

ANÁLISE DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA (FMA⁺) PARA O ESTADO DO PARANÁ

José Renato Soares Nunes¹, Ronaldo Viana Soares¹, Antonio Carlos Batista¹

¹Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, Curitiba, PR, Brasil - rvsoares@ufpr.br - batistaufpr@ufpr.br

Recebido para publicação: 28/04/2008 – Aceito para publicação: 17/10/2008

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de dados meteorológicos de 34 regiões do estado do Paraná, fornecidos pelo Instituto Tecnológico Simepar, com o objetivo de avaliar o desempenho da Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺) para o estado do Paraná. Foram utilizados dados do período compreendido entre 1998 e 2007. Os resultados mostraram que a FMA⁺ preserva as três escalas de perigo de incêndio distintas para o estado do Paraná.

Palavras-chave: Índice de perigo de incêndio; controle de incêndios; proteção florestal.

Abstract

Analys of the modified Monte Alegre Formula (FMA⁺) for the Parana State. This work was developed from meteorological data of 34 regions of the State of the Paraná, supplied for the Instituto Tecnológico Simepar, with the objective to evaluate the performance of the Modified Monte Formula Alegre (FMA⁺) in the State of the Paraná. It was used meteorological data from 1998 to 2007. The results make evident that the FMA⁺ preserves the three distinct scales of fire danger for the State of Paraná.

Keywords: Fire danger index; fire control; forest protection.

INTRODUÇÃO

A história dos incêndios florestais no Brasil começou com o incêndio de 1963, no estado do Paraná, um dos mais destrutivos já registrados no mundo, que atingiu cerca de 2 milhões de hectares, sendo que 500.000 ha eram de florestas primárias. Nesse incêndio, 8.000 imóveis foram destruídos, 5.700 famílias ficaram desabrigadas e 110 pessoas foram mortas pelo fogo.

Anualmente são observadas várias ocorrências de incêndio no estado do Paraná, em áreas de reflorestamento, campo nativo e em unidades de conservação sob administração estadual e federal, o que vem preocupando os órgãos responsáveis pela política ambiental do estado pelos prejuízos causados, tanto no aspecto econômico quanto no da biodiversidade, com danos à flora, à fauna e ao solo.

Apesar de existir um monitoramento permanente dos fatores que influem na possibilidade de ocorrência de incêndios florestais, a falta de uma política de prevenção e educação da população contribui para o agravamento do problema. Entre as medidas preventivas existentes, a utilização de um índice de perigo confiável é fator fundamental para um planejamento mais eficiente tanto das medidas de prevenção como para a adoção de ações rápidas e efetivas nas atividades de combate, visando a redução das perdas e dos prejuízos financeiros e ambientais advindos da ocorrência de eventos catastróficos (SOARES, 1984; BATISTA, 1990).

Outras utilidades dos índices de perigo de incêndio são o estabelecimento de zonas de risco, possibilitando um melhor planejamento das atividades de prevenção contra incêndios florestais, a permissão para queimas controladas em períodos menos perigosos, a previsão do comportamento do fogo visando a adoção de técnicas mais efetivas de combate e a advertência pública do grau de perigo, informando a população sobre os cuidados a serem tomados em situações críticas (SOARES, 1985; LOWE, 2001).

A Fórmula de Monte Alegre (FMA) (SOARES, 1972b) é um índice de perigo baseado em variáveis meteorológicas e enfatiza o aspecto da probabilidade de ignição, ou seja, indica a possibilidade de um incêndio ter início, desde que haja uma fonte de fogo. Esse índice tem sido usado com sucesso no

estado do Paraná, bem como em outras regiões do país e em alguns países da América do Sul.

A Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺) (NUNES, 2005; NUNES *et al.*, 2005; NUNES *et al.*, 2006) inclui em sua estrutura a velocidade do vento, o que permite avaliar também o potencial de propagação do incêndio (SCHROEDER; BUCK, 1970; HEIKKILÄ *et al.*, 1993), um fator de grande importância para a prevenção e principalmente para o combate aos incêndios que possam ocorrer. A FMA⁺ foi desenvolvida e testada para a região de Telêmaco Borba, onde apresentou bons resultados (NUNES, 2005), tendo sido posteriormente estendida a outras regiões (NUNES, 2007a).

O objetivo deste trabalho foi analisar a FMA⁺ para o estado do Paraná. Em trabalho anterior, Nunes (2007a) havia realizado estudo semelhante para 13 regiões do estado. Neste trabalho será estudado o comportamento da FMA⁺ em 34 regiões, com base nas informações climáticas, o que amplia a segurança de sua utilização no estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Para o desenvolvimento deste estudo, foram utilizadas 34 regiões do estado do Paraná: Antonina, Apucarana, Assis Chateaubriand, Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Cerro Azul, Cianorte, Curitiba, Fernandes Pinheiro, Foz do Iguaçu, Guaíra, Guarapuava, Guaratuba, Jaguariaíva, Lapa, Londrina, Maringá, Palmas, Palmital, Palotina, Paranavaí, Pato Branco, Pinhais, Pinhão, Ponta Grossa, Quedas do Iguaçu, Santa Helena, São Miguel do Iguaçu, Telêmaco Borba, Toledo, Umuarama e União da Vitória. A figura 1 apresenta a distribuição das regiões incluídas neste estudo.



Figura 1. Distribuição das áreas de estudo no estado do Paraná.

Figure 1. Distribution of the studied regions through the Paraná State.

Cada uma das regiões possui uma estação meteorológica identificada por seu código e sua posição geográfica (latitude, longitude e altitude), como apresentado na tabela 1.

Informações sobre o clima

Os climas das regiões consideradas neste estudo, segundo a classificação de Köppen (TREWARTHA; HORN, 1980) são apresentados na figura 2. As regiões de Antonina, Apucarana, Assis Chateaubriand, Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Cerro Azul, Cianorte, Foz do Iguaçu, Guaíra, Guaratuba, Londrina, Maringá, Palmital, Palotina, Paranavaí, Pato Branco, Quedas do Iguaçu, Santa Helena, São Miguel do Iguaçu, Toledo e Umuarama enquadram-se no tipo Cfa, caracterizado por possuir um clima Subtropical Úmido Mesotérmico, apresentando verões quentes (temperatura média superior a 22 °C) e invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18 °C), sem estação seca definida.

As regiões de Curitiba, Fernandes Pinheiro, Guarapuava, Jaguariaíva, Lapa, Palmas, Pinhais, Pinhão, Ponta Grossa e União da Vitória enquadram-se no tipo Cfb, caracterizado por possuir um clima Subtropical Úmido Mesotérmico, apresentando verões frescos (temperatura média inferior a 22 °C), invernos com ocorrências de geadas severas e frequentes (temperatura média inferior a 18 °C), não apresentando estação seca.

Tabela 1. Localização das estações meteorológicas nas regiões de estudo.

Table 1. Localization of weather stations in the studied regions.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude
01 - Antonina	25134848	25° 13' 00'' S	48° 48' 00'' W	5
02 - Apucarana	23515154	23° 51' 00'' S	51° 54' 00'' W	840
03 - Assis Chateaubriand	24235332	24° 23' 00'' S	53° 32' 00'' W	440
04 - Cambará	23005002	23° 00' 00'' S	50° 02' 00'' W	545
05 - Campo Mourão	24035222	24° 03' 00'' S	52° 22' 00'' W	630
06 - Cândido de Abreu	24385115	24° 38' 00'' S	51° 15' 00'' W	540
07 - Cascavel	24535333	24° 53' 00'' S	53° 33' 00'' W	800
08 - Cerro Azul	24494915	24° 49' 00'' S	49° 15' 00'' W	318
09 - Cianorte	23395232	23° 39' 00'' S	52° 32' 00'' W	490
10 - Curitiba	25264916	25° 26' 00'' S	49° 16' 00'' W	934
11 - Fernandes Pinheiro	25275035	25° 24' 00'' S	50° 32' 00'' W	824
12 - Foz do Iguaçu	25245437	25° 24' 00'' S	54° 37' 00'' W	200
13 - Guaíra	24045415	24° 04' 00'' S	54° 15' 00'' W	270
14 - Guarapuava	25215130	25° 21' 00'' S	51° 30' 00'' W	1.120
15 - Guaratuba	25324831	25° 32' 00'' S	48° 31' 00'' W	0
16 - Jaguariaíva	24134940	24° 13' 00'' S	49° 40' 00'' W	870
17 - Lapa	25474946	25° 47' 00'' S	49° 46' 00'' W	908
18 - Londrina	23185109	23° 18' 00'' S	51° 09' 00'' W	585
19 - Maringá	23275159	23° 27' 00'' S	51° 59' 00'' W	555
20 - Palmas	26285158	26° 28' 00'' S	51° 58' 00'' W	1.160
21 - Palmital	24535213	24° 53' 00'' S	52° 13' 00'' W	840
22 - Palotina	24185355	24° 18' 00'' S	53° 55' 00'' W	289
23 - Paranavaí	23055226	23° 05' 00'' S	52° 26' 00'' W	470
24 - Pato Branco	26075241	26° 07' 00'' S	52° 41' 00'' W	760
25 - Pinhais	25254905	25° 25' 00'' S	49° 05' 00'' W	893
26 - Pinhão	25385157	25° 38' 00'' S	51° 57' 00'' W	1041
27 - Ponta Grossa	25135001	25° 13' 00'' S	50° 01' 00'' W	975
28 - Quedas do Iguaçu	25315301	25° 31' 00'' S	53° 01' 00'' W	630
29 - Santa Helena	24505420	24° 50' 00'' S	54° 20' 00'' W	258
30 - São Miguel do Iguaçu	25115408	25° 11' 00'' S	54° 08' 00'' W	307
31 - Telêmaco Borba	Klabin	24° 08' 00'' S	50° 30' 00'' W	750
32 - Toledo	24475343	24° 47' 00'' S	53° 43' 00'' W	550
33 - Umuarama	23445317	23° 44' 00'' S	53° 17' 00'' W	430
34 - União da Vitória	26145103	26° 14' 00'' S	51° 03' 00'' W	752



Fonte: Adaptado de IAPAR (1994).

Figura 2. Distribuição das regiões de estudo no mapa climático do estado do Paraná.

Figure 2. Distribution of the studied regions in the climatic map of the Parana State.

O clima da região de Telêmaco Borba é Cfa/Cfb, subtropical úmido de transição para temperado propriamente dito, com temperatura média do mês mais frio inferior a 16 °C, com ocorrência de geadas, e a temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C.

Processo metodológico

Obtenção dos dados meteorológicos

A base de dados climatológicos usada neste trabalho foi fornecida pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR e pela Klabin S.A. Os dados analisados se referem ao período de junho de 1998 a maio de 2003 para as regiões de Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Guarapuava, Londrina, Palmas, Paranaíba, Pinhais e Telêmaco Borba, de janeiro de 2000 a dezembro de 2006 para a região de Fernandes Pinheiro e de setembro de 2002 a agosto de 2006 para as regiões de Guaíra e Umuarama. Para as demais regiões, os dados referem-se ao período compreendido entre janeiro de 2002 e junho de 2007. Para cada região foram obtidos dados diários de umidade relativa e vento às 13:00 h e precipitação diária.

Avaliação da Fórmula de Monte Alegre ALTERADA (FMA⁺)

Estabeleceu-se que o número de dias previstos em cada classe de perigo deveria ter uma relação inversa com a classe de perigo, de tal maneira que, quanto maior a classe de perigo, menor o número de dias previstos para ela.

Distribuição diária dos graus de perigo

Foram quantificados e analisados os números de dias previstos para cada classe de grau de perigo e os percentuais que eles representam em cada classe de perigo, para as 34 regiões estudadas. Foi avaliada qual das três versões de FMA⁺ melhor se ajustava a cada região, segundo Nunes (2007a) e Nunes (2007b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺) para o estado do Paraná

A partir da premissa de que o número de dias previstos em cada classe de perigo deveria ter uma relação inversa com a classe de perigo, foram feitas análises com essa variável para se verificar a adequação da Fórmula de Monte Alegre Alterada para cada região.

Número de dias previstos

O primeiro passo foi determinar o número de dias previstos em cada classe de perigo, utilizando-se a Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺) em sua configuração original, como definida por Nunes (2005), cuja escala de perigo é apresentada na tabela 2. Os valores obtidos são apresentados na tabela 3 e nas figuras 3 e 4.

Tabela 2. Escala de perigo da FMA⁺ Original.

Table 2. Original FMA⁺ danger classes.

Valor de FMA ⁺	Grau de perigo
≤ 3,0	Nulo
3,1 a 8,0	Pequeno
8,1 a 14,0	Médio
14,1 a 24,0	Alto
> 24,0	Muito alto

As regiões de Antonina, Cândido de Abreu, Cascavel, Fernandes Pinheiro, Foz do Iguaçu, Guarapuava, Guaratuba, Palmital, Pato Branco, Quedas do Iguaçu, Santa Helena, São Miguel do Iguaçu e Telêmaco Borba apresentaram resultados que indicam bom desempenho da FMA⁺, uma vez que ela preserva a premissa de apresentar relação inversa entre o número de dias previstos e o grau de perigo, como mostram as figuras 3(a), 3(f), 3(g), 3(k), 3(l), 3(n), 3(o), 4(c), 4(f), 4(j), 4(k), 4(l) e 4(m).

As regiões de Apucarana, Assis Chateaubriand, Cambará, Campo Mourão, Cerro Azul, Cianorte, Curitiba, Guaíra, Jaguariaíva, Lapa, Londrina, Maringá, Palmas, Palotina, Paranaíba, Pinhais, Pinhão, Ponta Grossa, Toledo, Umuarama e União da Vitória não apresentaram resultados satisfatórios, como mostram as figuras 3(b), 3(c), 3(d), 3(e), 3(h), 3(i), 3(j), 3(m), 3(p), 3(q), 3(r), 4(a), 4(b), 4(d), 4(e), 4(g), 4(h), 4(i), 4(n), 4(o) e 4(p), o que indica a necessidade de se fazer uma nova avaliação da Fórmula de Monte Alegre Alterada para essas regiões.

Para a nova avaliação, foi utilizada a tabela 4, que se refere à escala de perigo ajustada, denominada “Ajuste 1”. Na tabela 5 e na figura 5, observam-se os valores obtidos a partir da escala de perigo ajustada, denominada “Ajuste 1”.

Tabela 3. Número de dias previstos a partir da escala de perigo da FMA⁺ Original.

Table 3. Number of days by danger class of the original FMA⁺ in the studied regions.

Regiões	Dias previstos no período										Total	
	Nulo		Pequeno		Médio		Alto		Muito alto			
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Antonina	858	42,75	482	24,02	301	15,00	239	11,91	127	6,33	2007	100,00
Apucarana	492	24,51	391	19,48	325	16,19	302	15,05	497	24,76	2007	100,00
Assis Chateaubriand	461	22,97	380	18,93	309	15,40	307	15,30	550	27,40	2007	100,00
Cambará	387	21,19	371	20,32	284	15,55	306	16,76	478	26,18	1826	100,00
Campo Mourão	427	23,38	419	22,95	333	18,24	285	15,61	362	19,82	1826	100,00
Cândido de Abreu	492	26,94	445	24,37	363	19,88	275	15,06	251	13,75	1826	100,00
Cascavel	496	27,16	418	22,89	329	18,02	291	15,94	292	15,99	1826	100,00
Cerro Azul	419	20,88	471	23,47	387	19,28	336	16,74	394	19,63	2007	100,00
Cianorte	462	25,30	366	20,04	304	16,65	307	16,81	387	21,19	1826	100,00
Curitiba	448	22,32	446	22,22	397	19,78	332	16,54	384	19,13	2007	100,00
Fernandes Pinheiro	644	25,19	634	24,40	503	19,67	420	16,43	366	14,31	2557	100,00
Foz do Iguaçu	517	25,76	473	23,57	394	19,63	356	17,74	267	13,30	2007	100,00
Guaira	290	19,85	293	20,05	312	21,36	261	17,86	305	20,88	1461	100,00
Guarapuava	491	26,89	444	24,32	356	19,50	298	16,32	237	12,98	1826	100,00
Guaratuba	768	38,27	563	28,05	323	16,09	213	10,61	140	6,98	2007	100,00
Jaguariaíva	468	23,32	441	21,97	320	15,94	266	13,25	512	25,51	2007	100,00
Lapa	620	26,47	625	26,69	460	19,64	361	15,41	276	11,78	2342	100,00
Londrina	451	24,70	418	22,89	310	16,98	284	15,55	363	19,88	1826	100,00
Maringá	478	23,82	408	20,33	327	16,29	323	16,09	471	23,47	2007	100,00
Palmas	530	29,03	464	25,41	332	18,18	206	11,28	294	16,10	1826	100,00
Palmital	536	26,71	426	21,23	370	18,44	345	17,19	330	16,44	2007	100,00
Palotina	417	20,78	372	18,54	352	17,54	333	16,59	533	26,56	2007	100,00
Paranavaí	405	22,18	394	21,58	310	16,98	326	17,85	391	21,41	1826	100,00
Pato Branco	546	27,20	466	23,22	401	19,98	332	16,54	262	13,05	2007	100,00
Pinhais	420	23,00	412	22,56	337	18,46	286	15,66	371	20,32	1826	100,00
Pinhão	377	24,77	321	21,09	280	18,40	249	16,36	295	19,38	1522	100,00
Ponta Grossa	442	22,02	452	22,52	330	16,44	351	17,49	432	21,52	2007	100,00
Quedas do Iguaçu	564	28,10	451	22,47	369	18,39	340	16,94	283	14,10	2007	100,00
Santa Helena	512	25,51	433	21,57	397	19,78	351	17,49	314	15,65	2007	100,00
São Miguel do Iguaçu	572	28,50	387	19,28	361	17,99	346	17,24	341	16,99	2007	100,00
Telêmaco Borba	504	27,60	463	25,36	351	19,22	278	15,22	230	12,60	1826	100,00
Toledo	502	25,01	398	19,83	320	15,94	318	15,84	469	23,37	2007	100,00
Umuarama	319	21,83	290	19,85	232	15,88	250	17,11	370	25,33	1461	100,00
União da Vitória	439	21,87	478	23,82	476	23,72	355	17,69	259	12,90	2007	100,00

As regiões de Apucarana, Assis Chateaubriand, Campo Mourão, Cerro Azul, Curitiba, Jaguariaíva, Lapa, Londrina, Maringá, Palmas, Pinhais, Pinhão, Ponta Grossa e União da Vitória apresentaram resultados que indicam bom desempenho da FMA⁺, uma vez que ela preserva a premissa de apresentar relação inversa entre o número de dias previstos e o grau de perigo, como mostram as figuras 5(a), 5(b), 5(d), 5(e), 5(g), 5(i), 5(j), 5(k), 5(l), 5(m), 5(p), 5(q), 5(r) e 5(u).

As regiões de Cambará, Cianorte, Guaira, Palotina, Paranavaí, Toledo e Umuarama não apresentaram resultados satisfatórios, como mostram as figuras 5(c), 5(f), 5(h), 5(n), 5(o), 5(s) e 5(t), o que indica a necessidade de se fazer uma nova avaliação da Fórmula de Monte Alegre Alterada para essas regiões.

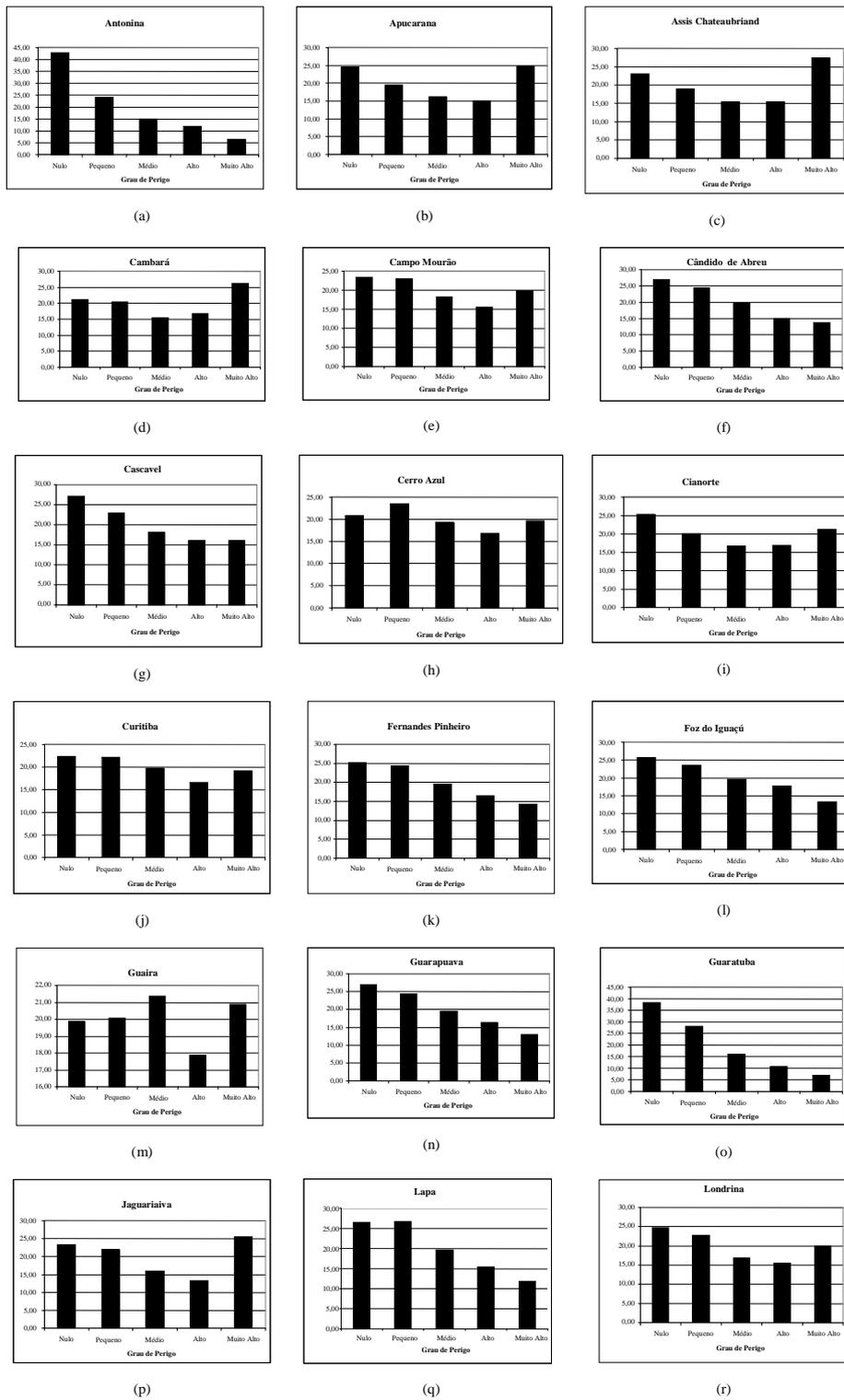


Figura 3. Porcentagem do número de dias previstos por classe de perigo – FMA⁺ original.
 Figure 3. Percentage of number of days for each danger class by the original FMA⁺.

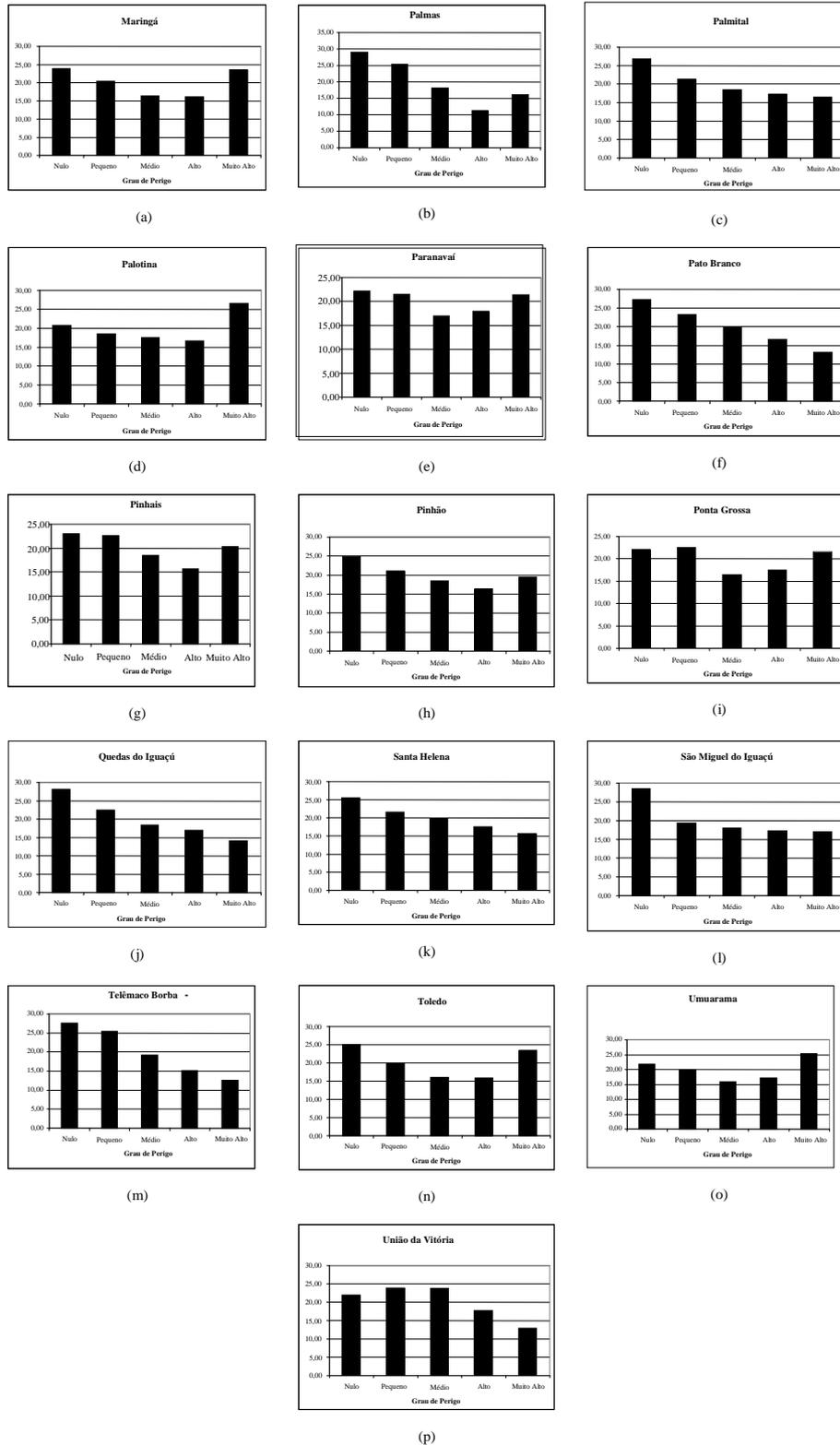


Figura 4. Porcentagem do número de dias previstos por classe de perigo – FMA+ original.
 Figure 4. Percentage of number of days for each danger class by the original FMA+.

Tabela 4. Escala de perigo – FMA⁺ Ajuste 1.Table 4. FMA⁺ danger class 1st adaptation.

Valor de FMA ⁺	Grau de perigo
≤ 4,0	Nulo
4,1 a 9,0	Pequeno
9,1 a 16,0	Médio
16,1 a 30,0	Alto
> 30,0	Muito alto

Tabela 5. Número de dias previstos a partir da escala de perigo da FMA⁺ Ajuste 1.

Table 5. Number of days in each danger class by the 1st adaptation.

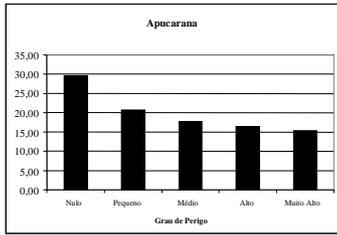
Regiões	Dias previstos no período										Total	
	Nulo		Pequeno		Médio		Alto		Muito alto			
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Apucarana	596	29,70	415	20,68	357	17,79	330	16,44	309	15,40	2007	100,00
Assis Chateaubriand	563	28,05	429	21,38	366	18,24	329	16,39	320	15,94	2007	100,00
Cambará	483	26,45	328	17,96	307	16,81	355	19,44	353	19,33	1826	100,00
Campo Mourão	527	28,86	386	21,14	361	19,77	296	16,21	256	14,02	1826	100,00
Cerro Azul	527	26,26	436	21,72	412	20,53	350	17,44	282	14,05	2007	100,00
Cianorte	544	29,79	342	18,73	319	17,47	323	17,69	298	16,32	1826	100,00
Curitiba	532	26,51	438	21,82	403	20,08	368	18,34	266	13,25	2007	100,00
Guaíra	359	24,57	289	19,78	307	21,01	276	18,89	230	15,74	1461	100,00
Jaguariaíva	577	28,75	432	21,52	362	18,04	338	16,84	298	14,85	2007	100,00
Lapa	754	32,19	578	24,68	467	19,94	373	15,93	170	7,26	2342	100,00
Londrina	556	30,45	366	20,04	333	18,24	313	17,14	258	14,13	1826	100,00
Maringá	578	28,80	395	19,68	362	18,04	348	17,34	324	16,14	2007	100,00
Palmas	632	34,61	452	24,75	308	16,87	228	12,49	206	11,28	1826	100,00
Palotina	508	25,31	346	17,24	366	18,24	382	19,03	405	20,18	2007	100,00
Paranavaí	510	27,93	341	18,67	335	18,35	363	19,88	277	15,17	1826	100,00
Pinhais	529	28,97	371	20,32	349	19,11	309	16,92	268	14,68	1826	100,00
Pinhão	463	30,42	302	19,84	282	18,53	264	17,35	211	13,86	1522	100,00
Ponta Grossa	539	26,86	415	20,68	394	19,63	355	17,69	304	15,15	2007	100,00
Toledo	606	30,19	361	17,99	343	17,09	332	16,54	365	18,19	2007	100,00
Umuarama	383	26,21	268	18,34	255	17,45	261	17,86	294	20,12	1461	100,00
União da Vitória	558	27,80	495	24,66	450	22,42	349	17,39	155	7,72	2007	100,00

Para a nova avaliação, foi utilizada a tabela 6, que se refere à escala de perigo ajustada, denominada “Ajuste 2”. Na tabela 7 e na figura 6, observam-se os valores obtidos a partir da escala de perigo ajustada, denominada “Ajuste 2”.

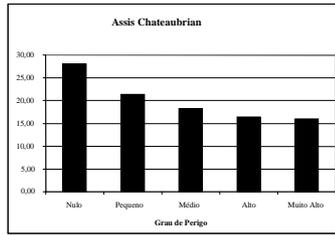
As regiões de Cambará, Cianorte, Guaíra, Palotina, Paranavaí, Toledo e Umuarama apresentaram resultados que indicam bom desempenho da FMA⁺, uma vez que ela preserva a premissa de apresentar relação inversa entre o número de dias previstos e o grau de perigo, como mostram as figuras 6(a), 6(b), 6(c), 6(d), 6(e), 6(f) e 6(g), o que significa que essas regiões devem usar a escala de perigo denominada “Ajuste 2”.

Regionalização da Fórmula de Monte Alegre Alterada

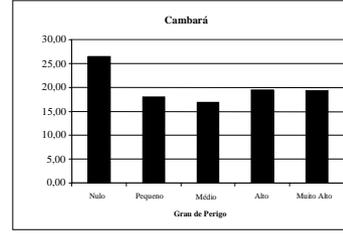
A Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺) possui três versões, representadas por três escalas de perigo distintas, segundo Nunes (2007a) e Nunes (2007b). Considerando as 34 regiões estudadas no estado do Paraná, a sua característica foi mantida, não havendo necessidade de criação de novas classes de perigo. A figura 7 mostra em quais regiões essas escalas devem ser adotadas.



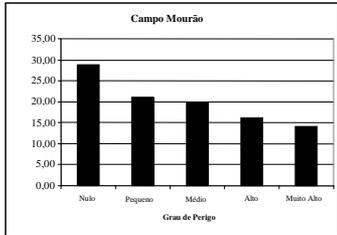
(a)



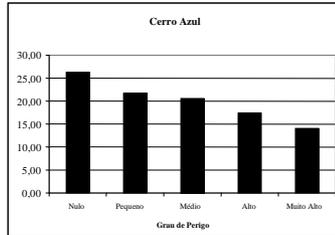
(b)



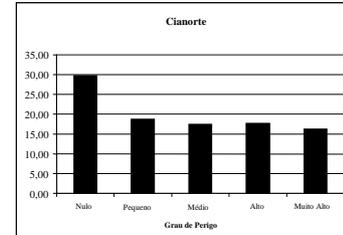
(c)



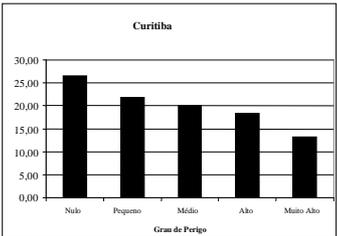
(d)



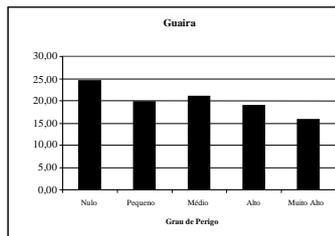
(e)



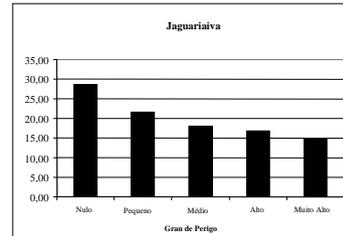
(f)



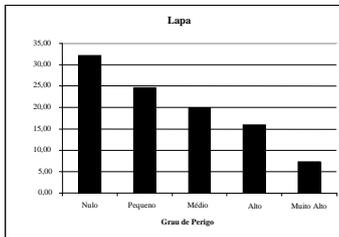
(g)



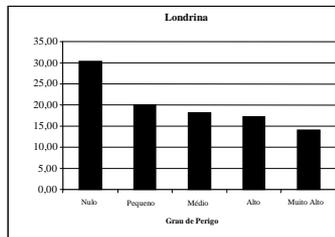
(h)



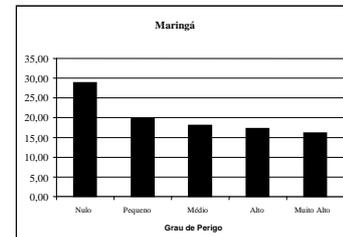
(i)



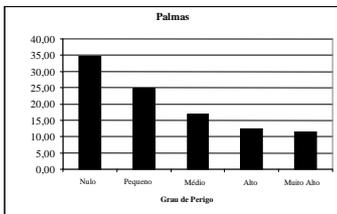
(j)



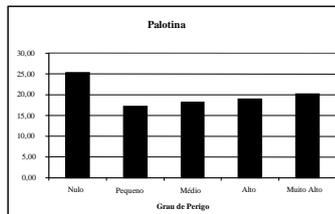
(k)



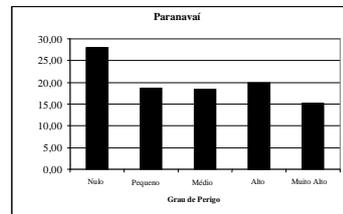
(l)



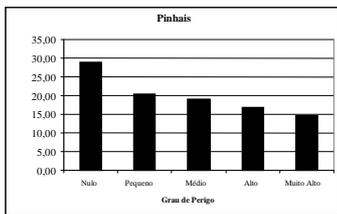
(m)



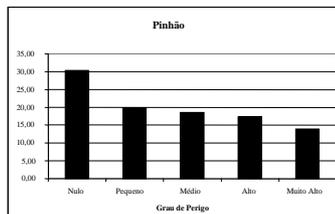
(n)



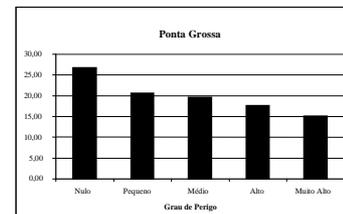
(o)



(p)



(q)



(r)

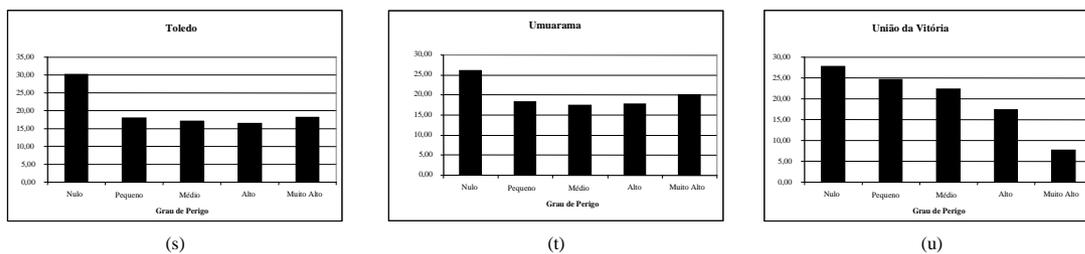


Figura 5. Porcentagem do número de dias previstos por classe de perigo - FMA⁺ Ajuste 1.
 Figure 5. Percentage of number of days for each danger class by the 1st adaptation.

Tabela 6. Escala de perigo – FMA⁺ Ajuste 2.
 Table 6. FMA⁺ danger class 2nd adaptation.

Valor de FMA ⁺	Grau de perigo
≤ 5,0	Nulo
5,1 a 12,0	Pequeno
12,1 a 21,0	Médio
21,1 a 35,0	Alto
> 35,0	Muito alto

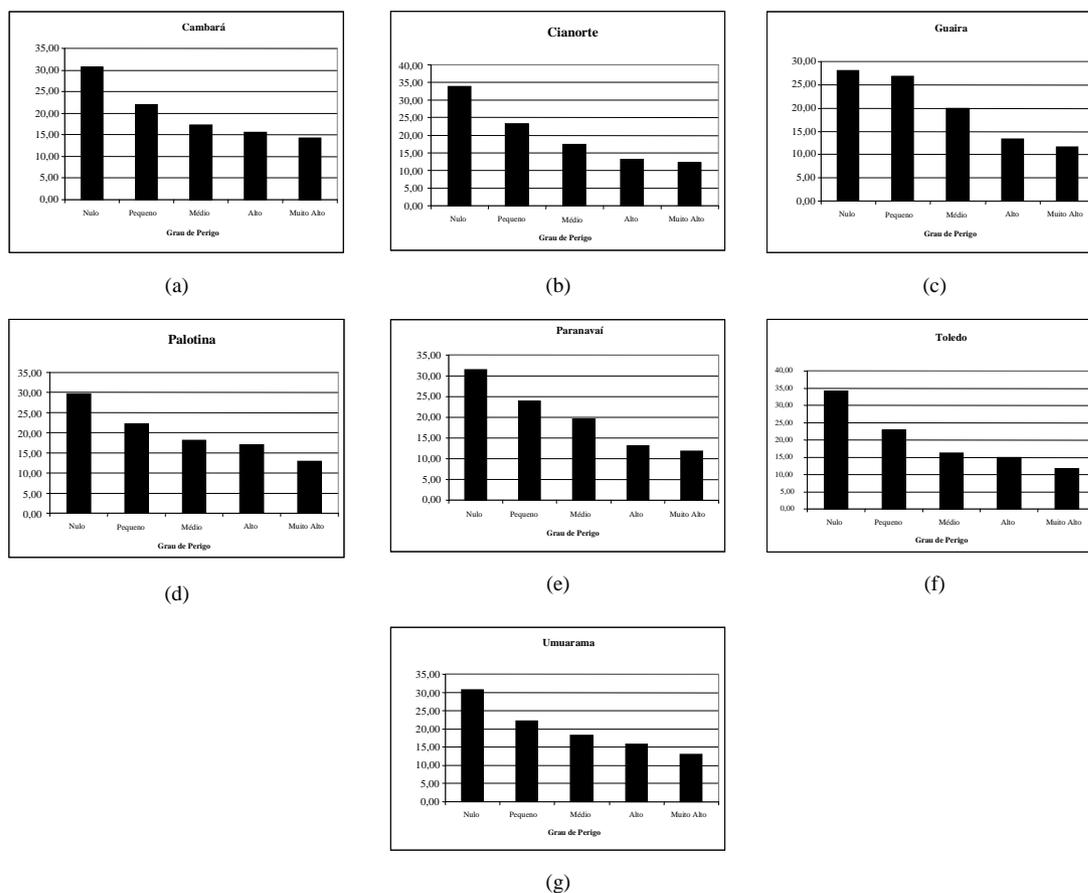


Figura 6. Porcentagem do número de dias previstos por classe de perigo– FMA⁺ Ajuste 2.
 Figure 6. Percentage of number of days for each danger class by the 2nd adaptation.

Tabela 7. Número de dias previstos por classe de perigo – FMA⁺ Ajuste 2.
Table 7. Number of days in each danger class FMA⁺ by the 2nd adaptation.

Regiões	Dias previstos no período											
	Nulo		Pequeno		Médio		Alto		Muito alto		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Cambará	560	30,67	402	22,02	317	17,36	285	15,61	262	14,35	1826	100,00
Cianorte	618	33,84	424	23,22	318	17,42	241	13,20	225	12,32	1826	100,00
Guaiara	410	28,06	393	26,90	292	19,99	195	13,35	171	11,70	1461	100,00
Palotina	596	29,70	446	22,22	364	18,14	342	17,04	259	12,90	2007	100,00
Paranavaí	575	31,49	437	23,93	358	19,61	241	13,20	215	11,77	1826	100,00
Toledo	685	34,13	459	22,87	327	16,29	301	15,00	235	11,71	2007	100,00
Umuarama	449	30,73	323	22,11	267	18,28	231	15,81	191	13,07	1461	100,00

A escala de perigo original, definida por Nunes (2005), deve ser utilizada na área central e parte do oeste, sudoeste e litoral do estado, nas regiões de Antonina, Cândido de Abreu, Cascavel, Fernandes Pinheiro, Foz do Iguaçu, Guarapuava, Guaratuba, Palmital, Pato Branco, Quedas do Iguaçu, Santa Helena, São Miguel do Iguaçu e Telêmaco Borba. A escala de perigo denominada “Ajuste 2” deve ser utilizada nos extremos norte e parte do oeste do estado, nas regiões de Cambará, Cianorte, Guaiara, Palotina, Paranavaí, Toledo e Umuarama. Finalmente, a escala de perigo denominada “Ajuste 1” deve ser usada no restante do estado, nas regiões de Apucarana, Assis Chateaubriand, Campo Mourão, Cerro Azul, Curitiba, Jaguariaíva, Lapa, Londrina, Maringá, Palmas, Pinhais, Pinhão, Ponta Grossa e União da Vitória.



Figura 7. Regiões com escalas de perigo semelhantes.
Figure 7. Similar fire danger scales regions.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a FMA⁺ pode ser utilizada em todo o estado do Paraná, de acordo com as três regiões definidas a partir dos ajustes realizados nas escalas de perigo.

Um estudo de validação desses resultados deve ser realizado, com o objetivo de se obter maior segurança no uso da FMA⁺ nessas novas regiões.

Sugere-se um acompanhamento de seu desempenho ao longo do tempo, com o fim de avaliar a sua adequação a um local mais específico.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C. **Incêndios florestais**. Recife: UFRPE, 1990. 115 p.

HEIKKILÄ, T. V.; GRONOVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Handbook on Forest Fire Control**. Helsinki: Forestry Training Programme, 1993. .,239 p. (Publication 21).

- LOWE, J. D. **Wildland Firefighting Practices**. [New York]: Delmar Thomson Learning, 2001. 348 p.
- NUNES, J. R. S. **Sistema Integrado de Controle de Incêndios Florestais para o Estado do Paraná** - 110 f. (Pós-Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007a.
- NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Ajuste da Fórmula de Monte Alegre Alterada - FMA⁺ para o estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 1-14, 2007b.
- NUNES, J. R. S. **FMA⁺ - Um Novo Índice de Perigo de Incêndios Florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. Curitiba, 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2005.
- NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Estimativa da umidade relativa das 13:00 com base nos dados de 9:00h, para o estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 247-258, 2005.
- NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA⁺ - Um Novo Índice de Perigo de Incêndios Florestais para o Estado do Paraná – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 178-179, 2006.
- NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA⁺ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná. **Anais do II Seminário de Atualidades em Proteção Florestal, Blumenau**, junho de 2005 – Blumenau – Santa Catarina.
- SAMPAIO, O. B. **Análise da eficiência de quatro índices na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos - SP**. 157 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- SCHROEDER, M. J.; BUCK, C. C. **Fire weather**. Washington, DC: USDA Forest Service, 1970.. 229 p. (Agriculture Handbook 360).
- SOARES, R. V. Índices de perigo de incêndio. **Floresta**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 19-40, 1972a.
- SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro paranaense, Brasil**. 72 p. Dissertação (mestrado) -Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA. Departamento de Ciências Florestais/Centro Tropical de Ensino e Investigação, Turrialba, Costa Rica, 1972b.
- SOARES, R. V. **Incêndios Florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1985. 213 p.
- SOARES, R. V. **Prevenção e controle de incêndios florestais**. Brasília, DF: ABEAS, 1984. 120 p.
- SOARES, R. V. Desempenho da “Fórmula de Monte Alegre” índice brasileiro de perigo de incêndios florestais. **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 87-99, 1998a.
- SOARES, R. V. **Comparação entre o Índice de Perigo de Incêndio da Rigesa e a “Fórmula de Monte Alegre”**. 1998b. 10 p. Não publicado.
- TREWARTHA, G. T.; HORN, L. H. **Köppen's classification of climates. In: An Introduction to climate**. New York: McGraw-Hill, 1980.pp. 397-403.
- VIEGAS, D. X.; SOL., B.; BOVIO, G.; NOSENZO, A.; FERREIRA, A. D. Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe. In: **Proceedings of the II International Conference On Forest Fire Research**, Coimbra, 1994. p.571-590.