

1.

Organização do Espectro para Radioenlaces Ponto-a-Ponto

1.1. Introdução

Os dados das mais diversas fontes devem ser *organizados* com um certo padrão de forma que eles possam ser transmitidos e recebidos por qualquer equipamento, independentemente de qual seja a fonte. Esta *organização*, denominada *multiplexação*, nada mais é do que um processo hierárquico de através do qual várias fontes são ordenadas de forma adequada para uma transmissão em um único feixe de dados.

A capacidade necessária ou taxa de transmissão depende do tráfego gerado pelas estações de acesso ao radioenlace. Na rota principal do radioenlace (tronco ou *backbone*) as taxas dos feixes digitais são consideravelmente mais altas do que as taxas nos pontos de acesso.

Os valores de taxas nominais de transmissão dependem do tipo de hierarquia digital utilizada no sistema. Duas formas de multiplexação são utilizadas em sistemas de radioenlaces terrestres: as hierarquias PDH e SDH. Este capítulo apresenta um resumo de ambas com o objetivo de permitir o entendimento das diversas taxas de transmissão existentes da legislação que atribui faixas de frequências para as diversas capacidades de transmissão. Assim, este capítulo está organizado em três tópicos principais:

- Hierarquia PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*),
- Hierarquia SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)
- Organização do espectro radioelétrico

1.2. Hierarquia PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*)

O sistema PDH é mais antigo e foi concebido tendo como base o sistema de telefonia pública. Esta hierarquia apresenta diversas desvantagens quando a capacidade de transporte exigida é alta. As principais desvantagens são: pouco recurso para gerência e necessidade de passar por todos os níveis hierárquicos do sistema para se atingir o feixe da hierarquia mais baixa. O padrão PDH adotado no Brasil é o mesmo utilizado na Europa, cujos níveis hierárquicos e respectivas taxas de transmissão são apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Hierarquia PDH adotada no Brasil.

Nível Hierárquico	Taxa de Transmissão
E1	2,048 Mbit/s
E2	8,448 Mbit/s
E3	34,368 Mbit/s
E4	139,264 Mbit/s

A formação de cada feixe digital em cada nível hierárquico pode ser entendida a partir da Figura 1.1. De acordo com a Figura 1.1, a formação dos feixes de E1, E2, E3 e E4 ocorre a partir de feixes de primários de 64 kbits/s, correspondente a um canal telefônico, gerados por sistemas de modulação por código de pulso, PCM (*Pulse Coded Modulation*) que são multiplexados em um esquema de multiplexação por divisão de tempo, TDM (*Time Division Multiplexing*). [1]

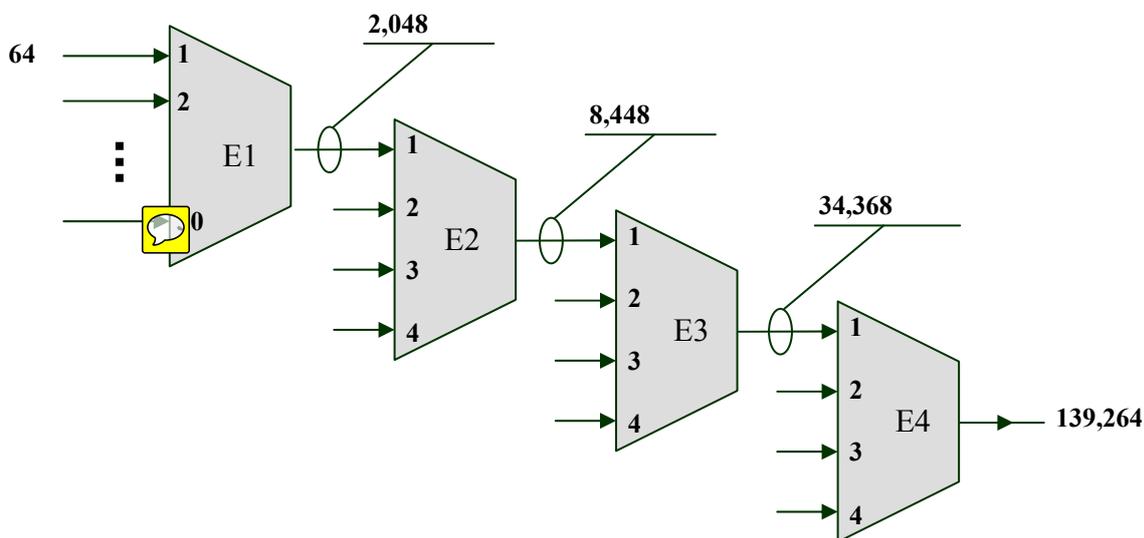


Figura 1.1 – Hierarquia PDH adotada no Brasil - figura reproduzida a partir de [1].

1.3. Hierarquia SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)

Diante da necessidade de se criar uma rede menos rígida e que permitisse uma interconectividade mais flexível, foi desenvolvido no final dos anos 80, com base no padrão para redes ópticas síncronas - SONET (*Synchronous Optical Network*) dos Laboratórios Bell, o sistema SDH, tendo como principais características: total padronização, fácil acesso aos feixes de ordem inferior (baixas taxas) e recursos para grande capacidade de gerência de rede. Atualmente, a hierarquia SDH está padronizada em módulos de transporte síncrono, STM (*Synchronous Transport Module*), níveis 0, 1, 4, 16 e 64. Os módulos e suas respectivas taxas são apresentados na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 – Hierarquia SDH [2].

STM-N	TAXA DE TRANSMISSÃO
STM-0	51,84 Mbit/s
STM-1	155,52 Mbit/s
STM-4	622,08 Mbit/s
STM-16	2488,32 Mbit/s
STM-64	9953,28 Mbit/s

O elemento estrutural básico de um sistema SDH é o STM-1 que possui a estrutura apresentada na Figura 1.2. O quadro STM-1 pode ser entendido como um arranjo 270×9 bytes, totalizando 2430 bytes, isto é, um arranjo com 270 colunas e 9 linhas.

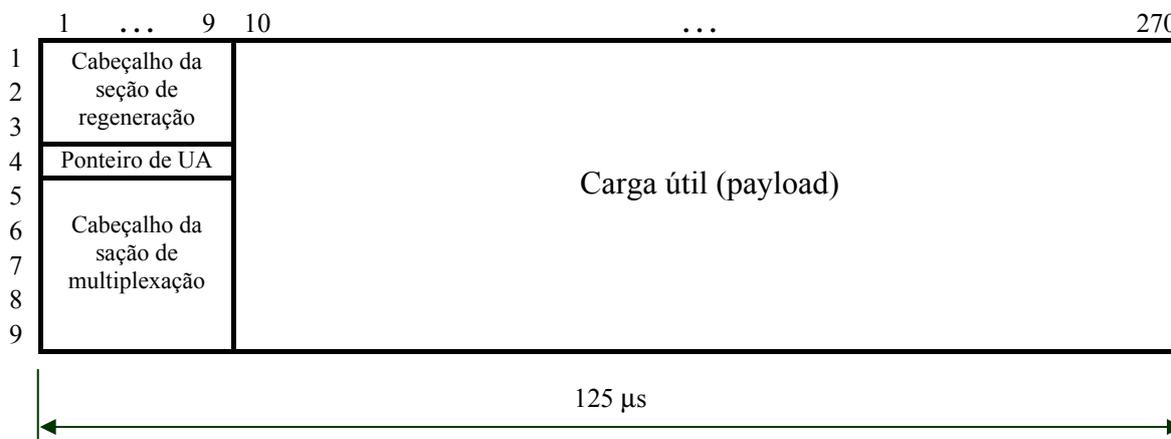


Figura 1.2 – Estrutura de um quadro STM-1 [2].

Basicamente o quadro STM-1 se divide em duas partes: cabeçalho de seção, SOH (*Section OverHead*) e carga útil (*payload*). No cabeçalho de seção estão as informações de alinhamento de quadro, informações de desempenho, manutenção e monitoração, além de funções operacionais. A carga útil deve ser entendida como tempo destinado ao transporte efetivo de informação.

Os níveis STM superiores são compostos por múltiplos de STM-1 e o STM-0 ou Sub-STM, corresponde a 1/3 do quadro STM-1. Sistemas SDH podem se interconectar com sistemas PDH, entretanto, o detalhamento deste processo de interconexão/multiplexação não será abordado neste texto.

1.4. Organização do espectro radioelétrico

Além das taxas de transmissão originadas dos sistemas PDH e SDH já apresentadas, outras taxas são possíveis, entretanto, elas são utilizadas para enlaces de baixa capacidade de transmissão e na organização do espectro radioelétrico, as faixas destinadas à tais taxas estão localizadas abaixo de 1 GHz. Em geral elas essas taxas são submúltiplos de 2 Mbit/s. As Tabelas 1.3 e 1.4 apresentam essas outras taxas padronizadas para radioenlaces digitais, segundo regulamentação editada pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) [3] a [23].

Tabela 1.3 – Taxas padronizadas para transmissão de dados.

REFERÊNCIA(S)	TAXA DE TRANSMISSÃO
[6]	56 kbits/s
[3]	64kbits/s
[3][6]	128 kbits/s
[3]	192 kbits/s
[3]	256 kbits/s
[3][4]	320 kbits/s
[4]	384 kbits/s
[4]	512 kbits/s
[4]	704 kbits/s
[4]	1024 kbits/s

Tabela 1.4 – Taxas de transmissão $n \times 2$ Mbit/s.

REFERÊNCIA(S)	Taxa de Transmissão
[4][5][7][11][13][16][18][20][22]	2x2 Mbit/s
[4][8][13][22]	4x2 Mbit/s
[13][15]	8x2 Mbit/s
[13][19]	16x2 Mbit/s
[13][19][22]	21x2 Mbit/s
[12]	34x2 Mbit/s

O espectro radioelétrico regulamentado e disponibilizado para sistemas radioenlaces digitais, estende-se desde 400 MHz até 38 GHz. Entretanto, a parte nobre e a mais disputada do espectro está compreendida entre 1 e 10 GHz. O uso desse espectro é regulamentado pelas agências dos diversos países, seguindo, geralmente, recomendações estabelecidas pelo ITU (ou UIT), União Internacional de Telecomunicações, sediada em Genebra, na Suíça.

A regulamentação estabelece, entre outras coisas, as canalizações e disposições possíveis em cada faixa de frequências e a taxa de transmissão mínima para cada canalização. As principais disposições dos canais em cada faixa de frequência são:

- Canalização sem diversidade de polarização;
- Canalização com diversidade de polarização;
- Canalização intersticial com diversidade de polarização;
- Canalização com re-uso de frequências e com diversidade de polarização.

As disposições definidas acima estão ilustradas nas Figuras 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6, respectivamente.

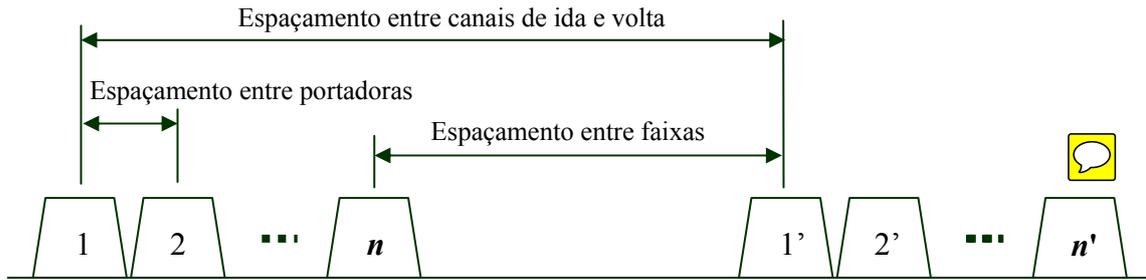


Figura 1.3 – Canalização sem diversidade de polarização.

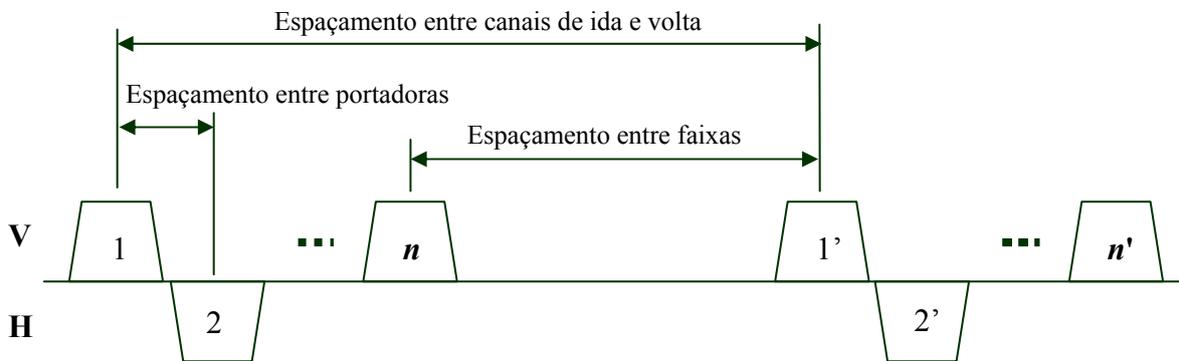


Figura 1.4 – Canalização com diversidade de polarização.

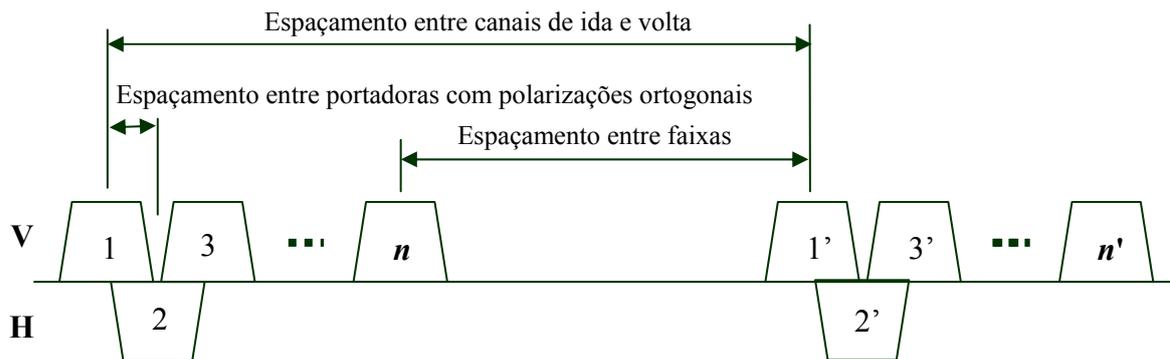


Figura 1.5– Canalização intersticial com diversidade de polarização.

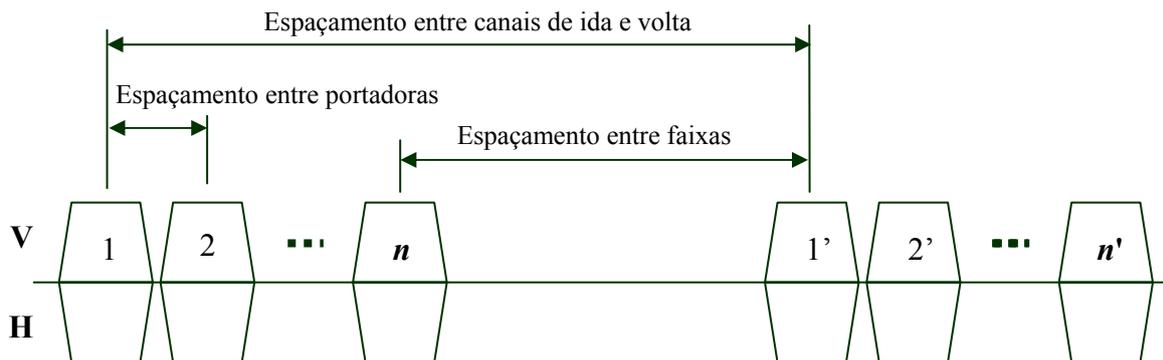


Figura 1.6 – Canalização com re-uso de frequências e com diversidade de polarização.

As Tabelas 1.5, 1.6 e 1.7 apresentam as faixas destinadas aos sistemas radioenlaces digitais ponto-a-ponto e as taxas de transmissão para cada faixa, segundo regulamentação da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações).

Tabela 1.5 – Faixas destinadas às taxas de transmissão abaixo de 2 Mbit/s.

FAIXAS (MHz)	TAXAS DE TRANSMISSÃO (bits/s)										REFERÊNCIAS
	56k	64k	128k	192k	256k	320k	384k	512k	704k	1024k	
406 – 413		•	•	•	•	•					[3]
413 – 450						•	•	•	•	•	[4]
928 – 953	•		•								[6]

Tabela 1.6 – Faixas destinadas às taxas de transmissão a partir de 2 Mbit/s e até 17 Mbit/s.

FAIXAS (MHz)	TAXAS DE TRANSMISSÃO (bit/s)							Referências
	2M	2x2M	4M	4x2M	8M	8x2M	17M	
413 – 450	•	•	•	•	•			[4]
873 – 920	•	•	•		•			[5]
1427 – 1517	•	•						[7]
7425 – 7725	•	•	•	•	•	•	•	[13]
8275 – 8500						•	•	[15]
10150 – 10650		•						[16]
14500 – 15350	•	•			•	•	•	[18]
17700 – 18140 19260 – 19700						•	•	[19]
18580 – 18820 18920 – 19160	•	•			•			[20]
21800 – 22400 23000 – 23600	•		•		•		•	[22]
37000 – 39500	•	•	•	•	•		•	[24]

Tabela 1.7 – Faixas destinadas às taxas de transmissão a partir de 16×2 Mbit/s.

FAIXAS (MHz)	TAXAS DE TRANSMISSÃO (bits/s)							REFERÊNCIAS
	16x2M	34M	21x2M	51M	34x2M	140M	155M	
2025 – 2110 2200 – 2290		•	•	•				[8]
3800 – 4200						•	•	[9]
4400 – 5000						•	•	[10]
5925 – 6425						•	•	[11]
6430 – 7110		•		•	•			[12]
7425 – 7725	•	•	•	•		•	•	[13]
7725 – 8275						•	•	[14]
8275 – 8500		•						[15]
10700 – 11700						•	•	[17]
17700 – 18140 19260 – 19700	•	•	•	•		•	•	[19]
21200 – 21550 22400 – 22750						•	•	[21]
21800 – 22400 23000 – 23600		•				•	•	[22]
25350 – 28350 29100 – 29350 31000 – 31300	•	•	•	•	•	•	•	[23]
37000 – 39500		•	•			•	•	[24]

No Anexo 7 deste capítulo, são apresentadas diversas tabelas contendo dados adicionais a respeito de uso das diversas faixas apresentadas nas Tabelas 1.5, 1.6 e 1.7, para sistemas radioenlaces digitais ponto-a-ponto, regulamentadas pela ANATEL.

ANEXO 1.1**CANALIZAÇÃO PARA RADIOENLACES TERRESTRES PONTO-A-PONTO****TABELA A1.1 – FAIXA DE 406 - 413 MHz [3].**

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
406 – 413 MHz	64 kbit/s	50 kHz	10,3 MHz (entre faixas) 16,9 MHz (entre canais)	40 dBm	$F_n = 406,075 + n \times 0,05$ MHz $F_{n'} = 423,025 + n \times 0,05$ MHz $n = 1, 2, \dots, 133$ + 0,025 p/ Intersticial (- canal 133)
	128 kbit/s	100 kHz	10,375 MHz (entre faixas) 16,85 MHz (entre canais)		$F_n = 406,05 + n \times 0,1$ MHz $F_{n'} = 423,0 + n \times 0,1$ MHz $n = 1, 2, \dots, 66$ + 0,05 p/ Intersticial
	192 kbit/s	150 kHz	11,35 MHz (entre faixas) 17,8 MHz (entre canais)		$F_n = 406,025 + n \times 0,15$ MHz $F_{n'} = 423,975 + n \times 0,15$ MHz $n = 1, 2, \dots, 44$ + 0,075 p/ Intersticial (- canal 44)
	256 kbit/s	200 kHz	10,35 MHz (entre faixas) 16,75 MHz (entre canais)		$F_n = 406,0 + n \times 0,2$ MHz $F_{n'} = 422,95 + n \times 0,2$ MHz $n = 1, 2, \dots, 33$ + 0,1 p/ Intersticial (- canal 33)
	320 kbit/s	250 kHz	10,45 MHz (entre faixas) 16,7 MHz (entre canais)		$F_n = 405,975 + n \times 0,25$ MHz $F_{n'} = 422,925 + n \times 0,25$ MHz $n = 1, 2, \dots, 26$ + 0,125 p/ Intersticial

TABELA A1.2. – FAIXA DE 413-450 MHz [4].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
413 – 450 MHz	320 kbit/s	250 kHz	17,2 MHz (entre faixas) 26,7 MHz (entre canais)	40 dBm	$F_n = 412,875 + n \times 0,25$ MHz $F_{n'} = 439,825 + n \times 0,25$ MHz $n = 1, 2, \dots, 39$ + 0,125 p/ Intersticial (- canal 39)
	384 kbit/s	300 kHz	17,4 MHz (entre faixas) 26,7MHz (entre canais)		$F_n = 412,9 + n \times 0,3$ MHz $F_{n'} = 439,9 + n \times 0,3$ MHz $n = 1, 2, \dots, 32$ + 0,15 p/ Intersticial (- canal 32)
	512 kbit/s	500 kHz	17,5 MHz (entre faixas) 26,5 MHz (entre canais)		$F_n = 412,75 + n \times 0,5$ MHz $F_{n'} = 439,75 + n \times 0,5$ MHz $n = 1, 2, \dots, 19$ + 0,25 p/ Intersticial
	704 kbit/s	750 kHz	18 MHz (entre faixas) 26,5 MHz (entre canais)		$F_n = 412,75 + n \times 0,75$ MHz $F_{n'} = 439,75 + n \times 0,75$ MHz $n = 1, 2, \dots, 12$ + 0,375 p/ Intersticial
	1024 kbit/s	1 MHz	17,75 MHz (entre faixas) 26 MHz (entre canais)		$F_n = 412,5 + n$ MHz $F_{n'} = 439,5 + n$ MHz $n = 1, 2, \dots, 9$ + 0,5 p/ Intersticial
	2Mbit/s	1,75 MHz	18,25 MHz (entre faixas) 25,25 MHz (entre canais)		$F_n = 412,75 + n \times 1,75$ MHz $F_{n'} = 439,75 + n \times 1,75$ MHz $n = 1, 2, \dots, 5$ + 0,875 p/ Intersticial (- canal 5)
	4 Mbit/s 2x2 Mbit/s	3,5 MHz	20 MHz (entre faixas)		$F_n = 411,375 + n \times 3,5$ MHz $F_{n'} = 438,375 + n \times 3,5$ MHz $n = 1 \text{ e } 2$ + 1,875 p/ Intersticial
	8 Mbit/s 4x2 Mbit/s		23,5 MHz (entre canais)		

TABELA A1.3. – FAIXA DE 873-960 MHz [5].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
873 – 960 MHz	2 Mbit/s	2 MHz	Não há definição de faixas de ida e de volta	33 dBm	$F = 873 + n \times 0,25 \text{ MHz}$ $4 < n < 344$
	4 Mbit/s 2x2 Mbit/s	4 MHz			$F = 873 + n \times 0,25 \text{ MHz}$ $8 < n < 340$
	8 Mbit/s	8 MHz			$F = 873 + n \times 0,25 \text{ MHz}$ $168 < n < 332$

TABELA A1.4. – FAIXA DE 928-953 MHz [6].

Faixa	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
928 – 953 MHz	56 kbit/s	50 kHz	$\cong 24 \text{ MHz}$ (entre faixas) $\cong 24 \text{ MHz}$ (entre canais)	35 dBm	$F_n = 928,575 + n \times 0,05 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 952,575 + n \times 0,05 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 8$ + 0,025 para Intersticial (- canal 8)
	128 kbit/s	100 kHz	$\cong 24 \text{ MHz}$ (entre faixas) $\cong 24 \text{ MHz}$ (entre canais)		$F_n = 928,55 + n \times 0,1 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 952,55 + n \times 0,1 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 4$ + 0,05 para Intersticial (- canal 4)
932 – 944 MHz	56 kbit/s	50 kHz	$\cong 6 \text{ MHz}$ (entre faixas) $\cong 9 \text{ MHz}$ (entre canais)		$F_n = 932,575 + n \times 0,05 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 941,575 + n \times 0,05 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 8$ + canal 9 definido como $F_n = 934,8$ e $F_{n'} = 943,8 \text{ MHz}$ + 0,025 para Intersticial (- canal 8)
	128 kbit/s	100 kHz	$\cong 7 \text{ MHz}$ (entre faixas) $\cong 9 \text{ MHz}$ (entre faixas)		$F_n = 932,55 + n \times 0,1 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 941,55 + n \times 0,1 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 4$ $F_n = 934,025 + n \times 0,1$ $F_{n'} = 943,025 + n \times 0,1 \text{ MHz}$ $n = 5, 6, \text{ e } 7$ + 0,05 p/ intersticial (- canal 7)
	256 kbit/s	200 kHz	$\cong 8 \text{ MHz}$ (entre faixas) $\cong 9 \text{ MHz}$ (entre canais)		$F_n = 932,975 + n \times 0,2 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 941,975 + n \times 0,2 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 7$ + 0,1 p/ intersticial (- canal 7)

TABELA A1.5. – FAIXA DE 1427 A 1517 MHz [7].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
1427 – 1517 MHz	2 Mbit/s	1,75 MHz	51,5 MHz (entre faixas) 63,75 MHz (entre canais)	33 dBm	$F_n = 1436,875 + n \times 1,75$ $F_{n'} = 1502,375 + n \times 1,75$ MHz $n = 1, 2, \dots, 8$
	2x2 Mbit/s	3,5 MHz	41 MHz (entre faixas) 62 MHz (entre canais)		$F_n = 1425,5 + n \times 3,5$ $F_{n'} = 1491,0 + n \times 3,5$ MHz $n = 1, 2, \dots, 7$

TABELA A1.6. – FAIXA DE 2025 - 2110 MHz E 2200 - 2290 MHz [8].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
2025 – 2110 MHz 2200 – 2290 MHz	21x2 Mbit/s 34 Mbit/s 51 Mbit/s	14 MHz	105 MHz (entre faixas) 175MHz (entre canais)	30 dBm	$F_n = F_o + n \times 14$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 14$ MHz $F_o = 2018,5$ $F_{o'} = 2193,5$ $n = 1, 2, \dots, 6$

TABELA A1.7. – FAIXA DE 3800 - 4200 MHz [9].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
3800 – 4200 MHz	140 Mbit/s e 155 Mbit/s	29 MHz	68 MHz (entre faixas) 213 MHz (entre canais)	33 dBm	$F_n = F_o + n \times 29$ MHz $F_{n'} = F_{o'} + n \times 29$ MHz $F_o = 3795,5$ e $F_{o'} = 4008,5$ $n = 1, 2, \dots, 6$

1. Organização do Espectro para Radioenlaces Ponto-a-Ponto

TABELA A1.8. – FAIXA DE 4400 - 5000 MHz [10].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
4400 – 5000 MHz	140 Mbit/s e 155 Mbit/s	40 MHz	60 MHz (entre faixas) 300 MHz (entre canais)	33 dBm 37 dBm (CAP)	$F_n = F_o + n \times 40 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 40 \text{ MHz}$ $F_o = 4390$ e $F_{o'} = 4690$ $n = 1, 2, \dots, 7$

TABELA A1.9. – FAIXA DE 5925 - 6425 MHz [11].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
5925 – 6425 MHz	140 Mbit/s e 155 Mbit/s	29,65 MHz	44,49 MHz (entre faixas) 252,04 MHz (entre canais)	33 dBm	$F_n = F_o + n \times 29,65 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 29,65 \text{ MHz}$ $F_o = 5915,55$ e $F_{o'} = 6167,59$ $n = 1, 2, \dots, 8$

TABELA A1.10. – FAIXA DE 6430 - 7110 MHz [12].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
6430 - 7110 MHz	34 Mbit/s 51 Mbit/s 2×34 Mbit/s	20 MHz	40 MHz (entre faixas) 340 MHz (entre canais)	30 dBm	$F_n = F_o + n \times 20 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 20 \text{ MHz}$ $F_o = 6420$ e $F_{o'} = 6760$ $n = 1, 2, \dots, 16$

TABELA A1.11. – FAIXA DE 7425 - 7725 MHz [13].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
7425 – 7725 MHz	2 Mbit/s 4 Mbit/s 2x2 Mbit/s	3,5 MHz	14 MHz (entre faixas) 154 MHz (entre canais)	30 dBm	$F_n = F_o + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $F_o = 7424,5$ e $F_{o'} = 7578,5$ $n = 1, 2, \dots, 41$
	8 Mbit/s 4x2 Mbit/s	7 MHz	21 MHz (entre faixas) 154 MHz (entre canais)		$F_n = F_o + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_o = 7424,5$ e $F_{o'} = 7578,5$ $n = 1, 2, \dots, 20$
	8x2 Mbit/s 17 Mbit/s 16x2 Mbit/s 34 Mbit/s 21x2 Mbit/s 51 Mbit/s	14 MHz	28 MHz (entre faixas) 154 MHz (entre canais)		$F_n = F_o + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_o = 7421$ e $F_{o'} = 7575$ $n = 1, 2, \dots, 10$
	140 Mbit/s 155 Mbit/s	28 MHz	42 MHz (entre faixas) 154 MHz (entre canais)	33 dBm	$F_n = F_o + n \times 28 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 28 \text{ MHz}$ $F_o = 7414$ e $F_{o'} = 7568$ $n = 1, 2, \dots, 5$

TABELA A1.12 – FAIXA DE 7725 - 8275 MHz [14].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
7725 - 8275 MHz	140 Mbit/s 155 Mbit/s	29,65 MHz	103,77 MHz (entre faixas) 311,32 MHz (entre canais)	33 dBm	$F_n = F_o + n \times 29,65 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 29,65 \text{ MHz}$ $F_o = 7718,05$ e $F_{o'} = 8029,37$ $n = 1, 2, \dots, 8$

TABELA A1.13 – FAIXA DE 8275 - 8500 MHz [15].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
8275 – 8500 MHz	8x2 Mbit/s 17 Mbit/s	7 MHz (horizontal- vertical)	49 MHz (entre faixas) 126 MHz (entre canais)	30 dBm	$F_n = F_o + n \times 7 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 7 \text{ MHz}$ $F_o = 8279 \text{ e } F_{o'} = 8405$ $N = 1, 2, \dots, 12$
	34 Mbit/s	14 MHz (horizontal- vertical)	49 MHz (entre faixas) 119 MHz (entre faixas)		$F_n = F_o + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_{n'} = F_{o'} + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_o = 8279 \text{ e } F_{o'} = 8398$ $N = 1, 2, \dots, 6$

TABELA A1.14 – FAIXA DE 10,15 – 10,65 MHz [16].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
10,15 – 10,65 GHz	2x2 Mbit/s	3,5 MHz	198 MHz (entre faixas) 350 MHz (entre canais)	27 dBm	$F_n = 10148,75 + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 10498,75 + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $N = 1, 2, \dots, 17$

TABELA A1.15 – FAIXA DE 14,5 – 15,35 GHz [17].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
10,7 – 11,7 GHz	140 Mbit/s 155 Mbit/s	40 MHz	346,5 MHz (entre faixas) 90 MHz (entre canais)	33 dBm	$F_n = 10675 + n \times 40 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 11205 + n \times 40 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 12.$

TABELA A1.16 – FAIXA DE 14,5 – 15,35 GHz [18].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
14,5 – 15,35 GHz	2 Mbit/s 2x2 Mbit/s	3,5 MHz	346,5 MHz (entre faixas) 420 MHz (entre canais)	27 dBm	$F_n = 14501 + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 14921 + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 119$
	8 Mbit/s	7 MHz	364 MHz (entre faixas) 420 MHz (entre canais)		$F_n = 14501 + n \times 7 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 14921 + n \times 7 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 59$
	17 Mbit/s 8x2 Mbit/s	14 MHz	346,5 MHz (entre faixas) 420 MHz (entre canais)		$F_n = 14501 + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 14921 + n \times 14 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 29$

TABELA A1.17 – FAIXA DE 17,7 – 18,14 E 19,26 – 19,7 GHz [19].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
17,7 – 18,14 GHz e 19,26 – 19,70 GHz	17 Mbit/s 8x2 Mbit/s	13,75 MHz	1,145 GHz (entre faixas) 1,56 GHz (entre canais)	30 dBm	$F_n = 17700 + n \times 13,75 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 19260 + n \times 13,75 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 31$
	16x2 Mbit/s 34 Mbit/s 21x2 Mbit/s 51 Mbit/s	27,5 MHz	1,175 GHz (entre faixas) 1,56 GHz (entre canais)		$F_n = 17700 + n \times 27,5 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 19260 + n \times 27,5 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 15$
	140 Mbit/s 155 Mbit/s	55 MHz	1,175 GHz (entre faixas) 1,56 GHz (entre canais)		$F_n = 17672,5 + n \times 55 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 19232,5 + n \times 55 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 8$

TABELA A1.18 – FAIXA DE 18,58 – 18,82 E 18,92 – 19,16 MHz [20].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
18,58 – 18,82 GHz e 18,92 – 19,16 GHz	2 Mbit/s 2×2 Mbit/s	5 MHz	105 Mz (entre faixas) 340 MHz (entre canais)	27 dBm	Subfaixa A $F_n = 18577,5 + n \times 5$ MHz $F_{n'} = 18917 + n \times 5$ MHz Subfaixa B $F_n = 18637,5 + n \times 5$ MHz $F_{n'} = 18977,5 + n \times 5$ MHz Subfaixa C $F_n = 18697,5 + n \times 5$ MHz $F_{n'} = 19037 + n \times 5$ MHz Subfaixa D $F_n = 18757,5 + n \times 5$ MHz $F_{n'} = 19097,5 + n \times 5$ MHz $n = 1, 2, \dots, 12$
	8 Mbit/s	10 MHz	110 MHz (entre faixas) 340 MHz (entre canais)		Subfaixa A $F_n = 18577,5 + n \times 10$ MHz $F_{n'} = 18917 + n \times 10$ MHz Subfaixa B $F_n = 18637,5 + n \times 10$ MHz $F_{n'} = 18977,5 + n \times 10$ MHz Subfaixa C $F_n = 18697,5 + n \times 10$ MHz $F_{n'} = 19037 + n \times 10$ MHz Subfaixa D $F_n = 18757,5 + n \times 10$ MHz $F_{n'} = 19097,5 + n \times 10$ MHz $n = 1, 2, \dots, 6$

TABELA A1.19 – FAIXA DE 21,2 – 21,55 E 22,4 – 22,75 GHz [21].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
21,2 – 21,55 GHz e 22,4 – 22,75 GHz	140 Mbit/s 155 Mbit/s	50 MHz	900 MHz (entre faixas) 1,2 GHz (entre canais)	20 dBm	$F_n = 21175 + n \times 50$ MHz $F_{n'} = 22375 + n \times 50$ MHz $n = 1, 2, \dots, 7.$

TABELA A1.20 – FAIXA DE 21,8 – 22,4 E 23,0 – 23,6 GHz [22].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO (MHz)
21,2 – 21,55 GHz e 22,4 – 22,75 GHz	2 Mbit/s	3,5 MHz	$\cong 1$ GHz (entre faixas) $\cong 1,2$ GHz (entre canais)	30 dBm	Subfaixa A $F_n = 21196 + 605,5 + n \times 3,5$ $F_{n'} = 21196 + 1837,5 + n \times 3,5$ $n = 1, 2, \dots, 40$ Subfaixa B $F_n = 21196 + 749,5 + n \times 3,5$ $F_{n'} = 21196 + 1981,0 + n \times 3,5$ $n = 1, 2, \dots, 40$ Subfaixa C $F_n = 21196 + 892,5 + n \times 3,5$ $F_{n'} = 21196 + 2124,5 + n \times 3,5$ $n = 1, 2, \dots, 39$ Subfaixa D $F_n = 21196 + 1032,5 + n \times 3,5$ $F_{n'} = 21196 + 2264,5 + n \times 3,5$ $n = 1, 2, \dots, 39$

TABELA A1.20 – FAIXA DE 21,8 – 22,4 E 23,0 – 23,6 GHz [22] (CONTINUAÇÃO).

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO (MHz)
21,2 – 21,55 GHz e 22,4 – 22,75 GHz	4 Mbit/s	7 MHz	≅ 1 GHz (entre faixas) ≅ 1,2 GHz (entre canais)	30 dBm	Subfaixa A $F_n = 21196 + 605,5 + n \times 7$ $F_{n'} = 21196 + 1837,5 + n \times 7$ $n = 1, 2, \dots, 20$ Subfaixa B $F_n = 21196 + 749,5 + n \times 7$ $F_{n'} = 21196 + 1981,0 + n \times 7$ $n = 1, 2, \dots, 20$ Subfaixa C $F_n = 21196 + 892,5 + n \times 7$ $F_{n'} = 21196 + 2124,5 + n \times 7$ $n = 1, 2, \dots, 19$ Subfaixa D $F_n = 21196 + 1029,0 + n \times 7$ $F_{n'} = 21196 + 2261,0 + n \times 7$ $n = 1, 2, \dots, 19$
	8 Mbit/s	10,5 MHz			Subfaixa A $F_n = 21196 + 602,2 + n \times 10,5$ $F_{n'} = 21196 + 1834,5 + n \times 10,5$ $n = 1, 2, \dots, 13$ Subfaixa B $F_n = 21196 + 745,5 + n \times 10,5$ $F_{n'} = 21196 + 1977,5 + n \times 10,5$ $n = 1, 2, \dots, 13$ Subfaixa C $F_n = 21196 + 892,5 + n \times 10,5$ $F_{n'} = 21196 + 2124,5 + n \times 10,5$ $n = 1, 2, \dots, 12$ Subfaixa D $F_n = 21196 + 1029,0 + n \times 10,5$ $F_{n'} = 21196 + 2261,0 + n \times 10,5$ $n = 1, 2, \dots, 12$

TABELA A1.20 – FAIXA DE 21,8 – 22,4 E 23,0 – 23,6 GHz [22] (CONTINUAÇÃO).

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO (MHz)
21,2 – 21,55 GHz e 22,4 – 22,75 GHz	17 Mbit/s	14 MHz	$\cong 1$ GHz (entre faixas) $\cong 1,2$ GHz (entre canais)	30 dBm	Subfaixa A $F_n = 21196 + 602,0 + n \times 14$ $F_{n'} = 21196 + 1837,5 + n \times 14$ $n = 1, 2, \dots, 10$ Subfaixa B $F_n = 21196 + 745,5 + n \times 14$ $F_{n'} = 21196 + 1977,5 + n \times 14$ $n = 1, 2, \dots, 10$ Subfaixa C $F_n = 21196 + 889,0 + n \times 14$ $F_{n'} = 21196 + 2121,0 + n \times 14$ $n = 1, 2, \dots, 9$ Subfaixa D $F_n = 21196 + 1032,5 + n \times 14$ $F_{n'} = 21196 + 2264,5 + n \times 14$ $n = 1, 2, \dots, 9$
	34 Mbit/s	28 MHz			Subfaixa A $F_n = 21196 + 595,0 + n \times 28$ $F_{n'} = 21196 + 1827,0 + n \times 28$ $n = 1, 2, \dots, 5$ Subfaixa B $F_n = 21196 + 738,5 + n \times 28$ $F_{n'} = 21196 + 1970,5 + n \times 28$ $n = 1, 2, \dots, 5$ Subfaixa C $F_n = 21196 + 892,5 + n \times 28$ $F_{n'} = 21196 + 2124,5 + n \times 28$ $n = 1, 2, \dots, 4$ Subfaixa D $F_n = 21196 + 1029,0 + n \times 28$ $F_{n'} = 21196 + 2261,0 + n \times 28$ $n = 1, 2, \dots, 4$

TABELA A1.20 – FAIXA DE 21,8 – 22,4 E 23,0 – 23,6 GHz [22] (CONTINUAÇÃO).

FAIXA	TAXAS	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO (MHz)
21,2 – 21,55 GHz e 22,4 – 22,75 GHz	140 Mbit/s 155 Mbit/s	56 MHz	$\cong 1$ GHz (entre faixas) $\cong 1,2$ GHz (entre canais)	30 dBm	Subfaixa A $F_n = 21196 + 591,5 + n \times 56$ $F_{n'} = 21196 + 1837,5 + n \times 56$ $n = 1$ e 2 Subfaixa B $F_n = 21196 + 735,5 + n \times 56$ $F_{n'} = 21196 + 1967,5 + n \times 56$ $n = 1$ e 2 Subfaixa C $F_n = 21196 + 878,5 + n \times 56$ $F_{n'} = 21196 + 2110,5 + n \times 56$ $n = 1$ e 2 Subfaixa D $F_n = 21196 + 1022,0 + n \times 56$ $F_{n'} = 21196 + 2254,0 + n \times 56$ $n = 1$ e 2
25,35 – 28,35 GHz 29,10 – 29,35 GHz 31,00 – 31,30 GHz	34 Mbit/s	Indefinido Veja [22]	Indefinido Veja [22]	Veja [22]	Indefinida Veja [22]

TABELA A1.21 – FAIXA DE 37 – 39,5 GHz [24].

FAIXA	TAXA MÍNIMA	ESPAÇAMENTO ENTRE PORTADORAS	ESPAÇAMENTO IDA E VOLTA	POTÊNCIA MÁXIMA NA SAÍDA DO TRANSMISSOR	CANALIZAÇÃO
37 – 39,5 GHz	2 Mbit/s 2x2 Mbit/s 4 Mbit/s	3,5 MHz	84 MHz (entre faixas) 1,26 GHz (entre canais)	20 dBm	$F_n = 37000,25 + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 38260,25 + n \times 3,5 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 353.$
	8 Mbit/s 4x2 Mbit/s	7 MHz	91 MHz (entre faixas) 1,26 MHz (entre canais)		$F_n = 36998,5 + n \times 7 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 38258,5 + n \times 7 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 176.$
	4x2 Mbit/s 17 Mbit/s	14 MHz	655 MHz (entre faixas) 1,26 MHz (entre canais)		$F_n = 36995 + n \times 14 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 38255 + n \times 14 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 88.$
	34 Mbit/s 21x2 Mbit/s	28 MHz	672 MHz (entre faixas) 1,26 MHz (entre canais)		$F_n = 36998 + n \times 28 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 38248 + n \times 28 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 44.$
	140 Mbit/s 155 Mbit/s	56 MHz	700 MHz (entre faixas) 1,26 MHz (entre canais)		$F_n = 36974 + n \times 56 \text{ MHz}$ $F_{n'} = 38234 + n \times 56 \text{ MHz}$ $n = 1, 2, \dots, 22.$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SILVA, G.; BARRADAS, O. Hierarquia dos sistemas TDM. In: **Sistemas radiovisibilidade**. 2. ed., Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1978, p. 721-723.
- [2] SOARES NETO, V.; GAMBOGI NETO, J. Conceitos básico para SDH. In: **Redes de alta velocidade: sistema PDH e SDH**. São Paulo: Editora Érica Ltda., 2000, p.109-161.
- [3] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 169 de 5 de outubro de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso da faixa de 400 MHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [4] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 334 de 02 de junho de 1997*: Norma Nº 027/97 - Canalização e condições de uso de frequências para sistemas digitais de radiocomunicações na faixa de 400 MHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [5] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 229 de 24 de setembro de 1991*: Norma Nº 005/91 - Canalização da faixa de 873 MHz a 960 MHz para sistemas digitais de 2 e 8 Mbit/s. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [6] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 131 de 15 de junho de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso de radiofrequências para sistemas de comunicações de dados via rádio operando na faixa de 900 MHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [7] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 198 de 16 de dezembro de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso da faixa de 1,5 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação Acesso em julho de 2001.
- [8] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 240 de 29 de novembro de 2000*: Regulamento sobre canalização e condições de uso de radiofrequências para sistemas rádio digital operando nas faixas de 2025 a 2110 MHz e de 2200 a 2290 MHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em 17 de outubro de 2003.
- [9] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 103 de 26 de fevereiro de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso da faixa de 4 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.

- [10] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 104 de 26 de fevereiro de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso da faixa de 5 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [11] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 105 de 26 de fevereiro de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso da faixa de 6 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [12] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 1121 de 14 de dezembro de 1994*: Norma Nº 028/94 - Canalização e condições de uso de frequências para sistemas rádio digital operando na faixa de 6 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [13] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 140 de 17 de maio de 1995*: Norma Nº 001/95 - Canalização e condições de uso de frequências para sistemas rádio digital operando na faixa de 7 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [14] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 310 de 19 de setembro de 2002*: Canalização e condições de uso de frequências para sistemas digitais de radiocomunicação na faixa de 8 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em 17 de outubro 2003.
- [15] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 106 de 26 de fevereiro de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso da faixa de 8,5 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [16] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 307 de 14 de agosto de 2002*: Regulamento sobre canalização e condições de uso de radiofrequências na faixa de 10,5 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em 17 de outubro de 2003.
- [17] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 605 de 17 de agosto de 1994*: Norma Nº 0016/94 - Canalização e condições de uso de frequências para sistemas rádio digital operando na faixa de 11 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [18] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 129 de 26 de maio de 1999*: Regulamento sobre canalização e condições de uso da faixa de 15 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [19] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 1288 de 21 de outubro de 1996*: Norma Nº 15/96 - Canalização e condições de uso de frequências para sistemas digitais de radiocomunicação operando na faixa de 18 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.

- [20] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 247 de 21 de outubro de 1991*: Norma Nº 004/91 - Canalização e plano de uso de frequências para rádio digital operando na faixa de 18 GHz (2 a 8 Mbit/s). In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [21] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 1120 de 14 de dezembro de 1994*: Norma Nº 0027/94 - Canalização e condições de uso de frequências para sistemas rádio operando na faixa de 23 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [22] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 83 de 30 de dezembro de 1992*: Norma Nº 003/92 - Canalização e plano de uso de frequências para rádio digital operando na faixa de 23 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.
- [23] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Resolução nº 342 de 16 de julho de 2003*: Regulamento sobre as condições de uso das faixas de 25,35 a 28,35 GHz, 29,10 a 29,35 GHz e 31,00 a 31,30 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em 17 de outubro de 2003.
- [24] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Portaria nº 28 de 23 de fevereiro de 1996*: Regulamento Técnico Nº 002/96 - Canalização e condições de uso de frequências para sistemas digitais de radiocomunicação na faixa de 38 GHz. In: <http://www.anatel.gov.br> > Radiofrequência > Legislação. Acesso em julho de 2001.