

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BIESECKER, K. The Promise of Broadband Wireless. **IT Professional**, v.2, n.6, p. 31-39, nov/dec 2000.
- 2 CLOETENS, L. Broadband Access: The Last Mile. In: IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC2001). 2001, San Francisco – USA. **Proceedings...** v.44, p. 18-21.
- 3 PEREZ G., N. A. Perspectiva de los Sistemas Inalámbricos de Banda Ancha. In: Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería de Sistemas (IX CONEIS), 10. 2001, Lima - Perú. **Memorias...** p. 53-56.
- 4 BUDIMIR, D.; MILOVANOVIC, B.; STANKOVIC V. Broadband Wireless Systems and Components – An Overview. In: International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS'99), 4. 1999, Nis - Yugoslavia. **Proceedings...** v.1, p. 54-61.
- 5 CARON, B. et al. Local Multipoint Communication Systems (LMCS) in Canada. In: 1998 International Conference on Consumer Electronics (ICCE 1998), 1998, Chicago – USA. **Proceedings...** v.1, p. 64-65.
- 6 PEREZ G., N. A.; SILVA MELLO, L. A. R.; MICHAELIS, J. S. Predicción de Cobertura en Sistemas LMDS/LMCS. **Ciencias e Ingeniería**, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, v.22, n.2, p. 44-51, jul 2002.
- 7 BUS, D. M. MVDS – An Outline of Standards and Planning Considerations. In: IEE Colloquium on Radio Communications at Microwave Millimetre Wave Frequencies. 1996, London - UK. **Proceedings...** p. 4/1-4/8.
- 8 IEEE 802.16's TASK GROUP. **Recommended Practice for Coexistence of Broadband Wireless Access Systems**. Disponível em: <http://wirelessman.org/tg2_orig> Acesso em: 2000.
- 9 RECOMMENDATION ITU-R P.676-5. **Attenuation by Atmospheric Gases**. 2001.
- 10 ALLNUT, JEREMY. **Space to earth radio propagation**. New York: John Wiley & Sons, 1992.
- 11 SILVA MELLO, L. A. **Atenuação por Chuvas**. Notas de Aula do Curso de Propagação Troposférica. Pós-Graduação, Período 98.1, CETUC-PUC/Rio. 1998. Rio de Janeiro.

- 12 PEREZ GARCÍA., N. A. **Cálculo de Cobertura de Sistemas WLL e LMDS**. Rio de Janeiro, Abril 2000. p. 223. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- 13 RECOMMENDATION ITU-R P.838-1. **Specific Attenuation Model for Rain for Use in Prediction Methods**. 1999.
- 14 RECOMMENDATION ITU-R P.530-10. **Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems**. 2001.
- 15 CRANE, R. K. Prediction of Attenuation by Rain. **IEEE Transactions on Communications**, v.COM-28, n.9, p. 1717-1733, Sep 1980.
- 16 CRANE, R. K. A Two-component Rain Model for the Prediction of Attenuation Statistics. **Radio Science**, v.17, n.6, p. 1371-1387, Dec 1982.
- 17 ITU-R 3M/38-E. **Rain Attenuation Effective Path Length**, July 2002.
- 18 SABINO PONTES, MARLENE. Atenuação por Chuvas em Enlaces Satélite na Banda Ku em Regiões Tropicais e Equatoriais. Rio de Janeiro: CETUC-PUCRio, 1999. Relatório Final, Resultados de Medidas.
- 19 RECOMMENDATION ITU-R PN.837-1. **Characteristics of Precipitation for Propagation Modelling**, 1994.
- 20 RECOMMENDATION ITU-R PN.837-3. **Characteristics of Precipitation for Propagation Modelling**, 2001.
- 21 PEREZ GARCÍA, N. A.; SILVA MELLO, L. A. Rain Attenuation Considerations in Broadband Wireless Systems Operating at Frequencies Above 10 GHz. In: IEEE International Conference on Mobile and Wireless Communications Networks (MWCN 2001), 3. 2001, Recife – Brasil. **Proceedings...** p. 99-102.
- 22 SILVA MELLO, L. A. et al. Differential Rain Attenuation in Converging Links. In: SBMO/IEEE MTT-S IMOC'95. 1995, Rio de Janeiro - Brazil. **Proceedings...** v.2, p. 536-539.
- 23 KANELLOPOULOS, J. D.; PANAGOPOULOS, A. D.; LIVIERATOS, S. N. Differential Rain Attenuation Statistics Including an Accurate Estimation of the Effective Slant Path Lengths. **Progress in Electromagnetics Research**, 28, p. 97-120, 2000.
- 24 PEREZ GARCÍA, N. A. at el. Nuevo Modelo para el Cálculo de la Atenuación Diferencial de la Lluvia en Enlaces de 15 GHz. In: Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI 2001), 16. 2001, Madrid - España. **Memorias...** p. 251-252.
- 25 PANAGOPOULOS, A. D.; KANELLOPOULOS, J. D. Differential Rain Attenuation Statistics on Two Converging Terrestrial Links. In: Antennas and

- Propagation Society International Symposium. 2002, San Antonio – USA. **Proceedings...** v.2, p. 730-733.
- 26 BARBALISCIA, F; RAVAIOLI, G.; PARABONI, A. Duration Analysis of Simultaneous Fading Events Over a Large Spatial Scale. In: Antennas and Propagation Society International Symposium. 1989, San Jose – USA. **Proceedings...** v.1, p. 811-814.
- 27 MATRICIANI, E.; MAURI, M.; PARABONI, A. Dynamics Characteristics of Rain Attenuation: Duration and Rate of Change. v.LVI, n.1-2, jan/apr 1987.
- 28 VILAR, E., BURGUEÑO, A. Analysis and Modeling of Time Intervals Between Rain Rate Exceedances in the Context of Fade Dynamics. **IEEE Transactions on Communications**, v.39, n.9, p. 1306-1312, sep 1991.
- 29 PAULSON, K. S.; GIBBINS, C. J. Rain Models for the Prediction of Fade Durations at Millimetre Wavelengths. **IEE Proceedings Microwave Antennas Propagation**, v.147, n. 6, p. 431-436, dec 2000.
- 30 PEREZ GARCÍA, N.; SILVA MELLO, L. A. Duración de Eventos de Lluvia en Enlaces Convergentes Operando en Frecuencias Superiores a 10 GHz. In: Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica, Eléctrica y de Sistemas (INTERCON 2002), 8. 2002, Lima - Perú. **Memorias...** p. 44-47.
- 31 COUTO DE MIRANDA, E. et al. Dynamic Analysis of Attenuation for 12 GHz Satellite Beacon Link in Brazil. In: International Conference on Antennas and Propagation, 10. 1997, Edinburgh – UK. **Proceedings...** v.2, p. 251-254.
- 32 COUTO DE MIRANDA, E. et al. Dynamic Analysis of Attenuation on Five Converging Links at 15 GHz located in the Great São Paulo area, Brazil. In: International Conference on Antennas and Propagation, 10. 1997, Edinburgh – UK. **Proceedings...** v.2, p. 367-373.
- 33 MECHANICS. **Reliability Theory Background**. Disponível em: <<http://venus.ce.jhu.edu/book/chp4/node2.html>> Acesso em: 2001.
- 34 WEIBULL.COM. **The Weibull Distribution**. Disponível em: <<http://www.weibull.com>> Acesso em: 2002.
- 35 STATSOFT. **Process Analysis. Electronics Statistic Textbook**. Disponível em: <<http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>> Acesso em: 2002.
- 36 WEIBULL.COM. **The Lognormal Distribution**. Disponível em: <<http://www.weibull.com>> Acesso em: 2002.
- 37 ITU-R STUDY GROUP 3 DATA BANKS. **DBSG5**, 1997. Disponível em <<http://www.itu.int/home/index.html>> Acesso em: 2000.

- 38 SABINO PONTES, M. Medidas Radiométricas da Atenuação por Chuvas em Regiões Tropicais e Equatoriais. Rio de Janeiro: CETUC-PUC\Rio, 1994. Relatório CETUC-paSES-01/94.
- 39 SILVA MELLO, L. A. et al. Medidas de Nível de Sinal e Taxa de Precipitação em Enlaces Convergentes em 15 e 18 GHz. Rio de Janeiro: CETUC-PUC\Rio, 1994. Relatório CETUC-EBT-02/94 (Relatório Parcial).
- 40 SILVA MELLO, L. A. et al. Measurements of Rain Attenuation in 15 GHz and 18 GHz Converging Links. In: International Conference on Antennas and Propagation, 9. 1995, Eindhoven – Holland. **Proceedings...** v.2, p. 127-130.
- 41 SILVA MELLO, L. A. et al. Medidas de Nível de Sinal e Taxa de Precipitação em Enlaces Convergentes em 15 e 18 GHz. Rio de Janeiro: CETUC-PUC\Rio, 1996. Relatório CETUC-EBT-02/96 (Aditivo ao Relatório Final).
- 42 SILVA MELLO, L. A.; COSTA E.; SOUZA. R. S. L. Rain Measurements at 15 GHz and 18 GHz. **Electronics Letters**, v.38, n.4, feb 2002.
- 43 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Vilas**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 2001.
- 44 SILVA MELLO, L. A. Projeto de Unidade de Aquisição de Dados. Rio de Janeiro: CETUC-PUC\Rio, 1998. Relatório Final (RTF2 – Parte 1).
- 45 RECOMMENDATION ITU-R P.311-10. **Acquisition, Presentation and Analysis of Data in Studies of Tropospheric Propagation**. 2001.
- 46 STATSOFT. Nonlinear Estimation. Electronics Statistic Textbook. Disponível em: <<http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>> Acesso em: 2002.
- 47 DAVIS, P. Levenberg-Marquart Methods and Nonlinear Estimation. SIAM News, v.26, n.6, oct. 1993. Disponível em: <<http://www.siam.org/siamnews>> Acesso em: 2001.
- 48 OPTIMIZATION TECHNOLOGY CENTER. **Quasi-Newton Methods**. Disponível em: <<http://www.ece.northwestern.edu/OTC>> Acesso em: 2002.
- 49 KIM, Y. S. Refined Simplex Method for Data Fitting. In: Astronomical Data Analysis Software and Systems (ADASS'97), 6. 1996, Charlottesville – USA. **Proceedings...** v.125, p. 206-209.
- 50 DAESCU, D.N.; CARMICHAEL, G.R.; SANDU, A. Adjoint Implementation of Rosenbrock Methods Applied to Variational Data Assimilation Problems. **Journal of Computational Physics**, v.165, n., p. 496-510, 2000.

- 51 LIM, A. C. **Transportation Network Design Problems: An MPEC Approach**. Doctorate thesis. Baltimore, April 2002. The John Hopkins University.
- 52 ELSTER, C.; NEUMAIER, A. A Grid Algorithm for Bound Constrained Optimization of Noisy Functions. **IMA Journal of Numerical Analysis**, v.15, n.4, p. 585-608, 1995.
- 53 COUTO DE MIRANDA, E.; PONTES, M. S.; SILVA MELLO, L. A. A Prelude to the Modelling of the Dynamics Properties of Attenuation on Slant-Path Links. In: SBMO/IEEE MTT-S IMOC'99. 1999, Rio de Janeiro – Brazil. **Proceedings...** v.1, p. 316-319.
- 54 PEREZ G., N. A.; SILVA MELLO, L. A.; MICHAELIS, J. S. Planeamiento de Sistemas LMDS. In: Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica. Eléctrica y de Sistemas (INTERCON 2000), 7. 2000, Lima - Perú. **Memorias...** p. 7-12.
- 55 PEREZ G., N. A.; SILVA MELLO, L. A.; MICHAELIS, J. S. Predicción de Cobertura en Sistemas LMDS. Congreso Venezolano de Ingeniería Eléctrica (CVIE'2000), 2. 2000, Mérida - Venezuela. **Memorias...** p. 444-450.
- 56 ROMAN, V. I. Frequency Reuse and System Deployment in Local Multipoint Distribution Service, **IEEE Personal Communications**, v.6, n.6, p. 20-27, dec 1999.

APÊNDICE A

BASE OFICIAL DE DADOS DE ITU-R (DBSG5)

Tabela 43 Características dos enlaces da base de dados de ITU-R de atenuação por chuvas.

Enlace	Latitude	Comprimento (km)	Frequência (GHz)	Polarização
Mendlesham	51,15	7,40	19,4000	V
Mendlesham	51,15	7,70	37,4020	V
Mendlesham	51,15	16,60	20,1000	V
Mendlesham	51,15	2,90	22,1000	V
Mendlesham	51,15	4,00	22,3000	V
Mendlesham	51,15	7,00	22,1000	V
Mendlesham	51,15	2,80	36,6000	V
Mendlesham	51,15	7,40	36,1000	V
Mendlesham	51,15	8,80	36,6000	V
Mendlesham	51,15	3,70	37,4000	V
Mendlesham	51,15	22,70	20,7000	V
Kjeller	56,17	21,30	18,0000	V
Stockholm	59,20	15,00	10,8000	H
Stockholm	59,20	15,00	17,9000	H
Stockholm	59,20	15,00	36,0000	H
Darmstadt	50,00	20,00	12,4000	H
Darmstadt	50,00	20,00	15,0000	H
Darmstadt	50,00	20,00	29,0000	H
Darmstadt	50,00	20,00	39,0000	H
Leidschendam	52,02	12,40	35,5000	H
Paris	48,52	58,00	11,7000	H
Paris	48,52	12,00	13,0000	H
Paris	48,52	12,00	13,0000	H
Paris	48,52	15,40	13,0000	H
Dijon	47,16	53,00	13,0000	H

Enlace	Latitude	Comprimento (km)	Frequência (GHz)	Polarização
Dijon	47,16	53,00	13,0000	H
Dijon	47,16	23,00	19,3000	H
Fucino	42,01	9,50	11,0000	V
Fucino	42,01	9,50	17,8000	V
Fucino	42,01	9,50	17,8000	H
Rome	41,54	25,00	11,0000	V
Turin	45,08	22,50	11,4000	V
Merrimack valley	42,49	4,30	18,0000	V
Palmetto	33,31	5,10	17,7000	H
Holmdel	40,21	6,40	18,5000	V
Tokyo	34,42	1,30	11,5000	Circular
Tokyo	34,42	1,30	34,5000	Circular
Tokyo	34,42	1,30	81,8000	Circular
Brazzaville	4,16	33,50	7,0000	H
Rio de Janeiro	22,54	8,60	10,9000	H
Xixiang-Henan	32,48	2,50	12,0000	H
Xixiang-Henan	32,48	2,50	25,3000	H
Chilbolton	51,13	0,50	37,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	57,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	57,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	57,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	97,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	97,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	97,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	137,0000	V
Uvaly	50,04	15,30	14,9200	H
Mostova	48,18	43,80	13,1430	V
Pisek	50,11	39,40	13,0310	V
Strahov	50,37	34,00	13,1850	H
Strahov	50,37	34,00	13,1010	V
Piaseczno	52,17	15,40	11,5000	H
Piaseczno	52,17	15,40	18,6000	H

Enlace	Latitude	Comprimento (km)	Frequência (GHz)	Polarização
Dubna 3	56,73	12,65	29,3000	V
Dubna 3	56,73	12,65	19,3000	V
Dubna 3	56,73	12,65	11,5000	V
Chilbolton	51,13	0,50	37,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	57,0000	V
Chilbolton	51,13	0,50	97,0000	V

APÊNDICE B

CARACTERÍSTICAS DOS PARES DE ENLACES CONVERGENTES DE SÃO PAULO E BRASILIA

Tabela 44 Características dos pares de enlaces convergentes de São Paulo.

Par	f (GHz)	d ₁ (km)	d ₂ (km)	Δd (km)	Δθ(graus)
Barueri-Bradesco2	15,0	21,69	12,79	8,90	11,78
Barueri-CENESP15	15,0	21,69	12,78	8,91	70,16
Barueri-Scania	15,0	21,69	18,38	3,31	135,32
Barueri-Paranapiacaba	15,0	21,69	42,99	-21,30	163,98
Bradesco2-Barueri	15,0	12,79	21,69	-8,90	-11,78
Bradesco2-CENESP15	15,0	12,79	12,78	0,01	58,60
Bradesco2-Scania	15,0	12,79	18,38	-5,59	123,54
Bradesco2-Paranapiacaba	15,0	12,79	42,99	-30,20	152,00
CENESP15-Barueri	15,0	12,78	21,69	-8,91	-70,16
CENESP15-Bradesco2	15,0	12,78	12,79	-0,01	-58,60
CENESP15-Scania	15,0	12,78	42,99	-30,21	93,82
CENESP15-Paranapiacaba	15,0	12,78	18,38	-5,60	65,16
Scania-Barueri	15,0	18,38	21,69	-3,31	-135,32
Scania-Bradesco2	15,0	18,38	12,79	5,59	-123,54
Scania-CENESP15	15,0	18,38	12,78	5,60	-65,16
Scania-Paranapiacaba	15,0	18,38	42,99	-24,61	28,66
Paranapiacaba-Barueri	15,0	42,99	21,69	21,30	-163,98
Paranapiacaba-Bradesco2	15,0	42,99	12,79	30,20	-152,00
Paranapiacaba-CENESP15	15,0	42,99	12,78	30,21	-93,82
Paranapiacaba-Scania	15,0	42,99	18,38	24,61	-28,66
CENESP18-Shell	18,0	12,78	7,48	5,30	-30,77
Shell-CENESP18	18,0	7,48	12,78	-5,30	30,77

Tabela 45 Características dos pares de enlaces convergentes de Brasília.

Par	f (GHz)	d ₁ (km)	d ₂ (km)	Δd (km)	Δθ(graus)
AUTORAC-PGR	23,0	3,37	1,9	1,47	-132,58
AUTORAC-INCRA	23,0	3,37	1,21	2,16	-20,95
AUTORAC-BNDES	23,0	3,37	0,95	2,42	-64,45
PGR-AUTORAC	23,0	1,9	3,37	-1,47	132,58
PGR-INCRA	23,0	1,9	1,21	0,69	111,63
PGR-BNDES	23,0	1,9	0,95	0,95	68,13
INCRA-AUTORAC	23,0	1,21	3,37	-2,16	20,95
INCRA-PGR	23,0	1,21	1,9	-0,69	-111,63
INCRA-BNDES	23,0	1,21	0,95	0,26	-43,5
BNDES-AUTORAC	23,0	0,95	3,37	-2,42	64,45
BNDES-PGR	23,0	0,95	1,9	-0,95	-68,13
BNDES-INCRA	23,0	0,95	1,21	-0,26	43,5
MF38-SARAH	38,0	1,01	0,41	0,6	-95,02
SARAH-MF38	38,0	0,41	1,01	-0,6	95,02

APÊNDICE C

BASE DE DADOS PARA O MODELAGEM DA DURAÇÃO DE EVENTOS DE CHUVA NO BRASIL

Tabela 46 Dados para o modelamento da duração de eventos de chuva no Brasil (modelos DEC-PM e DEC-PM Modificado).

Enlace	η	β	Nível (dB)	d (km)	Duração máxima por nível (min)
Barueri	30,309922	0,849661	10	21,69	1686,30
	26,674322	1,078845	15		897,00
	23,038722	1,205181	20		522,97
	19,403122	1,075047	25		298,00
Bradesco2	26,662151	1,108536	10	12,79	491,23
	23,026551	1,337719	15		249,37
	19,390951	1,464055	20		148,50
	15,755351	1,333922	25		75,70
CENESP15	26,658052	1,108946	10	12,78	1344,77
	23,022452	1,338129	15		618,53
	19,386852	1,464465	20		375,67
	15,751252	1,334332	25		212,80
CENESP18	26,658052	1,108946	10	12,78	2235,33
	23,022452	1,338129	15		1198,87
	19,386852	1,464465	20		756,43
	15,751252	1,334332	25		493,97
Scania	28,953279	0,927071	10	18,38	1825,00
	25,317679	1,156255	15		1006,90
	21,682079	1,282591	20		700,70
	18,046479	1,152457	25		492,57
Paranapiacaba	39,039983	0,562575	10	42,99	5180,67
	35,404383	0,791759	15		2700,13
	31,768783	0,918095	20		1697,97
	28,133183	0,787961	25		1048,40
Shell	24,485783	1,409995	10	7,48	1509,93
	20,850183	1,639179	15		959,37
	17,214583	1,765515	20		625,70
	13,578983	1,635381	25		417,23

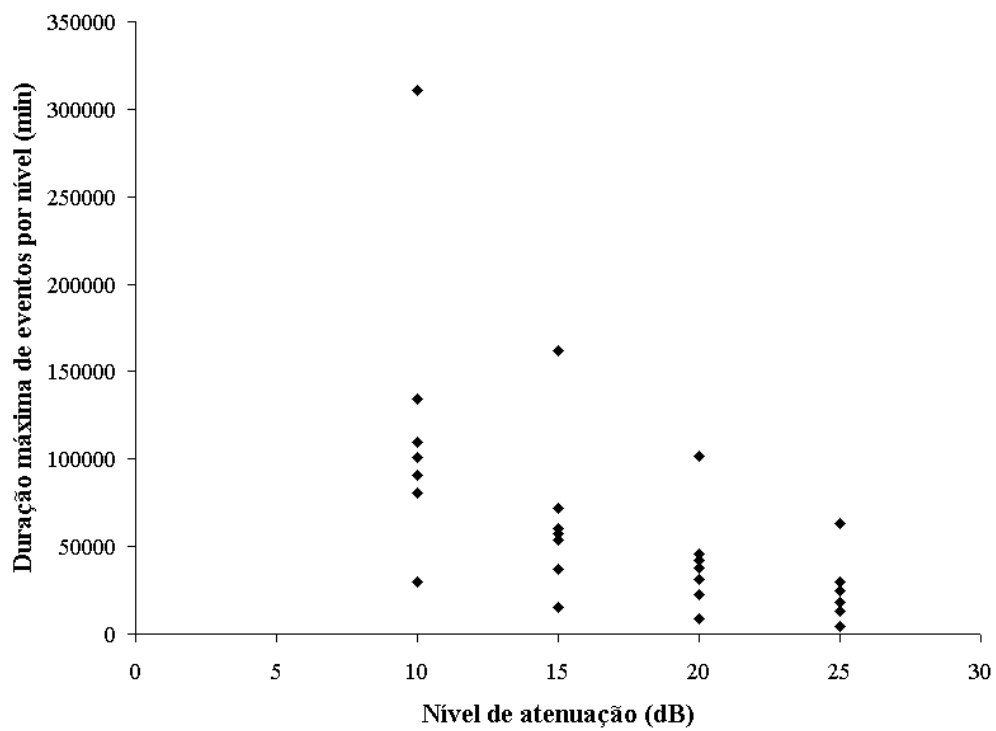


Figura 106 Curva de espalhamento entre a duração máxima de eventos por nível *versus* o nível de atenuação.

APÊNDICE D DURAÇÃO MÉDIA DE EVENTOS DE CHUVA EM SÃO PAULO

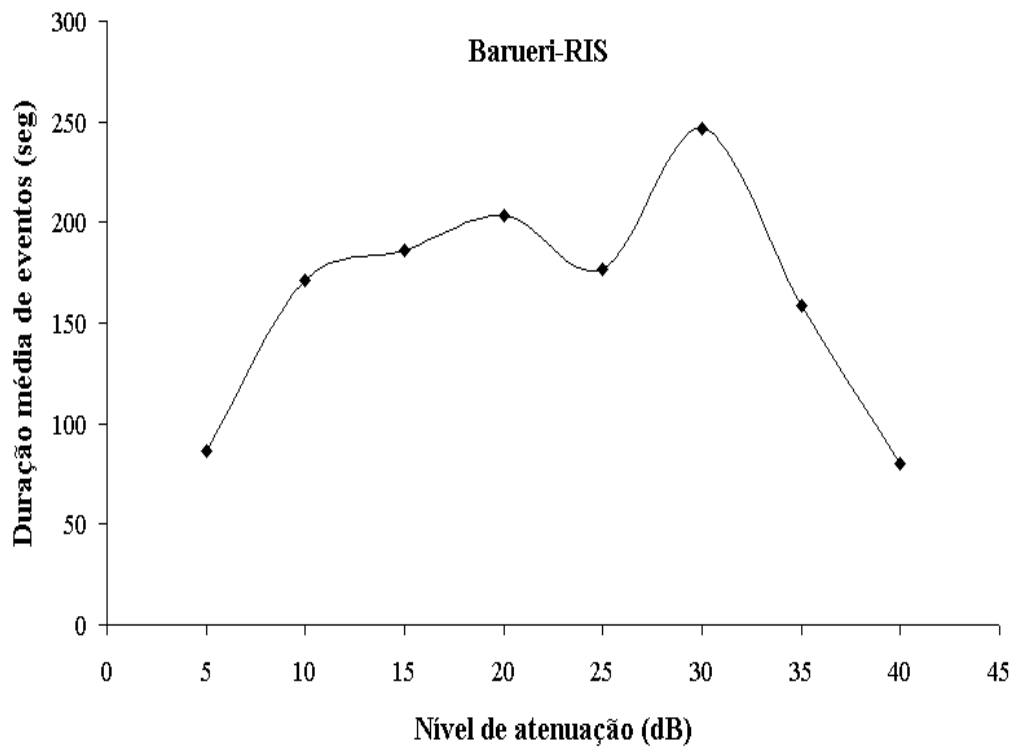


Figura 107 Duração média de eventos de chuva (Barueri-RIS).

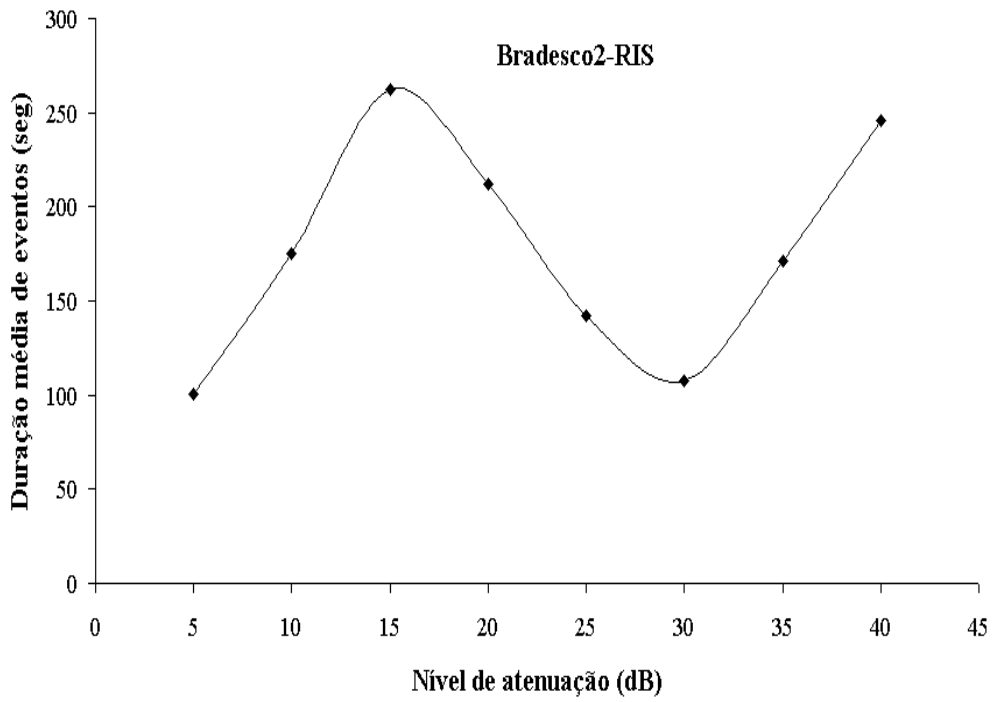


Figura 108 Duração média de eventos de chuva (Bradesco2-RIS).

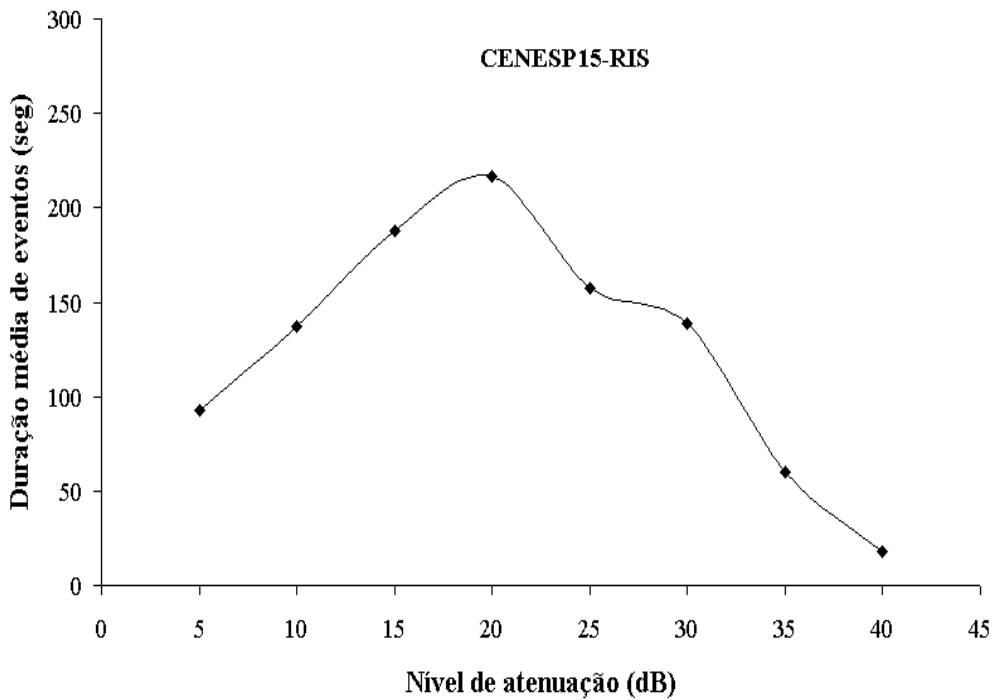


Figura 109 Duração média de eventos de chuva (CENESP15-RIS).

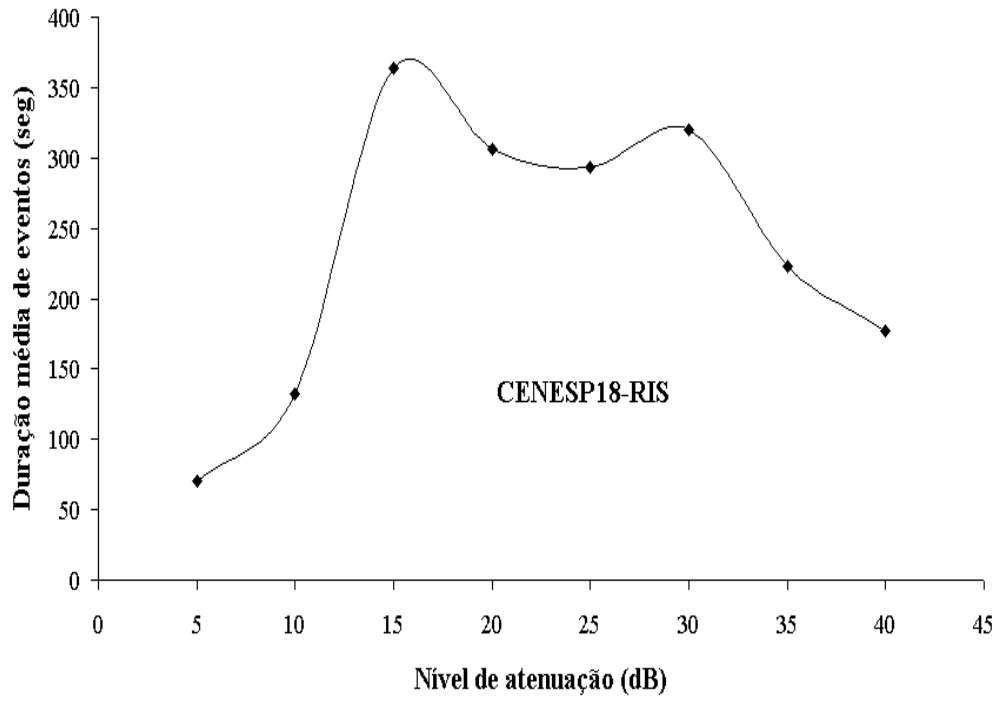


Figura 110 Duração média de eventos de chuva (CENESP18-RIS).

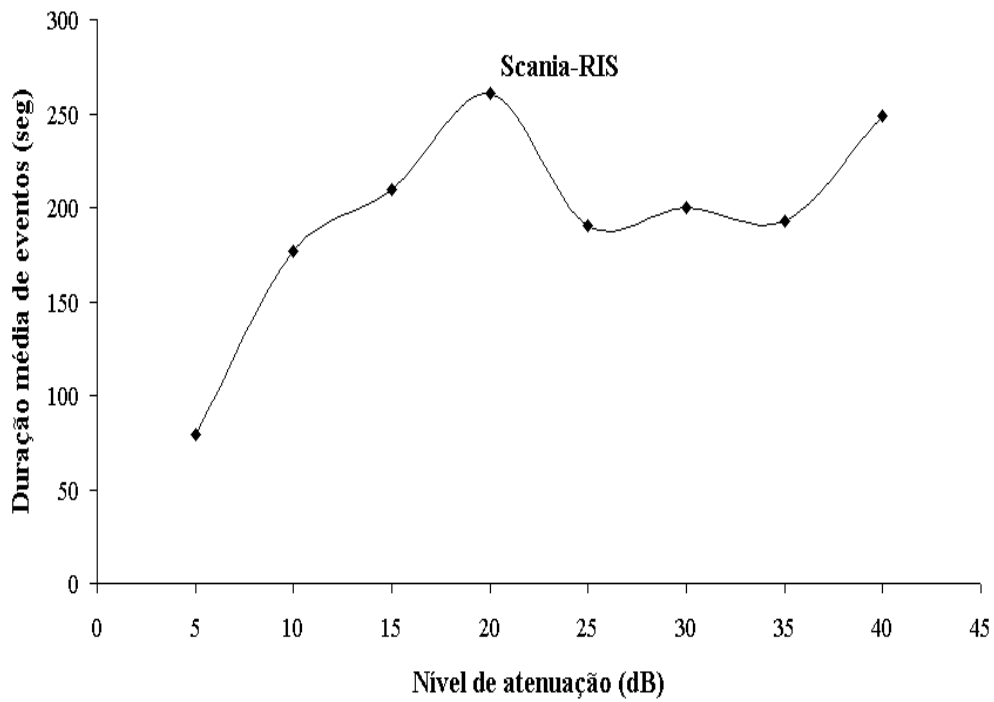


Figura 111 Duração média de eventos de chuva (Scania-RIS).

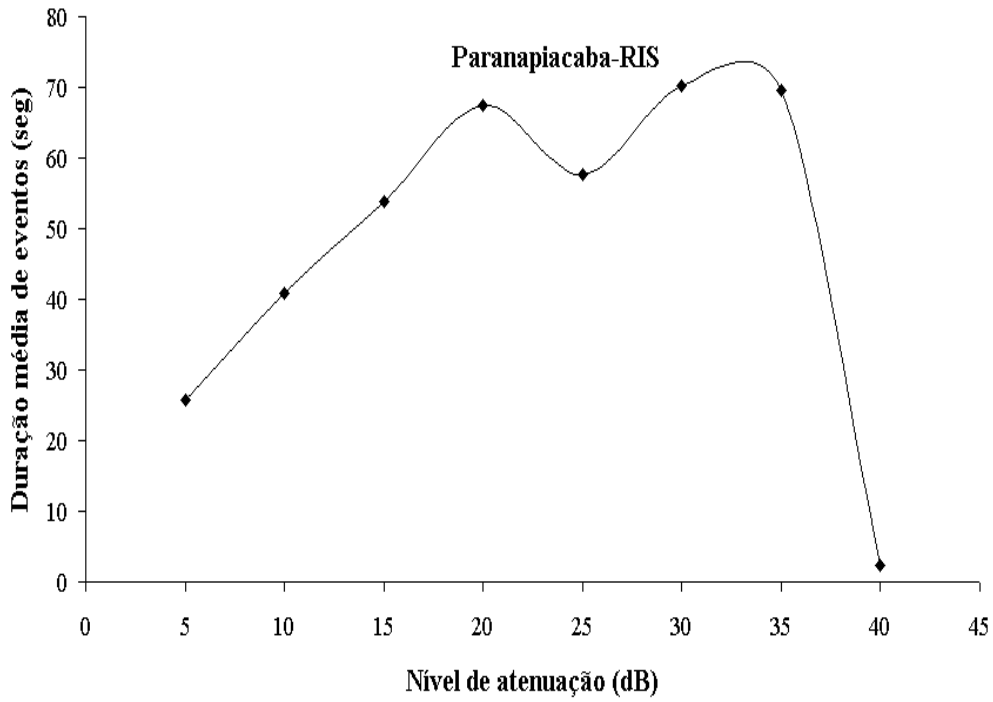


Figura 112 Duração média de eventos de chuva (Paranapiacaba-RIS).

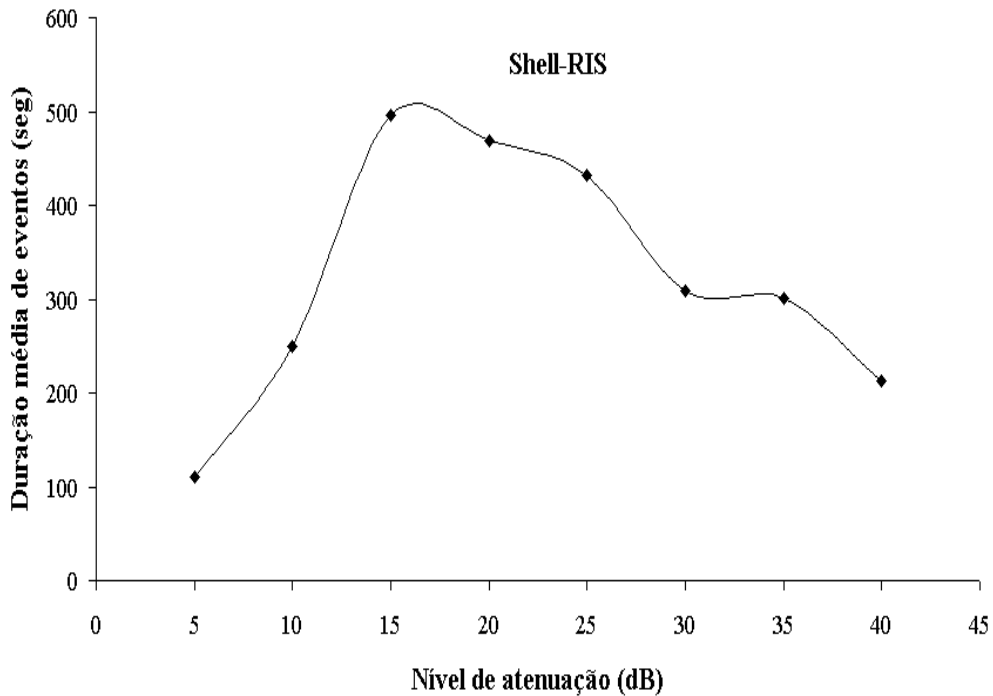


Figura 113 Duração média de eventos de chuva (Shell-RIS).

APÊNDICE E

RELAÇÃO ENTRE DURAÇÃO MÉDIA DE EVENTOS DE CHUVA E COMPRIMENTO DE ENLACE

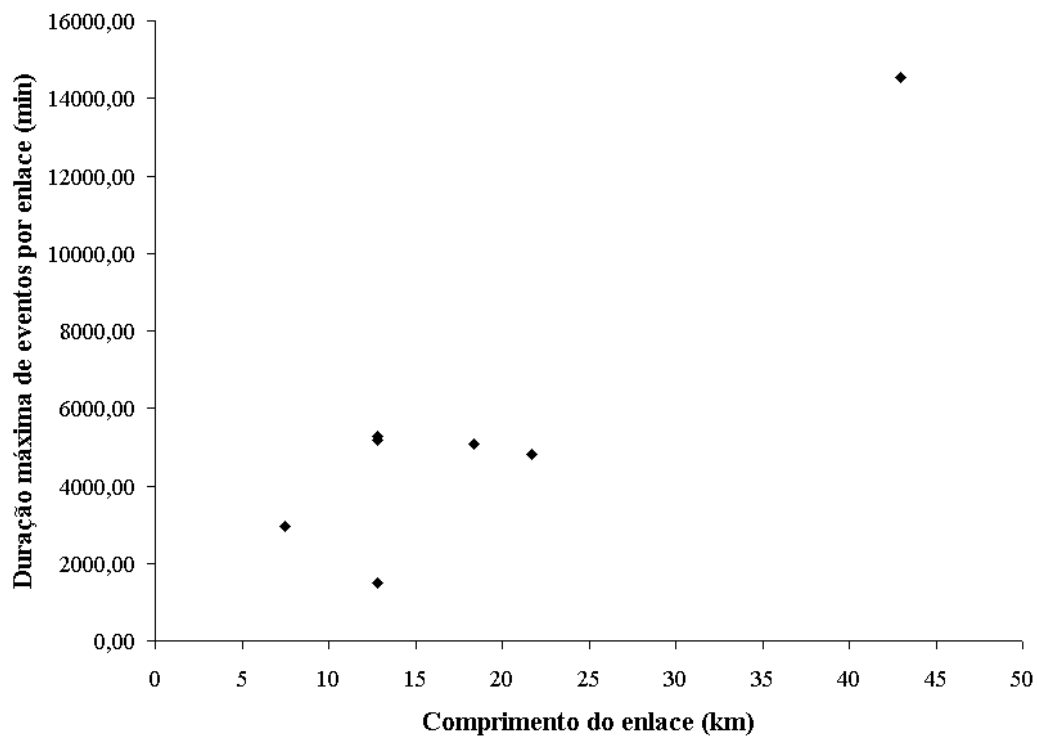


Figura 114 Curva de espalhamento entre a duração máxima de eventos por enlace *versus* o comprimento do enlace.