.000
Chave Torquimétrica	Huber+Suhner	74Z-0-0-21
Chave Torquimétrica	Rosenberger	32W006-016
Fonte de Alimentação DC	Rohde & Schwarz	NGM01
Termo-Higrômetro	Testo	610
Medidor de Potência	Agilent (Keysight)	N1914A
Sensor de Potência	Agilent (Keysight)	E9304A
Gerador de Sinais	Rohde & Schwarz	SMR20
Gerador Arbitrário	Agilent (Keysight)	33220A
Conector de RF	Mini Circuits	N/C
Wireless Connectivity Test Set	Agilent (Keysight)	N4010A

Tabela 16 – Relação dos equipamentos e acessórios do laboratório

7. HISTÓRICO DE REVISÕES

Data	Versão	Alterações
06-abr-2023	01.00	Emissão Inicial