OTÁVIO BEZERRA SAMPAIO

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE QUATRO ÍNDICES, NA PREVISÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS PARA A REGIÃO DE AGUDOS - SP.

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau e título de "Doutor em Ciências Florestais".

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares

CURITIBA
1999

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a argüição da Tese de **DOUTORADO**, apresentada pelo candidato **OTÁVIO BEZERRA SAMPAIO**, sob o título **"A ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE QUATRO ÍNDICES NA PREVISÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS PARA A REGIÃO DE AGUDOS – SP.".** para obtenção do grau de **Doutor em Ciências Florestais**, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.**

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese, com média final:(8,8), correspondente ao conceito (A).

Curitiba, 19 de março de 1999.

Profa. Dra. Heloísa Sinátora Miranda
Primeira Examinadora
UNB

Prof. Dr. Guido Assunção Riberio
Segundo Examinador
UNIV. VIÇOSA

Prof. Dr. Antônio Carlos Batista
Terceiro Examinador
UFPR

Prof. Dr. Eli Nunes Marques
Quarto Examinador
UFPR

Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares
Orientador e Presidente da Banca
UFPR

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – U.F.PR. – Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal – MESTRADO DOUTORADO – Setor de Ciências Agrárias

Dedico a

meus pais,

José Paulo e Mariêta

e aos meus filhos,

Leon Pablo e Caio Moreno.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba e seu Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade do treinamento oferecida.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná, por possibilitar a realização do Curso de Pós-Graduação.

À Faculdade de Ciência e Tecnologia de Coimbra, Portugal, pelo meu aceite como aluno do Programa de Doutoramento no País, com Estágio no Exterior – PDEE/CAPES (Programa Sandwich).

Ao Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares, pela orientação e pelas oportunidades disponibilizadas durante o curso.

Ao Prof. Dr. Domingos Xavier Filomeno Carlos Viegas, pela orientação, ensinamentos e estímulos quando da minha permanência junto à Faculdade de Ciência e Tecnologia de Coimbra, em Portugal.

Aos Professores co-orientadores Dr. Antônio Carlos Batista, Dr. Eli Nunes Marques e Dr. Carlos Roberto Sanquetta, pelas críticas e sugestões oferecidas.

À empresa de reflorestamento DURAFLORA, na pessoa do Engenheiro Florestal José Luiz da Silva Maia, pela liberação dos dados cadastrais e facilidades oferecidas para a realização dos trabalhos.

Aos colegas dos Cursos de Engenharia Florestal e Medicina Veterinária da Universidade Federal da Paraíba, pelo incentivo e apoio na minha liberação e durante a minha permanência no Doutoramento.

Aos Professores e Técnicos do Laboratório de Aerodinâmica Industrial, com sede em Coimbra – Portugal, pela contribuição científica e pela amizade.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, Cláudia, Wilson, Jane, Leide, Marisete, Magali, Guilherme, Ana, Charles, Zilna, Ângelo, Adalberto, Guadalupe e demais amigos do Curso de Engenharia Florestal e aos da cidade de Curitiba: Adriana, Cibele, Celso, Denys e Sheila, pelas trocas de experiências e pelos momentos de convivência, que contribuíram para alegrar e fortalecer a nossa caminhada.

Aos meus parceiros da representação dos estudantes da Pós-Graduação e aos colegas das gestões posteriores pelo esforço e dedicação, especialmente, pela valiosa contribuição na luta por uma educação pública, gratuita, de qualidade e libertadora para todos e em todos os níveis.

Aos meus pais José Paulo e Mariêta, meus treze irmãos e sobrinhos, Geraldo (Sheila, Charles e Júnior), Terezinha (Alexsandro, Eliane e Júnior), Socorro (Cláudia e Cláudio), Lourdes (Juliana e Eduardo), Maria do Carmo, Maria da Paz, Paulo (Poliana, Paula, João Paulo e Gustavo), Fátima (Marcos Paulo), Maria José (Netinho e Ana Catarina), Cícero, Áurea, **Aparecida – in memoria** (Karina) e Mário em especial, aos meus dois filhos, Leon Pablo e Caio Moreno que, involuntariamente, cederam parte do tempo que a eles deveria ser dedicado.

Aos Professores da Universidade Federal do Paraná, Dr. Anselmo Chaves Netto e Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi e ao Professor Fábio Leite, do Centro de Estudos Africanos da USP, pelo apoio e amizade.

Aos Professores e Funcionários da Escola de Floresta da Universidade Federal do Paraná e às demais pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA ii

AGRADECIMENTOS iii

SUMÁRIO v

LSITA DE TABELAS x

LISTA DE FIGURAS xiv

RESUMO xviii

ABSTRACT xix

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 OBJETIVOS 3

2 REVISÃO DE LITERATURA 4

2.1 HISTÓRIA DO FOGO 4

2.2 O FOGO COMO FENÔMENO FÍSICO 5

2.3 CONCEITOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS 6

2.4 INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BRASIL 6

2.5 METEOROLOGIA APLICADA AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS 8

2.6 ÍNDICES DE PREVISÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS 11

2.6.1 Desenvolvimento dos índices de previsão de incêndios florestais... 11

2.6.2 Definições de índices de previsão de incêndios florestais 12

2.6.3 Considerações teóricas sobre índices de previsão de incêndios florestais 13

2.6.4 Índices de previsão de incêndios florestais em alguns países 15

2.6.4.1 Índice de previsão de incêndios florestais nos Estados Unidos..... 15

2.6.4.2 Índices de previsão de incêndios florestais no Canadá..... 19

2.6.4.3 Índices de previsão de incêndios florestais na Espanha..... 22

2.6.4.4 Índices de previsão de incêndios florestais na Austrália..... 23

2.6.4.5 Índices de previsão de incêndios florestais na França..... 23

2.6.4.6 Índice de previsão de incêndios florestais na África do Sul..... 29

2.6.4.7 Índice de previsão de incêndios florestais na Rússia..... 30

2.6.4.8 Índice de previsão de incêndios florestais na Suécia..... 32

2.6.4.9 Índice de previsão de incêndios florestais no Japão..... 32

2.6.4.10 Índices de previsão de incêndios florestais em Portugal..... 33

2.6.4.11 Índices de previsão de incêndios florestais no Brasil..... 36

2.7 ÉPOCAS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS..... 37

3 MATERIAIS E MÉTODOS..... 40

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... 40

3.2 INFORMAÇÕES RELATIVAS AOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS..... 40

3.3 ÍNDICES DE PREVISÃO ORIGINAIS E AFERIDOS..... 41

3.4 ÍNDICES DE PREVISÃO DO RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS..... 42

3.4.1 Índice de Nesterov..... 42

3.4.2 Índice de Telitsyn..... 43

3.4.3 Fórmula de Monte Alegre..... 44

3.4.4 Índice FWI (Canadá)..... 45

3.5 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS NA ÁREA DE ESTUDO POR MESES DO ANO..... 46

3.6 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS E DAS ÁREAS QUEIMADAS ATRAVÉS DE PERÍODOS DE TEMPO 46

3.7 RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E INCÊNDIOS... 46

3.8 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA COMPARAR O DESEMPENHO DOS ÍNDICES 47

3.8.1 Distância de Mahalanobis 47

3.8.2 *Skill score* ou desempenho dos índices 47

3.8.2.1 Demonstração matemática e aplicação prática da metodologia de análise do *skill score* ou desempenho dos índices. 49

3.8.3 Normalização dos valores dos índices 51

3.8.4 Distribuição das ocorrências de incêndios e de áreas queimadas através das classes de perigo 53

3.9 DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE DIAS POR CLASSES DE PERIGO.... 53

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 54

4.1 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO 54

4.2 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E DE ÁREAS QUEIMADAS POR PERÍODOS DE TEMPO 54

4.2.1 Ocorrência de incêndios por horas do dia 54

4.2.2 Áreas queimadas por horas do dia 56

4.2.3 Ocorrência de incêndios por dias da semana 59

4.2.4 Áreas queimadas por dias da semana 60

4.2.5 Ocorrência de incêndios por dias do mês 61

4.2.6 Áreas queimadas por dias do mês 63

4.2.7 Ocorrência de incêndios por meses do ano 65

4.2.8 Áreas queimadas por meses do ano 67

4.3 RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO ANUAL E INCÊNDIOS FLORESTAIS 68

4.4 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS ÍNDICES DE PREVISÃO DE INCÊNDIOS 70

4.4.1 Distância de Mahalanobis 70

4.4.2 *Skill score* ou desempenho dos índices 72

4.4.3 Normalização dos valores dos índices 78

4.4.3.1 Freqüência dos índices na escala de classificação 80

4.1.3.2 Comparação da eficiência dos índices com base no teste de Friedman 82

4.4.4 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo dos índices 85

4.4.4.1 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice de Nesterov 85

4.4.4.2 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice de Telitsyn 87

4.4.4.3 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice de Monte Alegre 90

4.4.4.4 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice FWI 93

4.4.4.5 Comparação dos índices originais e aferidos através da distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo 96

4.5 ÁREAS QUEIMADAS ATRAVÉS DAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES 99

4.5.1 Distribuição das áreas queimadas através das classes de perigo do índice de Nesterov 99

4.5.2 Distribuição das áreas queimadas através das classes de perigo do índice de Telitsyn 101

4.5.3 Distribuição das áreas queimadas através das classes de perigo do índice de Monte Alegre 103

4.5.4 Distribuição das áreas queimadas através das classes de perigo do índice FWI 106

4.5.5 Comparação dos índices originais e aferidos através da distribuição das áreas queimadas por classes de perigo 109

4.6 DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE DIAS ATRAVÉS DAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES 111

4.61 Distribuição do número de dias pelas classes de perigo do índice de Nesterov 111

4.6.2 Distribuição do número de dias pelas classes de perigo do índice de Telitsyn 114

4.6.3 Distribuição do número de dias pelas classes de perigo do índice FMA 117

4.6.4 Distribuição do número de dias pelas classes de perigo do Índice FWI 121

4.6.5 Comparação dos índices originais e aferidos através da distribuição do número de dias pelas classes de perigo 124

5 CONCLUSÕES 128

ANEXOS 130

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 154

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 RESTRIÇÕES AO SOMATÓRIO DO ÍNDICE DE NESTEROV..... 40

TABELA 2 CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO..... 41

TABELA 3 CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO..... 41

TABELA 4 RESTRIÇÕES AO SOMATÓRIO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE..... 42

TABELA 5 CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL E AFERIDO..... 42

TABELA 6 CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO..... 43

TABELA 7 TABELA DE CONTINGÊNCIA..... 44

TABELA 8 NÚMERO TOTAL DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO..... 54

TABELA 9 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR HORAS DO DIA, EM PORCENTAGEM..... 54

TABELA 10 ÁREAS QUEIMADAS POR HORAS DO DIA, EM PORCENTAGEM..... 57

TABELA 11 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DA SEMANA, EM PORCENTAGEM..... 59

TABELA 12 ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DA SEMANA, EM PORCENTAGEM..... 60

TABELA 13 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DO MÊS, EM PORCENTAGEM..... 62

TABELA 14 ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DO MÊS, EM PORCENTAGEM..... 64

TABELA 15 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO, EM PORCENTAGEM..... 65

TABELA 16 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR MESES DO ANO 67

TABELA 17 OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO POR MESES DO ANO, EM PORCENTAGEM 69

TABELA 18 VALORES MÉDIOS ANUAIS DA DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS PARA OS ÍNDICES DE PERIGO 71

TABELA 19 SKILL SCORE OU DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS 73

TABELA 20 DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS 74

TABELA 21 VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS 76

TABELA 22 VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS 77

TABELA 23 VALORES MÉDIOS ANUAIS DOS ÍNDICES NORMALIZADOS... 79

TABELA 24 FREQÜÊNCIA DOS ÍNDICES POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO 81

TABELA 25 VALORES MÉDIOS DOS ÍNDICES, EM PORCENTAGEM, POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO 81

TABELA 26 MÉDIAS PONDERADAS ANUAIS DAS POSIÇÕES OCUPADAS PELOS ÍNDICES 83

TABELA 27 POSIÇÕES OCUPADAS PELOS ÍNDICES EM CADA ANO 83

TABELA 28 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL 85

TABELA 29 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO 86

TABELA 30 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL 88

TABELA 31 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO 89

TABELA 32 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL..... 90

TABELA 33 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE AFERIDO..... 91

TABELA 34 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL..... 94

TABELA 35 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO..... 95

TABELA 36 PORCENTAGEM MÉDIA ANUAL DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS..... 97

TABELA 37 PORCENTAGEM MÉDIA ANUAL DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS..... 98

TABELA 38 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL. 99

TABELA 39 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO... 100

TABELA 40 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL.... 101

TABELA 41 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO..... 102

TABELA 42 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL..... 104

TABELA 43 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE AFERIDO..... 105

TABELA 44 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL..... 107

TABELA 45 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO..... 108

TABELA 46 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS..... 109

TABELA 47 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS..... 110

TABELA 48 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL. 112

TABELA 49 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO.. 113

TABELA 50 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL.... 115

TABELA 51 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO..... 116

TABELA 52 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL..... 118

TABELA 53 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA..... 119

TABELA 54 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL..... 121

TABELA 55 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO..... 122

TABELA 56 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS..... 124

TABELA 57 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS..... 125

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR HORAS DO DIA..... 56

FIGURA 2 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR HORAS DO DIA..... 58

FIGURA 3 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DA SEMANA..... 59

FIGURA 4 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DA SEMANA..... 61

FIGURA 5 MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DO MÊS, EM PORCENTAGEM..... 61

FIGURA 6 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DO MÊS..... 63

FIGURA 7 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO..... 66

FIGURA 8 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR MESES DO ANO..... 68

FIGURA 9 PORCENTAGEM MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO..... 69

FIGURA 10 VALORES MÉDIOS DA DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS PARA OS ÍNDICES DE PERIGO..... 72

FIGURA 11 VALORES MÉDIOS ANUAIS DA DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS PARA OS ÍNDICES DE PERIGO..... 72

FIGURA 12 DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS 74

FIGURA 13 DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS 75

FIGURA 14 VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS..... 76

FIGURA 15 VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS..... 78

FIGURA 16 VALORES MÉDIOS ANUAIS DOS ÍNDICES NORMALIZADOS... 79

FIGURA 17 VALORES MÉDIOS DOS ÍNDICES NORMALIZADOS, DURANTE O PERÍODO DE 1984 A 1995..... 80

FIGURA 18 VALORES MÉDIOS DOS ÍNDICES, EM PORCENTAGENS, POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO..... 82

FIGURA 19 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL..... 85

FIGURA 20 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO..... 86

FIGURA 21 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO..... 87

FIGURA 22 PORCENTAGEM MÉDIA DA CORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL..... 88

FIGURA 23 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO..... 89

FIGURA 24 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO..... 90

FIGURA 25 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL..... 91

FIGURA 26 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE AFERIDO..... 92

FIGURA 27 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL E AFERIDO..... 93

FIGURA 28 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL..... 94

FIGURA 29 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO..... 95

FIGURA 30 PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO..... 96

FIGURA 31 PORCENTAGEM MÉDIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS..... 97

FIGURA 32 PORCENTAGEM MÉDIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS..... 99

FIGURA 33 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO..... 101

FIGURA 34 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO..... 103

FIGURA 35 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL E AFERIDO..... 106

FIGURA 36 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO 108

FIGURA 37 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS..... 109

FIGURA 38 PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS..... 111

FIGURA 39 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL. 112

FIGURA 40 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO.. 113

FIGURA 41 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO..... 114

FIGURA 42 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL.... 115

FIGURA 43 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO..... 116

FIGURA 44 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO..... 117

FIGURA 45 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA ORIGINAL..... 118

FIGURA 46 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA AFERIDO..... 119

FIGURA 47 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL E AFERIDO..... 120

FIGURA 48 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL..... 122

FIGURA 49 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO..... 123

FIGURA 50 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO 123

FIGURA 51 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS..... 124

FIGURA 52 PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS..... 126

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido em áreas da fazenda Monte Alegre, situada no município de Agudos, no Estado de São Paulo, Brasil. Os objetivos foram, analisar a eficiência dos índices de Nesterov, Telitsyn, Monte Alegre (FMA) e canadense (FWI) na previsão de ocorrência de incêndios e de áreas queimadas, analisar a distribuição da ocorrência de incêndios e de áreas queimadas por períodos de tempo e através das classes de perigo e, relacionar a ocorrência de incêndios com a quantidade e distribuição da precipitação pluviométrica. Os parâmetros meteorológicos utilizados foram os de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, déficit de saturação do ar e tensão máxima de vapor d'água e os parâmetros referentes aos incêndios florestais foram os das ocorrências de incêndios e respectivas áreas queimadas por períodos de tempo, como horas do dia, dias da semana, dias do mês e meses do ano. Foi analisada a distribuição da ocorrência de incêndios, de áreas queimadas e de dias através das classes de perigo dos índices originais e aferidos. Os cálculos foram realizados diariamente, durante o período de 1984 a 1995. Também foi analisada a relação entre a distribuição da precipitação através dos meses do ano e a ocorrência de incêndios. Como testes estatísticos foram utilizados o da distância de Mahalanobis, o *skill score*, de Friedman, ANOVA e Newman-Keuls. Na análise da eficiência dos índices feita com base no teste da distância de Mahalanobis e no teste de Friedman, o FWI foi o que apresentou maior eficiência. A análise feita com base no "skill score", mostrou que os índices originais apresentaram valores muito variáveis ao longo dos anos, sendo que para os índices aferidos, o FWI foi o que apresentou maior eficiência, seguido dos de Telitsyn, Nesterov e Monte Alegre. A análise feita através do teste de Friedman, mostrou que o FWI foi o que apresentou maior eficiência Quando se analisou a quantidade de incêndios através das horas do dia, observou-se que 81,02% dos incêndios ocorreu entre 11 e 18 horas, sendo que, 17,20%, ocorreu às 14 horas e durante o ano, o mês de agosto apresentou o maior percentual, 21,60%; os meses de junho, julho, agosto e setembro, juntos, apresentaram 62,91%. Quanto às áreas queimadas por horas do dia, entre 10 e 18 horas ocorreu 91,97%, sendo que 19,49% das áreas queimadas, ocorreu às 13 horas. Durante o ano, o mês de setembro apresentou 28,49% de áreas queimadas e os meses de agosto, setembro, outubro e novembro, juntos, apresentaram 80,41%. Os índices aferidos apresentaram melhor relação entre o número de incêndios, de áreas queimadas e o número de dias por cada classe de perigo. A distribuição anual da precipitação e de incêndios florestais apresentaram uma relação inversa: durante um período de sete meses, de abril a outubro, ocorreu apenas 42,1% de precipitação pluviométrica e 82,41% de incêndios florestais.

ABSTRACT

This study was developed in areas of the Monte Alegre farm, Agudos, São Paulo, BRAZIL. The objectives of the present study were: to analyse the efficency of the Nesterov, Telitsyn, Monte Alegre (FMA) and Canadian (FWI) indexes to forecast the occurrence of fire; to analyse the distribution of the occurrence of fires and burned areas over time periods and to relate the fire occurrence with the amount and distribution of rainfall. The meteorological parameters used were rainfall, temperature, relative umidity, air saturation deficit, and water vapor pressure. The parameters for the forest fires were fire occurrence and respective burned areas over time periods, like hours of the day, days of the week, days of the month and months of the year. The distribution of fire occurrence, burned areas and days were analysed in each class of danger for the original and calibrated indexes. Calculations were performed daily, from 1984 to 1995. The relationship between the distribution of the monthly rain fall and the occurrence of fire was also analysed. The following statistical analysis were performed: Mahalanobis distance test, skill score, Friedman's test, ANOVA and Newman-Keuls Test. Regarding the efficiency of the indexes, according to the Mahalanobis distance test and the Friedman's test, FWI was most efficient. Analysis based on skill score showed that the original indexes were highly variable along the years, whereas among the calibrated indexes FWI was the most efficient, followed by Telitsyn, Nesterov and Monte Alegre. Regarding the distribution of fires along the hours of the day, 81.02% happened between 11:00h and 18:00h, of which 17.20% happened at 14:00h; and along the year, the month of August showed the highest iincidence, 21.60%, whereas the months of June, July, August and September altogether concentrated 62.91% of the fires. Regarding burned areas over hours of the day, 91.97% occurred between 10:00h and 18:00h, with the highest incidence, 19.49%, at 13:00h. Along the year, the highest incidence (28.49%) was observed in September, and the months of September, October and November altogether totalized 80.41%. The calibrated indexes showed a better correlation between the number of fires, burned areas and number of days for each danger class. The annual distribution of rain fall and forest fires showed an inverse relationship; over a period of seven months, from April to October, when only 42.1% of the rainfall was observed, 82.41% of the fires occurred.

1 INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais, casuais ou propositais, são causadores de grandes prejuízos, tanto ao meio ambiente como ao próprio homem e suas atividades econômicas, causando por vezes, morte de pessoas e animais. No período de 1983 a 1988, no Brasil, os incêndios destruíram uma área de 201.262 hectares de reflorestamento, que representa um prejuízo de aproximadamente 154 milhões de dólares pela cobertura vegetal perdida, além do prejuízo representado pela necessidade de sua reposição, bem como prejuízos de outra ordem como os ambientais e sociais (HERDE, 1996).

Na Amazônia Legal estima-se que sejam derrubados e posteriormente queimados, anualmente, cerca de 8 milhões de hectares. Ao Sul do Brasil as queimadas reduzem ainda mais os remanescentes das Florestas Atlântica e de Araucária e, no Sudeste e Centro-Oeste, são destruídas consideráveis áreas de Cerrado. São considerados, também, de extrema gravidade os incêndios nas Unidades de Conservação (IBAMA, 1991).

As Unidades de Conservação (Parques, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas e Florestas Nacionais) sofrem pesadas perdas ecológicas em função dos incêndios que as atingem, quase sempre, a partir de queimas praticadas em propriedades limítrofes. Isto se agrava, ainda mais, face à inexistência, nessas unidades, de serviços estruturados de prevenção e combate a incêndios florestais. Em 1988, sete Parques Nacionais foram atingidos pelo fogo. Naquele ano, o Parque Nacional das Emas perdeu 80% de sua cobertura vegetal; o da Chapada dos Veadeiros, 40%; Itatiaia, 30%; Canastra, 40%; Araguaia, 50%; Caparaó, 20% e Monte Pascoal, 20%. Estes incêndios atingiram, nas Unidades de Conservação, 500 mil hectares (IBAMA, 1991).

A proteção das florestas contra o fogo começa com a prevenção. A melhor maneira de combater um incêndio é evitar que ele ocorra. Considerando que a grande maioria dos incêndios florestais são provocados por ação antrópica, eles são, em sua maior parte, teoricamente evitáveis (SOARES, 1984).

Os índices de perigo de incêndios são indispensáveis na prevenção de incêndios florestais, visto que apresentam elevada correlação com a ocorrência de incêndios, o que os tornam um instrumento valioso para as previsões, especialmente, os provocados acidentalmente ou propositadamente pelo homem (MACEDO e SARDINHA, 1985).

O uso de indicadores para previsão do grau de perigo de incêndios florestais tem sido amplamente adotado em vários países. A utilização desses indicadores, desenvolvidos para regiões específicas, tem sido, ultimamente, objeto de estudo no Brasil. Alguns desses estudos têm questionado a validade desses índices para outras regiões do País (LEMOS e GAMA, 1978).

Em países onde o setor florestal é bem desenvolvido, existem muitos índices de previsão de incêndios florestais. No Brasil são conhecidos poucos desses índices e apenas alguns são utilizados na previsão dos incêndios. Os índices de previsão são instrumentos importantes para os responsáveis pela prevenção e combate aos incêndios florestais, pois possibilitam o conhecimento do grau de perigo, ou seja, da probabilidade da ocorrência de incêndios, permitindo um planejamento mais racional e econômico dos meios de combate nas diversas épocas do ano (SOARES, 1972).

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), os índices de perigo de incêndios podem ser utilizados nos domínios da prevenção, na gestão das organizações de combate, no planejamento de estruturas logísticas, na luta contra incêndios, na avaliação de prejuízos, na prática de fogos controlados e no ordenamento florestal.

Tendo em vista o grau de destruição provocada pelos incêndios nas florestas naturais ou implantadas do Brasil e considerando que as pesquisas nesta área são ainda incipientes, é importante destacar a necessidade de investigações que contribuam para a solução deste problema. Desta forma, para o desenvolvimento deste trabalho foram consideradas as seguintes hipóteses:

a) que a utilização de variáveis meteorológicas em formulações matemáticas ou índices de perigo, pode prever a ocorrência de incêndios florestais;
b) que a eficiência da previsão da ocorrência de incêndios depende do tipo de índice utilizado;
c) que os índices podem ser aferidos, melhorando sua eficiência na previsão dos incêndios florestais.

A área selecionada para testar estas hipóteses foi a Fazenda Monte Alegre, situada no município de Agudos, no Estado de São Paulo. A seleção desta região se deu por duas razões básicas. Primeiro, porque havia disponibilidade de informações meteorológicas e de incêndios florestais com boa série histórica e com qualidade confiável e, segundo, devido a compreensão e experiência acumulada por profissionais daquela fazenda, com relação à utilização de índices na previsão de incêndios florestais.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são:

a) testar métodos matemáticos e estatísticos que permitam comparar a eficiência entre índices de previsão de incêndios florestais;
b) analisar os índices originais, quantificando o número de dias distribuídos através das classes de perigo e avaliar a eficiência destes, para prever a ocorrência de incêndios florestais;
c) aferir os índices originais e analisá-los, quantificando o número de dias distribuídos através das classes de perigo e avaliar a eficiência destes, para prever a ocorrência de incêndios florestais;
d) analisar a distribuição da ocorrência de incêndios e de áreas queimadas por períodos de tempo, e,
e) relacionar a ocorrência de incêndios com a quantidade e distribuição da precipitação pluviométrica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA DO FOGO

Existem duas versões sobre a domesticação do fogo pelo homem. Alguns pesquisadores dizem que o homem começou a conservar o fogo há aproximadamente 1,5 milhão de anos, porém, a maioria dos pesquisadores acredita que essa domesticação ocorreu há mais ou menos 500 mil anos. O certo é que a "descoberta" do fogo permitiu muitas mudanças na vida dos seres humanos; com ele ficou mais fácil caçar, porque os animais eram cercados com o fogo e os alimentos começaram a ser cozidos antes de serem ingeridos. O fogo também libertou o homem de sua ligação com o clima quente e permitiu a migração para áreas mais frias da Terra, pois, por meio do aquecimento, o homem passou a habitar locais de climas mais frios (LEITE *et al.*, 1997).

Como os primeiros homens dominaram o fogo? Supõe-se que inicialmente eles tenham utilizado o fogo da natureza, colhendo tições inflamados por raios ou pela lava incandescente. Eles se revezavam para alimentar esse fogo com lenha, para que ele não se apagasse. Depois aprenderam a acendê-lo, esfregando duas pedras, uma na outra, para provocar uma faísca, ou friccionando dois pedaços de madeira seca para produzir calor. Essa conquista transformou suas vidas. Mesmo sendo perigoso, o fogo se tornou indispensável. Como era muito difícil acender o fogo pelos métodos antigos, os homens primitivos o vigiavam dia e noite. O guardião do fogo era um personagem importante (WERNECK, 1994).

Para os romanos, o fogo tinha um significado sagrado e as vestais eram as guardiãs desse fogo sagrado, que permanecia aceso em um templo. As vestais usavam roupas brancas e trabalhavam por 30 anos. Nos dez primeiros aprendiam os rituais sobre o fogo; nos dez anos seguintes, prestavam serviços como sacerdotisas e nos dez últimos anos, ensinavam os rituais às mulheres mais novas. Depois disso, podiam se casar e levar uma vida normal (LEITE *et al.*, 1997).

Muitos povos explicam a conquista do fogo por meio de lendas. Segundo a mitologia grega, Hefesto era o deus do fogo, que foi roubado dos deuses e dado

aos humanos por Prometeu. Prometeu, punido por essa atitude, ficou 30 mil anos acorrentado no Monte Cáucaso, onde uma ave alimentava-se diariamente de seu fígado, o qual se reconstituía todas as noites. Na mitologia romana, Vulcano é o deus do fogo e do trabalho de ferreiro. Todo dia 23 de agosto, na época de maior estiagem, era celebrada a festa da vulcanália. A festa servia para afastar os perigos dos grandes incêndios. Para acalmar o deus do fogo, peixes eram queimados vivos nas fogueiras. Em cidades perto dos portos, onde os armazéns com grãos corriam grande risco de incendiar, Vulcano era a principal divindade (LEITE *et al.*, 1997).

Segundo WERNECK (1994) o fósforo foi inventado em 1831. Os primeiros eram perigosos porque se acendiam com muita facilidade. Um sueco inventou os fósforos de segurança, que só acendem quando esfregados numa superfície áspera. A ponta deles é envolvida numa pasta contendo enxofre.

2.2 O FOGO COMO FENÔMENO FÍSICO

Segundo LEICESTER (1961) o fogo desperta na mente humana, sensação de fascínio e medo. Na época de Empedocles de Agrigentum, na Sicília, 490 a 435 a.C. e por muito tempo depois, o fogo foi incluído como um dos quatro elementos primários que constituem o mundo, juntamente com a terra, a água e o ar. Séculos depois, o fogo foi definido como um processo de oxidação rápida, que requer uma substância oxidável (combustível), oxigênio e uma fonte de ignição.

Em 1777, Lavoisier aquecendo o mercúrio, descobriu que o fogo é um efeito resultante de um fenômeno químico chamado combustão, que transforma as substâncias liberando energia, sob a forma de luz e calor (WERNECK, 1994).

Segundo SOARES (1985), fogo é um termo aplicado ao fenômeno físico resultante da rápida combinação entre o oxigênio e uma substância qualquer (madeira, por exemplo), com produção de calor, luz e, geralmente, chamas. Fogo, ou mais precisamente combustão, é, portanto, uma reação química de oxidação. O processo é quimicamente idêntico ao de formação de ferrugem em um pedaço de ferro ou a decomposição da madeira, apenas muitíssimo mais rápido.

2.3 CONCEITOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

Incêndio florestal, segundo HERDE (1996) é todo fogo sem controle sobre qualquer vegetação, podendo ser provocado pelo homem (intencionalmente ou por negligência), ou por fonte natural (raios).

Segundo SOARES (1985), incêndio florestal é o termo geral usado para definir um fogo incontrolado que se propaga livremente e consome os diversos tipos de material combustível existente na floresta. Apesar de não ser muito apropriado o termo incêndio florestal, o mesmo é muitas vezes generalizado também para definir incêndios em outros tipos de vegetação tais como capoeiras, campos e pradarias.

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), o fogo florestal é uma combustão viva, em espaço aberto, e que pode se expandir livremente, consumindo combustíveis vegetais tais como manta morta, ervas, arbustos e árvores, independente da sua origem e do tipo de agente causador.

2.4 INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BRASIL

As regiões mais agredidas pelo fogo, no âmbito da Amazônia Legal, situam-se nos Estados do Mato Grosso, Rondônia e Pará. As queimadas no Sul, reduzem os remanescentes da Floresta Atlântica e da de Araucária; no Sudeste e Centro-Oeste, ocorrem em áreas consideráveis de Cerrado (IBAMA, 1991).

A substituição da cobertura vegetal por pastagens e cultivos agrícolas em muitas regiões do Brasil trouxe, junto com os desmatamentos, um problema grave capaz de piorar, ainda mais, a situação: a intensificação do uso do fogo como prática de limpeza da terra para o cultivo, remoção de pastagens e eliminação de restos de culturas (IBAMA, 1991).

As Unidades de Conservação sofrem pesadas perdas ecológicas em função dos incêndios que as atingem, quase sempre, a partir de queimadas praticadas em propriedades limítrofes. Isto se agrava, ainda mais, face à inexistência, nessas Unidades, de serviços estruturados de prevenção e combate a incêndios florestais (IBAMA, 1991).

A gravidade do problema levou o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), apoiado pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), em 1989, a elaborar e implementar um Programa Emergencial de controle de derrubadas e queimadas na Amazônia Legal, que resultou em expressivos ganhos no tocante à redução da prática de queimadas no ano subseqüente. Entretanto, a questão não pode ser tratada pontualmente, carecendo de um programa sólido e contínuo, para a efetiva proteção dos recursos naturais renováveis do país, periodicamente atingidos pelo fogo (IBAMA, 1991).

Embora sem o devido conhecimento e atenção por parte do governo, o setor florestal, incluindo a agricultura tradicional, apresenta grande competitividade no, mercado mundial. Os incrementos obtidos nas florestas plantadas brasileiras não encontram paralelo em nenhum outro país do mundo e chegam a ser de 10 a 30 vezes superiores ao obtido na Finlândia, país no qual o setor florestal representa quase 50% do PIB nacional. Por este motivo, proteger as florestas, plantadas ou nativas, da ação daninha do fogo deveria ser uma das prioridades dentro da política florestal do país (SOARES, 1994).

A proteção contra o fogo começa com a prevenção e, nesse campo, os passos dados pelo governo até o momento foram muito tímidos. O trabalho desenvolvido pela extinta Comissão Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais deu origem à atual legislação que rege as atividades do setor e foi responsável, junto ao IBAMA, pela instituição do Programa de Prevenção e Combate ao Fogo (PREVFOGO), sendo este programa responsável pela definição e execução da política de controle de incêndios florestais e queimadas no país (SOARES, 1994).

A principal responsabilidade da empresa privada no que se refere aos recursos florestais é proteger seu patrimônio. A destruição de áreas florestais pelo fogo representa não apenas danos diretos de queima de madeira mas também danos indiretos, como a falta de matéria prima para o processo fabril (SOARES, 1994).

No Brasil, ao contrário de outros países como Canadá, Estados Unidos, Chile e Espanha, por exemplo, não existe nenhuma estrutura, nacional ou regional,

de prevenção ou combate aos incêndios florestais, fazendo com que o papel da empresa privada na prevenção dos incêndios torne-se extremamente relevante para a preservação do patrimônio florestal do país (SOARES, 1994).

LIMA (1991), avaliando a eficiência do combate aos incêndios florestais, concluiu que o Brasil apresenta uma baixa eficiência na extinção dos incêndios florestais. Cerca de 51% dos incêndios ocorridos e registrados durante o período de 1984 a 1987 apresentaram área queimada superior a 4,0 ha. A área média queimada foi de 66,7 ha por incêndio. O tempo médio para o ataque (tempo desde o alarme do fogo até o primeiro ataque) foi de 73 minutos. O sistema de mobilização das brigadas de combate foi também deficiente, apresentando um consumo médio de 53 horas-homem de combate por hectare queimado, empregando uma média de 88 homens por hectare.

2.5 METEOROLOGIA APLICADA AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Alguns fenômenos meteorológicos contribuem para o risco, a ocorrência e o comportamento dos incêndios florestais. Os dois modos mais importantes, através dos quais esta influência ocorre, são através do material combustível florestal, especialmente, através da vegetação morta e do seu conteúdo de umidade e, através do vento. Pode-se dizer que os parâmetros relativos ao material combustível atuam conjuntamente com as condições meteorológicas, em certos intervalos de tempo, cuja duração pode ser de meses. Até mesmo os sistemas de risco de incêndios florestais mais simples, utilizam as variáveis meteorológicas para seus cálculos. O vento é o principal responsável pelo impacto da poluição causada pelos incêndios florestais, especialmente, devido a dispersão de fumaça e de partículas sólidas (ANDRÉ, 1992).

SAGLAM e ASLAN (1997), analisaram os efeitos de alguns parâmetros meteorológicos utilizados nos métodos de previsão de ocorrência e de intensidade de incêndios florestais. O período de análise dos dados foi de 1937 a 1995. Os parâmetros meteorológicos observados e estudados em diferentes regiões geográficas foram, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento,

nebulosidade, precipitação pluviométrica e insolação. A primeira parte desse estudo referiu-se à análise estatística de dados sobre áreas queimadas, número e freqüência de incêndios florestais na Turquia. Na segunda parte, foram analisadas equações de previsão através das técnicas de regressão múltipla e simples. Também foram determinadas algumas equações lineares para áreas queimadas, número de incêndios, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação pluviométrica, nebulosidade e insolação.

A possibilidade e a freqüência de ocorrência dos incêndios florestais está intimamente ligada às condições atmosféricas locais. Por este motivo o conhecimento de alguns parâmetros meteorológicos é de significativa importância na prevenção dos incêndios. Através dos parâmetros meteorológicos, pode-se prever os dias e as épocas de maior probabilidade de ocorrência de incêndios e, com essas informações, tomar medidas técnicas e administrativas no sentido de reduzir o potencial de danos pelo fogo (SOARES, 1984a).

O clima pode exercer influência sobre os incêndios florestais de três formas diferentes: primeiro - na distribuição do conteúdo de umidade da vegetação morta, que constitui o principal combustível dos incêndios; segundo - pode ser sua causa direta, sob a forma de descargas elétricas, sempre que o teor de umidade dos combustíveis for suficientemente baixo para permitir a combustão; terceiro - pode influir no desenvolvimento desses por meio da instabilidade atmosférica e das mudanças de direção dos ventos (CIANCIULLI, 1978).

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), a eclosão, a propagação, o comportamento e os efeitos dos fogos são dependentes dos diversos elementos climáticos: radiação solar, temperatura do ar, do solo e da cobertura vegetal, umidade atmosférica, pluviosidade, regime geral dos ventos, ventos locais, etc.

Ainda segundo MACEDO e SARDINHA (1985), devido a importância dos elementos climáticos e de todos os fenômenos com eles relacionados, que influem direta ou indiretamente sobre os incêndios florestais, deve-se fazer um estudo suficientemente detalhado do clima, de modo a melhor compreender as suas múltiplas influências sobre os incêndios florestais.

A propagação do fogo numa floresta é determinada pelo material combustível, pela topografia e pelas condições climáticas. Observa-se que quanto maior o conhecimento das condições climáticas nas diferentes áreas florestais, mais fácil é a determinação do perigo existente, para o início e a propagação de um incêndio. Isso destaca a importância da instalação de uma rede meteorológica e de previsão de incêndios, adequadamente distribuída e em quantidade suficiente, que possibilite uma análise do clima e dos incêndios tanto em termos de micro como de macroescala (CIANCIULLI, 1978).

Os valores das variáveis meteorológicas mudam de acordo com os processos físicos da atmosfera. Essas mudanças influem na ignição, na velocidade e na intensidade dos incêndios florestais (SCHROEDER e BUCK, 1970).

Em trabalho desenvolvido em Longyan, na China, durante o período de 1977 a 1980, XU (1985) fez uma análise de correlação entre os incêndios florestais e os fatores meteorológicos, sendo observado uma correlação inversa entre a freqüência dos incêndios florestais e a umidade relativa do ar. Ocorreram severas queimadas quando a umidade relativa do ar era menor que 65% e, não ocorreram incêndios quando era maior que 75%. Com base na temperatura do ar, também foi feita uma classificação diária dos incêndios florestais e observou-se que ocorreram poucos incêndios quando a temperatura era menor que 25^{0}C e que não existiram incêndios quando era menor que 7^{0}C. Os incêndios foram mais freqüentes no inverno, e a probabilidade de grandes incêndios diminuiu de 5 para 1 do inverno nos meses de verão.

HAINES e SANDO (1969), realizaram estudos relativos à história dos grandes incêndios florestais ocorridos após o verão de 1871, 1881, 1894, 1910, e 1918, nas regiões de Michigan, Wisconsin e Minnesota, nos Estados Unidos, concluindo que dentre os fatores predisponentes, o que mais favoreceu os incêndios foi a existência de baixas precipitações durante o período de três a oito meses antes desses incêndios. Observou-se ainda que os incêndios florestais ocorreram quando as atividades de cortes eram intensificadas e quando existiam vários focos de ignição, combinados com a falta de medidas eficientes de controle.

STOLYARCHUK (1980), utilizou informações de variáveis meteorológicas, em 100 estações, durante o período de 1946 a 1975, nas regiões de Archangel, Yakutsk e Khabarovsk, na Rússia e determinou a variação anual das condições meteorológicas, identificando as anormalidades meteorológicas e, conseqüentemente, o aumento da ocorrência de incêndios florestais.

2.6 ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

2.6.1 Desenvolvimento dos índices de perigo de incêndios florestais

O desenvolvimento do primeiro sistema de índices de previsão de incêndios florestais deve-se aos Serviços Florestais dos Estados Unidos, que integrou as investigações e experiência das diversas organizações federais, estaduais e privadas de combate ao fogo. A organização da proteção em larga escala contra incêndios florestais iniciou-se nos Estados Unidos logo após a criação dos seus Serviços Florestais, integrados no Ministério da Agricultura, em 1905, tendo o grande incêndio de Idaho, em 1910, despertado a opinião pública para a necessidade de melhorar os sistemas de proteção, pelo menos nas florestas nacionais. Já em 1914 Dubois tinha perfeita noção dos fatores que afetam o perigo de incêndios e da necessidade de os indexar, e, ainda, de que o perigo de incêndio deveria ser expresso em termos da velocidade de propagação, embora não possuísse, então, meios para medir e integrar esses fatores num índice de perigo de incêndio (MACEDO e SARDINHA, 1985).

A primeira abordagem sistemática sobre o problema da indexação do perigo de incêndios, feita através de investigação organizada, deve-se a Gisborne, que publicou em 1928 um estudo sobre o assunto e construiu, em 1933, um engenhoso medidor de perigo de incêndios, consistindo numa régua de cálculo em cartão, que correlacionava cinco variáveis e exprimia o seu efeito conjunto por sete classes de perigo de incêndios. Essas variáveis eram as seguintes: 1) teor de umidade dos combustíveis, determinado pelo peso de uma vara indicadora; 2) umidade relativa do ar; 3) data desde o início da estação dos incêndios (medindo o estado do

combustível e a radiação solar); 4) atividades dos agentes de ignição de fogos (essencialmente faíscas); 5) raio de visibilidade. A régua de Gisborne possuía, comparada com réguas posteriores, certas imperfeições, pois incluía fatores de inflamabilidade e logísticas difíceis de correlacionar diretamente numa simples escala numérica. Apenas as três primeiras variáveis, teor de umidade do combustível, umidade relativa do ar, e data, mediam a inflamabilidade do combustível. Um dos mais importantes fatores, o vento, não foi considerado inicialmente, tendo sido acrescentado posteriormente (MACEDO e SARDINHA, 1985).

No Brasil, entre as ações correspondentes ao papel do governo na prevenção de incêndios florestais está a de desenvolver um índice de perigo de incêndio, com metodologia adequada para o uso em todos os ecossistemas brasileiros, considerando a necessidade de sua utilização nas atividades de prevenção, de educação ambiental e de queima controlada. O conhecimento do grau de risco de ocorrência de incêndio é também um instrumento de muita utilidade, tanto de maneira direta como indireta, em programas de prevenção (SOARES, 1994).

2.6.2 Definições de índices de perigo de incêndios florestais

Os índices de previsão de incêndios florestais são constituídos por números que refletem antecipadamente a possibilidade de ocorrência de incêndios, assim como a sua facilidade de propagação, de acordo com as condições atmosféricas de um dia ou de uma seqüência de dias (SOARES, 1972).

Perigo de incêndio pode ser definido como "um termo geral que expressa o resultado dos fatores constantes e variáveis, os quais afetam as chances de um incêndio iniciar, propagar e provocar danos, e a dificuldade de controlá-lo" (Anônimo 1953, citado por CHENEY, (1968). Entretanto, COUNTRYMAN (1966) definiu perigo de incêndio simplesmente como o potencial de danos que pode ser causado às florestas pelo fogo.

2.6.3 Considerações teóricas sobre índices de perigo de incêndios florestais

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), os índices de perigo de incêndios são indispensáveis na prevenção de incêndios florestais, visto que apresentam elevada correlação com a ocorrência de incêndios, o que os torna um instrumento valioso para as previsões, especialmente, de causas humanas.

Os índices de inflamabilidade podem ser simples, quando baseados em uns poucos elementos meteorológicos, entretanto, onde existem organizações encarregadas da proteção florestal, são elaborados índices de perigo de incêndios mais complexos, nos quais podem figurar variáveis como umidade dos combustíveis e indicações de seu estado físico (CIANCIULLI, 1978).

Os incêndios florestais têm se tornado uma questão básica nas políticas de preservação, tanto para florestas naturais como plantadas em muitas regiões do mundo. Os meios de combate a incêndios, em uma região como a da bacia do Mediterrâneo, tem alcançado um nível aceitável, de acordo com a severidade do problema. Entretanto, a prevenção dos incêndios ainda precisa ser desenvolvida de acordo com a velocidade e o aumento do perigo. Novas abordagens silviculturais, ferramentas mais eficientes de educação ambiental e mobilização dos recursos sociais e econômicos existentes, são necessárias para minimizar os efeitos dos incêndios florestais no ambiente como um todo (VÉLEZ, 1997).

Vários estudos correlacionam a evolução anual ou sazonal dos índices de perigo com o número de incêndios ocorridos no mesmo período, tendo-se estabelecido uma associação significativa entre as duas variáveis. Tal associação permite calcular para um determinado período, mês ou estação, e para uma dada região, o número esperado de incêndios (MACEDO e SARDINHA, 1985).

Segundo ainda MACEDO e SARDINHA (1985), os índices de perigo de incêndios podem ser utilizados nos domínios da prevenção, na gestão das organizações de combate, no planejamento de estruturas logísticas, na luta contra incêndios, na avaliação de prejuízos, na prática de fogos controlados, no ordenamento florestal, etc.

Em países onde o setor florestal é bem desenvolvido, existem muitos índices de previsão de incêndios florestais. No Brasil, são conhecidos poucos desses índices, e apenas alguns são utilizados na previsão dos incêndios. Os índices de previsão são instrumentos importantes para os responsáveis pela prevenção e combate aos incêndios florestais, pois, possibilitam o conhecimento do grau de perigo, ou seja, da probabilidade da ocorrência de incêndios, permitindo um planejamento mais racional e econômico dos meios de combate nas diversas épocas do ano (SOARES, 1972).

Os cálculos dos índices de previsão de incêndios florestais geralmente se baseiam nos fatores meteorológicos, porém, existem muitas variações no sistema de cálculos utilizados nos diversos países, diferindo bastante o grau de importância ou o peso atribuído a determinados fatores, podendo existir inclusive, dentro de um país, vários sistemas diferentes, nas diversas regiões que o compõem. Os índices de previsão mais usados adotam, para efeito de cálculo, os dados climáticos coletados às 13:00 horas. Em casos excepcionais, pode-se tolerar um atraso de até duas horas. Após esse limite, os dados praticamente não terão validade (SOARES, 1972).

Segundo CHENEY (1968), os índices de perigo de incêndios florestais fornecem uma resposta prática em 80% dos casos. Isto é suficiente para o planejamento eficiente do controle de incêndios, pois, há pouca necessidade de um sistema altamente complicado de avaliação, fornecendo talvez uma resposta 90% correta, quando a organização para a supressão do incêndio não está equipada para tirar vantagem da informação recebida.

Segundo CHENEY (1968), os fatores assumidos como constantes para cada área e que influenciam a ocorrência e a propagação dos incêndios florestais são constituídos pela característica do material combustível, topografia, organização de controle dos incêndios, risco e valor dos recursos. Esses fatores, normalmente, não são incluídos nos índices de avaliação de perigo de incêndios. Os fatores considerados variáveis, tendo em vista a sua variação com o tempo e o lugar são constituídos pela umidade do material combustível, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar, ponto de orvalho, precipitação, instabilidade

atmosférica, mudança da velocidade e direção do vento, radiação solar e visibilidade. Esses fatores são incluídos nos índices de avaliação do perigo de ocorrência de incêndios florestais.

Existem dois tipos de índices de incêndios: os que indicam a possibilidade de ocorrência, que normalmente são constituídos pelos fatores variáveis, e os que indicam o comportamento dos incêndios florestais, para os quais podem fazer parte da sua constituição os fatores constantes e os fatores variáveis.

Um dos principais propósitos da pesquisa em incêndios florestais consiste em determinar a relação entre os fatores determinantes e os fatores componentes:

- Os fatores determinantes são constituídos por condições climáticas, material combustível, topografia, ignição, fatores humanos, localização e tipo de recursos, tipos de uso e danos.
- Os fatores componentes são constituídos por taxa de propagação, taxa de combustão, tamanho e número de incêndios, probabilidade e número de ignição de causas humanas e naturais, suscetibilidade a danos, taxa de danos aos recursos e danos causados pelo incêndio.

Uma vez estabelecida a relação entre os dois tipos de fatores, estes podem ser utilizados, individualmente ou em conjunto, no planejamento das ações de controle aos incêndios florestais. Entretanto, existe a possibilidade de surgir um sistema de classificação de perigo de incêndios baseados em um modelo de índice múltiplo, incluindo outras variáveis de perigo de incêndios. Esse sistema poderá contemplar todos os fatores de perigo de incêndios florestais (COUNTRYMAN, 1966).

2.6.4 Índices de perigo de incêndios florestais em alguns países

2.6.4.1 Índice de perigo de incêndios florestais nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos foram desenvolvidos diversos sistemas de índices, que foram aplicados por diversas organizações, em várias regiões. Todos esses sistemas basearam-se nos princípios de Gisborne, incorporado na sua régua medidora de 1933. Em 1963 eram usados nos Estados Unidos oito sistemas

diferentes de indexação e, em 1972, foi estabelecido um índice nacional. Devido a dificuldades resultantes da existência de vários índices, foi deliberado em 1959, criar um sistema nacional num prazo de três anos. Em 1963, concluíram-se os trabalhos; em 1964 foram postas em vigor as instruções e normas que constituem o sistema nacional de indexação de perigo de incêndios florestais, que compõem-se dos seguintes índices: 1) índice de propagação, relativo à progressão dos incêndios; 2) índice de ignição, relativo a probabilidade das fagulhas provocarem focos de ignição; 3) índice de risco, relativo a probabilidade de atuação de um agente causal do fogo (humano ou natural); 4) índice de energia do combustível, relativo à capacidade calorífica acumulada em determinada área florestal (MACEDO e SARDINHA, 1985).

Em 1978, foi introduzida uma nova versão, com uma estrutura hierarquizada de índices. Os fatores ambientais, observados diariamente, são a umidade relativa do ar, a temperatura do ar, a nebulosidade e a velocidade do vento, a partir dos quais se determina o teor de umidade e a temperatura do combustível. Observam-se ainda, diariamente, as temperaturas máxima e mínima, bem como a intensidade de trovoadas. Define-se o tipo de combustível seco e os teores de umidade dos combustíveis vivos, o que permite tipificar 20 modelos distintos de combustíveis, representativos da variabilidade existente em todo o território dos Estados Unidos. Avaliam-se ainda as causas humanas e o tipo de relevo, definido por classes de declive (MACEDO e SARDINHA, 1985).

Segundo MEES e BEDNAR (1989), foi realizada uma análise de correlação entre as atividades de queimadas e os registros das variáveis meteorológicas durante um período de 15 anos, em oito florestas nacionais, em Oregon e Califórnia. Houve baixa correlação entre áreas queimadas e atividades pessoais e o índice meteorológico do sistema nacional de classificação de perigo de incêndios florestais. Entretanto, nos períodos de tempo em que o índice de perigo meteorológico mostrou valores extremos, também houve grandes proporções de atividades de fogo. Nestas condições, o índice pode ser útil para prever atividades extremas com fogo. Isto pode ser observado em áreas com diferentes tipos de clima e diferentes tipos de combustíveis.

Segundo DEEMING *et al.* (1972), o sistema nacional de classificação de perigo de incêndios florestais dos Estados Unidos apresenta uma estrutura básica, fornecendo três índices que auxiliam no planejamento e supervisão das atividades de controle de incêndios em áreas a serem protegidas. Estes índices são derivados de três componentes do comportamento do fogo: velocidade, energia liberada e ignição. Cada componente é avaliado em uma escala de zero a cem. Segundo o mesmo autor, os índices são definidos como:

1. índice de ocorrência - refere-se à incidência potencial de incêndios dentro de uma determinada área;

2. índice de queima - refere-se à quantidade potencial de esforço necessário para conter um incêndio em um determinado tipo de combustível em uma área específica;

3. índice de carga de incêndio - refere-se à quantidade total de esforço necessário para conter todas as prováveis ocorrências de incêndios dentro de uma determinada área durante um determinado período.

O índice de ocorrência é derivado do risco quando uma área é exposta a fontes de ignição, aos componentes da ignição e a probabilidade da velocidade de incêndios provenientes de fagulhas em combustíveis finos, que são combustíveis constituídos por galhos com diâmetro menor ou igual a 1,0 cm, folhas, líquens, musgos e gramíneas, todos no estado seco.

Indicações da provável velocidade de propagação, da taxa de combustão por unidade de área dentro da frente de chamas e a largura da zona de chamas quando considerados juntos, dão uma medida do grau de dificuldade para o trabalho de combate.

O índice de queima é derivado dos componentes da velocidade e da energia liberada. Para se calcular o índice de queima, os componentes da velocidade e os componentes da energia liberada são combinados em uma equação originalmente desenvolvida por Byram para calcular o comprimento das chamas.

A dificuldade de conter um único incêndio (índice de queima) multiplicado pelo provável número de incêndios (índice de ocorrência), fornece a quantidade de trabalho por dia, necessário para conter os incêndios em uma área protegida; isto

corresponde ao índice de carga de incêndio. Além desses índices, existe o índice da estação de severidade que pode ser computado através dos índices de carga de incêndio, durante o verão, registrados durante um período determinado. O índice da estação de severidade é utilizado como uma ferramenta administrativa para estimar o trabalho de combate a um incêndio potencial, analisado em uma unidade de proteção durante a estação de incêndios.

A importância dos aspectos básicos do comportamento dos incêndios como facilidade de ignição, taxa de propagação e taxa de combustão não podem ser superestimados, pois eles determinam qual é a necessidade de controle. Qualquer sistema ou programa que atente para o grau de perigo de incêndios deve fornecer previsões precisas e seguras destas três variáveis.

Os componentes do comportamento do fogo são a principal chave para a classificação do perigo de incêndios, desde que eles integrem os efeitos do combustível, meteorológicos e da topografia dentro de um conjunto de números que o administrador de incêndios possa usar para suprir suas necessidades.

Os componentes da ignição representam a facilidade com que os combustíveis finos entram em ignição. A ignição normalmente ocorre nos combustíveis finos e secos. Os três diferentes passos que podem ser considerados são: as fagulhas que entram em contato com os combustíveis secos, as partículas dos combustíveis secos e a temperatura das partículas do combustível, a qual pode aumentar até o ponto de ignição, cerca de 380^0C.

A existência de material orgânico vivo protege o material morto das fagulhas ou reduz a sua capacidade de ignição, entretanto, um ajuste depende da percentagem do material combustível fino que encontra-se no estado vivo (vegetação herbácea).

O conteúdo de umidade do material combustível fino (< 0,7 cm) e morto, demora uma hora para umedecer, dependendo da temperatura e da umidade do ar em torno das partículas do combustível. As condições da vegetação herbácea e o tempo necessário para o material combustível umedecer entram nos cálculos para se determinar o conteúdo de umidade do material combustível fino.

Quanto menor a temperatura de ignição do material combustível, mais rápida será a ocorrência de fogo, pois não é necessário muita energia para aumentar a temperatura das partículas do combustível a 380^{0}C.

Os componentes da velocidade são derivados de modelos matemáticos desenvolvidos nos laboratórios de incêndios florestais no Norte dos Estados Unidos. Este modelo integra os efeitos do vento e da topografia, que junto com a camada do combustível e as características das partículas do combustível, determina a taxa de propagação dos incêndios. Para a determinação da taxa de propagação dos incêndios utiliza-se o modelo matemático de Rothermel.

Os componentes da energia liberada, assim como os componentes da ignição são calculados usando uma única tabela para cada modelo de combustível.

2.6.4.2 Índices de perigo de incêndios florestais no Canadá

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), as investigações para o estabelecimento de um sistema de indexação de perigo de incêndio iniciaram-se no Canadá em 1929, na província de Ontário, tendo continuado desde então, permitindo chegar ao sistema nacional atualmente em vigor. Esse sistema é constituído por um conjunto de tabelas que permitem estimar o perigo de incêndio correspondente a cada um dos principais tipos de combustíveis, com base nas observações de pluviosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento ao meio dia local. Algumas dessas tabelas permitem introduzir correções correspondentes a variações sazonais do estado da vegetação e da insolação. Embora existam tabelas para cada um dos principais tipos de combustíveis, a estrutura geral das tabelas é a mesma. Tabelas especiais permitem correções relativas a regiões montanhosas, onde existem condições de grande secura, associadas à baixa umidade relativa noturna.

O sistema de índices canadense divide-se em índice de perigo regional, que refere-se a uma grande área, e os índices de perigo de fogo florestal ou de superfície, que se referem a condições particulares, especialmente ao tipo de combustível (matorral, pradaria, detritos, etc.) que podem ter predominância local. O

que distingue especialmente o sistema canadense é a utilização dos índices do dia anterior no cálculo dos índices de secura e de umidade do combustível. A correlação elevada que existe entre os teores de umidade em dois dias consecutivos, mesmo para combustíveis finos, melhora substancialmente a estimativa do seu teor de umidade a partir dos parâmetros meteorológicos, tais como, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, velocidade do vento (MACEDO e SARDINHA, 1985).

Os combustíveis finos a que o índice de perigo de fogo superficial se refere, são os combustíveis rasteiros, isto é, folhas secas, pequenos ramos, matorral, húmus, turfa, etc. Na caracterização vegetal de uma dada região é atribuído a cada tipo de combustível um peso proporcional à superfície relativa ocupada nessa região. O índice de perigo de fogo florestal refere-se aos combustíveis lenhosos grosseiros. É estabelecido uma correlação acentuada entre a umidade atmosférica, a chuva e o vento, para as diversas estações do ano (MACEDO e SARDINHA, 1985).

O sistema de índices canadense baseia-se em tabelas que têm sido aperfeiçoadas de acordo com a experiência acumulada ao longo dos anos, havendo diversas versões, entre as quais a de Ontário (1956), a da Colúmbia Britânica (1961), a de Manitoba (1956) e a das Províncias Marítimas (1966). O sistema funciona atualmente através de cálculos por computadores (MACEDO e SARDINHA, 1985).

STOCKS (1979), utilizou a média mensal da precipitação, durante a estação de incêndios florestais, no período de 1976 a 1977, em Ontário, Canadá e confeccionou mapas de déficit e de excesso da precipitação, em percentagem, em períodos de 6, 12, 18 e 24 meses. O autor concluiu que o índice baseado no parâmetro da precipitação pluviométrica não representa um método seguro para estabelecer a duração e a severidade da época seca, sendo necessário outro índice que reflita a tendência da umidade do solo por um período de dois a três meses.

Segundo o órgão oficial canadense de controle de incêndios florestais – CANADIAN (1970), o índice meteorológico de incêndios florestais do Canadá (FWI – *fire weather index*) consiste de uma classificação numérica do potencial da

intensidade de incêndios em um determinado tipo de combustível. Este índice considera apenas as condições meteorológicas, não sendo consideradas as características do material combustível e da topografia. Ele fornece uma escala uniforme para classificar o grau de perigo de incêndios florestais em todo o território do Canadá. Os valores do índice apresentam uma relação direta com o grau de perigo de incêndios.

O índice meteorológico de incêndios florestais do Canadá consiste de dez tabelas que são agrupadas em seis blocos. Nos três primeiros blocos é analisado o efeito das condições meteorológicas sobre o conteúdo de umidade dos vários tipos de combustíveis orgânicos. Nos três últimos blocos são analisadas a quantidade de umidade acumulada e as características do comportamento do incêndio. Os seis blocos são os seguintes:

1. quantidade de umidade do combustível fino (FFMC) - refere-se à classificação numérica do conteúdo de umidade da camada orgânica e dos combustíveis finos existentes na floresta;
2. quantidade de umidade da turfa (DMC) - refere-se à classificação numérica para a umidade média existente na camada orgânica não compacta com 2 a 4 polegadas de profundidade;
3. grau de secura (DC) - Refere-se à classificação numérica da umidade média existente nas camadas orgânicas compactas e profundas. Esta quantificação deve ser utilizada como um guia nas atividades de supressão e preparação de longo prazo, em grandes áreas;
4. índice de propagação inicial (ISI) - refere-se à classificação numérica da velocidade do incêndio, imediatamente após a ignição, em um determinado tipo de material combustível;
5. ajuste da quantidade de umidade da turfa (ADMC) - refere-se à classificação numérica da quantidade de material combustível disponível para a combustão. Esta quantificação é adequada para uso como um guia nas atividades de presupressão e preparação de curto prazo;

6. índice meteorológico de incêndios (FWI) - refere-se à classificação numérica da intensidade potencial do incêndio em um determinado tipo de combustível. Esta quantificação é um guia para as atividades diárias de preparação e supressão.

VEJA-GARCIA *et al.* (1995), desenvolveram um modelo matemático que incorpora variáveis meteorológicas e geográficas, que foi usado para prever o número de incêndios por dia na floresta de Whitecourt, em Alberta. Os dados utilizados incluíram: ocorrência de incêndios (1) e não ocorrência de incêndios (0). As observações foram realizadas nos dias da estação de incêndios, entre os meses de abril e outubro, no período de 1986 a 1990. Foram realizadas 8.009 observações neste período, das quais 157 foram observações com incêndios. Um modelo usando quatro variáveis (previsão de ocorrência de incêndios por unidade de área; uma variável simulada e uma variável desenvolvida para o distrito florestal; e o índice de propagação inicial do índice de incêndios do Canadá) foi capaz de prever 79,0% dos dias com incêndios e 81,5% dos dias sem incêndios. O modelo errou na previsão de 37 dias com incêndios e produziu 29 alarmes falsos. Quando o modelo foi testado com dados reais da floresta de Whitecourt, no período de 1991 e 1992, durante a estação de incêndios, houve acerto em 74,1% do tempo.

2.6.4.3 Índices de perigo de incêndios florestais na Espanha

Antes de adotarem um sistema nacional de indexação de perigo de incêndios, os Serviços de Incêndios Florestais da Espanha experimentaram os sistemas do Canadá e dos Estados Unidos, objetivando encontrar um método de cálculo do índice de perigo com utilidade prática e imediata, e adquirir, simultaneamente, experiência que permitisse criar um sistema próprio, adaptado às características fitoclimáticas da Espanha. Em decorrência dos resultados obtidos, os Serviços de Incêndios Florestais da Espanha decidiram adotar o sistema de indexação canadense, recorrendo no entanto a aspectos de outros sistemas nacionais, para obter o sistema adequado ao território espanhol (MACEDO e SARDINHA, 1985).

2.6.4.4 Índices de perigo de incêndios florestais na Austrália

O método de previsão de incêndios florestais da Austrália é baseado em uma série de tabelas em forma de círculos. Para a utilização deste método são consideradas as seguintes observações meteorológicas: precipitação às 9:00 horas, número de dias desde a última precipitação, fator de secura, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura do ar (MACEDO e SARDINHA, 1985).

Para a determinação do grau de perigo, observa-se a última precipitação em um círculo, relacionando-a em outro círculo que contém o número de dias desde a última precipitação; com base nestas duas variáveis, é determinado o fator de secura e o respectivo índice de seca. No círculo referente à umidade relativa, existe uma seta que deve estar direcionada para o fator de secura determinado; na seqüência, alinha-se, em outro círculo, a leitura da umidade relativa com o valor da temperatura do ar. Com base na combinação destas leituras, determina-se o índice de perigo, em um círculo específico e a respectiva classificação de perigo de incêndios florestais (MACEDO e SARDINHA, 1985).

2.6.4.5 Índices de perigo de incêndios florestais na França

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), as regiões francesas mais sujeitas a incêndios são as regiões mediterrâneas da Provença e da Córsega, onde as condições meteorológicas de estiagem predominam, sobretudo, durante verões quentes e secos, pelo que o sistema de indexação mais adequado deverá contemplar especialmente, o estado de secura e o vento. No verão, sopra nessas regiões, freqüentemente, um vento do tipo Mistral, com direção Noroeste, muito seco, que contribui para o agravamento do perigo de incêndio, secando o solo e a vegetação.

O estado de secura refere-se ao déficit de água no solo, em relação ao nível de saturação, que aumenta com as estiagens prolongadas e diminui de acordo com a precipitação, que no verão ocorre por vezes na forma de chuvas torrenciais passageiras. Estudos relativos à evapotranspiração na região mediterrânea

conduziram à determinação do nível de saturação de água no solo, que se situa em torno de 150mm. O déficit de água no solo (d) é definido através da diferença entre o nível de saturação e a reserva (r) de água nele contida, isto é, por diferença que se determina diariamente, utilizando-se um evaporímetro. A fórmula utilizada é a seguinte:

$$d = 150 - r \quad (1)$$

A principal característica do vento que deve ser observada diariamente é da sua velocidade, embora a direção seja por vezes muito importante como indicadora da umidade relativa e da temperatura. Ventos de grande velocidade, embora úmidos, podem ser tão perigosos quanto ventos menos intensos e mais secos.

O sistema de índices na França baseia-se nos dois parâmetros indicativos de déficit de água no solo e velocidade do vento e exprime o perigo de incêndio numa escala de quatro graus (0, 1, 2, 3), correspondentes a outras tantas classes de perigo.

O índice de perigo de incêndio é determinado a partir da velocidade do vento e do grau de secura do solo, por meio de tabela de dupla entrada.

A aplicação mais importante do índice de perigo é a declaração de alerta para a prevenção dos Serviços Florestais e do público em geral. Continua sendo pesquisada a correlação entre o índice de perigo de incêndio, determinado do modo acima indicado, com o número e extensão dos fogos ocorridos (MACEDO e SARDINHA, 1985).

Segundo CARREGA (1991), na região mediterrânea da França é utilizado um índice meteorológico para a previsão de incêndios florestais.

No caso específico de incêndios florestais, o combustível é proveniente da biomassa. O potencial de queima da biomassa depende, por outro lado, da sua densidade e volume (olhando deste modo, as florestas do Mediterrâneo, que compõem-se de vários estratos, são particularmente suscetíveis de queimar) e, por outro lado, da sua inflamabilidade. Este último critério depende da natureza da vegetação, tanto quanto seu conteúdo de água, o qual é altamente variável. O conteúdo de água varia durante a vida da planta, dependendo de seu estágio fenológico e da quantidade de água no solo. A quantidade de água no solo é

determinada pelo método de Thornthwaite, o qual é empregado na região mediterrânea, devido ser de fácil utilização, através da seguinte fórmula (CARREGA, 1991):

$$ETP = 16.\left(\frac{10.t}{I}\right)^{a} . F \qquad (2)$$

Onde, $a = 6{,}75 . 10^{7} . I^{3} - 7{,}71 . 10^{-5} . I^{2} + 1{,}79 . 10^{-2} . I + 0{,}49$

t = temperatura média;

I = é a soma das 12 temperaturas dos índices "i";

$i = (t/5)^{1{,}514}$, $i_{(1)}$ a $i_{(11)}$ são os índices mensais, onde $i_{(12)}$ é o índice diário;

F = é o coeficiente relativo a latitude e a estação do ano.

A reserva de água no solo (r) é determinada através da evapotranspiração, através da fórmula (CARREGA, 1991):

$$r = R * \exp(-ETPc / R) \qquad (3)$$

onde, R é a reserva máxima (na região mediterrânea, a capacidade de armazenamento máximo é de 150 mm), e ETRc é a soma dos valores diários de ETP anterior, quando r < R (CARREGA, 1991).

Assim, sendo a capacidade de armazenamento de 150 mm, a perda desta água é determinada através da fórmula (CARREGA, 1991):

$$\text{Log } 10 . r = \frac{(752 - ETPc)}{345} \qquad (4)$$

A combustão depende não somente do oxigênio, mas também, de duas características fundamentais do vento: a velocidade e a higrometria. Os efeitos mecânicos do vento sobre o agravamento do fogo é inquestionável. A velocidade do vento na região chega a 70 km/h, aumentando as chamas em função da renovação permanente do oxigênio e da secagem inicial do material combustível. Esta secagem inicial é causada pela forte inclinação da radiação frontal, constituída pelas chamas e pelo calor de advecção. A secagem do ar, medida pela umidade relativa ou pela diferença entre a temperatura e o ponto de orvalho, é outro parâmetro essencial, visto que favorece à secagem da vegetação viva ou morta. A combinação de altas velocidades do vento e baixa umidade, são as condições favoráveis para o desenvolvimento do fogo de manchas. Os incêndios provocados

pelo homem são muito freqüentes, enquanto que os incêndios provocados por raios são extremamente raros nesta região (CARREGA, 1991).

Os índices que se baseiam em um único parâmetro meteorológico, geralmente, apresentam baixa correlação com os incêndios e estas correlações normalmente não são lineares. São conseguidas melhores correlações com os incêndios quando os parâmetros meteorológicos são analisados conjuntamente. Na ausência de uma teoria bem ajustada sobre a física do fogo, observa-se que a previsão de incêndios pode ser feita usando índices que combinem estes parâmetros (CARREGA, 1991).

Na França, o Serviço Nacional de Meteorologia, que também é responsável pela avaliação do perigo no Sul da França, há vários anos usa o índice de "Orieux", o qual desenvolveu classes de perigo com base na combinação da capacidade de armazenamento de 150 mm de água no solo (de acordo com Thornthwaite) e a velocidade do vento (CARREGA, 1991).

Diversos trabalhos têm proposto outros métodos, entre estes: o da função discriminante de J. C. Barescut (1977, 1979) que é baseada na capacidade de armazenamento de 47,5 mm de água na superfície do solo, no vento, no ponto de orvalho e na temperatura máxima; a velocidade de propagação em um incêndio eventual, proposto por J. C. Drouet (1983) que usa a reserva de água no solo de 150mm, velocidade do vento, temperatura do solo (CARREGA, 1991).

Em 1985 foi proposto o índice de Carrega (I85), que é eficiente e de fácil aplicação, inicialmente elaborado pelo departamento dos Alps Maritine. Esse índice de ignição e propagação de incêndios tornou-se aplicável em todo o Sul da França onde foi testado pelo Serviço Nacional de Meteorologia. A fórmula inicial é:

$$I85 = (r^{0,5} \quad \frac{Hn}{Vb}) \cdot C \qquad (5)$$

onde r é a reserva diária de água no solo, em mm, conforme Thornthwaite (capacidade de armazenamento de 150 mm); Hn é o menor teor de umidade relativa do ar, em porcentagem; Vb é a velocidade do vento em graus Beaufort, e, C é um coeficiente da vegetação na classe de 0,8 a 1.

As classes de perigo do índice são:

Valores de I85	Graus de perigo
< 50	Risco muito alto
50 – 150	Risco alto
150 – 300	Risco moderado
300 – 450	Risco baixo
> 450	Nenhum risco

O índice "*I85*" foi adotado pelo Serviço Nacional de Meteorologia e agrupado ao índice de Drouet, que é mais específico para a velocidade do vento, obtendo-se um índice mais complexo, usado atualmente por aquele Serviço.

Ao mesmo tempo, o índice "I85" foi melhorado por duas vezes este ano, em dois caminhos diferentes.

Para evitar o efeito causado pela mudança da escala do índice, de graus Beaufort para outra unidade, a qual era expressa normalmente em números inteiros, agora é expressa em decimais, de acordo com a seguinte fórmula:

$$Vbd = (b + 1) - \frac{PI - V}{A} \qquad (6)$$

onde Vbd é a velocidade do vento em Beaufort "decimais"; b são as classes em Beaufort (1 a 12); PI é a velocidade máxima em cada classe, em m/s; A é a classificação das classes, em m/s (diferença entre os valores máximos e mínimos), e, V é a velocidade do vento observada, em m/s. A constante 1 adicionada a b significa que os valores inteiros das classes em Beaufort são considerados como sendo valores mínimos e não os valores médios das classes.

Como exemplo, um vento (V) de 7 m/s pertencente à classe 4 de Beaufort (b), com classificação (PI) de 5,5 a 8,0 m/s, dando um valor de classificação (A) de 2,5, tem-se que:

$$Vbd = (4+1) - \frac{8,0-7}{2,5} = 4,6$$

Na tentativa de sua padronização, o índice "I85" foi definido com classes de 0 a 20 (perigo máximo) e a fórmula foi alterada para:

$$\frac{I85}{90} = \frac{500 - I85}{25} \qquad (7)$$

A escolha de uma classificação de 0 a 20 foi sugerida pelo fato de que esta é a classificação tradicional de avaliação adotada na França.

Depois destas modificações, as classes de perigo de incêndios foram definidas como:

Valores de *I85*	Graus de perigo
< 8	Baixo
8 – 14	Moderado
14 – 18	Severo
> 18	Muito severo

Este índice pode ser utilizado em condições reais de campo ou em previsões, hora a hora ou em dias críticos (neste caso, se usa a velocidade média do vento), e em todas as estações. Atualmente ele é operado no Sistema Especial dos bombeiros do departamento de Alps Maritine. A importância dada à umidade do ar na calibração deste índice, a menor importância atribuída a reservas (especialmente durante os períodos de inverno e outono, por diferentes razões) e, especialmente, o fato de que os múltiplos parâmetros adicionados (orienta para uma maior rapidez na previsão do perigo de incêndios), explica a eficiência deste índice, considerando a sua simplicidade (CARREGA, 1991).

Segundo VIDAL e DEVAUX ROX (1995), as florestas da região do Mediterrâneo são regularmente submetidas a grande número de incêndios; durante a seca de 1990 foram queimados 537.000 hectares. O Ministério do Meio Ambiente, Interior e Agricultura da França está tentando implementar um método eficiente para prever os incêndios florestais e reduzir sua ocorrência. Os fatores que compõem os riscos de incêndios são de causas humanas, ecológicas e climáticas, os quais são considerados para sua inclusão no método de prevenção. Entretanto, os fatores biofísicos, especialmente a disponibilidade de água nas árvores da floresta,

arbustos, ervas e manta morta também devem ser considerados. Neste trabalho foi desenvolvida uma proposta usando Mapeador Temático do Landsat (TM), com dados de alta resolução para estimar a distribuição espacial da água no dossel, que foi usado como um índice de risco de incêndios. O local de estudo foi em S. France (Les Maures Forest) onde predomina o *Quercus suber*. Os dados foram coletados em agosto de 1990, um verão onde numerosos incêndios ocorreram na área. A proposta adotada usou um índice de déficit hídrico, que é baseado na combinação de um índice de vegetação, e a diferença da temperatura do ar à superfície, obtida através de imagens do Landsat TM e os dados meteorológicos. O índice baseado no déficit hídrico indicou uma melhor estimativa do estresse hídrico do dossel.

2.6.4.6 Índice de previsão de incêndios florestais na África do Sul

Segundo MEIKLE e HEINE (1987), a primeira associação de proteção a incêndios florestais na África do Sul, foi fundada em 1986. Uma das primeiras atividades da associação foi adaptar, para a região, um índice de previsão de incêndios florestais. Inicialmente, as previsões eram feitas somente para os sócios, posteriormente estas foram transmitidas em programas de rádio, para informação geral do público.

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), o sistema de indexação Sul-africano baseia-se na determinação de um fator de umidade do combustível, chamado perigo de manta morta, que multiplicado por um fator de vento dá o índice de perigo de incêndio. O fator da manta morta é determinado através de um nomograma, a partir do teor de umidade do combustível, medido por varas indicadoras de *Pinus patula* (4 x 4 x 300 mm) exposta da parte superior à inferior da manta morta, normalmente espessa, existente em povoamentos de pinheiro.

O fator vento determina-se com base em observações da velocidade do vento, feitas em locais bem expostos, que representam melhor as condições gerais de grandes áreas.

O índice de perigo de incêndio é distribuído por cinco classes de perigo:

Classe de perigo	Índice de perigo
Baixo	< 100
Moderado	100 – 399
Alto	400 – 699
Muito alto	700 – 999
Extremo	≥ 1.000

Em testes realizados na África do Sul, o sistema de indexação Sul-africano apresentou bons resultados para áreas que apresentam chuvas de verão, enquanto que para áreas com chuvas de inverno o sistema não é adequado, possivelmente devido a composição vegetal ser diferente.

Segundo BARCLAY *et al.* (1993), as montanhas de Natal Drakensberg são vulneráveis a incêndios florestais devido o inverno ser muito seco e a existência de ventos fortes. Informações meteorológicas para a estação de inverno de 1978 a 1982 foram obtidas pela Estação Florestal do Estado de Peak Cathedral. Valores médios diários de temperatura máxima, umidade relativa mínima e velocidade média do vento, foram utilizados no Modelo Nacional de Classificação de Perigo de Incêndios dos Estados Unidos, que quantifica o combustível depositado no piso da floresta. Através dos dados meteorológicos, simula-se o conteúdo de umidade do material combustível, o qual é utilizado para a determinação do índice de perigo de incêndios. Foram organizados mapas diários com base em modelos de circulação sinóptica; posteriormente, calculou-se o índice de incêndio para cada dia. Testes estatísticos por categorias do índice de incêndio, em altas elevações e altas inversões, mostraram uma diminuição na espessura e um aumento na variação da inversão, proporcional ao aumento do índice de perigo de incêndio. O perigo de incêndio foi extremo quando existiam células de alta pressão sobre o Transvaal e um sistema de baixa pressão sobre o Sul. A massa de ar é seca devido à sua longa trajetória sobre o solo, além de ser aquecida devido as calmarias. O gradiente do vento norte-oeste, proveniente das escarpas de Drakensberg a uma velocidade de 20 m/s, seca a vegetação. Registros meteorológicos horários, de Cathedral Peak

indicam que os ventos noturnos surgem duas ou três horas depois. As características sinópticas das variáveis meteorológicas foram identificadas seguindo o começo de uma frente fria na Cape Town, a qual permitiu prever índice de perigo extremo.

2.6.4.7 Índice de previsão de incêndios florestais na Rússia

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), para a definição de índices de perigo de incêndios para a Rússia, houve a preocupação de os basear, principalmente, na inflamabilidade dos combustíveis, e não na velocidade de propagação do fogo, razão por que não se utiliza no cálculo daqueles índices a velocidade do vento.

Um dos índices mais utilizados na Rússia é o de Nesterov, baseado nos produtos diários do déficit de saturação (d_i), expresso em milibares, pela temperatura do ar (t_i), em ^{0}C, que são acumulados ao longo dos dias com precipitação pluviométrica inferior a 2,5 mm. Este índice é calculado através da fórmula:

$$G = \sum_{i=1}^{n} di \,.\, t_i \qquad (8)$$

Sendo que (d_i) é determinado pela fórmula : $d_i = t_i - r_i$. Onde r_i corresponde ao ponto de orvalho, em ^{0}C.

Em dias com chuva, onde a precipitação pluviométrica é maior ou igual a 2,5mm, recomeça-se a acumulação do índice, visto que nesse dia diminui substancialmente a inflamabilidade dos combustíveis. Num dia com chuva, o valor de d_i é quase nulo, por ser $t_i \cong r_i$.

Sendo o índice de Nesterov do tipo acumulativo, não tem limite superior, podendo, em períodos prolongados de estiagem atingir valores superior a dez mil (MACEDO e SARDINHA, 1985).

Segundo ainda os mesmos autores, um índice higrotérmico, tipo acumulativo, mensal, é também utilizado na Rússia, o qual é definido pela fórmula:

$$K = \frac{C}{T} n \qquad (9)$$

onde C é a precipitação mensal (mm); T é a soma das temperaturas médias diárias durante o mês, e, n é a porcentagem de dias chuvosos no mês.

Com base nos valores mensais de K e com base no número de incêndios ocorridos em cada mês, definem-se cinco classes de perigo.

O índice logarítmico de Telitsyn, também foi desenvolvido na URSS, é um índice acumulativo e é representado pela fórmula:

$$I_{Hoje} = I_{Ontem} + \log (t - r) \qquad (10)$$

Sendo "t" a temperatura do ar e "r" a temperatura do ponto de orvalho, ambas observadas às 13:00 horas, em ^{0}C (SOARES, 1985).

Sempre que ocorrer precipitação igual ou superior a 2,5 mm, abandona-se o somatório e recomeça-se novo cálculo no dia seguinte ou quando a chuva cessar; neste dia o valor do índice será zero.

2.6.4.8 Índice de previsão de incêndios florestais na Suécia

Segundo MACEDO e SARDINHA (1985), o índice de perigo de Angstron, desenvolvido para a Suécia, é um índice não acumulativo, pois determina o grau de perigo de incêndios florestais apenas para um determinado dia, sem considerar as condições meteorológicas dos dias anteriores e apresenta a seguinte fórmula para o cálculo diário do perigo de incêndios:

$$B = 0{,}05 \cdot U + 0{,}1 \cdot (t - 27) \qquad (11)$$

onde, "U" é a umidade relativa (em %); "t" é a temperatura do ar (em ^{0}C), ambas observadas às 13:00 horas do dia.

O valor de "B" diminui quando o perigo de incêndio aumenta. Sempre que B for menor que 2,5, haverá perigo de incêndio.

2.6.4.9 Índice de previsão de incêndios florestais no Japão

Os serviços meteorológicos japoneses utilizam um índice de umidade efetiva, tipo acumulativo, com o objetivo de emitir avisos de perigo sobre a previsão de fogos em construções de madeira, que são muito comuns no Japão, cuja inflamabilidade depende da evolução da umidade relativa do ar em vários dias consecutivos.

O índice de umidade efetiva em determinado dia é definido pela fórmula:

$$H_e = (1 - r) \cdot (H_0 + r \cdot H_1 + r^2 \cdot H_2 + r^3 \cdot H_3 + ...) \quad (12)$$

sendo r<1 uma constante que indica qual a fração do efeito da umidade no dia anterior que se transforma como resíduo para o dia seguinte, e em que H_0, H_1, H_2, H_3, ... são as umidades relativas médias de períodos de 24 horas, que termina nos momentos em que o aviso é emitido (H_0), que termina 24 horas antes (H_1), 48 horas antes (H_2), etc.

Na prática, conservam-se apenas os termos de grau inferior a 4 que figuram na fórmula do índice de umidade efetiva (He), pois os termos restantes são desprezíveis.

A fórmula $H_e = (1 - r) \cdot (H_0 + r \cdot H_1 + r^2 \cdot H_2 + r^3 \cdot H_3 + ...)$ transforma-se na fórmula de recorrência: $(H_e)_i = (1 - r) \cdot H_i + r \cdot (H_e)_{i-r}$, a qual permite calcular a umidade efetiva de cada dia com base no valor calculado para o dia anterior.

Embora os critérios para emissão de avisos variem consoante às localidades, os critérios adotados em Tóquio recomendam estado de alerta quando existem previsões de umidade efetiva (H_e) menor ou igual a 60%, de umidade relativa do ar (H) menor ou igual a 40% e de velocidade do vento maior ou igual a 7 m/s. Também são emitidos avisos quando existem previsões de ventos com velocidade média superior a 10 m/s durante uma hora ou mais, sem ocorrência de precipitação pluviométrica.

2.6.4.10 Índices de previsão de incêndios florestais em Portugal

O Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Portugal adotou o índice sueco de Angstron, representado pela seguinte fórmula:

$$B = 0,05 \cdot U + 0,1 \cdot (t - 27) \quad (13)$$

onde, (t) é a temperatura do ar, em ^0C e (U) é a umidade relativa do ar em %, ambas observadas às 13:00 horas. Esse índice não é acumulativo, pois determina o grau de perigo de incêndios florestais apenas para um determinado dia, sem considerar as condições meteorológicas dos dias anteriores (MACEDO e SARDINHA, 1985).

LOURENÇO (1990), desenvolveu um índice de risco meteorológico de incêndios florestais em Portugal, baseado na temperatura e na umidade relativa do ar. O índice é representado pela seguinte fórmula:

$$IR_{LL} = \frac{t}{U} + V \quad (14)$$

onde, IR_{LL} é o índice de risco meteorológico; t é a temperatura do ar, em ^0C; U é a umidade relativa do ar, em porcentagem e V é o fator de correção, de acordo com a velocidade do vento.

Para situações de risco mais grave, consideram-se os valores diários extremos de cada variável, ou seja a temperatura máxima e a umidade relativa mínima diária. Neste caso, a fórmula assume a seguinte conformação:

$$IRmáx_{LL} = \frac{Tmáx}{Umín} + Vmáx \quad (15)$$

sendo $IRmáx_{LL}$ o índice de risco meteorológico máximo; Tmáx o valor máximo da temperatura do ar, em ^0C; Umín o valor mínimo diário da umidade relativa do ar, em porcentagem e Vmáx o fator de correção, de acordo com a velocidade máxima do vento.

Sempre que os resultados forem iguais ou superiores à unidade existe um alto risco de ocorrência de incêndios florestais, que será tanto maior quanto mais elevado for este valor.

O grau de risco do índice é distribuído por cinco classes de perigo:

Classe de risco	Cor de identificação	Intervalo de classe	Grau de risco
1	Azul	0,00 – 0,49	baixo
2	Verde	0,50 – 0,99	moderado
3	Amarelo	1,00 – 1,49	alto
4	Laranja	1,50 – 1,99	muito alto
5	Vermelho	≥ 2,00	extremo

LOURENÇO (1996) desenvolveu um índice meteorológico de risco de incêndios florestais que avalia a possibilidade de ocorrência e de propagação dos incêndios e também a tendência do risco para o dia seguinte.

O índice de ocorrência ou deflagração é representado pela fórmula:

$$IRDIF_{LL} = \frac{t}{U} \tag{16}$$

onde, $IRDIF_{LL}$ representa o índice de deflagração de incêndios florestais; t a temperatura do ar, em ^0C, e, U a umidade relativa do ar, em porcentagem.

Para situações de risco máximo, o índice de ocorrência ou deflagração é representado pela fórmula:

$$IRDIF_{maxLL} = \frac{t_{max}}{U_{min}} \tag{17}$$

onde, $IRDIF_{maxLL}$ representa o índice de máximo risco de deflagração de incêndios florestais diário; t_{max} a temperatura máxima do ar, em ^0C, e, U_{min} a umidade relativa mínima diária do ar, em percentagem.

O índice de propagação é representado pela fórmula:

$$IRPIF_{LL} = t/U + V/100 \tag{18}$$

sendo que $IRPIF_{LL}$ representa o índice de risco de propagação do incêndio florestal; t a temperatura do ar, em ^0C; U a umidade relativa do ar, em percentagem, e, V a velocidade do vento, em km/h, quando sua direção se situa entre os quadrantes 350^0 a 360^0 e 0^0 a 180^0.

A tendência do índice de risco para o dia seguinte é representado pela fórmula:

$$TIRIF_{LL} = \left(\frac{tdc}{Udc} + \frac{Vdc}{100}\right) + \frac{2.(tds - tdc) + (Udc - Uds) + (Vds - Vdc)}{100} . R \qquad (19)$$

sendo que $TIRIF_{LL}$ representa a tendência do índice de risco de incêndio florestal para o dia seguinte; Tdc a temperatura do dia corrente, em ^0C; Udc a umidade relativa do ar do dia corrente, em percentagem; Vdc a velocidade do vento do dia corrente, em km/h, quando sua direção está situada entre os quadrantes 350^0 a 360^0 e 0^0 a 180^0; Tds a temperatura do ar prevista para o dia seguinte, em ^0C; Uds a umidade relativa do ar prevista para o dia seguinte, em percentagem; Vds a velocidade do vento prevista para o dia seguinte, em km/h, quando sua direção está situada entre os quadrantes 350^0 a 360^0 e 0^0 a 180^0, e, R o fator de correção regional, baseado na história da região.

2.6.4.11 Índices de previsão de incêndios florestais no Brasil

Segundo SOARES (1998) os índices de perigo de incêndios foram introduzidos pela primeira vez no Brasil em 1963, depois do trágico incêndio que atingiu cerca de 2 milhões de hectares no Estado do Paraná. Devido à dificuldade de obtenção de informações básicas, inclusive algumas variáveis meteorológicas, os índices sugeridos naquela oportunidade foram os de Angstron e Nesterov, que apenas requerem temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica para seus cálculos.

Segundo ainda o mesmo autor, a Fórmula de Monte Alegre foi desenvolvida em 1972 e tem sido usada desde então por várias empresas e instituições florestais brasileiras para estimar o grau de perigo de incêndios e ajudar no planejamento das atividades de prevenção e combate. Ela é estruturalmente muito simples e para ser calculada requer apenas as variáveis meteorológicas referentes à umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, e pode ser usada em praticamente todo o país, fazendo-se as devidas adaptações na escala de perigo quando e onde necessárias, ou, pelo menos, nas regiões onde a umidade relativa é o parâmetro mais relacionado à ocorrência dos incêndios.

Segundo SOARES e PAEZ (1974), a Fórmula de Monte Alegre foi desenvolvida por SOARES (1972), para a Região Central do Paraná, em Telêmaco Borba. Foram utilizadas sete variáveis meteorológicas, envolvendo temperatura do ar, umidade relativa, precipitação, déficit de saturação do ar, diferença entre a temperatura do ar e o ponto de orvalho e número de dias sem qualquer precipitação maior que 10 mm (medidas aos 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias antes de cada ocorrência de incêndios), foram determinadas as correlações entre as variáveis meteorológicas, a ocorrência de incêndios e áreas queimadas. A análise dos resultados mostrou que alguns fatores, como umidade relativa, déficit de saturação do ar, diferença entre temperatura e ponto de orvalho, foram mais fortemente correlacionados durante o período observado do que outros. A temperatura do ar mostrou uma correlação muito baixa com a ocorrência de incêndios florestais.

Segundo SAMPAIO (1991), muitos índices de previsão de incêndios florestais já foram desenvolvidos em outros países, porém, existem poucos estudos sobre a viabilidade técnica de utilização desses índices para o Brasil. Com base em informações diárias de variáveis meteorológicas e de incêndios florestais no período de 1981 a 1989, para a região de Coronel Fabriciano, em Minas Gerais, foram estudados os índices de Angstron, Umidade Relativa, Déficit de Saturação do Ar, Nesterov, Telitsyn, Monte Alegre e foram desenvolvidos os índices P-EVAP e EVAP/P, sendo "P" a precipitação pluviométrica e "EVAP" a evaporação do solo. Os índices não acumulativos de Angstron, Umidade Relativa e Déficit de Saturação do Ar foram pouco eficientes na previsão de incêndios florestais, porém os índices acumulativos de Nesterov, Monte Alegre, Telitsyn, P-EVAP e EVAP/P apresentaram alta eficiência na previsão de incêndios florestais.

Segundo o mesmo autor, quando o cálculo dos índices foi desenvolvido durante o período da estação normal do fogo, houve redução no número de dias por ano em que os índices indicam perigo de incêndios, sem haver perda de eficiência dos índices. Com base nesta observação, recomenda-se que o cálculo dos índices seja realizado, principalmente, durante a estação normal do fogo (SAMPAIO, 1991).

2.7 ÉPOCAS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

A estação normal do fogo corresponde à época do ano em que os fatores climáticos, principalmente a baixa precipitação e a umidade relativa favorecem o aparecimento de grande número de incêndios florestais (COUTO e CÂNDIDO, 1980).

A distribuição dos incêndios florestais através dos meses do ano é uma informação importante no planejamento da prevenção pois, indica as épocas de maior risco de ocorrência de fogo.

A época de maior ocorrência de incêndios também pode variar bastante entre as regiões, especialmente em países de grandes dimensões territoriais. Essas variações são causadas principalmente pelo clima, mas também podem ser influenciadas pelos tipos de vegetação (SOARES, 1984a).

A possibilidade e a freqüência de ocorrência dos incêndios florestais estão intimamente ligadas às condições atmosféricas locais. Por meio dos parâmetros meteorológicos, podem-se identificar os dias e as épocas de maior perigo, e com essas informações tomar medidas técnicas e administrativas no sentido de reduzir o potencial de danos pelo fogo (SOARES, 1985).

Os incêndios, devido principalmente às condições meteorológicas, não ocorrem com a mesma freqüência durante todos os meses do ano. Pode haver também uma variação das épocas de maior ocorrência de incêndios entre as regiões do país, devido às condições climáticas e/ou às diferenças nos níveis de atividades agrícolas e florestais.

O período de maior perigo de ocorrência de incêndios em uma região pode também ser obtido através do cálculo dos índices de perigo de incêndio. Estes índices estimam, através de escalas numéricas, o potencial de ignição ou de inflamabilidade da vegetação, baseado em variáveis meteorológicas (SOARES, 1996).

SOARES e CORDEIRO (1974) estudando a distribuição da ocorrência de incêndios florestais demonstraram que na região central do Paraná cerca de 72% dos incêndios, correspondendo a 97% da área queimada, são registrados no

segundo semestre do ano, com predominância nos meses de julho, agosto e setembro.

Segundo SOARES (1984a), a distribuição dos incêndios florestais através dos meses do ano é uma informação importante no planejamento da prevenção, pois indica as épocas de maior índice de ocorrência do fogo. Em estudos realizados com dados de 1983, observou-se que a maior ocorrência de incêndios florestais no país (77,54%) verifica-se entre os meses de agosto a novembro. Essa tendência se mantém para praticamente todas as Unidades da Federação, mostrando que apesar da grande extensão territorial do Brasil, o período crítico de ocorrência de incêndios é o mesmo em todo o país. Com relação à área queimada, a tendência é praticamente a mesma, apenas aumentando a importância do mês de dezembro, sendo que 96,01% da área queimada no país foi conseqüência dos incêndios ocorridos entre os meses de agosto e dezembro.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área objeto deste estudo localiza-se na Fazenda Monte Alegre, pertencente à empresa DURAFLORA, situada no Município de Agudos, no Estado de São Paulo. A fazenda Monte Alegre tem uma área total de 13.581 ha, dos quais, 11.759 ha são explorados comercialmente através de plantações de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp (DURATEX, 1994).

As coordenadas geográficas e a classificação climática referem-se à cidade de Bauru, localizada a 20 km da área de estudo, a $22^0$28'09" de latitude Sul, $48^0$59'15" de longitude Oeste e a 526 m de altitude. A temperatura média anual é de 20,3 ^{0}C, a precipitação média anual é de 1.229 mm e a evapotranspiração potencial de 942 mm. O tipo climático, segundo a classificação de Köppen, é Cwa - mesotérmico de inverno seco, com a estação seca ocorrendo entre os meses de abril a setembro (DURATEX, 1987).

3.2 INFORMAÇÕES RELATIVAS AOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Os dados referentes às informações meteorológicas e de incêndios florestais foram fornecidos pela empresa florestal DURAFLORA. Foram utilizadas informações diárias de variáveis meteorológicas e de incêndios florestais durante o período estudado de 1984 a 1995.

Os parâmetros meteorológicos utilizados foram: precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, déficit de saturação do ar e ponto de orvalho. Os parâmetros referentes aos incêndios florestais foram ocorrências de incêndios e áreas queimadas por períodos de tempo, tais como horas do dia, dias da semana, dias do mês e meses do ano.

Foram comparados os índices de perigo de Nesterov, Telitsyn, Fórmula de Monte Alegre e FWI (Canadá). Os índices foram calculados diariamente, durante o período de estudo, considerando as escalas originais e as escalas aferidas, propostas neste trabalho.

Foi analisada ainda a relação entre a distribuição mensal da precipitação pluviométrica e a ocorrência de incêndios.

Os testes estatísticos utilizados foram a distância de Mahalanobis, o *skill score* ou desempenho dos índices, o teste não paramétrico ou de livre distribuição de Friedman, a análise de variância e o teste de Newman-Keuls.

3.3 ÍNDICES DE PREVISÃO ORIGINAIS E AFERIDOS

Para a análise do desempenho dos índices originais foram utilizadas as classes de perigo originais dos referidos índices.

Para a aferição das classes de perigo dos índices utilizou-se como critérios o número de incêndios e a distribuição do número de dias por ano ocorridos em cada classe de perigo. Através de análise numérica e de análise gráfica chegou-se, em última instância, às classes de perigo aferidas.

Quanto ao número real de incêndios ocorridos durante o período de estudo, procurou-se estabelecer uma relação direta entre estes e as classes de perigo, fazendo com que estes fossem distribuídos de forma crescente, em conformidade com o aumento das classes de perigo ou seja, que nas classes definidas como de menor grau de perigo, realmente fossem registrados poucos incêndios e nas classes definidas como de maior grau de perigo fossem registrados maior número de incêndios.

Quanto ao número de dias, procurou-se estabelecer uma relação inversa entre estes e as classes de perigo, fazendo com que o número de dias apresentassem um número decrescente em relação ao aumento do grau de perigo, ou seja, para as classes definidas como de menor perigo deveriam apresentar maior número de dias, enquanto que nas classes de maior perigo deveriam registrar menor número de dias.

Definidos estes critérios, foram propostas novas classes de perigo dos índices, quantificando-se o número de incêndios por ano ocorrido em cada classe de perigo e a distribuição do número de dias por ano registrados em cada classe de perigo.

3.4 ÍNDICES DE PREVISÃO DO RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

Para a determinação do risco de ocorrência de incêndios florestais trabalhou-se com os índices de Nesterov, Telitsyn, Fórmula de Monte Alegre (SOARES, 1985) e FWI (VAN WAGNER, 1987).

3.4.1 Índice de Nesterov

A equação básica do índice é:

$$G = \sum_{n=1}^{n} d.t$$

onde, G é o índice de Nesterov; n o número de dias sem chuva; d o déficit de saturação do ar, em mb, e, t é a temperatura do ar, em ^0C.

A Tabela 1 representa as restrições que devem ser feitas ao somatório do índice de Nesterov, de acordo com a quantidade de chuva registrada no dia.

TABELA 1 - RESTRIÇÕES AO SOMATÓRIO DO ÍNDICE DE NESTEROV

Precipitação diária (mm)	Modificações nos cálculos
< 2,0	Nenhuma.
2,1 - 5,0	Abater 25% no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia atual.
5,1 - 8,0	Abater 50% no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia atual.
8,1 - 10,0	Abandonar a soma anterior de G e recomeçar novo cálculo, isto é, G = (d.t) do dia atual.
> 10,0	Interromper o cálculo, recomeçando no dia seguinte ou quando a chuva cessar, segundo as regras do caso anterior.

As classes de perigo do índice de Nesterov, original e aferido, estão na Tabela 2.

TABELA 2 – CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO

Classes de perigo	Valores de Nesterov		Graus de perigo
	Original	Aferido	
I	≤ 300	≤ 100	Nenhum risco
II	301 - 500	101 - 500	Risco fraco
III	501 - 1.000	501- 900	Risco médio
IV	1.001 - 4.000	901 - 2.000	Grande perigo
V	> 4.000	> 2.000	Perigosíssimo

3.4.2 Índice de Telitsyn

A equação básica do índice é a seguinte:

$$I = \sum \log (t - r)$$

onde, I é o índice de Telitsyn; log o logaritmo de base 10; t a temperatura do ar, em ^{0}C, e, r a temperatura do ponto de orvalho, em ^{0}C.

Este índice utiliza uma única restrição: sempre que a quantidade de chuva registrada no dia atual for igual ou superior a 2,5 mm abandona-se o somatório e recomeça-se novo cálculo no dia seguinte ou quando a chuva cessar; neste dia o valor do índice será zero.

A Tabela 3 mostra as classes de perigo do índice de Telitsyn original e aferido.

TABELA 3 – CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO

Classes de perigo	Valores de Telitsyn		Graus de perigo
	Original	Aferido	
I	< 2,0	≤ 0,5	Nenhum
II	2,1 - 3,5	0,6 - 2,5	Pequeno
III	3,6 - 5,0	2,6 - 5,0	Médio
IV	> 5,0	5,1 -15,0	Alto
V	---	> 15,0	Muito alto

3.4.3 Fórmula de Monte Alegre

A equação básica da FMA é a seguinte:

$$FMA = 100 \sum_{i=1}^{i} \frac{1}{H}$$

onde, FMA é a Fórmula de Monte Alegre; i o número de dias sem chuva e, H a umidade relativa, em porcentagem.

A Tabela 4 apresenta as restrições que devem ser feitas ao somatório da Fórmula de Monte Alegre de acordo com a quantidade de chuva registrada no dia.

TABELA 4 - RESTRIÇÕES AO SOMATÓRIO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE

Precipitação diária (mm)	Modificações nos cálculos
≤ 2,4	Nenhuma.
2,5 - 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar $\frac{100}{H}$ do dia.
5,0 - 9,9	Abater 60% da FMA calculada na véspera e somar $\frac{100}{H}$ do dia.
10,0 - 12,9	Abater 80% da FMA calculada na véspera e somar $\frac{100}{H}$ do dia.
>12,9	Abandonar o cálculo e recomeçar no dia seguinte ou quando a chuva cessar.

As classes de perigo do índice de Monte Alegre, original e aferido, estão na tabela 5.

TABELA 5 - CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL E AFERIDO

Classes de perigo	Valores de FMA		Graus de perigo
	Original	Aferido	
I	≤ 1,0	≤ 1,0	Nulo
II	1,1 - 3,0	1,1 - 5,0	Pequeno
III	3,1 - 8,0	5,1 - 12,0	Médio
IV	8,1 - 20,0	12,1 - 25,0	Alto
V	> 20,0	> 25,0	Muito alto

3.4.4 Índice FWI (Canadá)

Os cálculos do índice FWI foram realizados com base nas fórmulas que compõem a estrutura básica do sistema canadense do índice meteorológico de risco de incêndios (VAN WAGNER, 1987), utilizando-se um programa de computador, em *basic*, denominado Canadian.bas.

Os parâmetros meteorológicos utilizados para os cálculos deste índice, foram temperatura do ar; umidade relativa; precipitação e velocidade do vento. Devido à inexistência de medições da velocidade do vento, utilizou-se para esta variável um valor constante igual a um.

As classes de perigo do índice FWI, original e aferido, estão na Tabela 6.

TABELA 6 - CLASSES E GRAUS DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO

Classes de perigo	Valores de FWI		Graus de perigo
	Original	Aferido	
I	0,0 - 1,0	≤ 0,1	Muito baixo
II	2,0 - 4,0	0,2 - 1,0	Baixo
III	5,0 - 8,0	1,1 - 8,0	Moderado
IV	9,0 - 16,0	8,1 - 14,0	Alto
V	17,0 - 29,0	> 14,0	Muito alto
VI	> 30,0	-----	Extremo

3.5 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS NA ÁREA DE ESTUDO POR MESES DO ANO

Foi quantificado e analisado o número de incêndios ocorridos através dos meses do ano, durante o período de estudo, determinando-se o período de maior incidência de incêndios.

3.6 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS E DAS ÁREAS QUEIMADAS ATRAVÉS DE PERÍODOS DE TEMPO

As ocorrências de incêndios e as áreas queimadas foram analisadas ao longo do tempo, considerando a ocorrência de incêndios e as áreas queimadas, em porcentagens, durante as horas do dia, os dias da semana, os dias do mês e os meses do ano.

Para a análise da distribuição da ocorrência dos incêndios e das áreas queimadas por períodos de tempo, trabalhou-se com valores médios periódicos.

3.7 RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS

Durante o período estudado foi analisada a relação entre a ocorrência de incêndios florestais e a intensidade de precipitação pluviométrica, considerando-se os valores médios mensais de precipitação e das ocorrências de incêndios.

3.8 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA COMPARAR O DESEMPENHO DOS ÍNDICES

3.8.1 Distância de Mahalanobis

A determinação da distância de Mahalanobis consistiu em se ordenar os valores diários dos índices de perigo em função do número de incêndios ocorridos. Em seguida, o conjunto dos dados anuais foi separado em duas populações, sendo considerada população 1, os dias em que não houve ocorrência de incêndios e população 2 os dias nos quais houve ocorrência de incêndios. A distância de Mahalanobis (M_d) foi determinada através da fórmula:

$$M_d = \left(\frac{X_1 - X_2}{\sigma} \right)^2$$

onde, X_1 representa a média dos valores dos índices na população 1; X_2 representa a média dos valores dos índices na população 2, e, σ representa o desvio padrão da população total.

3.8.2 *Skill score* ou desempenho dos índices

Este método é baseado na tabela de contingência (Tabela 7), na qual os casos previstos e os casos observados para uma dada situação (exemplo: fogo e não fogo) são comparados com os valores observados e os valores previstos do mesmo evento na referida população.

Para se determinar o desempenho dos índices, inicialmente ordenaram-se os incêndios em função dos valores de cada índice, sendo o desempenho destes analisados nas condições originais e aferidos. Para se analisar o desempenho de cada índice foi necessário definir o valor limite para cada índice em ambas as situações ou seja, definir quando o índice acusava e quando não acusava perigo de ocorrência de incêndio. Esta decisão foi tomada com base na escala de perigo dos índices. Para tanto, considerou-se que os índices não indicavam perigo de ocorrências de incêndios sempre que o valor calculado por estes fosse menor que o limite inferior da classe de perigo classificada com grau de perigo médio dos

respectivos índices e que estes indicavam perigo de ocorrência de incêndios sempre que o valor dos índices era superior ao referido limite.

Os valores limites acima dos quais era considerado perigo de ocorrência de incêndios para os índices originais e aferidos, foram respectivamente: Nesterov > ≥ 501 em ambas as situações; Telitsyn ≥ 3,6 e ≥ 2,6; Fórmula de Monte Alegre ≥ 3,1 e ≥ 5,1 e FWI (Canadá) ≥ 5,0 e ≥ 1,1.

Para se utilizar a metodologia da tabela de contingência, Tabela 7, os incêndios foram ordenados em função dos valores dos índices, considerando-se o valor limite para cada índice e quantificando-se o número de dias por ano com previsão de não ocorrência e com previsão de ocorrência de incêndios. Em ambas as situações de previsão de não ocorrência e de ocorrência de incêndios, considerando-se ainda o referido valor limite, quantificou-se o número real de ocorrências e de não ocorrências de incêndios. Um exemplo matemático desta metodologia é apresentado no item 3.5.2.1.

TABELA 7 – TABELA DE CONTINGÊNCIA

Previsto	Observado	
	Fogo	Não fogo
Fogo	a	b
Não fogo	c	d

onde, a e d são as previsões de sucesso; b e c são as previsões de insucesso do evento. O número total de observações (T) é determinado pela fórmula:

$$T = a + b + c + d;$$

onde o número de observações boas (G) é determinado por:

$$G = a + d;$$

o número de previsões probabilísticas boas (H) é representado por:

$$H = N.(1-p).(1-q) + N.p.q;$$

onde p e q são determinados pelas seguintes fórmulas:

$$p = \frac{N_1}{N} \text{ e } q = \frac{N_2}{N}$$

sendo:

N = número total de dias;

p = probabilidade de ter pelo menos um evento por dia;

q = probabilidade de exceder o valor limite do índice;

N_1 = número de dias com pelo menos um evento;

N_2 = número de dias em que o valor limite foi excedido.

3.8.2.1 Demonstração matemática e aplicação prática da metodologia de análise do *skill score* ou desempenho dos índices

A título de exemplo, trabalhou-se com informações geradas pelo índice de Nesterov original, durante o ano de 1995. Durante os 365 dias daquele ano o índice de Nesterov previu a possibilidade de incêndios em 186 dias, mas neste período foram observados apenas 17 dias com incêndios. No restante do ano, ou seja, em 179 dias o índice previu a não ocorrência de incêndios, porém, nestes mesmos dias, foi observada a não ocorrência de incêndios em 175 dias, isto é, foram registrados 4 incêndios.

Como o índice previu incêndios em 186 dias e só ocorreram incêndios em 17, o índice acertou 17 e errou 169 dias. O índice também previu a não ocorrência de incêndios em 179 dias, neste caso, houve acerto de 175 e erro em 4 dias. Transportando estas informações para a tabela de contingência tem-se:

Índice de Nesterov original em 1995		Observado		Total previsto
		Incêndios	Não incêndios	
Previsto	Incêndios	17	169	186 = N_2
	Não incêndios	4 = N_3	175 = N_4	179
Total observado		21 = N_1	344	365 = N

Índice de Nesterov original em 1995		Observado		Total previsto
		Incêndios	Não incêndios	
Previsto	Incêndios	17 / 186 = 0,0914	169 / 186 = 0,908	1
	Não incêndios	4 / 179 = 0,0223	175 / 179 = 0,977	1
Total observado		1	1	2

Definindo as variáveis:

N_1 – número de incêndios observados;

N_2 – número de previsões de incêndios;

N_3 – número de incêndios observados e não previstos;

N_4 – número de previsões corretas da não ocorrência de incêndios;

a) P (acertar a previsão de ocorrência de incêndios) = $(N_1 - N_3)/ N_2$;

b) P (não acertar a previsão de ocorrência de incêndios) = $1 - (N_1 - N_3)/ N_2 = (N_2 – (N_1 + N_3)/ N_2$;

c) P (não acertar a previsão de não ocorrência de fogo) = $1 - N_4 / (N - N_2) = (N - N_2 - N_4)/(N - N_2)$;

d) P (acertar a previsão de não ocorrência de fogo) = $N_4 / (N - N_2)$.

Como estimar q?

q = P (exceder o limite); q = p (valores do índice > 500);

q = (número de dias com incêndios > 500) / 365 = N_2/N.

Como estimar p?

p = P (ocorrer pelo menos um incêndio por dia);

p = número de incêndios / 365 = N_1 / N

Como estimar H (número de previsões boas)?

Qual a probabilidade de previsão correta?

p (previsão correta) = P[(Índice Indicar Incêndio $\cap$ Ocorrer Incêndio) $\cup$ (Índice não Indicar Incêndio $\cap$ Ocorrer não Incêndio)];

$H = p (II \cap OI) + p (INI \cap ONIC) = p (II).(OI) + p (INI).p (ONIC) = q . p + (1-q).(1 – p)$

p (previsão correta) = $q . p + (1 – p) . (1 – q)$.

Então, quantos dias de previsão correta pode-se esperar?

$H = N . [q . p + (1 – q) . (1 – p); H = N.q.p + N (1 – p) . (1 – q)$.

Com a definição dos valores de N, N_1 e N_2, pode-se calcular os valores de "p" e "q", onde:

$p = N_1 / N \Rightarrow p = 21 / 365 \Rightarrow p = 0,0575$;

$q = N_2 / N \Rightarrow q = 186 / 365 \Rightarrow q = 0,5096$.

Determinando-se os valores de "p" e "q", calcula-se o valor de "H", onde:

$H = N (1 - p) . (1 - q) + N.q.p.$

$H = 365 . 0,0575 . 0,5096 + 365 . (1 - 0,0575) (1 - 0,5096)$;

H = (10,69523 + 365 . 0,9425 . 0,4904 .: H = 179, 40;

G = acerto da previsão

T = total de observações

SS = (G – H) / (N – H) = (acerto na previsão – previsto pelo índice)/ (total observações - previsto corretamente);

SS = (192 – 179,40) / (365 – 179,40) = 12,60 / 185,60 = 0,0679 = 6,79

- Esperava - 179,40

- Ocorreram - 192.

$T = a + b + c + d = (N_1 - N_3)/ N_2 + [(1-(N_1-N_3)]/N_2 + (1-N_4 / (N-N_2))+ N_4 / (N-N_2) = 2.$

Skill score (SS): é a razão da diferença entre os acertos na previsão (G) e o número esperado de acertos (H) e, a diferença entre o número de dias observados (N) e o número esperado de dias com previsão de acertos (H).

Porcentagem de sucesso (PS): PS = G / N = 192 / 365: PS = 52,6%.

3.8.3 Normalização dos valores dos índices

Devido ao fato dos índices de perigo apresentarem valores diferenciados em um mesmo dia, procedeu-se à uma normalização destes valores, de modo a viabilizar a análise da eficiência dos mesmos em uma escala proporcional. O processo de normalização consistiu em identificar o maior valor de cada índice durante o período de estudo e em seguida, fez-se uma listagem dos dias em que ocorreram incêndios e o valor de cada índice nestes dias foi dividido pelo respectivo maior valor. Os maiores valores alcançados pelos índices foram os seguintes: Nesterov = 15.116,06; Telitsyn = 105,17; Fórmula de Monte Alegre = 226,93 e FWI = 32,87.

Para se determinar a freqüência dos índices por níveis de uma escala, denominada escala de classificação, observou-se os valores alcançados pelos quatro índices em um mesmo dia, classificando-os em uma escala de 1 a 4. Quanto maior o valor normalizado do índice, maior a pontuação atribuída a ele. Índices com valores normalizados iguais em um mesmo dia, recebeu a mesma pontuação. Neste caso, a escala de classificação não atingia a pontuação máxima.

A freqüência dos índices foi determinada através da quantificação do número de dias que os índices atingiam determinado nível da escala de classificação.

Após a normalização dos valores e a determinação da freqüência dos índices por níveis da escala de classificação, aplicou-se o método não paramétrico ou de livre distribuição de Friedman para testar a existência de diferenças entre os diversos índices pois não se poderia assumir uma distribuição definida para aplicar uma análise paramétrica apropriada.

A análise da eficiência dos índices com base no método de Friedman foi realizada em períodos anuais e consistiu em somar o número de vezes em que o valor de um dado índice atingia uma determinada pontuação, caracterizando-se assim, a freqüência dos índices por níveis da escala de classificação. O passo seguinte consistiu em se realizar a média ponderada para cada índice, considerando-se a freqüência dos índices por níveis da escala de classificação nos períodos anuais. Com base nos valores anuais das médias ponderadas alcançadas para cada índice, estes foram novamente classificados na escala de 1 a 4, determinando-se assim, a pontuação total para cada índice. Esta pontuação foi utilizada para a comparação através do método de Friedman, cuja equação é a seguinte:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{r.f(f+1)} \sum_i P_i^2 - 3.r(f+1)$$

sendo:

r = número de repetições (anos);

f = número de fórmulas testadas (índices);

P_i = soma das posições para cada tratamento (índices).

A distribuição em que se baseia o teste é aproximadamente Qui-quadrado e a comparação se faz através da tabela de χ^2, com (f – 1) graus de liberdade.

3.8.4 Distribuição das ocorrências de incêndios e de áreas queimadas através das classes de perigo

Os índices também foram comparados quantificando-se as ocorrências de incêndios e de áreas queimadas por níveis das classes de perigo dos índices originais e aferidos. Para esta análise foram utilizados os valores médios anuais e os valores médios do período de estudo das ocorrências de incêndios e de áreas queimadas.

3.9 DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE DIAS POR CLASSES DE PERIGO

Os valores diários, determinados com base nos índices originais e aferidos, foram relacionados com as classes de perigo dos mesmos, para se quantificar o número de dias em que cada índice registrava determinada classe de perigo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO

A Tabela 8 apresenta o número total de ocorrência de incêndios na área de estudo, por meses do ano, durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 8 – NÚMERO TOTAL DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO

Meses	Período de estudo, em anos												Total
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	mensal
Janeiro	2	1	0	0	6	1	0	0	2	4	0	0	16
Fevereiro	0	1	1	0	2	0	1	2	0	0	2	0	9
Março	1	1	0	1	6	1	0	0	0	1	0	1	12
Abril	0	1	1	3	2	2	0	0	2	1	1	7	20
Maio	1	0	2	3	0	0	0	4	0	1	3	8	22
Junho	4	2	6	1	5	2	4	9	4	0	2	3	42
Julho	12	3	7	9	24	8	3	6	2	2	12	1	89
Agosto	8	7	3	28	23	2	5	6	5	1	20	4	112
Setembro	2	3	6	5	17	1	3	16	1	0	13	2	69
Outubro	0	5	3	4	5	10	1	5	0	1	5	1	40
Novembro	0	4	0	5	4	2	0	2	1	2	0	0	20
Dezembro	0	1	0	1	3	3	1	0	2	1	1	1	14
Total anual	30	29	29	60	97	32	18	50	19	14	59	28	465

Os resultados da Tabela 8 mostram que durante o período de estudo, de 1984 a 1995, foram registrados 465 incêndios, sendo que a maior incidência, 112, ocorreu no mês de agosto e o período com maior concentração foi de junho a outubro, com 352 incêndios.

4.2 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E DE ÁREAS QUEIMADAS POR PERÍODOS DE TEMPO

4.2.1 Ocorrência de incêndios por horas do dia

A Tabela 9 apresenta os valores totais e os valores médios de incêndios ocorridos, em porcentagens, por hora do dia, durante o período de 1984 a 1993.

TABELA 9 – OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR HORAS DO DIA, EM PORCENTAGEM

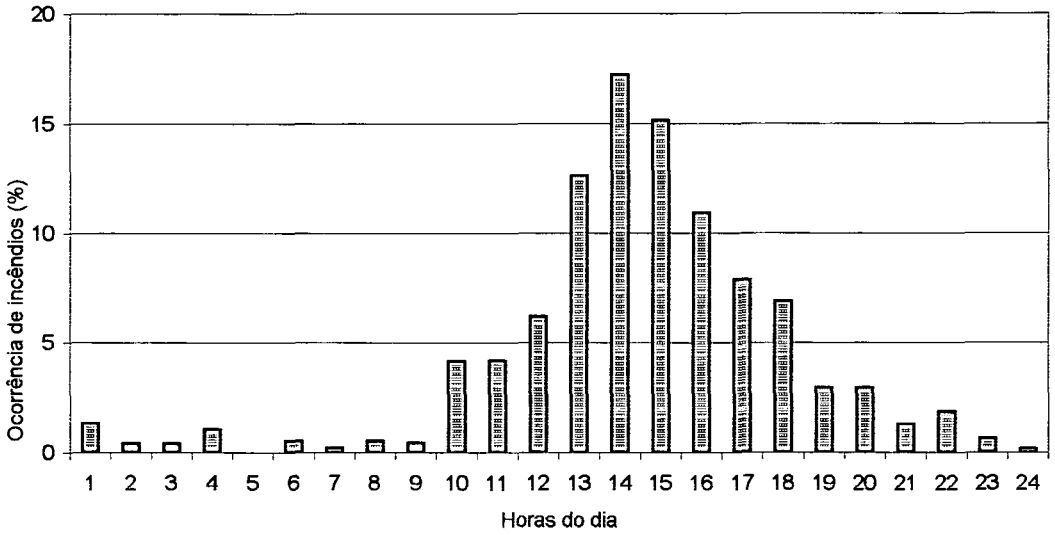
Horas	Incêndios ocorridos por ano (%)										Média*	
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993		
14	13,79	20,69	24,14	11,67	8,25	19,35	16,67	25,00	15,79	16,67	17,20	a
15	20,69	10,34	17,24	18,33	10,31	9,68	16,67	18,75	21,05	8,33	15,14	ab
13	10,34	13,79	10,34	10,00	13,40	16,13	11,11	6,25	26,32	8,33	12,60	ab
16	20,69	17,24	6,90	10,00	15,46	12,90	0,00	12,50	5,26	8,33	10,93	abc
17	6,90	0,00	3,45	11,67	8,25	3,23	22,22	4,17	10,53	8,33	7,87	bc
18	3,45	0,00	3,45	13,33	10,31	3,23	11,11	8,33	15,79	0,00	6,90	bcd
12	6,90	3,45	10,34	6,67	8,25	6,45	0,00	6,25	5,26	8,33	6,19	bcd
11	0,00	10,34	3,45	1,67	5,15	3,23	5,56	4,17	0,00	8,33	4,19	cd
10	0,00	6,90	0,00	3,33	3,09	3,23	0,00	0,00	0,00	25,00	4,15	cd
19	3,45	0,00	6,90	0,00	6,19	3,23	5,56	4,17	0,00	0,00	2,95	d
20	6,90	6,90	3,45	1,67	2,06	6,45	0,00	2,08	0,00	0,00	2,95	d
22	0,00	3,45	3,45	0,00	0,00	3,23	0,00	0,00	0,00	8,33	1,85	d
1	0,00	0,00	3,45	3,33	1,03	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	1,34	d
21	3,45	3,45	0,00	5,00	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,29	d
4	0,00	3,45	3,45	1,67	0,00	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	1,06	d
23	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	0,66	d
6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	d
8	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,00	0,00	4,17	0,00	0,00	0,52	d
9	3,45	0,00	0,00	0,00	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	d
2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	d
3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	d
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,21	d
24	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	d
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	d

*médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

Os resultados da Tabela 9 mostram que 85,17% dos incêndios ocorreram entre as 10 e 18 horas e a maior incidência de incêndios, 17,20%, ocorreu às 14 horas. Com base nestes resultados pode-se dizer que estes foram os horários de maior incidência de incêndios durante as 24 horas do dia, os quais são semelhantes aos encontrados por CORDEIRO (1982). A Figura 1 ilustra a distribuição dos incêndios durante as horas do dia.

Em trabalhos desenvolvidos na região de Monte Alegre, Estado do Paraná, CORDEIRO (1982) observou que 96,50% dos incêndios ocorreram entre as 9 e 22 horas, 79,39% entre as 10 e 18 horas e o período de maior incidência de incêndios, 22,80%, foi entre as 14 e 15 horas.

FIGURA 1 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR HORAS DO DIA



4.2.2 Áreas queimadas por horas do dia

A Tabela 10 apresenta valores totais e valores médios de áreas queimadas por horas do dia, em porcentagens, durante o período de 1984 a 1993.

TABELA 10 – ÁREAS QUEIMADAS POR HORAS DO DIA, EM PORCENTAGEM

Horas do dia	Áreas queimadas por ano (%)										Média*
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	
1	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,09
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
3	0,00	0,00	0,00	0,00	6,12	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63
4	0,00	33,97	0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	3,43
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	4,57	0,00	0,00	0,46
9	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
10	0,00	0,47	0,00	0,10	31,23	0,02	0,00	0,00	0,00	97,83	12,96
11	0,00	1,03	60,22	0,05	1,34	0,01	0,09	4,78	0,00	1,14	6,86
12	0,07	0,94	2,07	0,35	8,70	5,46	0,00	18,91	0,02	0,03	3,66
13	26,30	7,92	0,89	0,26	21,25	3,96	38,76	0,50	94,99	0,09	19,49
14	0,26	25,15	3,19	27,01	17,37	0,76	17,48	48,22	0,42	0,24	14,01
15	64,38	29,94	0,14	68,71	2,46	0,81	15,55	9,31	2,41	0,57	19,43
16	4,42	0,22	8,30	0,07	6,22	0,33	0,00	9,01	0,09	0,02	2,87
17	1,41	0,00	0,08	0,45	0,96	0,31	26,23	1,18	0,09	0,06	3,08
18	0,12	0,00	0,05	2,78	0,95	87,32	0,47	2,48	1,97	0,00	9,61
19	0,03	0,00	24,92	0,00	0,41	0,01	0,13	0,71	0,00	0,00	2,62
20	2,81	0,33	0,07	0,02	0,03	0,80	0,00	0,02	0,00	0,00	0,41
21	0,14	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
22	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
23	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,20
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*a análise de variância não foi realizada devido a impossibilidade de normalização dos dados.

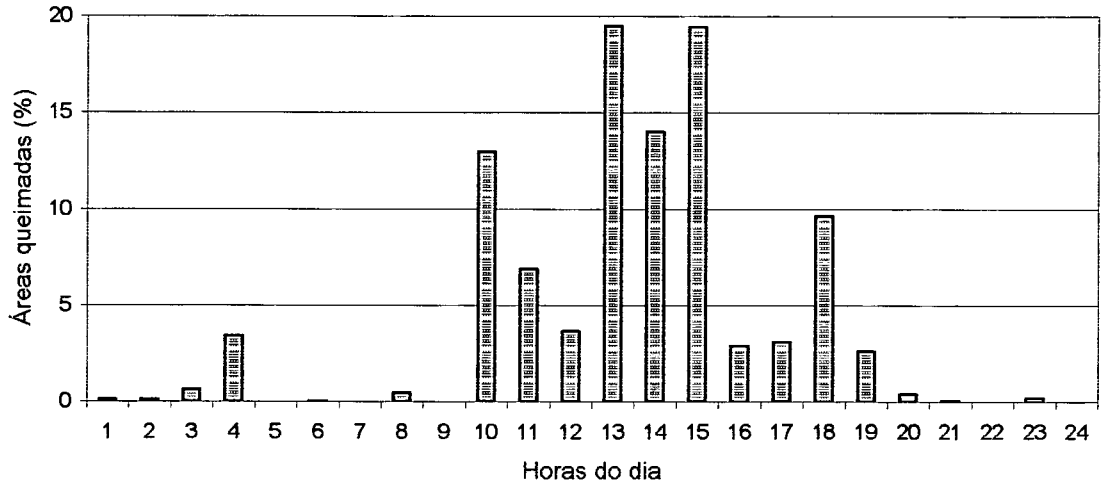
A análise estatística para os dados apresentados na Tabela 10 mostrou que os mesmos não apresentaram normalidade, mesmo com a transformação dos dados. Por este motivo, não foi possível realizar a análise de variância.

Os resultados da Tabela 10 mostraram que 91,97% da área queimada resultou de incêndios ocorridos entre as 10 e 18 horas. Com base nestes resultados pode-se observar que estes são os horários de maior porcentagem de áreas

queimadas no período de 24 horas do dia. A Figura 2 ilustra a distribuição das áreas queimadas durante as horas do dia.

Comparando os resultados das Tabelas 9 e 10 observou-se que a maior porcentagem de áreas queimadas, 19,49%, ocorreu às 13 horas, enquanto que a maior porcentagem de incêndios, 17,20%, ocorreu às 14 horas. Observa-se que as três horas com maior porcentagem de áreas queimadas, 52,93%, ocorreu no período das 13 às 15 horas e as três horas com maior porcentagem de incêndios, 44,94% também no mesmo período das 13 às 15 horas. Observa-se ainda que o período com maior concentração de áreas queimadas, 91,97%, começa às 10 e termina às 18 horas e o período com maior ocorrência de incêndios, 85,17%, começa às 10 e termina às 18 horas. Com estas observações pode-se dizer que as maiores concentrações de áreas queimadas ocorreram sempre uma hora antes das maiores incidências de incêndios. Os dados disponíveis não são suficientes para uma explicação lógica da razão dessa defasagem de uma hora entre as maiores concentrações de áreas queimadas e as maiores incidências de incêndios. A Figura 2 ilustra a distribuição das áreas queimadas por horas do dia, durante o período analisado.

FIGURA 2 – PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR HORAS DO DIA



4.2.3 Ocorrência de incêndios por dias da semana

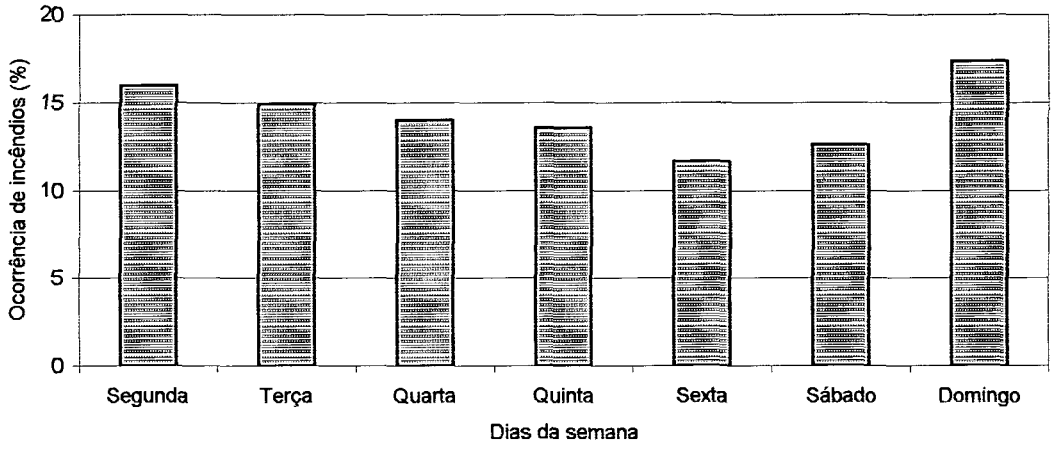
A Tabela 11 e a Figura 3 apresentam os valores totais e os valores médios da ocorrência de incêndios, em porcentagens, por dia da semana, durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 11 – OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DA SEMANA, EM PORCENTAGEM

Dias da	Incêndios ocorridos por ano (%)												Média*
semana	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Segunda	16,67	20,69	10,34	26,67	13,40	21,88	11,11	14,00	5,26	28,57	8,47	14,29	15,95
Terça	16,67	13,79	27,59	18,33	13,40	15,63	5,56	14,00	10,53	7,14	18,64	17,86	14,93
Quarta	20,00	6,90	3,45	13,33	18,56	3,13	16,67	28,00	26,32	7,14	13,56	10,71	13,98
Quinta	10,00	6,90	20,69	8,33	13,40	9,38	22,22	12,00	21,05	14,29	13,56	10,71	13,54
Sexta	16,67	13,79	6,90	8,33	7,22	6,25	22,22	16,00	10,53	7,14	10,17	14,29	11,63
Sábado	13,33	10,34	13,79	15,00	17,53	18,75	11,11	6,00	5,26	14,29	15,25	10,71	12,61
Domingo	6,67	27,59	17,24	10,00	16,49	25,00	11,11	10,00	21,05	21,43	20,34	21,43	17,36

*as médias não diferem estatisticamente pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

FIGURA 3 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DA SEMANA



Observando-se os resultados da Tabela 11 pode-se perceber uma tendência para maior incidência de incêndios no domingo, onde ocorreram 17,36%, sendo que a sexta-feira apresentou a menor porcentagem, com 11,63% do total de incêndios. Entretanto, não houve diferença significativa entre os dias da semana.

4.2.4 Áreas queimadas por dias da semana

A Tabela 12 apresenta valores totais e valores médios de áreas queimadas por dias da semana, em porcentagens, durante o período de 1984 a 1995.

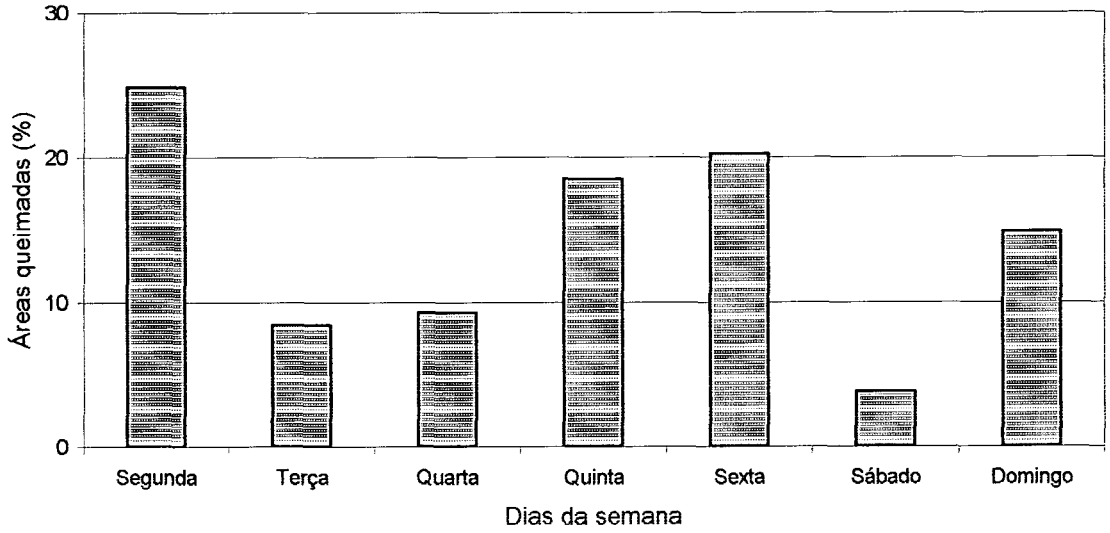
TABELA 12 – ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DA SEMANA, EM PORCENTAGEM

Dias da	Áreas queimadas por períodos anuais												Média*
semana	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Segunda	25,64	17,17	0,09	27,61	3,33	92,83	25,66	3,12	1,86	97,40	1,73	1,92	24,86
Terça	2,59	14,64	63,28	5,45	0,00	4,17	0,21	2,68	1,88	0,23	0,85	5,08	8,42
Quarta	7,23	0,97	0,83	2,01	3,50	0,01	38,65	54,76	2,35	0,06	0,68	0,19	9,27
Quinta	1,25	0,07	2,17	63,88	19,13	0,06	10,29	33,00	70,93	0,47	17,42	3,33	18,50
Sexta	56,13	11,56	0,09	0,25	39,53	0,33	23,88	3,93	0,11	0,57	22,53	84,00	20,24
Sábado	2,31	0,28	8,45	0,39	30,68	0,82	0,34	1,27	0,02	0,02	0,72	0,56	3,82
Domingo	4,85	55,30	25,09	0,41	3,84	1,78	0,97	1,23	22,84	1,25	56,07	4,93	14,88

*as médias não diferem estatisticamente pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

Observando-se os resultados da Tabela 12 pode-se perceber que ocorreu uma maior porcentagem média de áreas queimadas, 24,88%, nas segundas-feiras, seguido pelas sextas-feiras, com 20,24% e a quinta-feira, com 18,50%. O sábado apresentou a menor porcentagem, 3,82% do total de áreas queimadas ocorridos em todos os dias da semana. Estes resultados no entanto, não apresentaram diferença significativa. A Figura 4 ilustra a distribuição das áreas queimadas durante as horas do dia.

FIGURA 4 – PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DA SEMANA



4.2.5 Ocorrência de incêndios por dias do mês

A Tabela 13 e a Figura 5 apresentam os valores totais e os valores médios da ocorrência de incêndios, em porcentagens, por dias do mês, durante o período de 1984 a 1995.

FIGURA 5 – MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DO MÊS, EM PORCENTAGEM

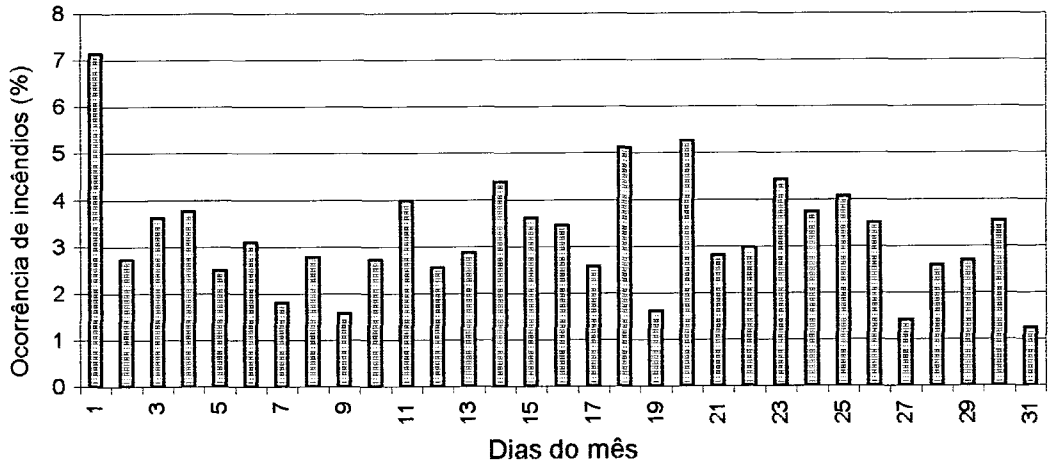


TABELA13 – OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR DIAS DO MÊS, EM PORCENTAGEM

Dias do mês	Incêndios ocorridos em períodos anuais (%)												Média*
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
1	10,00	3,45	0,00	1,67	0,00	21,88	11,11	0,00	0,00	28,57	1,69	7,14	7,13
2	3,33	3,45	0,00	5,00	4,12	6,25	0,00	0,00	5,26	0,00	1,69	3,57	2,72
3	0,00	0,00	6,90	8,33	4,12	6,25	0,00	2,00	5,26	7,14	3,39	0,00	3,62
4	3,33	3,45	3,45	5,00	4,12	0,00	0,00	10,00	0,00	7,14	5,08	3,57	3,76
5	0,00	0,00	6,90	6,67	2,06	3,13	5,56	4,00	0,00	0,00	1,69	0,00	2,50
6	3,33	13,79	0,00	0,00	3,09	0,00	5,56	6,00	5,26	0,00	0,00	0,00	3,09
7	6,67	0,00	3,45	0,00	1,03	3,13	0,00	4,00	0,00	0,00	3,39	0,00	1,81
8	3,33	0,00	0,00	0,00	4,12	9,38	5,56	2,00	5,26	0,00	0,00	3,57	2,77
9	0,00	3,45	0,00	1,67	2,06	6,25	0,00	2,00	0,00	0,00	3,39	0,00	1,57
10	3,33	3,45	0,00	3,33	4,12	0,00	5,56	4,00	0,00	7,14	1,69	0,00	2,72
11	3,33	3,45	3,45	8,33	2,06	0,00	0,00	6,00	10,53	7,14	3,39	0,00	3,97
12	6,67	0,00	0,00	1,67	2,06	0,00	0,00	8,00	10,53	0,00	1,69	0,00	2,55
13	0,00	3,45	0,00	5,00	2,06	0,00	5,56	8,00	0,00	0,00	6,78	3,57	2,87
14	0,00	3,45	3,45	1,67	6,19	0,00	11,11	4,00	5,26	0,00	6,78	10,71	4,38
15	10,00	3,45	0,00	8,33	4,12	3,13	5,56	0,00	5,26	0,00	3,39	0,00	3,60
16	0,00	3,45	10,34	5,00	3,09	0,00	0,00	4,00	10,53	0,00	5,08	0,00	3,46
17	0,00	10,34	0,00	3,33	5,15	3,13	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	3,57	2,57
18	6,67	6,90	0,00	5,00	1,03	9,38	0,00	6,00	10,53	14,29	1,69	0,00	5,12
19	3,33	3,45	3,45	0,00	2,06	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	5,08	0,00	1,61
20	0,00	3,45	10,34	5,00	0,00	6,25	11,11	4,00	0,00	7,14	5,08	10,71	5,26
21	6,67	0,00	3,45	5,00	4,12	3,13	5,56	4,00	0,00	0,00	1,69	0,00	2,80
22	3,33	3,45	3,45	3,33	6,19	3,13	0,00	4,00	0,00	0,00	5,08	3,57	2,96
23	6,67	0,00	3,45	0,00	7,22	3,13	5,56	6,00	5,26	7,14	5,08	3,57	4,42
24	0,00	0,00	0,00	3,33	5,15	9,38	11,11	0,00	0,00	7,14	5,08	3,57	3,73
25	6,67	3,45	3,45	1,67	3,09	0,00	0,00	2,00	0,00	7,14	3,39	17,86	4,06
26	6,67	0,00	10,34	3,33	2,06	0,00	0,00	2,00	5,26	0,00	5,08	7,14	3,49
27	3,33	0,00	3,45	1,67	3,09	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	3,39	0,00	1,41
28	0,00	0,00	3,45	5,00	3,09	3,13	0,00	4,00	5,26	0,00	3,39	3,57	2,57
29	3,33	0,00	6,90	0,00	4,12	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	1,69	10,71	2,69
30	0,00	17,24	10,34	1,67	1,03	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	3,39	3,57	3,54
31	0,00	3,45	0,00	0,00	4,12	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	1,69	0,00	1,24

*as médias não diferem estatisticamente pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

A análise estatística dos resultados constantes na Tabela 13 e ilustrados na Figura 5, não detectou diferença significativa na ocorrência de incêndios durante os dias dos meses.

4.2.6 Áreas queimadas por dias do mês

A Tabela 14 e a Figura 6 apresentam os valores totais e valores médios de áreas queimadas por dias do mês, em porcentagens, durante o período estudado.

FIGURA 6 – PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DO MÊS

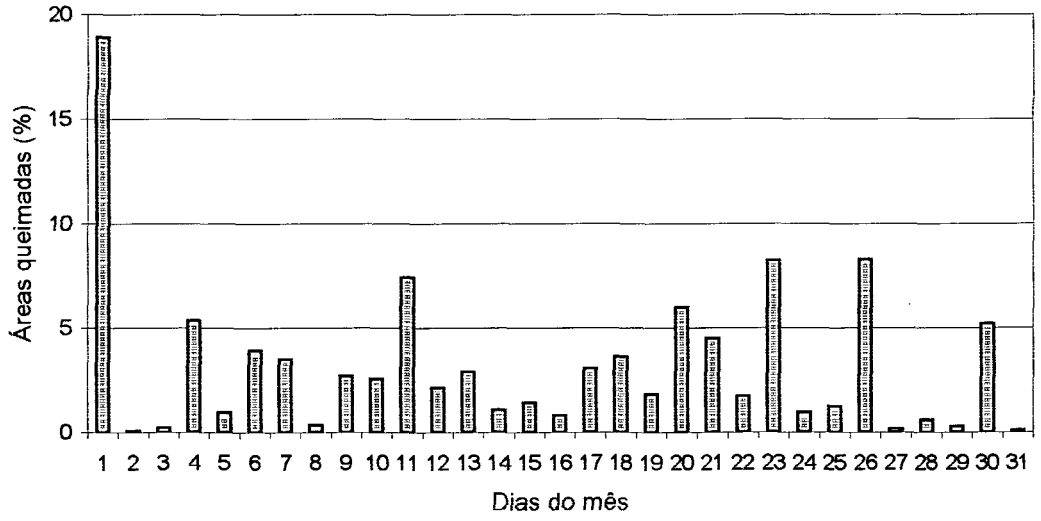


TABELA 14 – ÁREAS QUEIMADAS POR DIAS DO MÊS, EM PORCENTAGEM

Dias do mês	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média*
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
1	2,51	0,05	0,00	0,02	0,00	1,69	38,23	0,00	0,00	97,72	0,02	86,45	18,89
2	0,06	0,23	0,00	0,25	0,10	0,05	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,06
3	0,00	0,00	0,12	0,36	0,80	0,05	0,00	0,02	0,02	1,14	0,18	0,00	0,22
4	0,05	0,09	8,30	1,84	0,67	0,00	0,00	37,14	0,00	0,28	15,89	0,00	5,36
5	0,00	0,00	2,05	0,03	0,47	3,90	0,08	4,66	0,00	0,00	0,34	0,00	0,96
6	1,19	6,94	0,00	0,00	15,35	0,00	0,04	1,16	22,36	0,00	0,00	0,00	3,92
7	1,31	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,00	0,91	0,00	0,00	39,63	0,00	3,49
8	1,19	0,00	0,00	0,00	2,19	0,26	0,42	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,34
9	0,00	0,94	0,00	0,23	30,91	0,12	0,00	0,07	0,00	0,00	0,08	0,00	2,70
10	2,38	0,02	0,00	0,05	11,32	0,00	16,93	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	2,57
11	5,96	11,32	0,04	0,10	0,03	0,00	0,00	0,77	70,85	0,09	0,01	0,00	7,43
12	2,40	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	22,88	0,07	0,00	0,02	0,00	2,14
13	0,00	0,09	0,00	0,48	0,18	0,00	25,40	2,84	0,00	0,00	5,17	0,62	2,90
14	0,00	0,09	2,01	0,18	0,63	0,00	8,59	0,14	0,09	0,00	1,15	0,07	1,08
15	0,51	13,59	0,00	0,36	0,76	0,01	0,13	0,00	1,86	0,00	0,01	0,00	1,44
16	0,00	0,02	0,16	4,57	1,10	0,00	0,00	3,41	0,37	0,00	0,02	0,00	0,80
17	0,00	34,03	0,00	0,03	0,35	0,23	0,00	0,00	1,86	0,00	0,00	0,08	3,05
18	22,43	14,97	0,00	0,12	0,01	0,18	0,00	4,94	0,04	0,49	0,41	0,00	3,63
19	1,19	15,85	0,83	0,00	0,02	0,00	0,00	2,27	0,00	0,00	1,64	0,00	1,82
20	0,00	0,04	0,11	63,82	0,00	0,32	1,91	0,20	0,00	0,23	0,99	4,34	6,00
21	1,23	0,00	24,89	0,09	2,49	0,78	6,60	5,69	0,00	0,00	12,28	0,00	4,50
22	0,10	0,05	0,05	0,03	16,07	0,39	0,00	2,39	0,00	0,00	0,83	0,83	1,73
23	0,05	0,00	0,04	0,00	7,89	87,29	0,21	0,36	2,24	0,01	0,02	0,42	8,21
24	0,00	0,00	0,00	0,06	5,60	4,69	0,97	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,95
25	4,90	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	4,55	0,00	0,01	0,00	5,08	1,23
26	51,23	0,00	0,04	26,93	0,09	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	20,66	0,50	8,29
27	0,12	0,00	0,08	0,09	1,57	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,08	0,00	0,17
28	0,00	0,00	0,83	0,20	0,13	0,03	0,00	5,46	0,09	0,00	0,16	0,04	0,58
29	1,19	0,00	0,09	0,00	0,24	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,01	1,50	0,27
30	0,00	1,59	60,30	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,02	5,18
31	0,00	0,03	0,00	0,00	0,58	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,10

*as médias não diferem estatisticamente pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

Com base nos resultados da Tabela 14 observa-se que houve uma maior porcentagem média de áreas queimadas, 18,89%, no primeiro dia do período mensal, porém, não houve diferença significativa.

4.2.7 Ocorrência de incêndios por meses do ano

A Tabela 15 apresenta os valores totais e os valores médios da ocorrência de incêndios, em porcentagens, por mês do ano, durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 15 – OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO, EM PORCENTAGEM

Meses	Incêndios ocorridos em períodos anuais (%)												Média*
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Agosto	26,67	24,14	10,34	46,67	23,71	6,25	27,78	12,00	26,32	7,14	33,90	14,29	21,60 a
Julho	40,00	10,34	24,14	15,00	24,74	25,00	16,67	12,00	10,53	14,29	20,34	3,57	18,05 ab
Setembro	6,67	10,34	20,69	8,33	17,53	3,13	16,67	32,00	5,26	0,00	22,03	7,14	12,48 abc
Junho	13,33	6,90	20,69	1,67	5,15	6,25	22,22	18,00	21,05	0,00	3,39	10,71	10,78 abc
Outubro	0,00	17,24	10,34	6,67	5,15	31,25	5,56	10,00	0,00	7,14	8,47	3,57	8,78 bc
Abril	0,00	3,45	3,45	5,00	2,06	6,25	0,00	0,00	10,53	7,14	1,69	25,00	5,38 bc
Maio	3,33	0,00	6,90	5,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	7,14	5,08	28,57	5,34 bc
Janeiro	6,67	3,45	0,00	0,00	6,19	3,13	0,00	0,00	10,53	28,57	0,00	0,00	4,88 bc
Novembro	0,00	13,79	0,00	8,33	4,12	6,25	0,00	4,00	5,26	14,29	0	0	4,67 bc
Dezembro	0,00	3,45	0,00	1,67	3,09	9,38	5,56	0,00	10,53	7,14	1,69	3,57	3,84 bc
Março	3,33	3,45	0,00	1,67	6,19	3,13	0,00	0,00	0,00	7,14	0,00	3,57	2,37 c
Fevereiro	0,00	3,45	3,45	0,00	2,06	0,00	5,56	4,00	0,00	0,00	3,39	0,00	1,83 c

*médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

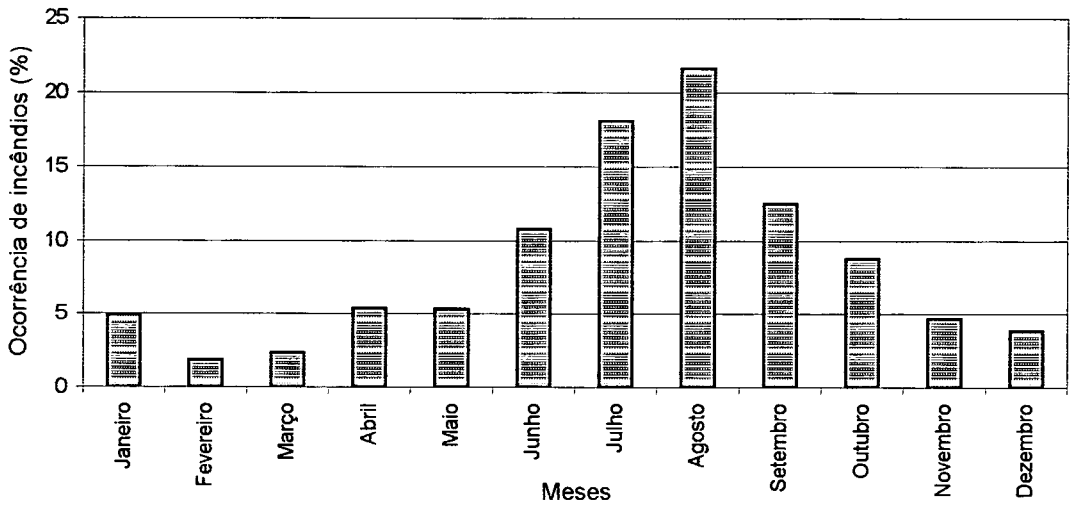
A análise estatística dos resultados constantes na Tabela 15 mostra que houve diferença significativa entre os meses do ano. O mês de agosto apresentou a maior porcentagem média, 21,60% e os meses de junho, julho, agosto e setembro, juntos, apresentaram 62,91%, indicando ser esta a principal estação de ocorrência de incêndios. A Figura 7 ilustra a distribuição dos incêndios por meses do ano, durante o período analisado.

Resultados semelhantes foram encontrados por SOARES (1984b), através de trabalhos desenvolvidos sobre o perfil dos incêndios florestais no Brasil em 1983. O referido autor concluiu que 21,15% dos incêndios ocorreram no mês de agosto. Os quatro meses com maior incidência, 77,54%, foram agosto, setembro, outubro e novembro. A diferença no período dos quatro meses de maior incidência constantes na Tabela 15 e os encontrados por SOARES (1985b), talvez seja decorrente da diferença climática das regiões estudadas. Porém, ambos os resultados tornam claro a possibilidade de se definir com precisão os meses do ano com maior incidência de incêndios florestais em todas as regiões do Brasil, sendo possível intensificar as medidas preventivas e mobilizar as estruturas de combate durante este período, reduzindo desta forma os danos provocados às florestas e os custos operacionais.

Em outro trabalho sobre a ocorrência de incêndios em povoamentos florestais SOARES (1995) observou que 82,2% dos incêndios registrados entre 1983 a 1987 ocorreram de julho a dezembro. Os meses com maior ocorrência foram agosto e outubro, respectivamente, 19,3% e 19,5%.

Em trabalho desenvolvido na região do Centro-paranaense, SOARES e CORDEIRO (1974) concluíram que 72,12% dos incêndios ocorreram entre os meses de julho a dezembro e que o mês de agosto apresentou, individualmente, a maior porcentagem de ocorrência de incêndios, 17,31%.

FIGURA 7 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO



4.2.8 Áreas queimadas por meses do ano

A Tabela 16 apresenta valores totais e valores médios de áreas queimadas por meses do ano, em porcentagens, durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 16 – PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR MESES DO ANO

Meses	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média*
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Janeiro	1,02	0,03	0,00	0,00	1,31	0,01	0,00	0,00	0,04	2,01	0,00	0,00	0,37
Fevereiro	0,00	0,09	0,01	0,00	0,92	0,00	0,21	0,93	0,00	0,00	0,36	0,00	0,21
Março	0,02	0,09	0,00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
Abril	0,00	0,09	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,04	0,23	0,16	5,14	0,48
Maio	0,12	0,00	0,08	0,11	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,01	0,08	1,78	0,25
Junho	49,39	0,42	0,19	0,02	0,36	0,02	9,74	5,64	70,95	0,00	0,05	3,35	11,68
Julho	13,44	1,89	1,10	0,54	3,24	5,46	0,34	5,32	0,09	0,10	13,31	0,12	3,75
Agosto	31,17	30,45	2,12	65,13	23,06	0,79	43,01	7,76	2,40	0,02	61,23	5,16	22,69
Setembro	4,83	1,08	85,35	0,39	67,64	0,03	8,34	69,18	2,24	0,00	18,80	83,95	28,49
Outubro	0,00	31,80	11,14	27,29	0,39	89,55	38,10	5,80	0,00	0,03	5,98	0,42	17,54
Novembro	0,00	34,04	0,00	1,95	2,02	0,16	0,00	4,57	0,02	97,53	0,00	0,00	11,69
Dezembro	0,00	0,01	0,00	4,54	0,93	3,94	0,25	0,00	24,22	0,06	0,02	0,08	2,84

*a análise de variância não foi realizada devido a impossibilidade de normalização dos dados.

A análise dos resultados da Tabela 16 mostra que o mês de setembro apresentou a maior porcentagem média de áreas queimadas, 28,49% e os meses de agosto, setembro, outubro e novembro apresentaram juntos, 80,41% do total de áreas queimadas. Os meses de junho a novembro, foram os seis meses do ano com maior porcentagem média, 95,84%. Portanto, estes foram os meses do período anual com maior incidência de áreas queimadas. A Figura 8 ilustra a distribuição das áreas queimadas durante os meses do ano.

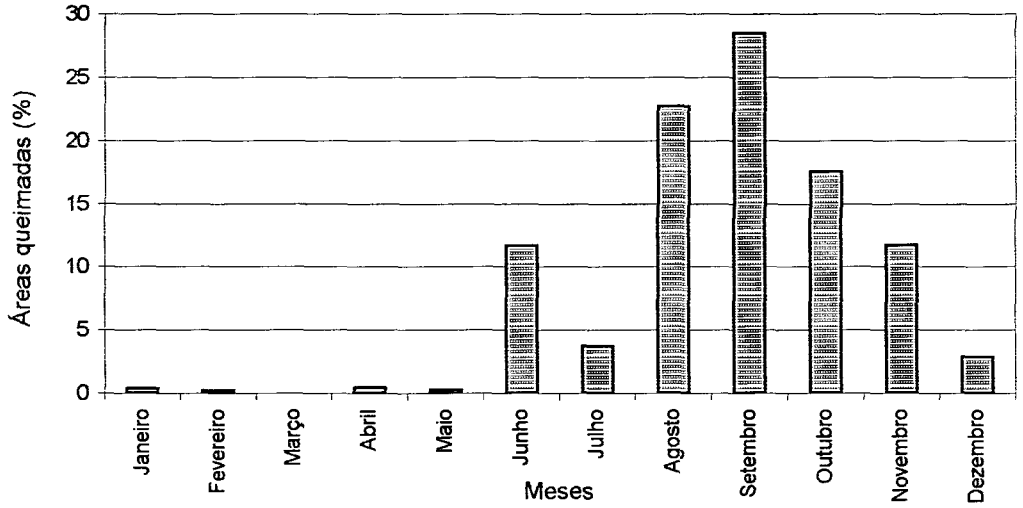
SOARES (1984b) observou que o mês de outubro apresentou a maior incidência de áreas queimadas, 27,00%, enquanto que o mês de setembro apresentou a segunda maior incidência, 25,47%. Os meses com maior incidência, de 96,01%, encontram-se entre agosto e dezembro. Estes resultados apresentam

semelhanças com os valores médios constantes na Tabela 55, onde durante os meses de junho a novembro ocorreram 95,84% de áreas queimadas.

SOARES (1995) observou que durante o período de 1983 a 1987, 97,5% dos registros de áreas queimadas no país ocorreu entre os meses de julho a dezembro, sendo setembro o mês com maior incidência de áreas queimadas, 23,3%. Esta mesma tendência pode ser observada nos valores médios da Tabela 55, onde os seis meses com maior incidência de áreas queimadas, 98,68%, foi de julho a dezembro, tendo o mês de setembro apresentado a maior incidência, 28,49%.

SOARES e CORDEIRO (1974) também concluíram, em um trabalho desenvolvido na região do Centro-paranaense, que os meses do ano com maior incidência de áreas queimadas, 97,31%, estão entre julho e dezembro.

FIGURA 8 – PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS POR MESES DO ANO



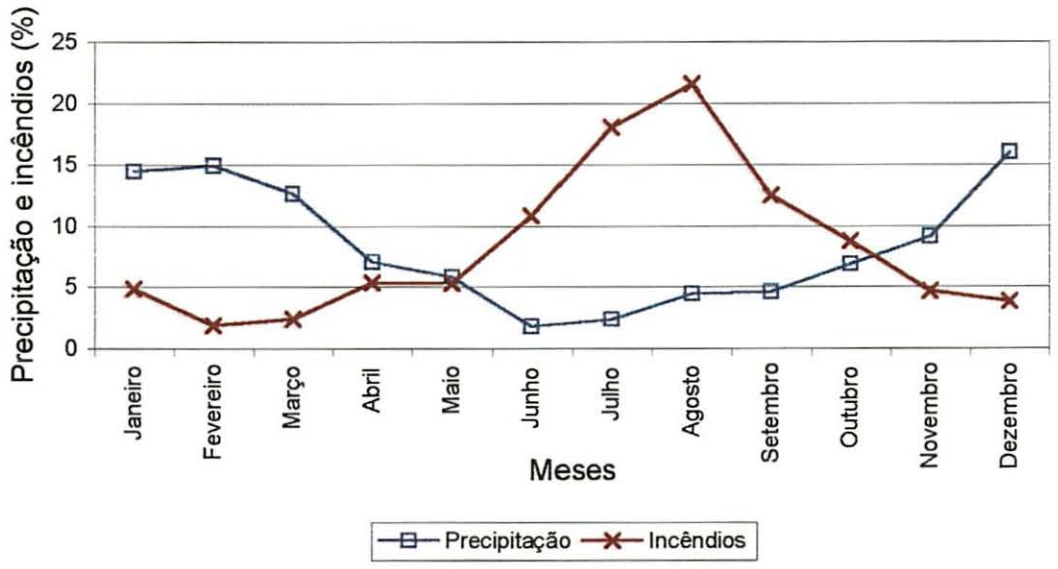
4.3 RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL E INCÊNDIOS FLORESTAIS

A Tabela 17 relaciona as precipitações pluviométricas com os meses do ano, considerando os valores totais e médias mensais, durante o período de 1984 a 1995. A Figura 9 relaciona estas precipitações pluviométricas com as ocorrências de incêndios.

TABELA 17 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR MESES DO ANO, EM PORCENTAGEM

Tempo (mês)	Ocorrência de precipitação pluviométrica por ano (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Janeiro	15,5	11,0	6,2	6,2	13,4	22,6	24,2	14,9	8,6	13,1	23,7	13,8	14,4
Fevereiro	5,6	18,6	16,2	16,2	11,4	16,0	8,8	14,9	10,2	25,0	12,3	24,0	14,9
Março	9,3	13,1	12,1	12,1	16,1	9,4	16,5	22,6	12,1	7,9	10,2	9,9	12,6
Abril	7,3	16,1	1,1	1,1	8,3	2,9	2,9	10,1	13,7	5,5	6,6	9,0	7,0
Maio	2,5	4,6	10,2	10,2	9,1	2,6	4,1	3,3	9,5	3,5	5,5	4,8	5,8
Junho	0,0	1,6	0,1	0,1	0,9	3,5	0,8	4,6	0,6	5,1	2,3	2,0	1,8
Julho	0,9	1,5	1,7	1,7	0,1	5,7	4,2	5,3	1,5	0,6	1,9	3,2	2,4
Agosto	10,3	1,1	10,4	10,4	0,0	2,9	4,9	0,0	0,5	9,5	0,0	3,2	4,4
Setembro	6,9	4,5	3,9	3,9	0,9	7,3	5,5	1,7	9,0	8,3	0,2	3,4	4,6
Outubro	5,5	1,8	3,2	3,2	16,1	3,8	5,5	8,5	9,7	4,4	10,9	9,7	6,9
Novembro	11,4	13,5	7,9	7,9	7,0	5,8	14,2	2,7	13,4	6,6	13,9	4,9	9,1
Dezembro	24,8	12,8	27,0	27,0	16,6	17,5	8,6	11,4	11,2	10,4	12,7	12,1	16,0

FIGURA 9 – PORCENTAGEM MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E DE INCÊNDIOS POR MESES DO ANO



Os resultados da Tabela 17 mostram que a precipitação durante o ano foi menor entre os meses de abril a outubro, sendo que nos demais meses ocorreram as maiores precipitações pluviométrica. Os valores médios do período estudado também confirmaram esta tendência.

Durante o período de sete meses, de abril a outubro ocorreu apenas 42,1% da precipitação anual, sendo que neste mesmo período ocorreu 82,41% dos incêndios anuais (Tabela 15), havendo portanto uma relação inversa entre precipitação pluviométrica e incêndios florestais.

4.4 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS ÍNDICES DE PREVISÃO DE INCÊNDIOS

Muito embora os índices de previsão de incêndios florestais sejam amplamente conhecidos e muito utilizados universalmente, não existe uma metodologia bem definida para se avaliar a eficiência desses índices. Para a execução deste trabalho foram utilizados diversos métodos indicados pela literatura e que de alguma maneira já foram testados para regiões e índices específicos. Os métodos utilizados foram o teste estatístico da distância de Mahalanobis, o *skill score* ou desempenho dos índices; a normalização dos valores dos índices e a distribuição da ocorrência de incêndios, de áreas queimadas e o número de dias, através das classes de perigo.

4.4.1 Distância de Mahalanobis

A Tabela 18 apresenta os valores médios anuais da distância de Mahalanobis (Md), para os índices de Nesterov, Telitsyn, Fórmula de Monte Alegre (FMA) e FWI (Canadá), durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 18 – VALORES MÉDIOS ANUAIS DA DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS PARA OS ÍNDICES DE PERIGO

Anos	Valores médios anuais de Md para os índices de perigo			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1984	2,00	2,22	2,44	1,79
1985	0,66	0,63	0,68	1,07
1986	1,05	1,23	1,24	1,77
1987	1,01	0,73	1,37	1,23
1988	0,76	0,88	0,85	1,23
1989	0,46	0,23	0,43	0,45
1990	0,74	0,92	0,82	1,88
1991	1,27	0,99	0,96	1,24
1992	0,85	0,29	0,74	0,71
1993	1,42	1,52	1,05	0,76
1994	0,64	0,99	0,82	1,39
1995	0,22	0,35	0,31	0,29
Média	0,92	0,92	0,97	1,15

Analisando-se os valores médios anuais da distância de Mahalanobis para os diversos índices de perigo observa-se que esta apresentou para um mesmo índice, variações acentuadas ao longo dos anos. Quando estes valores são comparados entre os índices, observa-se que o FWI apresentou o maior valor (1,15), seguido da FMA (0,97), Nesterov e Telitsyn (0,92). Estes resultados comprovam que, através da distância de Mahalanobis, o FWI foi o índice que melhor diferenciou uma população sem ocorrências de incêndios (X_1) de uma população com ocorrência de incêndios (X_2), sendo portanto, o mais eficiente entre os índices analisados. O comportamento dos índices pode ser melhor observado através das Figuras 10 e 11.

VIEGAS *et al.* (1994) encontraram em um trabalho desenvolvido para regiões da França, Itália e Portugal, valores da distância de Mahalanobis variando de 0,0 a 1,88 quando se utilizou o índice FWI; 0,0 a 1,61 para o índice francês; 0,04 a 1,43 para o índice italiano; 0,23 a 1,42 para o índice português e 0,15 a 1,14 para o índice espanhol.

FIGURA 10 - VALORES MÉDIOS DA DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS PARA OS ÍNDICES DE PERIGO

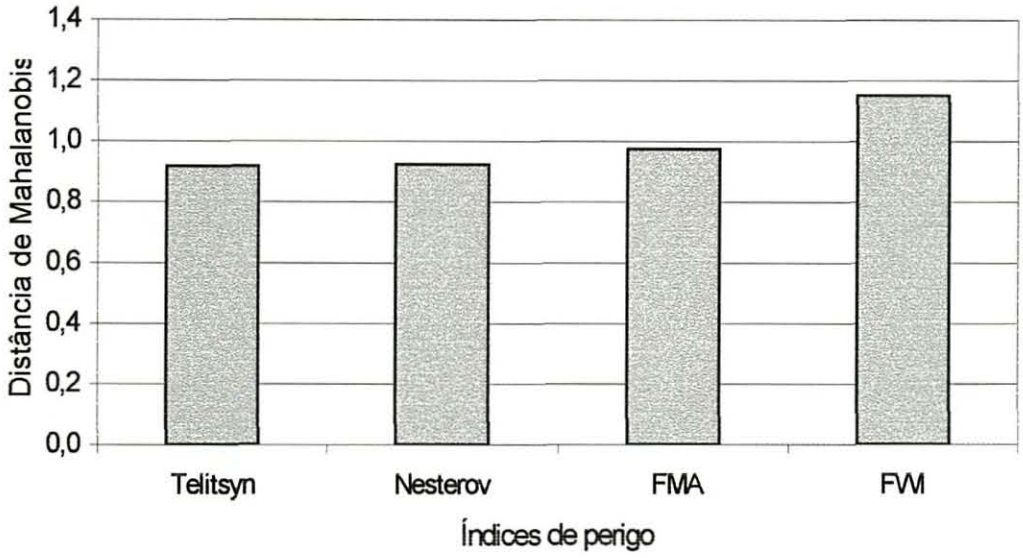
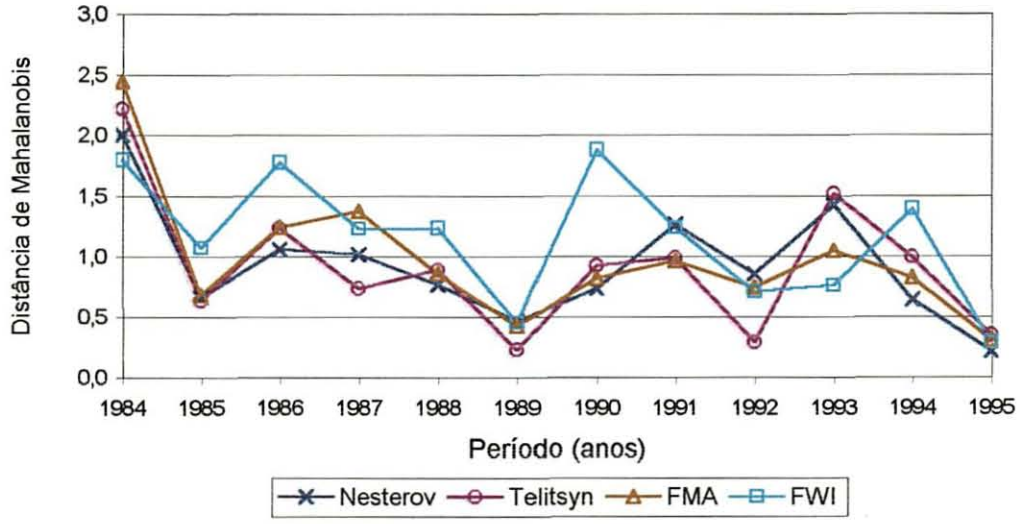


FIGURA 11 – VALORES MÉDIOS ANUAIS DA DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS PARA OS ÍNDICES DE PERIGO



4.4.2 *Skill score* ou desempenho dos índices

As Tabelas 19 e 20 apresentam os valores médios anuais e a média do período, do *skill score* ou desempenho dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI com as escalas de perigo originais e aferidas.

TABELA 19 – *SKILL SCORE* OU DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS

Anos	Desempenho dos índices de perigo originais			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1984	0,0691	0,1117	0,0217	0,1478
1985	0,0890	0,0932	0,0518	0,1158
1986	0,0620	0,1081	0,0254	0,1662
1987	0,1386	0,1435	0,0680	0,2721
1988	0,2002	0,2632	0,1570	0,3835
1989	0,0876	0,1165	0,0558	0,1155
1990	0,0526	0,0893	0,0453	0,1419
1991	0,1910	0,2233	0,1115	0,2954
1992	0,0499	0,0778	0,0289	0,0940
1993	0,0639	0,0897	0,0309	0,1045
1994	0,1566	0,2596	0,0843	0,2872
1995	0,0679	0,0671	0,0483	0,0815
Média	0,1024	0,1369	0,0607	0,1838

As Figuras 12 e 13 mostram o desempenho médio dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI, com as escalas originais e aferidas, durante o período de 1984 a 1995.

Os valores médios anuais dos índices de perigo originais mostraram que o desempenho dos mesmos foi muito variável ao longo dos anos. Comparando-se a eficiência entre os índices durante os anos, observa-se que, com exceção dos anos de 1989, o FWI foi o mais eficiente, seguido de Telitsyn, Nesterov e por último, a FMA. Esta mesma tendência foi observada para os valores médios no período de estudo (Tabela 19 e Figura 12).

FIGURA 12 – DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS

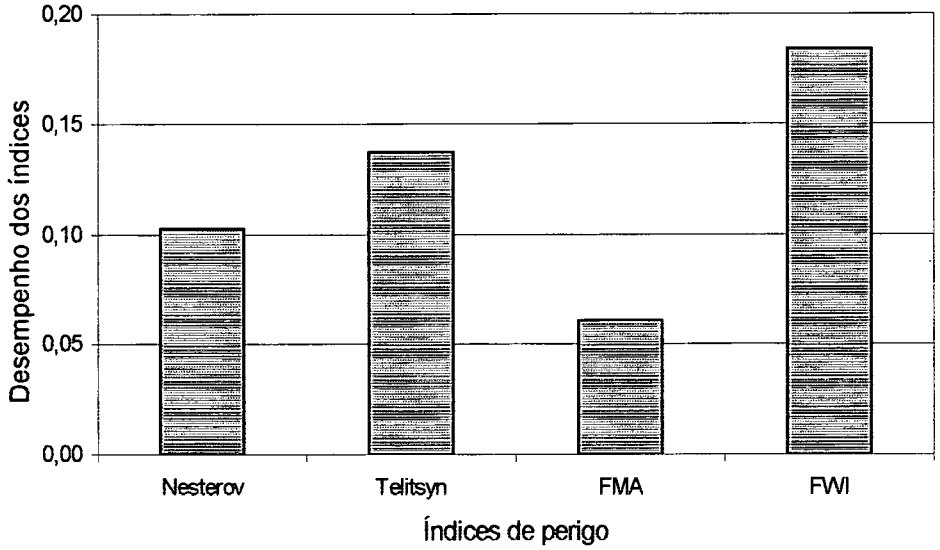


TABELA 20 – DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS

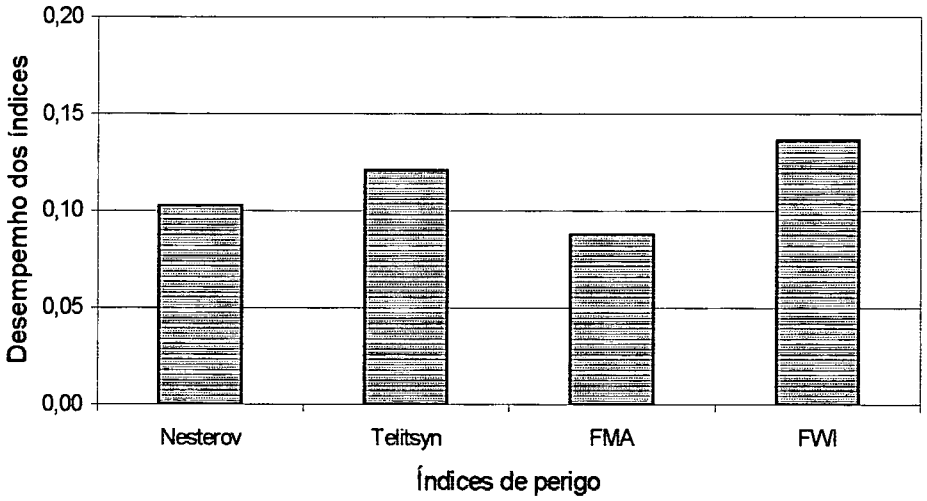
Anos	Desempenho dos índices de perigo aferidos			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1984	0,0691	0,0802	0,0379	0,0738
1985	0,0890	0,0754	0,0717	0,0843
1986	0,0620	0,1032	0,0507	0,1122
1987	0,1386	0,1547	0,1163	0,1938
1988	0,2002	0,2562	0,1951	0,2611
1989	0,0876	0,1021	0,0814	0,1152
1990	0,0526	0,0968	0,0460	0,1123
1991	0,1910	0,1976	0,1598	0,2419
1992	0,0499	0,0579	0,0405	0,0725
1993	0,0639	0,0716	0,0543	0,0726
1994	0,1566	0,2036	0,1404	0,2305
1995	0,0679	0,0511	0,0580	0,0654
Média	0,1024	0,1209	0,0877	0,1363

Os valores médios anuais do desempenho dos índices de perigo aferidos mostraram que os valores dos índices também foram muito variáveis ao longo dos anos. Comparando-se a eficiência entre os índices durante os anos, observa-se que, com exceção dos anos de 1984, 1985, e 1995, nos demais anos, o índice FWI foi o mais eficiente, seguido do de Telitsyn, de Nesterov e, por último, de FMA. Os valores

médios no período estudado também confirmam esta tendência (Tabela 20 e Figura 14).

Em trabalho desenvolvido para regiões do Sul da Europa, VIEGAS et al. (não publicado), encontraram valores do *skill score* para a região da província dos Alps-de-Haut, correspondentes a 0,28 para o FWI; 0,24 para o IREPI (índice de redução da evapotranspiração para o perigo de incêndios); 0,25 para o índice espanhol; 0,26 para o HMIN (umidade relativa mínima); 0,24 para o índice português; 0,25 para o PERS (persistência de sucesso de dias com condições meteorológicas semelhantes) e 0,34 para o SYN (índice sintético).

FIGURA13 – DESEMPENHO MÉDIO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS



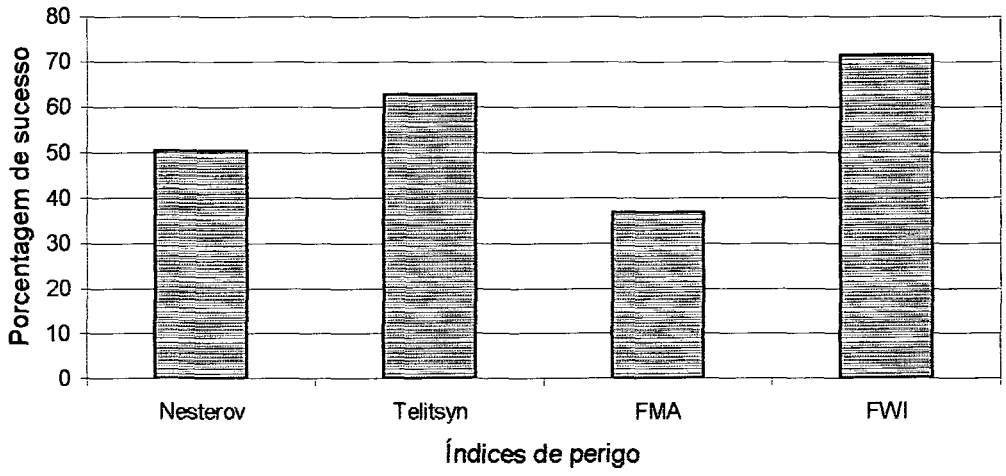
As Tabelas 21 e 22 apresentam os valores médios anuais e a média do período, da porcentagem de sucesso dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI com as escalas originais e aferidas, durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 21 – VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS

Anos	Porcentagem de sucesso dos índices de perigo originais			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1984	43,1884	54,1209	25,5072	61,0959
1985	46,8493	55,6164	32,8767	61,9178
1986	46,0274	61,9178	31,7808	69,5890
1987	52,6027	64,1096	37,2603	73,9726
1988	54,9180	63,3880	46,7213	73,7705
1989	49,5890	64,3836	38,3562	72,6027
1990	48,7671	67,3973	39,1781	79,4521
1991	56,7123	65,2055	45,4795	72,3288
1992	47,8142	62,2951	34,6995	73,2240
1993	52,6027	66,5753	36,7123	72,3288
1994	53,9726	67,1233	36,9863	70,9589
1995	52,6027	62,7397	37,5342	75,3425
Média	50,4706	62,9060	36,9244	71,3820

As Figuras 14 e 15 mostram as porcentagens de sucesso dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI com as escalas originais e aferidas, durante o período de 1984 a 1995.

FIGURA 14 – VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS



Os valores médios anuais da porcentagem de sucesso dos índices de perigo originais, mostraram que os valores dos índices foram pouco variáveis ao longo dos anos. Comparando-se a eficiência entre os índices durante os anos, observa-se que FWI foi o mais eficiente em todos os anos, seguido de Telitsyn, Nesterov e por último, a FMA. Os valores médios no período estudado também confirmam esta tendência (Tabela 21 e Figura 14).

TABELA 22 – VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS

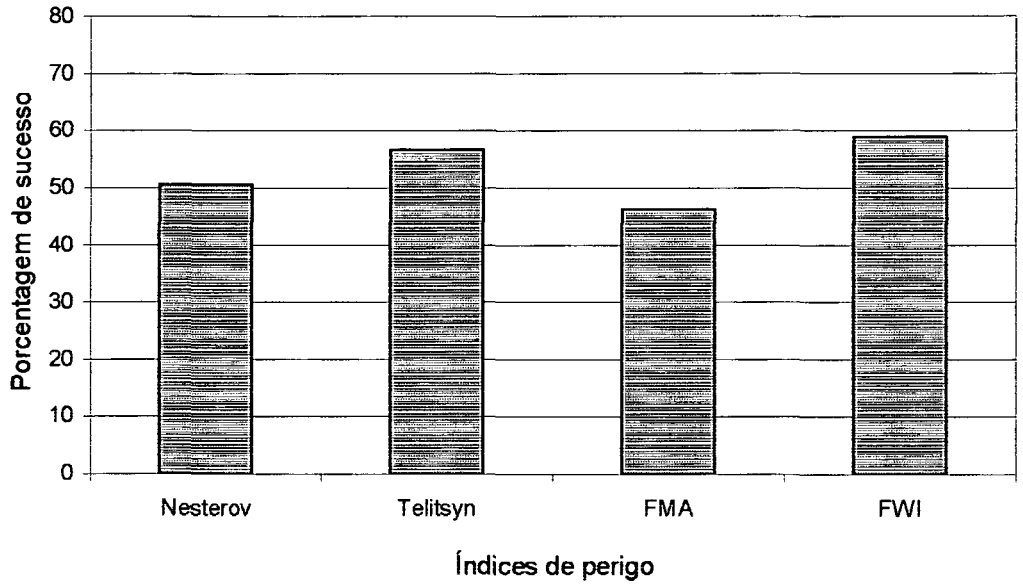
Anos	Porcentagem de sucesso dos índices aferidos			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1984	43,1884	46,4286	32,4638	44,6575
1985	46,8493	49,3151	41,9178	49,5890
1986	46,0274	56,9863	42,1918	58,9041
1987	52,6027	59,7260	46,8493	61,0959
1988	54,9180	60,3825	53,0055	62,0219
1989	49,5890	58,3562	46,0274	60,8219
1990	48,7671	61,6438	49,5890	62,7397
1991	56,7123	59,4521	53,9726	64,1096
1992	47,8142	53,8251	43,9891	58,1967
1993	52,6027	58,6301	48,7671	62,1918
1994	53,9726	59,4521	49,5890	61,9178
1995	52,6027	55,8904	46,8493	59,7260
Média	50,4706	56,6740	46,2676	58,8310

Os valores médios anuais da porcentagem de sucesso dos índices de perigo aferidos mostraram que os valores dos índices também foram pouco variáveis ao longo dos anos. Comparando-se a eficiência entre os índices através dos anos, observa-se que, com exceção dos anos de 1984 e 1990, nos demais anos, FWI foi o mais eficiente, seguido de Telitsyn, Nesterov e por último, FMA. Os valores médios no período estudado também confirmam esta tendência (Tabela 22 e Figura 15).

VIEGAS *et al.* (não publicado), encontraram valores da percentagem de sucesso para regiões do Sul da Europa, correspondentes a 75,5% para o FWI; 75,0% para o IREPI (índice de redução da evapotranspiração para o perigo de

incêndios); 80,2% para o índice espanhol; 82,1% para o HMIN (umidade relativa mínima); 82,3% para o índice português, 83,8% para o PERS (persistência de sucesso de dias com condições meteorológicas semelhantes) e 79,7% para o SYN (índice sintético).

FIGURA 15 – VALORES MÉDIOS DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO AFERIDOS



4.4.3 Normalização dos valores dos índices

A Tabela 23, apresenta os valores normalizados, em médias anuais e médias do período de estudo, para os índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI, durante os dias com ocorrência de incêndios.

TABELA 23 – VALORES MÉDIOS ANUAIS DOS ÍNDICES NORMALIZADOS

Anos	Valores dos índices de perigo normalizados			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1984	0,4123	0,3140	0,3405	0,5224
1985	0,1724	0,1424	0,1548	0,4088
1986	0,1758	0,1621	0,1609	0,3463
1987	0,1334	0,0719	0,1095	0,2810
1988	0,3983	0,3431	0,3932	0,4536
1989	0,0994	0,0744	0,0874	0,1981
1990	0,1125	0,0752	0,0762	0,2239
1991	0,2495	0,2130	0,1906	0,3437
1992	0,1701	0,1060	0,1415	0,2553
1993	0,1346	0,0907	0,0985	0,2006
1994	0,2796	0,1370	0,2333	0,4611
1995	0,0922	0,0928	0,0861	0,1717
Média	0,2025	0,1519	0,1727	0,3222

As Figuras 16 e 17 mostram o comportamento dos índices durante os anos e durante o período estudado.

FIGURA 16 – VALORES MÉDIOS ANUAIS DOS ÍNDICES NORMALIZADOS

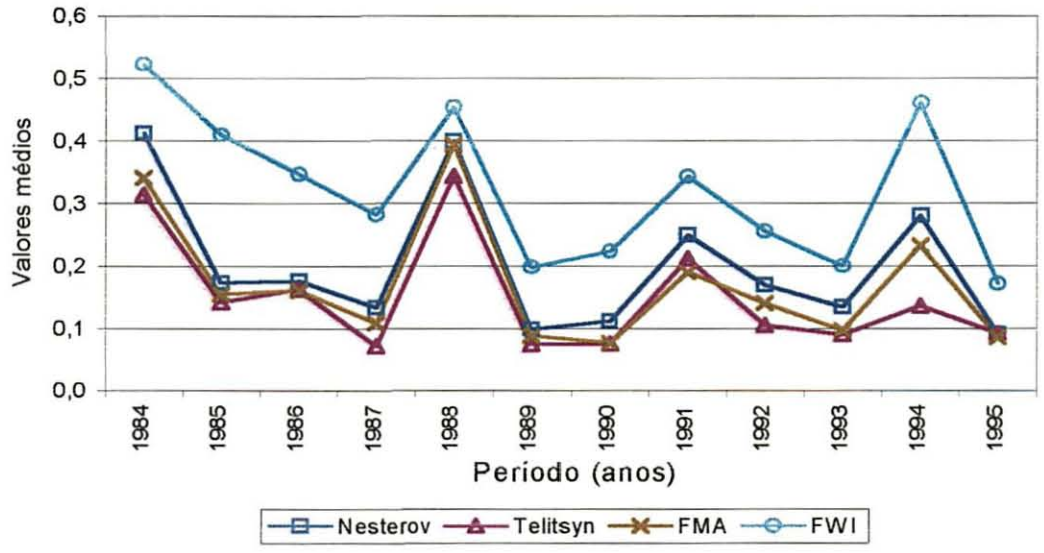
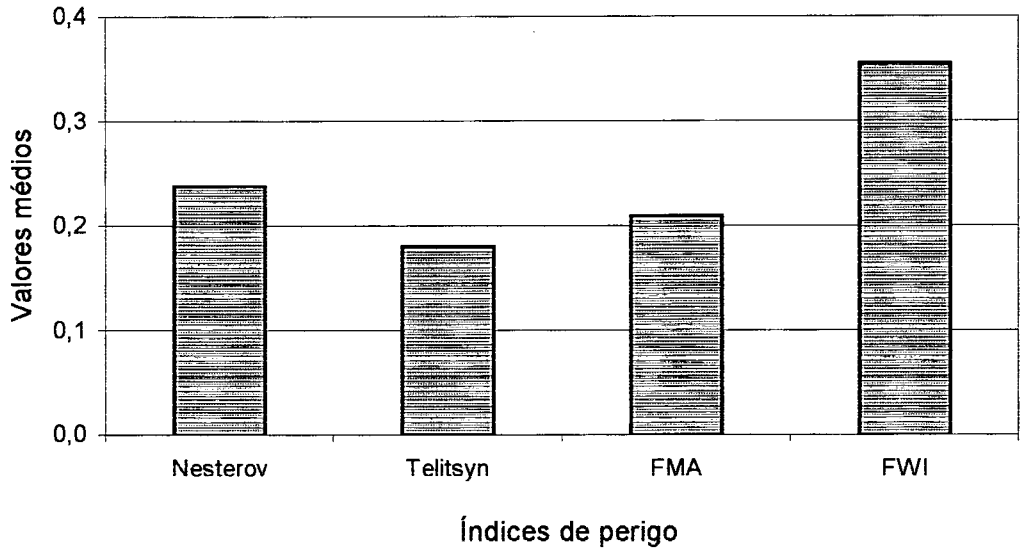


FIGURA 17 – VALORES MÉDIOS DOS ÍNDICES NORMALIZADOS, DURANTE O PERÍODO DE 1984 A 1995



Os valores médios anuais dos índices normalizados mostram que FWI apresentou os maiores valores em todos os anos, seguido pelos índices de Nesterov, FMA e Telitsyn, com exceção dos anos de 1986 e 1991, onde o índice de Telitsyn foi maior do que FMA; e em 1995, onde Telitsyn foi maior do que os índices de Nesterov e FMA (Tabela 23 e Figura 16). Os valores médios do período estudado também mostram que FWI apresentou os maiores valores, seguido por Nesterov, FMA e Telitsyn (Tabela 23 e Figura 17).

4.4.3.1 Freqüência dos índices na escala de classificação

A Tabela 24 relaciona a quantidade de dias com incêndios por níveis da escala de classificação, calculados através dos índices de perigo, durante o período de estudo.

TABELA 24 - FREQÜÊNCIA DOS ÍNDICES POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO

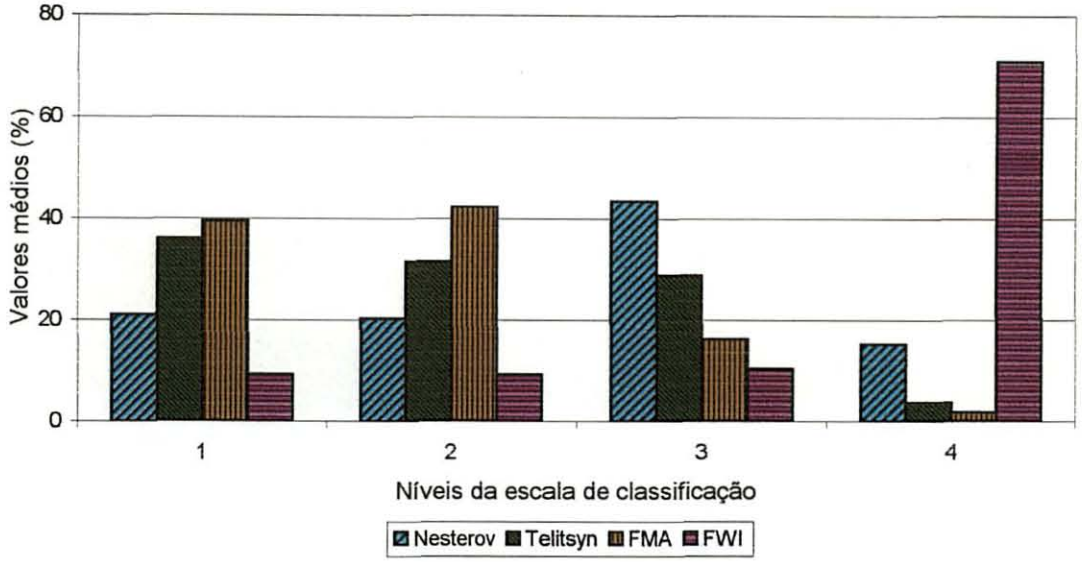
Índices	Níveis da escala	Freqüência dos índices por níveis da escala de classificação												Soma
		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Nesterov	1	4	8	4	3	31	8	2	4	2	0	5	10	81
	2	2	5	5	4	18	2	2	17	2	4	14	3	78
	3	14	9	14	34	16	10	10	18	10	6	22	4	167
	4	6	4	0	5	14	7	4	2	4	4	6	4	60
Telitsyn	1	15	11	5	26	22	11	5	7	7	6	21	3	139
	2	6	5	13	16	11	11	12	15	6	4	16	5	120
	3	5	10	5	3	36	5	1	19	5	4	9	11	113
	4	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	1	2	14
FMA	1	8	5	14	18	19	7	12	31	9	8	19	5	155
	2	15	16	6	22	44	9	3	9	9	4	14	10	161
	3	3	4	3	5	13	11	3	1	0	2	14	5	64
	4	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	6
FWI	1	3	2	2	2	13	2	2	0	3	1	2	3	35
	2	3	2	1	6	9	5	0	1	1	2	4	4	38
	3	4	3	0	4	11	2	3	3	3	2	2	2	39
	4	16	19	20	34	46	18	13	37	11	9	39	12	274

A Tabela 25 e a Figura 18 mostram, em porcentagem, o número de vezes em que os índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI alcançaram determinado nível da escala de classificação.

TABELA 25 – VALORES MÉDIOS DOS ÍNDICES, EM PORCENTAGEM, POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO

Níveis da escala	Freqüência dos índices (%)			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1	21,0	36,1	39,5	9,4
2	20,3	31,4	42,3	9,4
3	43,4	28,8	16,4	10,4
4	15,3	3,6	1,8	70,9

FIGURA 18 – VALORES MÉDIOS DOS ÍNDICES, EM PORCENTAGENS, POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO



Os resultados da Tabela 25 e Figura 18 mostram que o FWI apresentou uma relação direta com os níveis da escala de classificação, ou seja, quanto maior o nível da escala, maior o percentual de ocorrência de incêndios definido pelo índice, sendo que 9,4% ocorreu no nível 1 e 70,9% no nível 4. Os demais índices caracterizaram-se por apresentarem baixo percentual no nível 4 da escala de classificação e percentual alto nos níveis mais baixos. Com base nestes resultados, observa-se que o índice FWI apresentou melhor desempenho na previsão da ocorrência de incêndios.

4.4.3.2 Comparação da eficiência dos índices com base no teste de Friedman

Na Tabela 26 são apresentadas as médias ponderadas anuais das posições ocupadas pelos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI, durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 26 – MÉDIAS PONDERADAS ANUAIS DAS POSIÇÕES OCUPADAS PELOS ÍNDICES

Índices	Médias ponderadas das posições dos índices por ano											
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Nesterov	2,85	2,35	2,43	2,89	2,16	2,59	2,89	2,44	2,89	3,00	2,62	2,10
Telitsyn	1,62	1,96	2,00	1,54	2,43	1,78	1,78	2,29	1,89	1,86	1,79	2,57
FMA	1,81	2,04	1,52	1,76	2,00	2,15	1,50	1,27	1,50	1,57	1,89	2,10
FWI	3,27	3,50	3,65	3,52	3,14	3,33	3,50	3,88	3,22	3,36	3,66	3,10

A Tabela 27 representa a posição ocupada pelos índices em cada ano e a somatória da pontuação total (Pi) e quadrática (Pi^2) dos índices.

TABELA 27 – POSIÇÕES OCUPADAS PELOS ÍNDICES EM CADA ANO

Índices	Posições ocupadas pelos índices em cada ano												Pi	Pi^2
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995		
Nesterov	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	26	676
Telitsyn	4	4	3	4	2	4	3	3	3	3	4	2	39	1521
FMA	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	42	1764
FWI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	144

A hipótese nula, de não se detectar diferença significativa entre os índices, foi testada através da equação de Friedman:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{r.f\,(f+1)} \sum_i pi^2 - 3.r\,(f+1).$$

Substituindo-se os valores na equação, obtém-se:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{12.4(4+1)}\, 3.12(4+1).: \quad \chi_r^2 = 25{,}3.$$

Como se trabalhou com quatro índices, existem três graus de liberdade e, considerando a probabilidade de 5%, encontra-se na tabela de limites unilaterais de $\chi 2$, valor igual a 7,82 ou seja, $\chi^2_{0,05} = 7,82$.

Portanto, a hipótese nula é rejeitada, pois, existe diferença significativa ao nível de 95% de probabilidade entre os índices analisados.

SOARES (1986) comparou a eficiência dos índices de Nesterov, Telitsyn e FMA com os registros de incêndios nos municípios de Rio Branco do Sul, Almirante Tamandaré e Colombo, no Paraná e, observou que o FMA foi mais eficiente na detecção dos incêndios em 55% das ocorrências, Telitsyn em 35% e Nesterov em apenas 10%.

LEMOS e GAMA (1978) realizaram um estudo comparativo de índices de periculosidade de incêndios no Distrito Federal e para os três índices estudados, Monte Alegre, Telitsyn e Nesterov, obtiveram respectivamente, os seguintes coeficientes de correlação: r = 0,927; 0,7492 e 0,9228. Todos estes valores mostraram-se positivos com um "forte" grau de correlação. Segundo os mesmos autores, o índice de Monte Alegre, em decorrência do valor do coeficiente de determinação, 85,92%, com seu alto grau de explicação do modelo e pela simplicidade de cálculo, é o índice que se apresenta mais adequado aos dados da região do Distrito Federal.

Com base nas posições ocupadas durante os anos e na somatória das posições ocupadas durante o período estudado (Tabela 17), observa-se que o FWI, foi mais eficiente na detecção dos incêndios em 100% dos casos ou Pi = 12,0, seguido por Nesterov, com Pi = 26,0, Telitsyn com Pi = 39,0 e FMA, com Pi = 42,0. Como neste trabalho o FMA apresentou a menor eficiência quando comparado aos demais índices de previsão, isto contraria as determinações feitas por SOARES (1978), LEMOS e GAMA (1978), porém, pode-se atribuir estas diferenças às prováveis condições climatológicas diferenciadas para as regiões estudadas.

4.4.4 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo dos índices

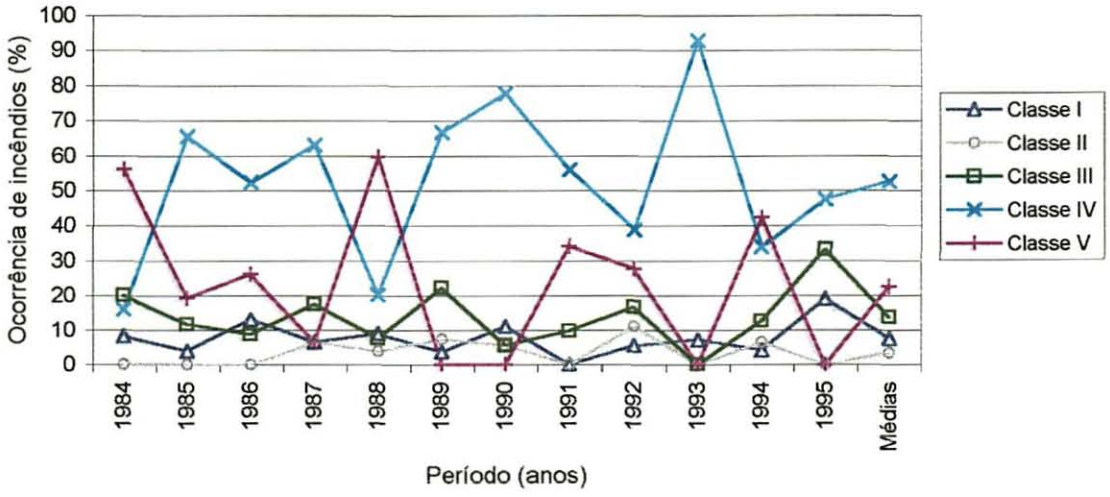
4.4.4.1 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice de Nesterov

Nas Tabelas 28 e 29 são apresentadas a distribuição das ocorrências de incêndios, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice de Nesterov original e aferido, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995. As Figuras 19, 20 e 21 ilustram estes resultados.

TABELA 28 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL

Classes de perigo	*Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)*												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	8,00	3,85	13,04	6,52	8,86	3,70	11,11	0,00	5,56	7,14	4,26	19,05	7,59
II	0,00	0,00	0,00	6,52	3,80	7,41	5,56	0,00	11,11	0,00	6,38	0,00	3,40
III	20,00	11,54	8,70	17,39	7,59	22,22	5,56	9,76	16,67	0,00	12,77	33,33	13,79
IV	16,00	65,38	52,17	63,04	20,25	66,67	77,78	56,10	38,89	92,86	34,04	47,62	52,57
V	56,00	19,23	26,09	6,52	59,49	0,00	0,00	34,15	27,78	0,00	42,55	0,00	22,65

FIGURA 19 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL

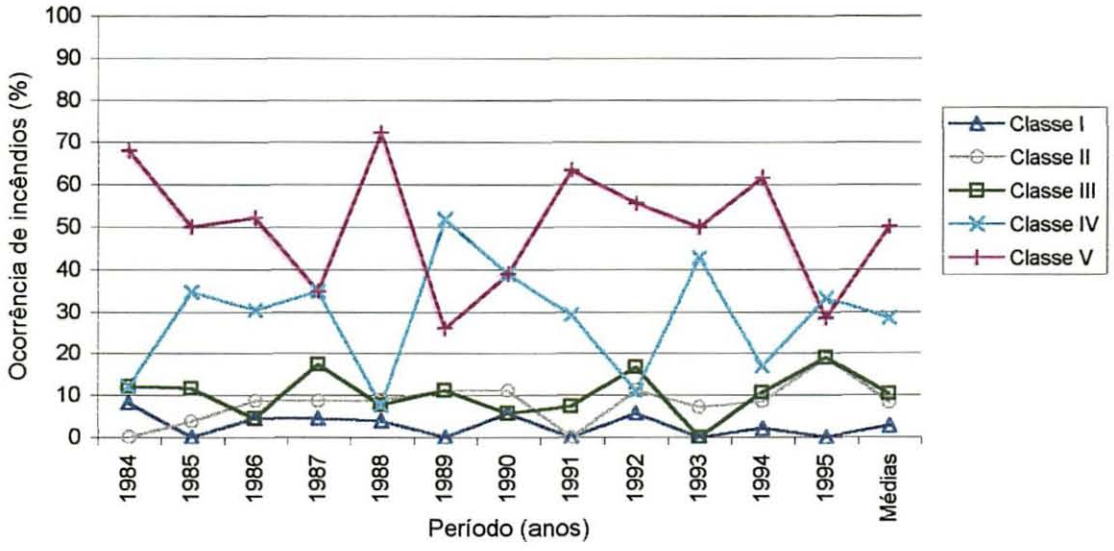


Os resultados da Tabela 28 mostram que durante os períodos anuais as classes de perigo III e IV ou IV e V juntas, apresentam as maiores porcentagens de ocorrência de incêndios, com exceção dos anos de 1990 e 1993, que apresentaram as maiores porcentagens nas classes I e IV. Pode-se observar ainda que os valores anuais apresentam, de um modo geral, uma redução nas porcentagens de incêndios das classes de perigo I para a II e das classes IV para a V em alguns anos. Este mesmo comportamento foi observado nas porcentagens médias do período estudado. Com estes resultados observou-se que os valores do índice não apresentam uma relação direta com as classes de perigo, por isto, pode-se dizer que o índice não encontrava-se adequadamente aferido.

TABELA 29 - PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO

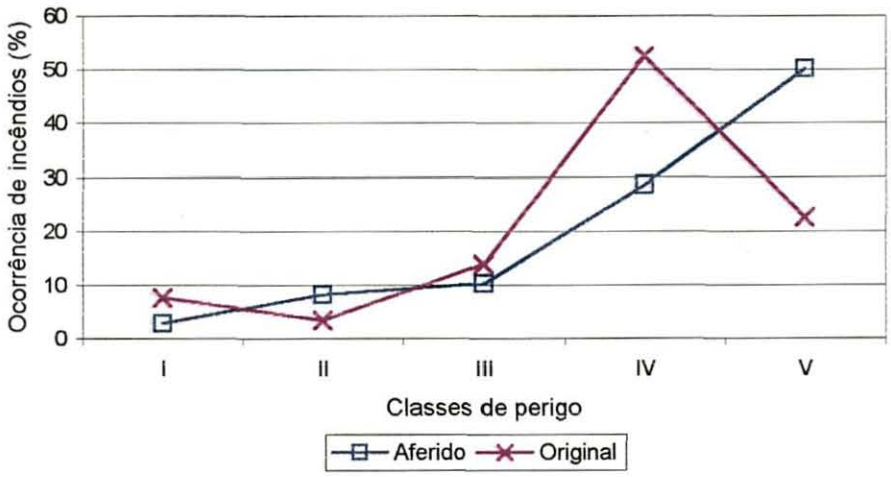
Classes de perigo	Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	8,00	0,00	4,35	4,35	3,80	0,00	5,56	0,00	5,56	0,00	2,13	0,00	2,81
II	0,00	3,85	8,70	8,70	8,86	11,11	11,11	0,00	11,11	7,14	8,51	19,05	8,18
III	12,00	11,54	4,35	17,39	7,59	11,11	5,56	7,32	16,67	0,00	10,64	19,05	10,27
IV	12,00	34,62	30,43	34,78	7,59	51,85	38,89	29,27	11,11	42,86	17,02	33,33	28,65
V	68,00	50,00	52,17	34,78	72,15	25,93	38,89	63,41	55,56	50,00	61,70	28,57	50,10

FIGURA 20 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO



Os resultados da Tabela 29 mostram que durante os períodos anuais, as classes de perigo IV e V apresentam juntas, porcentagens de ocorrências de incêndios superiores a 61%. Com exceção do ano de 1984, que apresentou uma redução nos valores da classe I para a classe II, todos os demais anos e também os valores médios do índice de Nesterov aferido apresentaram uma relação direta com as classes de perigo. Comparando-se os resultados das Tabelas 28 e 29 pode-se dizer que as ocorrências de incêndios foram melhor relacionadas com as classes de perigo após a aferição do índice.

FIGURA 21 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO



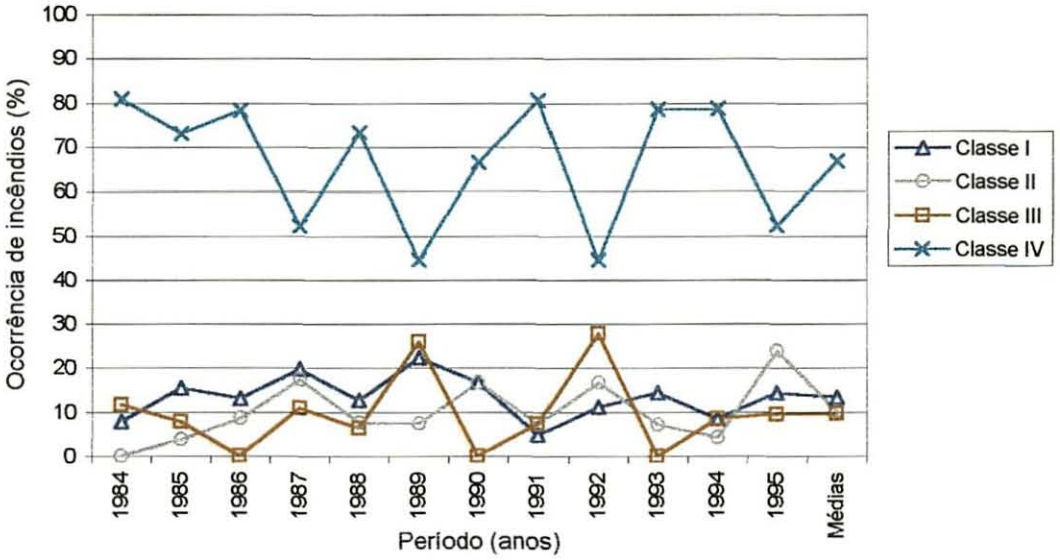
4.4.4.2 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice de Telitsyn

Nas Tabelas 30 e 31 são apresentadas as ocorrências de incêndios, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice de Telitsyn original e aferido, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995 e as Figuras 22, 23 e 24 ilustram estes resultados.

TABELA 30 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL

Classes	Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	7,69	15,38	13,04	19,57	12,66	22,22	16,67	4,88	11,11	14,29	8,51	14,29	13,36
II	0,00	3,85	8,70	17,39	7,59	7,41	16,67	7,32	16,67	7,14	4,26	23,81	10,07
III	11,54	7,69	0,00	10,87	6,33	25,93	0,00	7,32	27,78	0,00	8,51	9,52	9,62
IV	80,77	73,08	78,26	52,17	73,42	44,44	66,67	80,49	44,44	78,57	78,72	52,38	66,95

FIGURA 22 – PORCENTAGEM MÉDIA DA CORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL

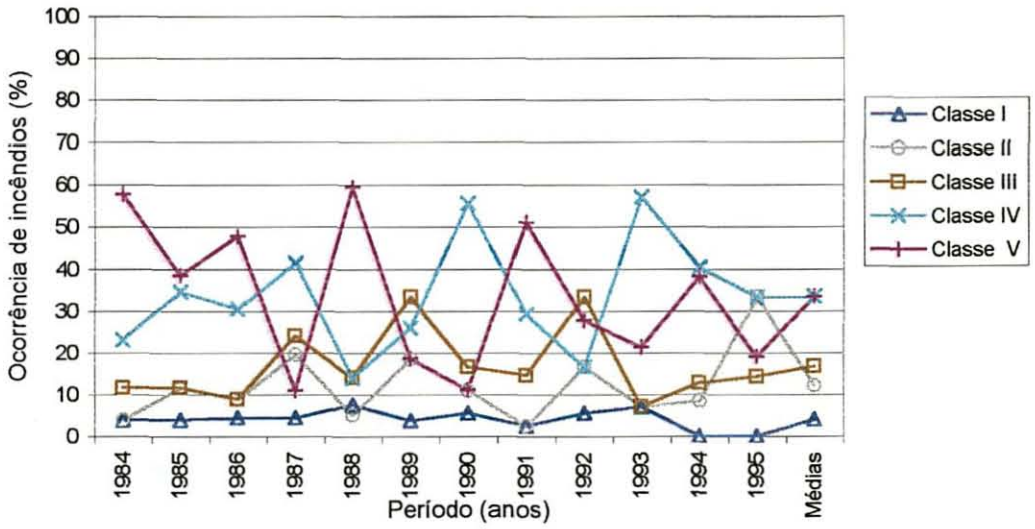


Os resultados da Tabela 30 mostram que durante os períodos anuais a classe de perigo IV apresentou a maior porcentagem de ocorrências de incêndios. Pode-se observar ainda que os valores anuais apresentam, de modo geral, uma redução nas porcentagens de incêndios das classes de perigo I para a II. Os valores médios no período estudado também mostraram uma redução das porcentagens de incêndios da classe I para a classe II. Como não se observou uma relação direta entre os incêndios e as classes de perigo, pode-se dizer que o índice de Telitsyn original não apresentou uma boa relação com as classes de perigo.

TABELA 31 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO

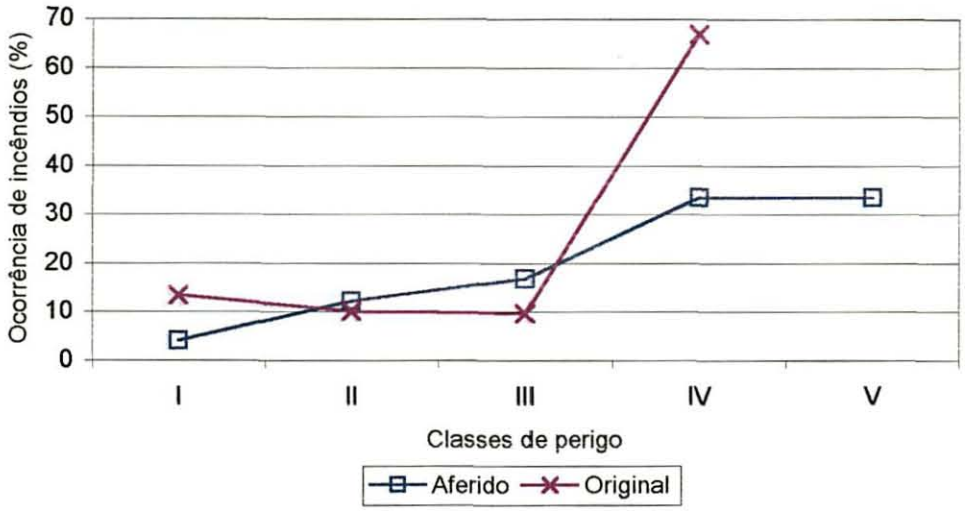
Classes de perigo	Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	3,85	3,85	4,35	4,35	7,59	3,70	5,56	2,44	5,56	7,14	0,00	0,00	4,03
II	3,85	11,54	8,70	19,57	5,06	18,52	11,11	2,44	16,67	7,14	8,51	33,33	12,20
III	11,54	11,54	8,70	23,91	13,92	33,33	16,67	14,63	33,33	7,14	12,77	14,29	16,81
IV	23,08	34,62	30,43	41,30	13,92	25,93	55,56	29,27	16,67	57,14	40,43	33,33	33,47
V	57,69	38,46	47,83	10,87	59,49	18,52	11,11	51,22	27,78	21,43	38,30	19,05	33,48

FIGURA 23 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO



Os resultados da Tabela 31 mostram que durante os períodos anuais as classes de perigo V nos anos de 1987, 1989, 1990, 1993, 1994 e 1995 apresentaram porcentagens de ocorrências de incêndios com valores menores que os valores da classe IV.

FIGURA 24 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO



Os valores médios apresentaram uma melhor relação com as classes de perigo. Comparando-se os valores médios das Tabelas 30 e 31 pode-se dizer que as ocorrências de incêndios foram melhor relacionadas com as classes de perigo após a aferição do índice.

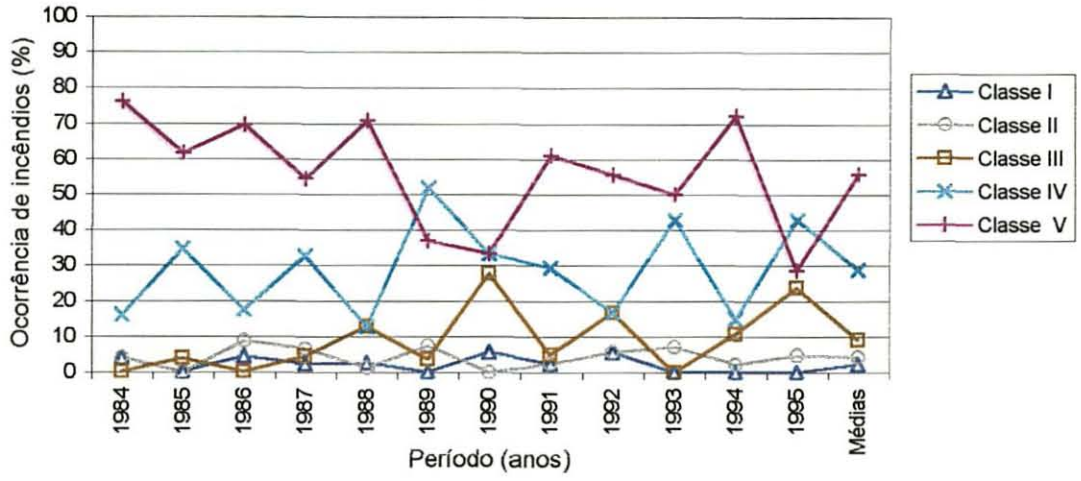
4.4.4.3 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice de Monte Alegre

Nas Tabelas 32 e 33 são apresentadas as ocorrências de incêndios, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice de Monte Alegre original e aferido, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995. As Figuras 25, 26 e 27 ilustram estes resultados.

TABELA 32 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL

Classes de perigo	Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	4,00	0,00	4,35	2,17	2,53	0,00	5,56	2,44	5,56	0,00	0,00	0,00	2,22
II	4,00	0,00	8,70	6,52	1,27	7,41	0,00	2,44	5,56	7,14	2,13	4,76	4,16
III	0,00	3,85	0,00	4,35	12,66	3,70	27,78	4,88	16,67	0,00	10,64	23,81	9,03
IV	16,00	34,62	17,39	32,61	12,66	51,85	33,33	29,27	16,67	42,86	14,89	42,86	28,75
V	76,00	61,54	69,57	54,35	70,89	37,04	33,33	60,98	55,56	50,00	72,34	28,57	55,85

FIGURA 25 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL

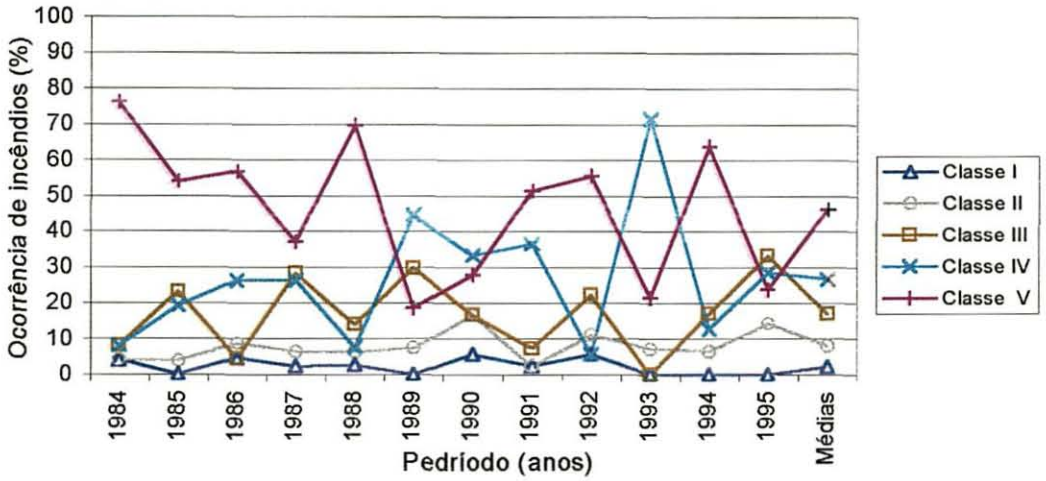


Os resultados da Tabela 32 mostram que durante os períodos anuais as classes de perigo IV e V apresentaram, juntas, as maiores porcentagens de ocorrências de incêndios. Os valores médios também apresentam as maiores porcentagens nas classes de perigo IV e V. Com exceção dos anos de 1989 e 1995 que apresentam valores menores na classe de perigo V do que os valores da classe IV, respectivamente 37,04% e 28,57%, os valores dos demais anos e os valores médios apresentam uma relação direta com os níveis das classes de perigo. Com base nestes resultados pode-se dizer que o índice de Monte Alegre original apresentou uma boa relação entre a ocorrência de incêndios e as classes de perigo.

TABELA 33 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE AFERIDO

Classes	Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	4,00	0,00	4,35	2,17	2,53	0,00	5,56	2,44	5,56	0,00	0,00	0,00	2,22
II	4,00	3,85	8,70	6,52	6,33	7,41	16,67	2,44	11,11	7,14	6,38	14,29	7,90
III	8,00	23,08	4,35	28,26	13,92	29,63	16,67	7,32	22,22	0,00	17,02	33,33	16,98
IV	8,00	19,23	26,09	26,09	7,59	44,44	33,33	36,59	5,56	71,43	12,77	28,57	26,64
V	76,00	53,85	56,52	36,96	69,62	18,52	27,78	51,22	55,56	21,43	63,83	23,81	46,26

FIGURA 26 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE AFERIDO



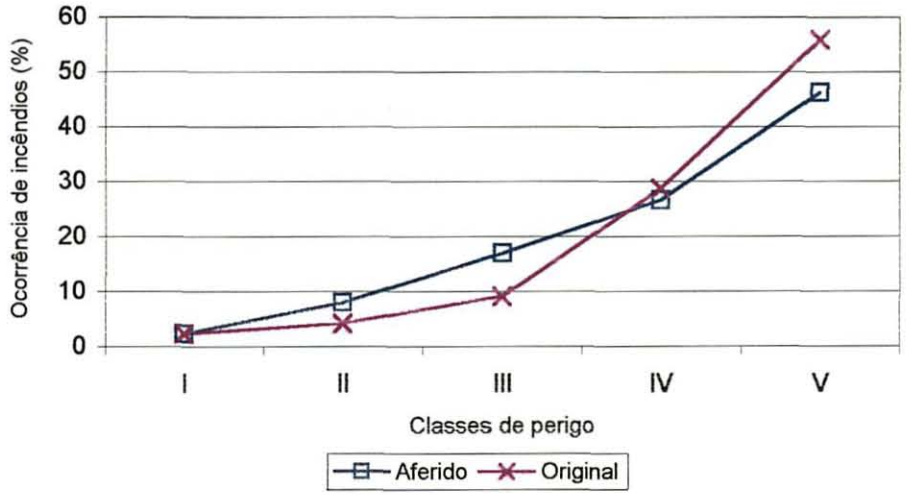
Os resultados da Tabela 33 mostram que as classes de perigo IV e V apresentaram juntas, durante os períodos anuais, porcentagens de ocorrências de incêndios superior a 52%, sendo que os valores médios apresentaram um percentual de 72,9%. Com exceção dos anos de 1989, 1990, 1993 e 1995, cujos valores da classe V foram menores que os da classe IV, respectivamente 18,52%, 27,78%, 21,43% e 23,81%, os valores dos demais anos e os valores médios apresentam uma relação direta com os níveis das classes de perigo. Com base nestes resultados, pode-se dizer que o índice de Monte Alegre aferido apresentou uma boa relação entre a ocorrência de incêndios e as classes de perigo.

SOARES (1998b), realizou um trabalho comparando o índice de perigo de incêndios da RIGESA (IPIR) e FMA e, observou que para o IPIR, 45,8% dos incêndios ocorreu na classe de perigo II, 25,0% na classe III e 29,2% na Classe IV, enquanto que para FMA 13,0% dos incêndios ocorreram na classe IV e 87% na classe V. Os valores médios constantes nas Tabelas 32 e 33 apresentaram resultados semelhantes aos de Soares. Entretanto, no presente estudo os incêndios apresentam-se distribuídos por todas as classes de perigo, concentrando-se nas maiores classes de perigo.

SOARES (1998a) analisou a distribuição da ocorrência de incêndios no distrito florestal de Monte Alegre através da escala de perigo da FMA e observou que no período de 1965 a 1971, 4,4% dos incêndios registrados ocorreu na classe

de perigo I; 5,8% na classe II; 11,6% na classe III; 27,5% na classe IV e 50,7% na classe V. No período de 1971 a 1990 não houve incêndios na classe de perigo I; ocorreu 2,0% na classe II; 13,8% na classe III; 31,7% na classe IV e 52,5% na classe V. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados neste trabalho.

FIGURA 27 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL E AFERIDO



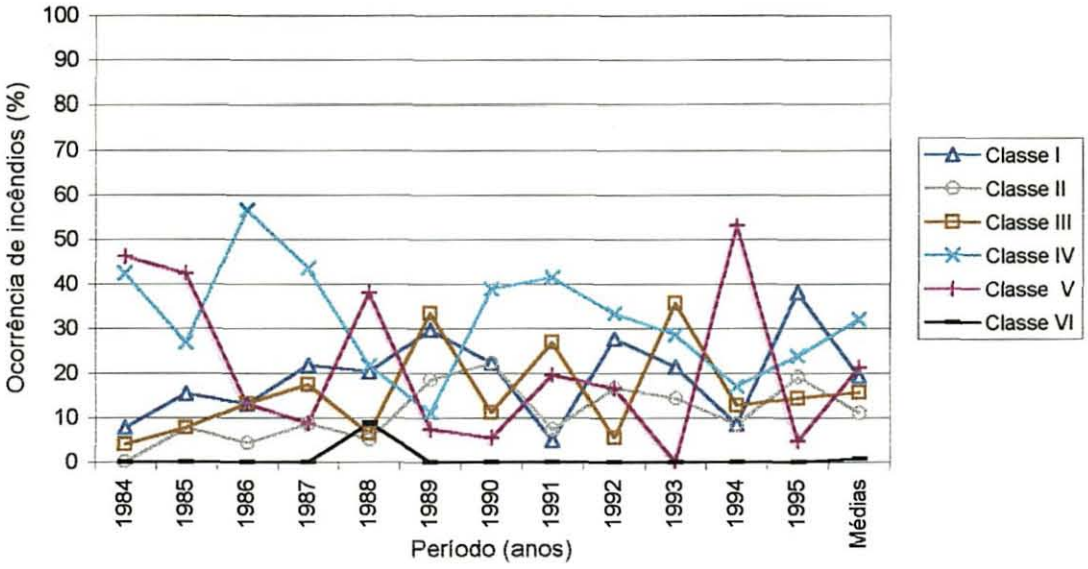
4.4.4.4 Distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo do índice FWI

Nas Tabelas 34 e 35 são apresentadas as ocorrências de incêndios, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice FWI original e aferido, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995. As Figuras 28, 29 e 30 ilustram estes resultados.

TABELA 34 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL

Classes de perigo	Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	7,69	15,38	13,04	21,74	20,25	29,63	22,22	4,88	27,78	21,43	8,51	38,10	19,22
II	0,00	7,69	4,35	8,70	5,06	18,52	22,22	7,32	16,67	14,29	8,51	19,05	11,03
III	3,85	7,69	13,04	17,39	6,33	33,33	11,11	26,83	5,56	35,71	12,77	14,29	15,66
IV	42,31	26,92	56,52	43,48	21,52	11,11	38,89	41,46	33,33	28,57	17,02	23,81	32,08
V	46,15	42,31	13,04	8,70	37,97	7,41	5,56	19,51	16,67	0,00	53,19	4,76	21,27
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	8,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74

FIGURA 28 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL



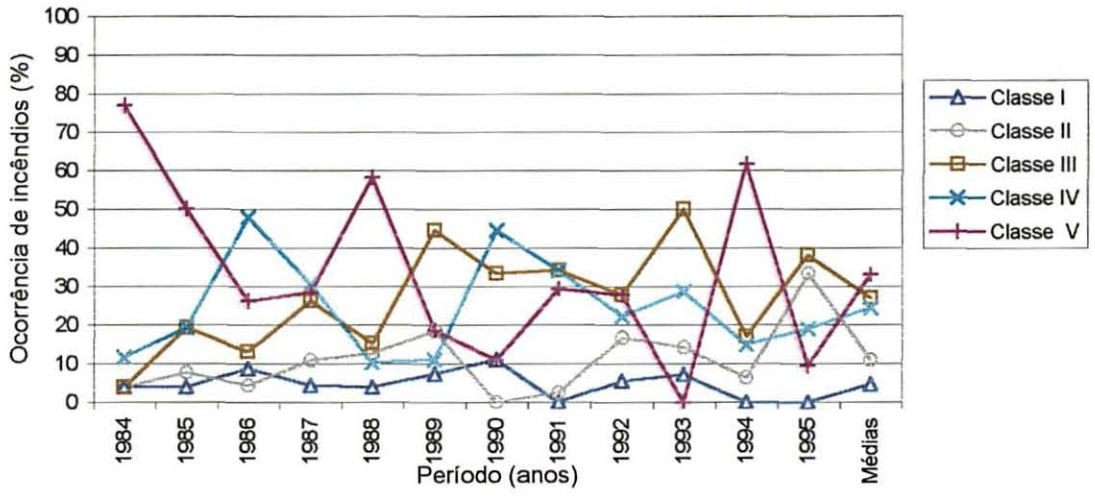
Os resultados da Tabela 34 mostram que durante os períodos anuais as maiores porcentagens de incêndios ocorreram nas classes de perigo III e IV ou IV e V juntas. O ano de 1995 apresentou a maior porcentagem de ocorrência de incêndios (38,10%) na classe de perigo I. Pode-se observar ainda que os valores anuais apresentaram, de um modo geral, uma redução nas porcentagens de incêndios das classes de perigo I para a II em alguns anos. Em todos os anos ocorreu uma redução da classe V para a VI. Os valores médios também mostram

uma redução nas porcentagens de ocorrência de incêndios da classe I para a classe II. A classe de perigo VI, que deveria apresentar as maiores ocorrências de incêndios, apresentou percentuais iguais ou próximos a zero. Com base nestes resultados pode-se dizer que o índice FWI original não apresentou uma boa relação entre a ocorrência de incêndios e as classes de perigo.

TABELA 35 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO

Classes de perigo	Ocorrência de incêndios por períodos anuais (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	3,85	3,85	8,70	4,35	3,80	7,41	11,11	0,00	5,56	7,14	0,00	0,00	4,65
II	3,85	7,69	4,35	10,87	12,66	18,52	0,00	2,44	16,67	14,29	6,38	33,33	10,92
III	3,85	19,23	13,04	26,09	15,19	44,44	33,33	34,15	27,78	50,00	17,02	38,10	26,85
IV	11,54	19,23	47,83	30,43	10,13	11,11	44,44	34,15	22,22	28,57	14,89	19,05	24,47
V	76,92	50,00	26,09	28,26	58,23	18,52	11,11	29,27	27,78	0,00	61,70	9,52	33,12

FIGURA 29 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO

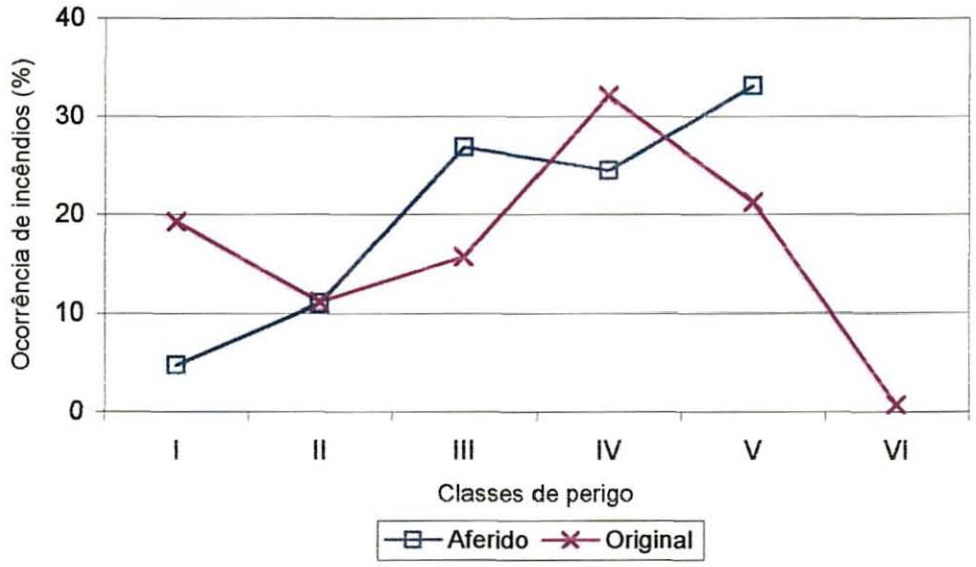


Os resultados da Tabela 35 mostram que durante os períodos anuais, as classes de perigo III e IV ou IV e V apresentaram juntas, as maiores porcentagens de ocorrências de incêndios. Os valores médios apresentaram uma relação direta

com os níveis das classes de perigo, exceto os valores correspondentes às classes III e IV, que apresentaram uma relação ligeiramente decrescente. Com base nestes resultados, pode-se dizer que o índice FWI aferido apresentou melhor relação entre as ocorrências de incêndios e as classes de perigo do que o índice não aferido.

Comparando-se os valores médios das Tabelas 34 e 35 pode-se dizer que as ocorrências de incêndios foram melhor relacionadas com as classes de perigo após a aferição do FWI.

FIGURA 30 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO



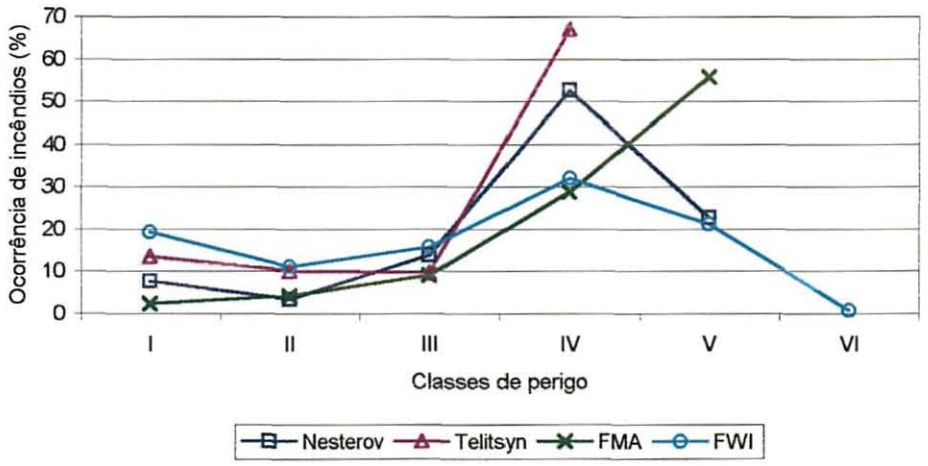
4.4.4.5 Comparação dos índices originais e aferidos através da distribuição da ocorrência de incêndios pelas classes de perigo

A Tabela 36 apresenta a distribuição da ocorrência de incêndios através das classes de perigo dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI originais, durante o período estudado. A Figura 31 ilustra estes resultados.

TABELA 36 – PORCENTAGEM MÉDIA ANUAL DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS

Classes	Médias anuais de ocorrência de incêndios (%)			
de perigo	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
I	7,59	13,36	2,22	19,22
II	3,40	10,07	4,16	11,03
III	13,79	9,62	9,03	15,66
IV	52,57	66,95	28,75	32,08
V	22,65		55,85	21,27
VI				0,74

FIGURA 31 – PORCENTAGEM MÉDIA DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS



Embora os índices originais apresentem quantidades diferentes de classes de perigo, analisando-se os valores médios constantes na Tabela 36, os quais estão ilustrados na Figura 31, observou-se que, com exceção do FMA que apresentou uma distribuição crescente dos incêndios, acompanhando o aumento das classes de perigo, com 84,46% das ocorrências nas duas últimas classes de maior perigo (classes IV e V), os demais índices originais não apresentaram uma relação crescente com relação às classes de perigo. O índice de Telitsyn embora tenha apresentado 76,57% dos incêndios nas duas últimas classes de perigo (classes III e IV), superestimou a ocorrência de incêndios nas classes de perigo I e II e,

subestimou na classe III. Os índices de Nesterov e FWI superestimaram a ocorrência de incêndios na classe de perigo I, quando comparado com a classe II, e subestimou na classe V para o Nesterov, e nas classes V e VI para o FWI. Com base nestes resultados, observou-se que o FMA original, quando comparado com os demais índices originais, apresentou uma melhor relação entre a distribuição da ocorrência de incêndios e as classes de perigo, estando portanto a FMA em melhores condições de prever a ocorrência de incêndios florestais.

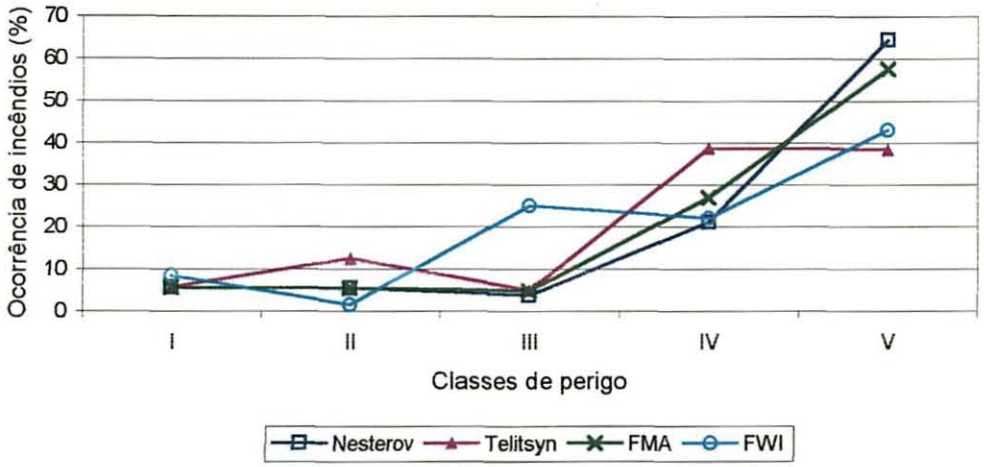
A Tabela 37 apresenta a distribuição da ocorrência de incêndios através das classes de perigo dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI aferidos, durante o período estudado, cujos resultados estão ilustrados na Figura 32.

TABELA 37 – PORCENTAGEM MÉDIA ANUAL DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS

Classes	Médias anuais de ocorrência de incêndios (%)			
de perigo	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
I	2,81	4,03	2,22	4,65
II	8,18	12,20	7,90	10,92
III	10,27	16,81	16,98	26,85
IV	28,65	33,47	26,64	24,47
V	50,10	33,48	46,26	33,12

Os dados da Tabela 37, quando comparados com os originais (Tabela 36), mostram que os índices de Nesterov e FWI aferidos apresentaram aumento na porcentagem de ocorrência de incêndios nas duas classes de maior perigo e os índices de Telitsyn e FMA aferidos apresentaram redução na porcentagem de incêndios nas classes de maior perigo, classes IV e V. Portanto, pode-se dizer que a aferição dos índices contribuiu para melhorar a eficiência na previsão dos incêndios florestais para os índices de Nesterov e FWI. Pode-se observar também que todos os índices após a aferição apresentaram uma relação direta com as classes de perigo, ou seja, a distribuição do número de incêndios aumentou de forma direta com o aumento do grau de perigo das classes.

FIGURA 32 – PORCENTAGEM MÉDIA ANUAL DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS



4.5 ÁREAS QUEIMADAS ATRAVÉS DAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES

4.5.1 Distribuição de áreas queimadas pelas classes de perigo do índice de Nesterov

Na Tabela 38 são apresentadas as porcentagens de áreas queimadas, pelas classes de perigo do índice de Nesterov original, considerando os valores totais e os valores médios anuais de áreas queimadas pelas classes, durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 38 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL

Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	0,06	0,01	60,34	26,94	1,29	0,01	38,23	0,00	0,04	0,02	0,00	0,98	10,66
II	0,00	0,00	0,00	0,01	1,08	0,03	0,04	0,00	0,02	0,00	0,15	0,00	0,11
III	8,68	1,06	8,38	0,28	1,18	0,30	0,13	0,84	26,46	0,00	0,06	5,43	4,40
IV	27,81	68,43	5,20	72,55	2,49	99,66	61,60	22,90	71,08	99,98	53,93	93,59	56,60
V	63,46	30,51	26,08	0,21	93,95	0,00	0,00	76,26	2,40	0,00	45,86	0,00	28,23

Os resultados da Tabela 38 mostram que durante os períodos anuais, a porcentagem de áreas queimadas apresentou, de um modo geral, altos valores nas classes de perigo IV e V, porém, alguns anos não acompanharam esta tendência.

Os anos de 1986, 1987 e 1990 apresentam altas porcentagens na classe de perigo I, respectivamente 60,34%, 26,94% e 38,12% e os anos de 1987, 1989, 1990, 1992, 1993 e 1995 apresentaram baixos valores na classe de perigo V, respectivamente, 0,21%, 0,00%, 0,00%, 2,40%, 0,00% e 0,00%. Observou-se que em alguns anos não houve uma relação direta entre o grau de perigo do índice e a porcentagem de áreas queimadas. Os resultados das porcentagens médias, mostram que os maiores valores ocorreram nas classes de perigo IV e V, respectivamente, 56,60% e 28,23%, porém, como pode-se observar, a maior porcentagem de áreas queimadas ocorreu na classe de perigo 4, com 56,60% e a menor porcentagem ocorreu na classe de perigo de perigo II, com 10,66%. Com base nestes resultados, observou-se que embora haja uma tendência para uma maior concentração de áreas queimadas nas classes de perigo maiores, esta tendência não se verifica em alguns anos e os valores médios do período estudado também não apresentam um aumento proporcional ao aumento das classes de perigo.

Na Tabela 39 são apresentados as porcentagens de áreas queimadas, pelas classes de perigo do índice de Nesterov aferido, considerando os valores totais e os valores médios anuais de áreas queimadas em cada classe, durante o período de 1984 a 1995.

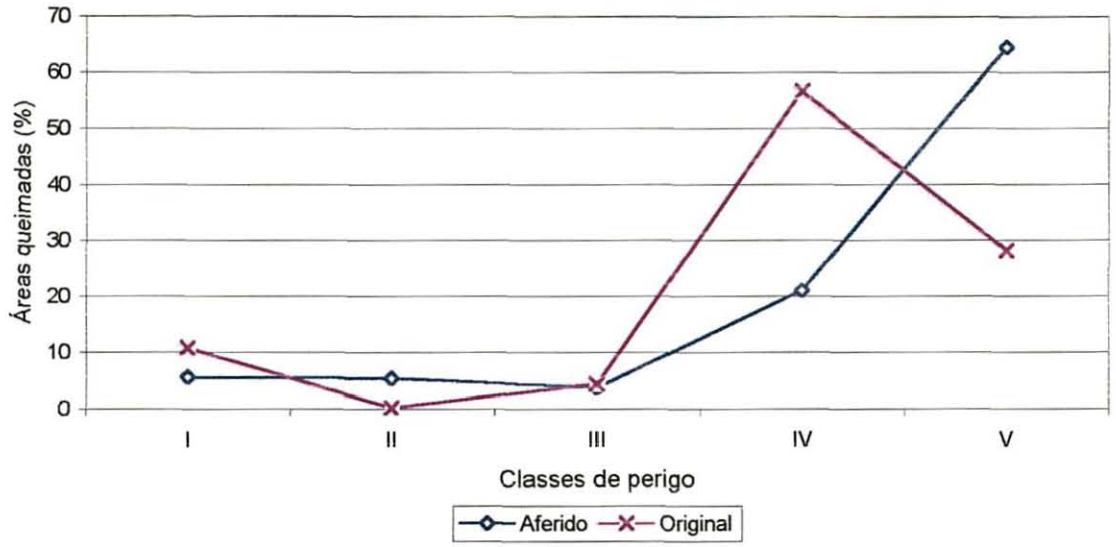
TABELA 39 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO

Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	0,06	0,00	0,01	26,85	0,67	0,00	38,10	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	5,48
II	0,00	0,01	60,33	0,10	1,70	0,04	0,17	0,00	0,04	0,01	0,15	0,98	5,29
III	8,61	1,06	0,08	0,10	1,17	0,09	0,13	0,82	26,46	0,00	0,04	5,33	3,66
IV	6,09	7,33	13,23	5,66	1,76	6,69	10,25	15,67	0,04	97,95	0,68	88,06	21,12
V	85,25	91,60	26,35	67,29	94,70	93,18	51,35	83,51	73,45	2,04	99,12	5,64	64,46

Os resultados da Tabela 39 mostram que durante os períodos anuais, a quantidade de áreas queimadas foi maior nas classes de perigo IV e V, com exceção dos anos de 1986 que apresentou o maior valor, 60,33%, na classe de perigo II. Com base nestes resultados, observou-se que a relação entre as classes de perigo

do índice e a porcentagem de áreas queimadas durante os períodos anuais, foi melhorada após a aferição dos índices. Esta mesma constatação foi observada com base nos valores médios. A Figura 33 ilustra a distribuição de áreas queimadas pelas classes de perigo do índice de Nesterov original e aferido, durante o período estudado.

FIGURA 33 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO



4.5.2 Distribuição de áreas queimadas pelas classes de perigo do índice de Telitsyn

Na Tabela 40 são apresentadas as áreas queimadas, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice de Telitsyn original, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 40 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL

Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	0,06	0,25	60,34	90,82	1,32	4,20	38,36	1,25	0,04	0,02	15,91	1,62	17,85
II	0,00	0,09	2,09	5,01	1,64	0,34	1,10	2,32	1,90	0,03	0,10	0,33	1,25
III	8,52	0,97	0,00	0,15	1,47	1,94	0,00	0,61	24,71	0,00	0,36	5,20	3,66
IV	91,42	98,69	37,57	4,03	95,58	93,52	60,54	95,82	73,36	99,94	83,63	92,84	77,24

Os resultados da Tabela 40 mostram que durante os períodos anuais a porcentagem de áreas queimadas apresentou, de modo geral, altos valores nas classes de perigo IV, porém, alguns anos não acompanharam esta tendência. Os anos de 1986, 1987 e 1990 apresentam altas porcentagens na classe de perigo I, respectivamente 60,34%, 90,82% e 38,36% e os anos de 1986, 1987, apresentam baixos valores na classe de perigo IV, respectivamente, 37,57%, 4,03%. As porcentagens médias anuais mostram que o maior valor, 77,24%, ocorreu na classe de perigo IV, porém, a menor porcentagem, 1,25%, ocorreu na classe de perigo II. Com base nos resultados observou-se que embora haja uma tendência para uma maior concentração de áreas queimadas nas classes de perigo maiores, esta tendência não ocorreu em alguns anos e os valores médios do período estudado não apresentaram um aumento proporcional ao aumento das classes de perigo.

Na Tabela 41 são apresentadas as áreas queimadas, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice de Telitsyn aferido, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 41 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO

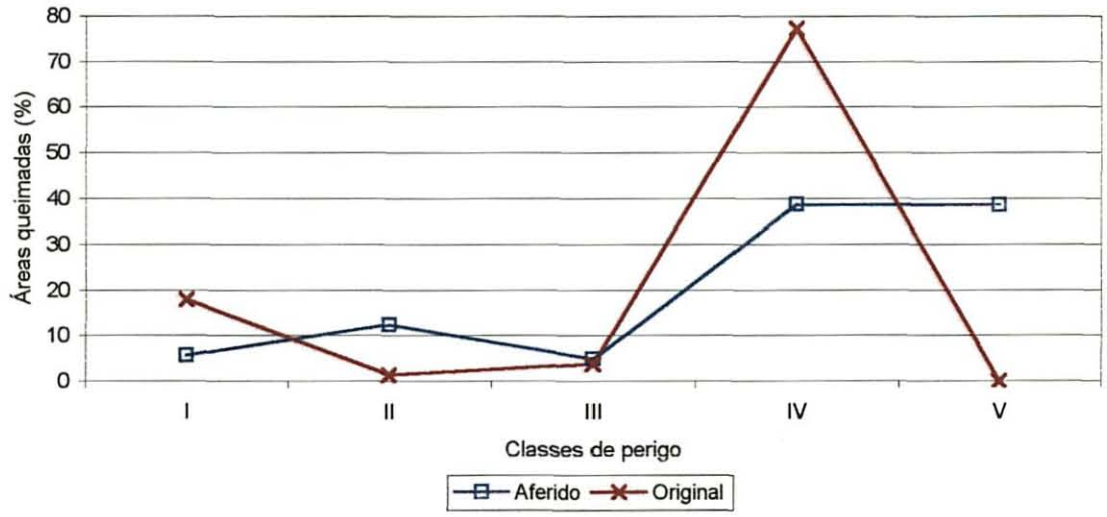
Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	0,03	0,09	0,01	26,83	1,00	0,02	38,10	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	5,52
II	0,02	0,15	60,33	64,26	0,32	4,18	0,25	1,14	0,06	0,01	15,91	1,87	12,38
III	8,52	1,07	2,09	4,88	3,10	2,28	1,10	2,93	26,57	0,03	0,44	5,29	4,86
IV	7,14	53,01	11,26	3,31	28,97	87,66	51,95	14,51	0,13	99,82	18,86	88,04	38,72
V	84,28	45,68	26,31	0,71	66,61	5,86	8,59	81,31	73,23	0,13	64,79	4,80	38,52

Os resultados da Tabela 41 mostram que durante os períodos anuais, a porcentagem de áreas queimadas apresentou altos valores nas classes de perigo IV e V, com exceção dos anos de 1986 e 1987, que apresentam os maiores valores nas classes de perigo II, respectivamente 60,33% e 64,26%. A distribuição de áreas queimadas nas classes de perigo IV e V após aferição, ocorreu devido a este índice só dispor de quatro classes de perigo antes de sua aferição. As porcentagens médias também mostram que os maiores valores ocorreram nas classes de perigo

IV e V, mas, a menor porcentagem, 4,86%, ocorreu na classe de perigo III e não na classe de perigo I, como era de se esperar.

Com estes resultados observou-se que o índice de Telitsyn apresentou boa relação entre as classes de perigo e a distribuição das porcentagens de áreas queimadas através destas classes e que esta relação melhorou muito pouco após a aferição do índice. A Figura 34 ilustra a distribuição de áreas queimadas através das classes de perigo do índice de Telitsyn original e aferido, durante o período analisado.

FIGURA 34 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO



4.5.3 Distribuição de áreas queimadas através das classes de perigo do índice de Monte Alegre

Na Tabela 42 são apresentadas as áreas queimadas, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice de Monte Alegre original, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 42 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL

Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	0,03	0,00	0,01	26,81	0,64	0,00	38,10	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	5,48
II	0,02	0,00	60,33	0,14	0,31	0,03	0,00	1,14	0,02	0,01	0,00	0,37	5,20
III	0,00	0,01	0,00	0,01	2,53	0,02	1,35	0,11	24,24	0,00	0,12	5,77	2,85
IV	12,10	1,44	11,15	7,32	1,88	4,82	9,10	16,01	2,27	97,95	0,57	85,72	20,86
V	87,84	98,55	28,51	65,72	94,65	95,13	51,44	82,62	73,45	2,04	99,31	8,13	65,62

Os resultados da Tabela 42 mostram que durante os períodos anuais, a porcentagem de áreas queimadas apresentou, de um modo geral, altos valores nas classes de perigo IV e V, porém, alguns anos não acompanharam esta tendência. O ano de 1986 apresentou alta porcentagem, 60,33%, na classe de perigo II e os anos de 1987 e 1990 apresentaram altas porcentagens na classe de perigo I, 26,81% e 38,10%, respectivamente. Os resultados das porcentagens médias, também mostraram que o maior valor, 65,62%, ocorreu na classe de perigo V, porém, a menor porcentagem, 2,85%, ocorreu na classe de perigo III. Com base nestes resultados, observou-se que embora haja uma tendência para uma maior concentração de áreas queimadas nas classes de perigo maiores, esta tendência não ocorreu em alguns anos e os valores médios apresentam uma diminuição da classe I até a III, a qual apresentou a menor porcentagem, 2,85%.

A Tabela 43 apresenta as áreas queimadas, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice de Monte Alegre aferido, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de estudo.

TABELA 43 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE AFERIDO

Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	0,03	0,00	0,01	26,81	0,64	0,00	38,10	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	5,48
II	0,02	0,01	60,33	0,14	0,96	0,03	0,47	1,14	0,04	0,01	0,02	0,57	5,31
III	6,08	1,28	8,30	4,83	1,98	0,30	1,10	0,39	26,48	0,00	0,44	5,80	4,75
IV	6,03	7,07	3,02	2,82	1,78	93,81	8,98	10,26	0,02	99,86	0,42	88,82	26,91
V	87,84	91,65	28,35	65,40	94,63	5,86	51,35	88,11	73,45	0,13	99,12	4,81	57,56

Os resultados da Tabela 43 mostram que durante os períodos anuais, a porcentagem de áreas queimadas foi muito alta nas classes de perigo IV e V. Entretanto, os anos de 1986, 1987 e 1990 apresentaram altos valores nas classes de perigo I e II, respectivamente 60,33%, 26,81% e 38,10%. Os valores médios também mostram que ocorreram altos valores nas classes de perigo IV e V, porém, a menor porcentagem, 4,75%, ocorreu na classe de perigo III e não na classe de perigo I, como era de se esperar.

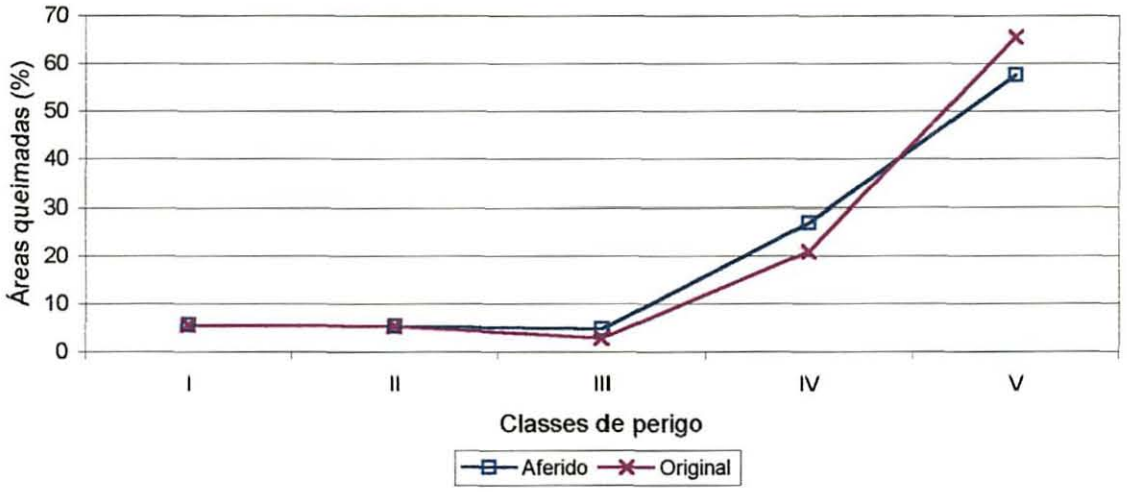
SOARES (1998a) analisou a distribuição de áreas queimadas no Norte do Estado de Santa Catarina através da escala de perigo da FMA e observou que de janeiro de 1988 a setembro de 1995 ocorreu 0,8% de áreas queimadas na classe de perigo IV e 99,2% na classe de perigo V.

SOARES (não publicado), realizou um trabalho comparando o índice de perigo de incêndios da RIGESA (IPIR) e FMA e, observou que para o IPIR, 46,50% das áreas queimadas ocorreu na classe de perigo II, 15,1% na classe III, e 38,4% na Classe IV, enquanto que para FMA, 0,80% dos incêndios ocorreu na classe IV e 99,20% na classe V. Portanto, os valores médios constantes nas Tabelas 32 e 33 e ilustrados na Figura 26 apresentaram resultados semelhantes àqueles encontrados por Soares, com a diferença que neste trabalho as áreas queimadas apresentaram-se distribuídas por todas as classes de perigo, ocorrendo maior concentração destas nas classes de perigo superiores.

Com base nos resultados das Tabelas 42 e 43, observou-se que o FMA apresentou boa distribuição de áreas queimadas através das classes de perigo, ocorrendo 86,48% das áreas queimadas nas classe de perigo IV e V do índice

original e 84,47% nas classes IV e V do índice aferido. Portanto, o índice original apresentou maior quantidade de áreas queimadas nas classes IV e V do que o índice não aferido. A quantidade média de áreas queimadas constantes nas Tabelas 42 e 43 foram semelhantes aos resultados encontrados nos trabalhos desenvolvidos por Soares, os quais confirmam que a FMA apresentou boa relação com a ocorrência de áreas queimadas, permitindo desta forma que as equipes de combate entrem em alerta sempre que este índice atingir as classes de perigo IV ou V, evitando assim maiores perdas de áreas florestadas.

FIGURA 35 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL E AFERIDO



4.5.4 Distribuição de áreas queimadas através das classes de perigo de FWI

Na Tabela 44 são apresentadas as áreas queimadas, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice FWI original, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 44 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL

Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	7,43	0,23	60,34	31,54	3,54	4,24	38,48	0,20	24,28	0,48	0,04	1,96	14,40
II	23,85	0,14	2,01	64,07	0,83	2,17	1,44	3,43	0,06	0,03	0,58	5,29	8,66
III	3,59	0,96	9,14	0,29	1,38	87,73	6,73	14,53	2,24	99,35	17,02	4,83	20,65
IV	11,91	12,01	27,42	3,68	18,12	0,79	53,22	9,37	71,10	0,14	40,07	87,31	27,93
V	53,21	86,66	1,10	0,43	31,57	5,07	0,13	72,46	2,33	0,00	42,29	0,62	24,65
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	44,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,71

Os resultados da Tabela 44 mostram que durante os períodos anuais a porcentagem de áreas queimadas apresentou, de modo geral, altos valores e de forma dispersa em todas as classes de perigo. A classe de perigo VI, ao contrário do que era de se esperar, apresentou as menores porcentagens, com exceção do ano de 1988. Os resultados das porcentagens médias mostraram que os maiores valores ocorreram nas classes de perigo IV e V, respectivamente, 27,93% e 24,65%, porém, como pode-se observar, a menor porcentagem, 3,71%, ocorreu na classe de perigo VI. A classe de perigo I que deveria apresentar a menor porcentagem, apresentou 14,40%. Com base nestes resultados observou-se que a maior porcentagem de áreas queimadas não ocorreu nas classes de perigo maiores e, também, os valores médios anuais não apresentam um aumento proporcional ao aumento das classes de perigo.

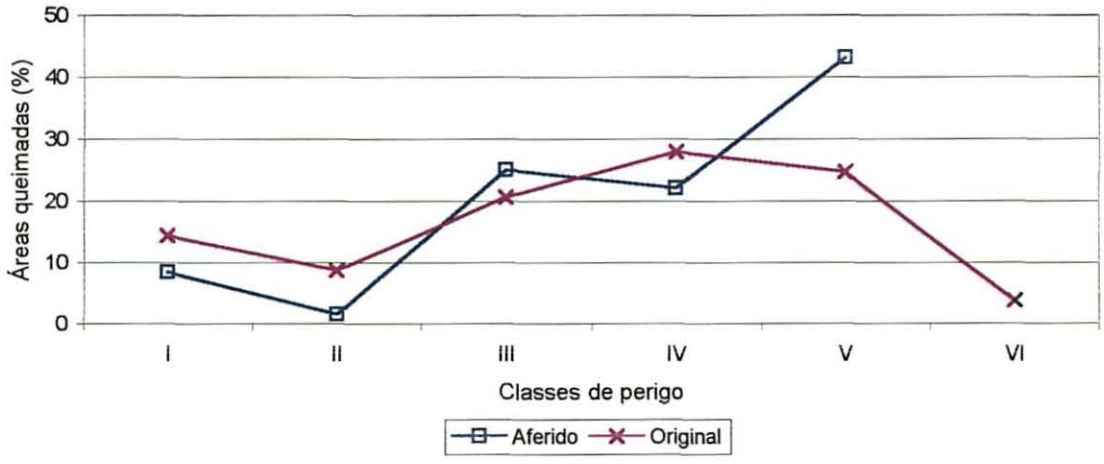
Na Tabela 45 são apresentadas as áreas queimadas, em porcentagens, pelas classes de perigo do índice FWI aferido, considerando os valores totais e médias anuais durante o período de 1984 a 1995.

TABELA 45 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO

Classes	Áreas queimadas por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	0,01	0,09	60,25	0,00	0,95	0,03	38,10	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	8,29
II	7,42	0,10	0,08	0,05	1,91	4,18	0,04	0,11	1,90	0,47	0,04	1,12	1,45
III	27,45	1,13	2,85	95,77	2,81	2,55	1,78	13,51	24,65	99,38	17,53	10,95	25,03
IV	7,07	11,54	33,64	2,42	2,15	87,38	34,55	11,37	71,03	0,14	0,09	4,19	22,13
V	58,05	87,13	3,17	1,76	92,18	5,86	25,53	75,01	2,40	0,00	82,34	83,74	43,10

Os resultados da Tabela 45 mostram que durante os períodos anuais a porcentagem de áreas queimadas apresentou altos valores nas classes de perigo de III a V, com exceção do ano de 1986, que apresentou o maior valor, 60,25%, na classe de perigo I. O ano de 1990 também apresentou alto valor, 38,10%, na classe de perigo I. Com estes resultados pode-se dizer que a relação entre as classes de perigo do índice e a porcentagem de áreas queimadas durante os períodos anuais, foi melhorada após a aferição do índice. Esta mesma observação também pode ser feita com base nos valores médios. A Figura 36 ilustra a distribuição de áreas queimadas através das classes de perigo do índice FWI original e aferido, durante o período estudado.

FIGURA 36 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNIDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO



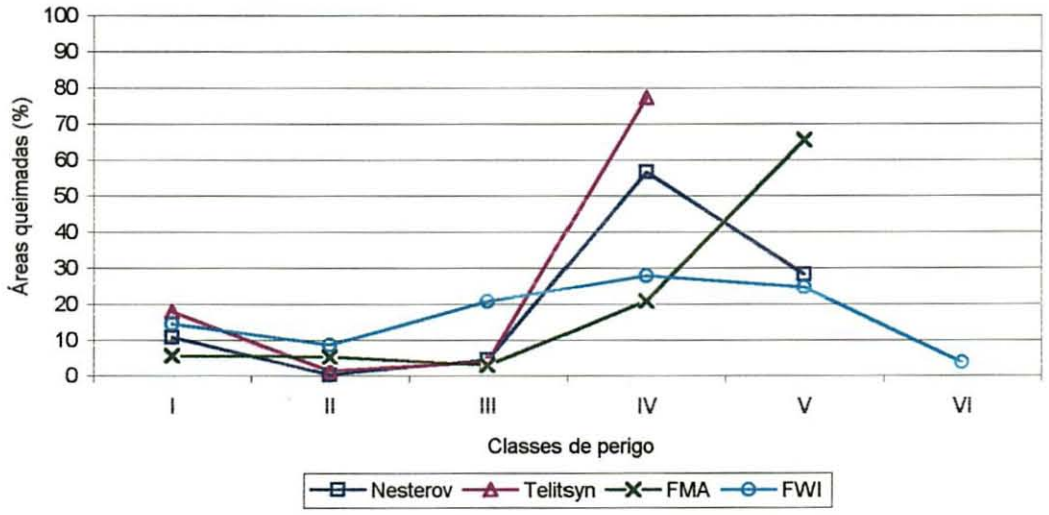
4.5.5 Comparação dos índices originais e aferidos através da distribuição de áreas queimadas por classes de perigo

Na Tabela 46 são apresentadas as áreas queimadas através das classes de perigo dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI originais, considerando a porcentagem média de áreas queimadas pelas classes de perigo dos índices, durante o período estudado. A Figura 37 ilustra a distribuição de áreas queimadas pelas classes de perigo dos índices originais.

TABELA 46 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS

Classes de perigo	Médias anuais de áreas queimadas (%)			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
I	10,66	17,85	5,48	14,40
II	0,11	1,25	5,20	8,66
III	4,40	3,66	2,85	20,65
IV	56,60	77,24	20,86	27,93
V	28,23		65,62	24,65
VI				3,71

FIGURA 37 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS



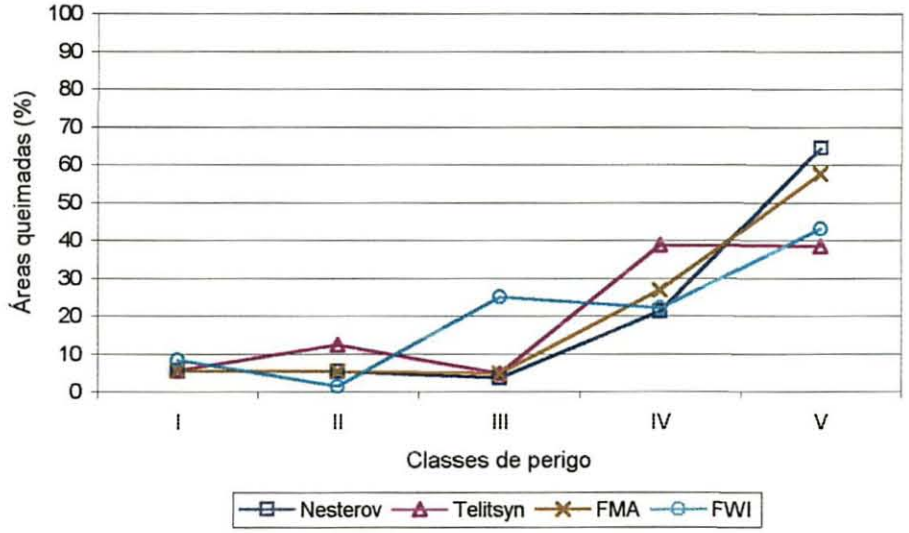
Observa-se na Tabela 46 que os índices originais apresentaram quantidades diferentes de classes de perigo, sendo que o índice de Telitsyn tem quatro classes de perigo, o índice FWI tem seis, os índices de Nesterov e FMA têm cinco classes cada. Observou-se ainda que os índices apresentaram, de modo geral, valores superiores a 52,50% de áreas queimadas nas duas últimas classes de cada índice, exceto o índice FWI, que apresentou estes valores nas classes IV e V e apresentou uma baixa porcentagem, 3,71%, na classe VI. Também observou-se que os índices apresentaram valores muito baixos na classe II para o Nesterov, 0,11% e Telitsyn, 1,25%, na classe III para o FMA, 2,85% e 3,71% na classe VI para FWI. Esperava-se que os índices apresentassem valores crescentes de áreas queimadas, com os menores valores ocorrendo nas classes iniciais e os maiores valores nas classes de perigo finais.

Na Tabela 47 são apresentadas as áreas queimadas através das classes de perigo dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI aferidos, considerando a porcentagem média de áreas queimadas pelas classes de perigo dos índices, durante o período de 1984 a 1995. A Figura 38 ilustra a distribuição de áreas queimadas através das classes de perigo dos índices aferidos.

TABELA 47 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS

Classes	Valores médios de áreas queimadas (%)			
de perigo	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
I	5,48	5,52	5,48	8,29
II	5,29	12,38	5,31	1,45
III	3,66	4,86	4,75	25,03
IV	21,12	38,72	26,91	22,13
V	64,46	38,52	57,56	43,10

FIGURA 38 - PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁREAS QUEIMADAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS



Após a aferição os índices passaram a conter o mesmo número de classes de perigo. Os resultados da Tabela 47 mostram que os índices aferidos apresentaram valores superiores a 65% de áreas queimadas nas classes de perigo IV e V. Também observou-se que a quantidade de áreas queimadas nas classes I e II de cada índice foi baixa, ocorrendo 9,74% no índice FWI; 10,77% em Nesterov; 10,79% em Monte Alegre e 17,90% em Telitsyn. Comparando-se os resultados constantes nas Tabelas 46 e 47, pode-se dizer que os índices aferidos apresentaram uma relação direta entre as porcentagens de áreas queimadas e as classes de perigo, ou seja, as áreas queimadas apresentaram uma distribuição crescente com o aumento das classes de perigo.

4.6 DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE DIAS ATRAVÉS DAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES

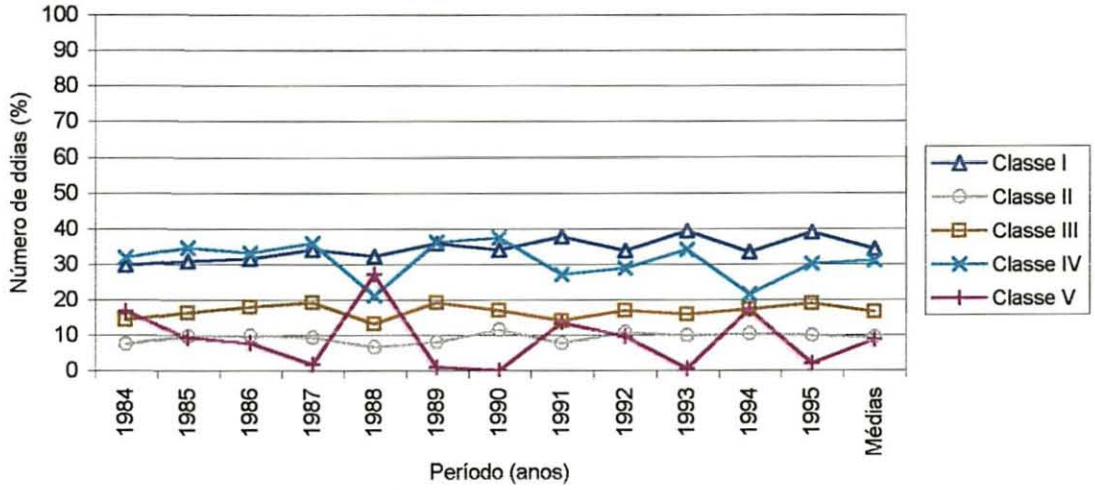
4.6.1 Distribuição do número de dias pelas classes de perigo do índice de Nesterov

As Tabelas 48 e 49 relacionam o número de dias, em porcentagem, determinado pelo índice de Nesterov original e aferido, com as classes de perigo, considerando os valores totais e médias anuais, em porcentagens, durante o período de 1984 a 1995. As Figuras 39, 40 e 41 ilustram estes resultados.

TABELA 48 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL

Classes	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	29,57	30,68	31,51	33,97	32,24	35,89	33,97	37,81	33,88	39,45	33,42	39,18	34,30
II	7,54	9,59	9,86	9,32	6,56	7,95	11,51	7,67	10,66	9,86	10,41	9,86	9,23
III	14,20	16,16	17,81	19,18	13,11	19,18	16,99	13,97	16,94	15,89	17,26	18,90	16,63
IV	31,88	34,52	33,15	35,89	21,04	36,16	37,53	27,12	28,96	34,25	21,64	30,14	31,02
V	16,81	9,04	7,67	1,64	27,05	0,82	0,00	13,42	9,56	0,55	17,26	1,92	8,81

FIGURA 39 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL



Com base nos resultados da Tabela 48, observa-se que não houve uma boa distribuição do número de dias determinado pelo índice de Nesterov original através das classes de perigo. As porcentagens médias anuais também confirmam esta tendência, pois, 34,30% do número de dias ocorreu na classe I, 9,23% na classe II, 16,63% na classe III, 31,02% na classe IV e 8,81% na classe de perigo V. Estes resultados confirmam a necessidade de aferição do índice de Nesterov.

TABELA 49 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS LASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO

Classes de perigo	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	20,87	19,18	18,36	21,10	20,22	22,47	20,27	26,58	21,31	26,85	18,08	25,21	21,71
II	16,23	21,10	23,01	22,19	18,58	21,37	25,21	18,90	23,22	22,47	25,75	23,84	21,82
III	11,01	12,33	15,62	15,62	11,20	15,62	15,62	11,51	13,66	13,42	14,25	14,79	13,72
IV	22,03	20,82	20,55	22,74	16,12	26,58	24,66	17,26	21,04	21,10	17,81	19,73	20,87
V	29,86	26,58	22,47	18,36	33,88	13,97	14,25	25,75	20,77	16,16	24,11	16,44	21,88

FIGURA 40 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV AFERIDO

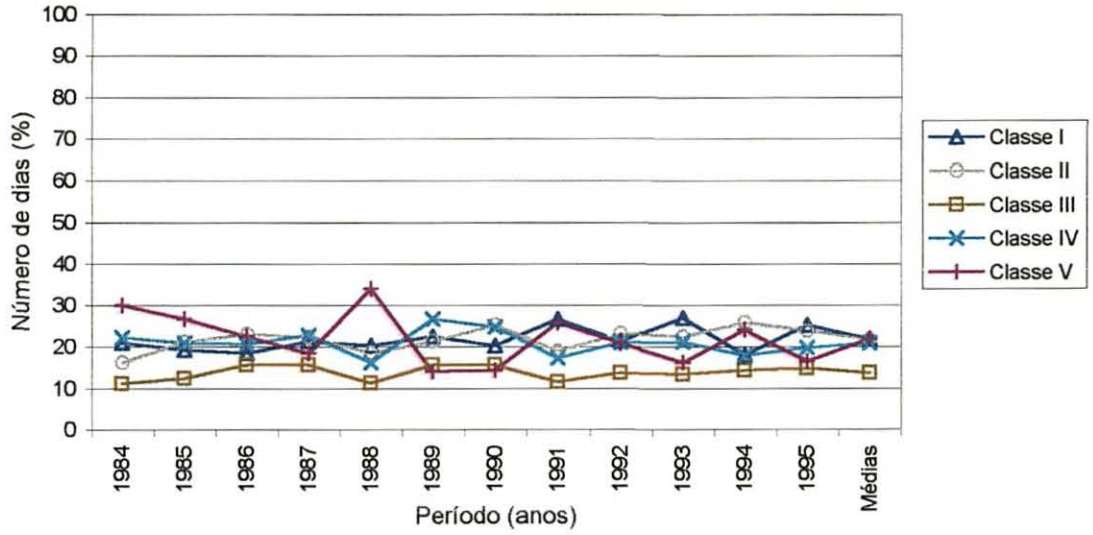
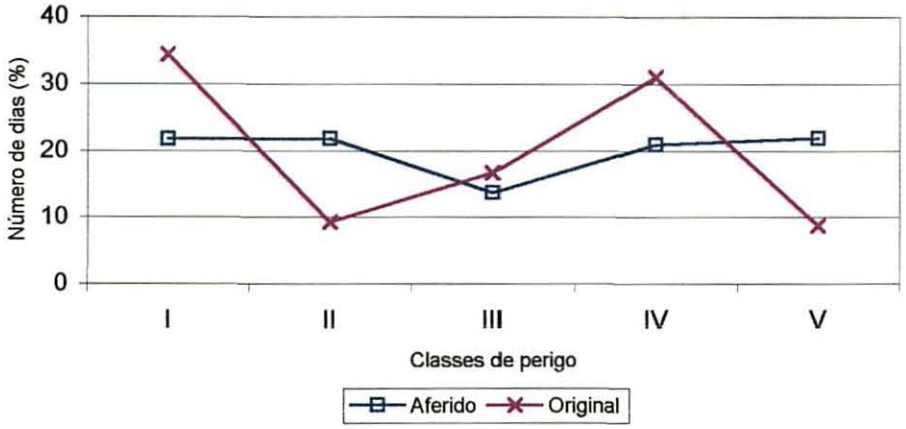


FIGURA 41 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL E AFERIDO



Comparando-se os resultados das Tabelas 48 e 49, observou-se que houve uma distribuição mais homogênea entre as porcentagens de dias determinado pelo índice de Nesterov aferido e as classes de perigo correspondentes. As porcentagens médias anuais também confirmaram esta tendência, pois, 21,71% das áreas queimadas ocorreu na classe I, 21,82% na classe II, 13,72% na classe III, 20,87% na classe IV e 21,88% na classe de perigo V. Embora a relação entre o número de dias determinado pelo índice de Nesterov e as classes de perigo tenha melhorado após a aferição do índice, observa-se que esta relação ainda pode ser considerada muito alta nas maiores classes e muito baixa nas classes menores.

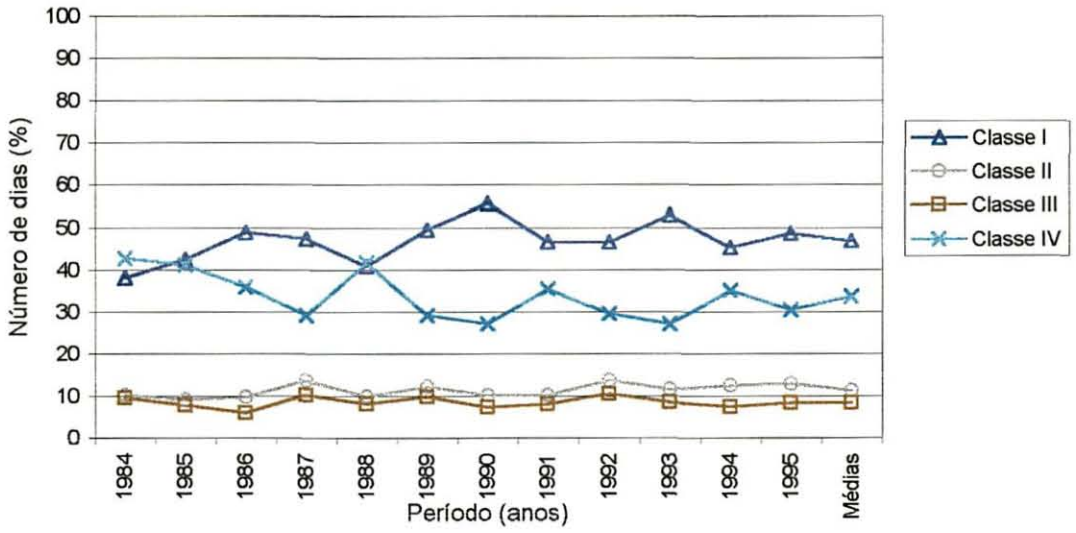
4.6.2 Distribuição do número de dias através das classes de perigo do índice de Telitsyn

As Tabelas 50 e 51 relacionam o número de dias determinado pelo índice de Telitsyn original e aferido com as classes de perigo, considerando os valores totais e médias anuais, em porcentagens, durante o período de 1984 a 1995. As Figuras 42, 43 e 44 ilustram estes resultados.

TABELA 50 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL

Classes	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	37,91	42,19	48,77	47,12	40,71	49,32	55,62	46,58	46,45	52,88	45,21	48,49	46,77
II	10,16	9,04	9,59	13,70	9,84	12,05	10,14	10,14	13,66	11,51	12,33	12,88	11,25
III	9,34	7,67	5,75	10,14	7,92	9,59	7,12	7,95	10,38	8,49	7,40	8,22	8,33
IV	42,58	41,10	35,89	29,04	41,53	29,04	27,12	35,34	29,51	27,12	35,07	30,41	33,65

FIGURA 42 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL



Com base nos resultados da Tabela 50, observou-se que não houve uma relação bem definida entre as porcentagens de dias determinado pelo índice de Telitsyn original e as classes de perigo. As porcentagens médias anuais também demonstraram isto, pois, 46,77% da área queimada ocorreu na classe I, 11,25% na classe II, 8,33% na classe III, 33,65% na classe IV. Estes resultados confirmam a necessidade de aferição do índice de Telitsyn.

TABELA 51 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO

Classes	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	20,88	22,47	29,59	26,85	23,77	30,68	29,86	31,23	26,50	31,23	22,47	30,14	27,14
II	19,51	21,92	22,74	26,30	20,49	23,56	28,49	18,08	24,59	24,66	26,30	23,84	23,37
III	17,03	14,52	11,78	17,81	14,21	16,71	14,52	15,34	19,40	16,99	16,16	15,62	15,84
IV	24,18	23,01	21,37	25,75	15,03	18,63	23,29	16,44	15,85	22,47	21,37	17,81	20,43
V	18,41	18,08	14,52	3,29	26,50	10,41	3,84	18,90	13,66	4,66	13,70	12,60	13,22

FIGURA 43 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN AFERIDO

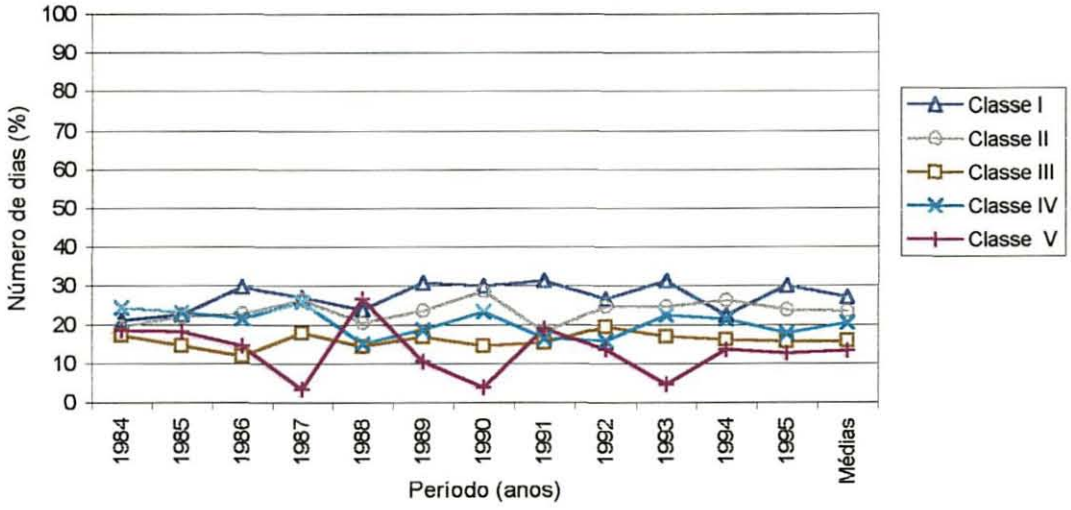
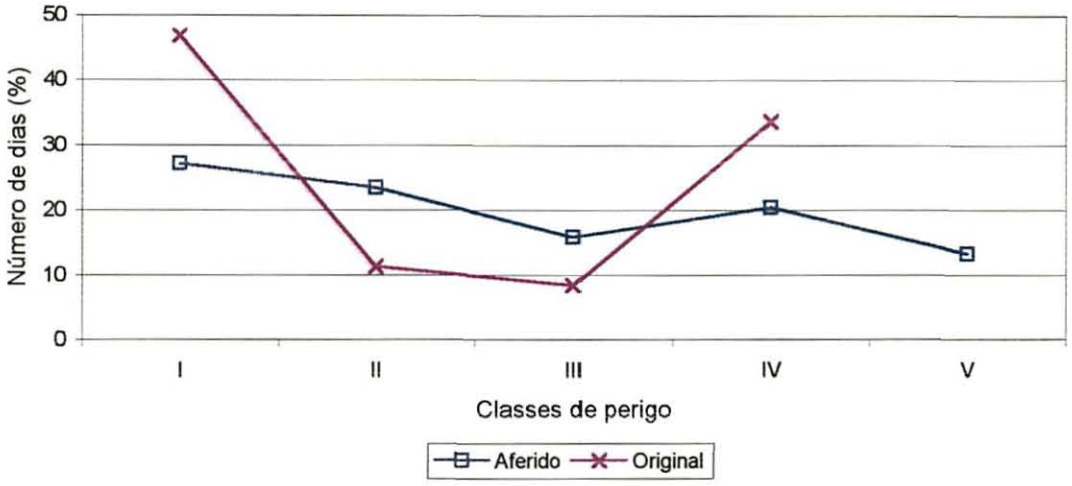


FIGURA 44 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL E AFERIDO



Os resultados da Tabela 51 mostram que após a aferição do índice de Telitsyn houve uma distribuição inversamente proporcional entre o número de dias determinado pelo índice e as classes de perigo. As porcentagens médias anuais também confirmam esta tendência, pois, 27,14% das áreas queimadas ocorreu na classe I, 23,37% na classe II, 15,84% na classe III, 20,43% na classe IV, e 13,22% na classe de perigo V. Com base nestes resultados, pode-se dizer que há relação entre o número de dias determinados pelo índice de Telitsyn e as classes de perigo melhorou após a aferição do mesmo.

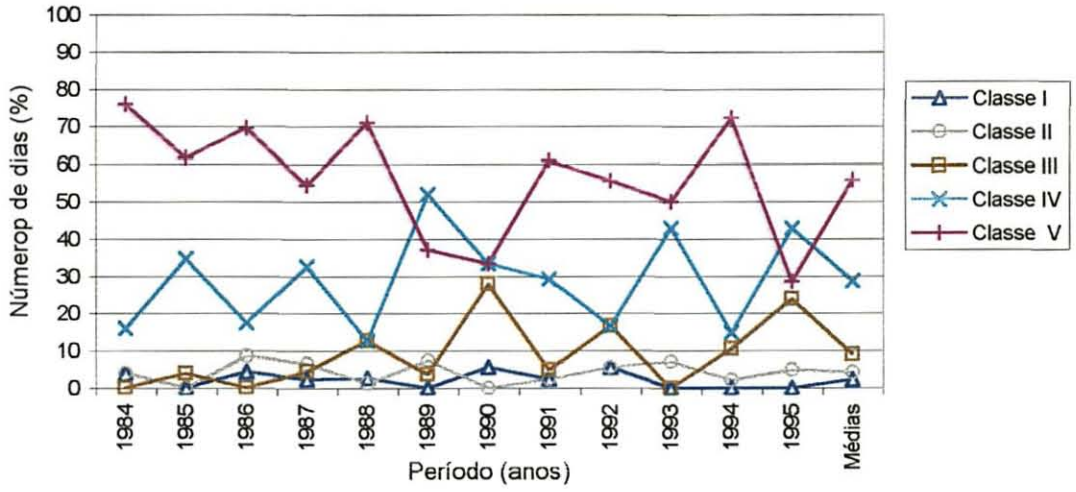
4.6.3 Distribuição do número de dias através classes de perigo do índice FMA

As Tabelas 52 e 53 relacionam o número de dias determinado pelo índice FMA original e aferido, com as classes de perigo, considerando os valores totais e médias anuais, durante o período de 1984 a 1995 e as Figuras 45, 46 e 47 ilustram estes resultados.

TABELA 52 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA ORIGINAL

Classes	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
de Perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	11,30	13,42	14,79	16,71	16,67	19,73	19,73	24,38	18,31	19,18	10,41	19,18	17,01
II	8,12	12,33	12,33	10,14	10,11	12,33	31,78	10,96	12,57	14,25	14,25	13,15	13,55
III	19,71	20,00	23,56	22,74	18,85	18,63	20,27	17,26	22,95	23,01	26,03	24,38	21,46
IV	29,86	21,92	20,82	32,33	18,85	30,41	22,47	21,92	23,50	24,93	17,53	23,56	23,98
V	31,01	32,33	28,49	18,08	35,52	18,90	5,75	25,48	22,68	18,63	31,78	19,73	24,00

FIGURA 45 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA ORIGINAL



Com base nos resultados da Tabela 52, observou-se que, de um modo geral, houve uma relação direta entre as porcentagens de dias determinados pelo índice FMA original e as classes de perigo. Os valores médios anuais também confirmam esta tendência, pois, 17,01% da área queimada ocorreu na classe I, 13,55% na classe II, 23,98% na classe III, 23,98% na classe IV e 24,00% na classe V. Como normalmente deve se esperar uma relação inversa entre as porcentagens de dias determinados pelos índices e as classes de perigo correspondentes, pode-se dizer com base neste resultados, que existe necessidade de aferição do índice de Monte Alegre.

TABELA 53 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA AFERIDO

Classes de perigo	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	11,30	13,42	14,79	16,71	16,67	19,73	19,73	24,38	18,31	19,18	15,07	19,18	17,37
II	15,07	21,92	22,74	19,73	18,58	23,84	27,12	19,45	22,40	26,30	33,97	23,56	22,89
III	27,54	20,27	21,37	26,30	19,13	21,64	24,93	19,45	24,04	20,55	14,79	26,03	22,17
IV	20,29	16,16	20,00	25,75	12,57	20,82	20,27	15,34	14,21	22,74	14,79	15,34	18,19
V	25,80	28,22	21,10	11,51	33,06	13,97	7,95	21,37	21,04	11,23	21,37	15,89	19,37

FIGURA 46 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA AFERIDO

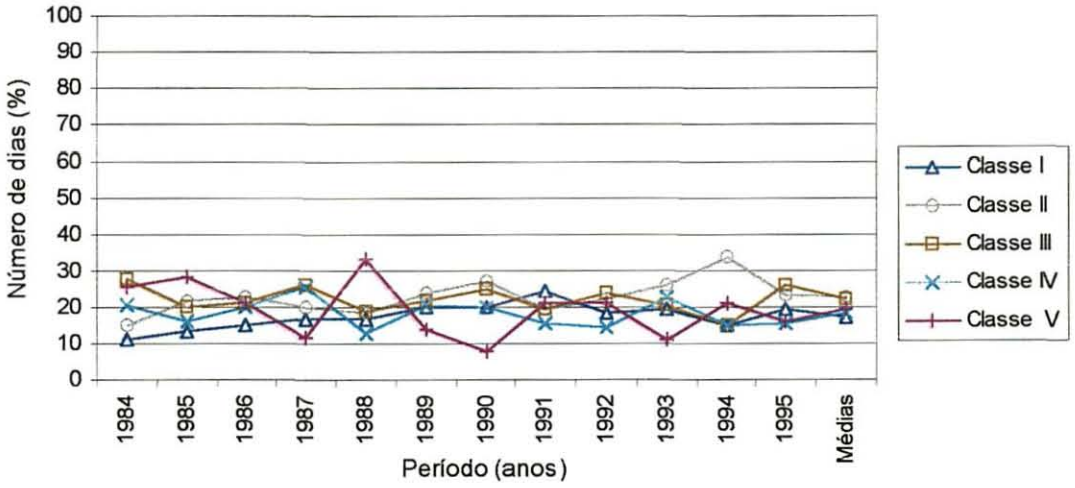
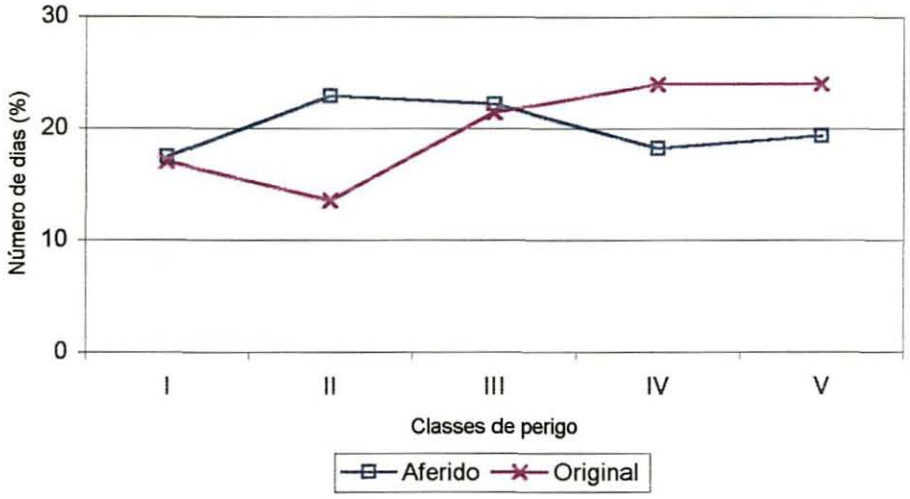


FIGURA 47 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FMA ORIGINAL E AFERIDO



Os resultados da Tabela 53 mostram que após a aferição do índice FMA houve uma distribuição quase homogênea entre o número de dias determinados pelo índice e as classes de perigo. Os valores médios anuais também confirmam esta tendência, pois, 17,37% da área queimada ocorreu na classe I, 22,89% na classe II, 22,17% na classe III, 18,19% na classe IV e 19,37% na classe de perigo V.

Comparando os resultados das Tabelas 52 e 53, pode-se dizer que a relação entre o número de dias determinado pelo índice FMA aferido e as classes de perigo, melhorou após a aferição do mesmo, pois, 52,02% dos dias foram classificados nas classes de perigo I, II e III do índice original, enquanto que no índice aferido, 62,43% dos dias foram classificados nas classes I, II e III. Portanto, com o índice FMA aferido houve uma redução em mais de 10% do tempo em que as equipes de combate devem permanecer em estado de alerta, havendo, consequentemente, economia em recursos financeiros para as empresas florestais.

Em trabalho desenvolvido no Norte do Estado de Santa Catarina, SOARES (1998a) analisou a distribuição do número de dias através da escala de perigo do índice FMA e observou que 11,5% dos dias foram classificados na classe de perigo I, 12,6% na classe II, 24,9 na classe III, 33,3% na classe IV e 17,7% na classe V.

SOARES (1998b), comparou o índice de perigo de incêndios da RIGESA (IPIR) e FMA e, observou que para o IPIR, 67,8% dos dias foram classificados na classe de perigo I, 19,8% na classe II, 11,6% na Classe III, 1,0% na classe IV e 0,0%

na classe V, enquanto que para FMA 12,2%% dos dias foram classificados na classe de perigo I, 12,9% na classe II, 25,3% na classe III, 31,9% na classe IV e 17,7% na classe V. Os valores médios constantes nas Tabelas 52 e 53, apresentam resultados semelhantes àqueles encontrados por Soares.

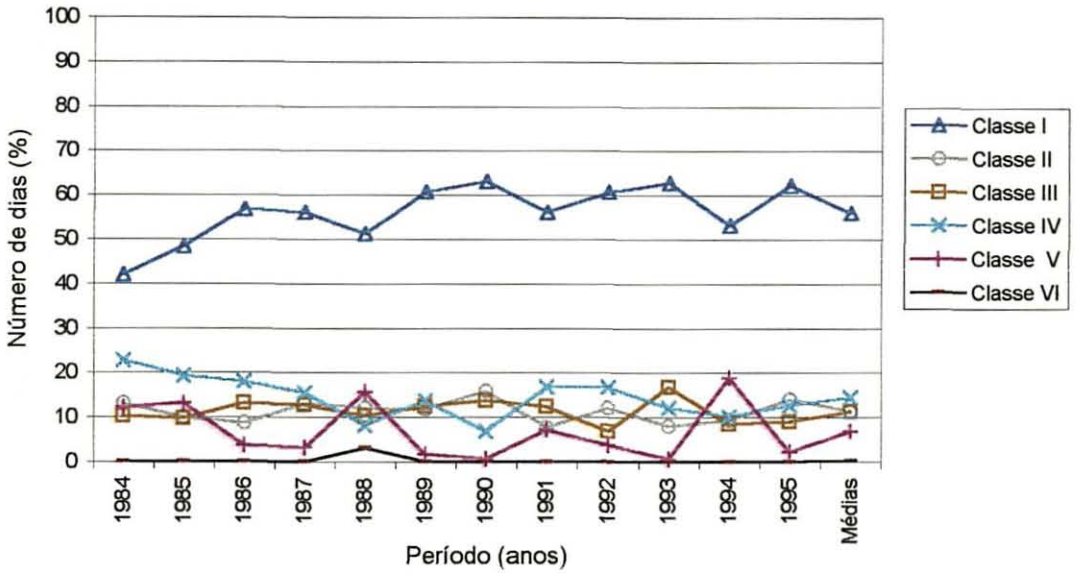
4.6.4 Distribuição do Número de Dias através das Classes de Perigo do Índice FWI

As Tabelas 54 e 55 relacionam o número de dias determinado pelo índice FWI original e aferido, com as classes de perigo, considerando os valores totais e médias anuais, durante o período de 1984 a 1995. As Figuras 48, 49 e 50 ilustram estes resultados.

TABELA 54 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL

Classes	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	41,92	48,22	56,71	55,89	51,09	60,55	63,01	56,16	60,66	62,74	53,15	62,19	56,02
II	13,15	9,86	8,77	13,15	12,02	11,78	15,89	7,67	12,02	7,95	9,32	13,97	11,30
III	10,14	9,59	13,15	12,60	10,11	12,33	13,70	12,33	6,83	16,71	8,49	9,04	11,25
IV	22,74	19,18	17,81	15,34	8,20	13,70	6,85	16,71	16,67	12,05	10,14	12,60	14,33
V	12,05	13,15	3,56	3,01	15,57	1,64	0,55	7,12	3,83	0,55	18,90	2,19	6,84
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25

FIGURA 48 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL



Com base nos resultados da Tabela 54, observou-se que, de modo geral, houve uma relação inversa entre o número de dias determinados por FWI original, durante os período anuais e as classes de perigo, porém, na classe VI, com exceção do ano de 1988, nos demais anos o número de dias determinado pelo índice foi zero. Estes resultados confirmam a necessidade de aferição do índice FWI.

TABELA 55 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO

Classes	Número de dias por períodos anuais (%)												Média
de perigo	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
I	16,71	25,21	32,05	29,04	25,14	29,32	31,23	33,97	25,96	32,60	24,11	34,79	28,34
II	21,92	18,90	22,19	23,29	22,40	27,40	27,67	19,45	29,51	27,40	26,58	23,01	24,14
III	24,93	22,47	21,92	26,85	23,22	26,03	29,32	20,00	23,22	24,11	17,81	26,03	23,83
IV	13,97	13,70	16,99	12,60	7,10	11,78	10,41	15,89	10,66	13,70	8,49	10,96	12,19
V	22,47	19,73	6,85	8,22	22,13	5,48	1,37	10,68	10,66	2,19	23,01	5,21	11,50

FIGURA 49 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI AFERIDO

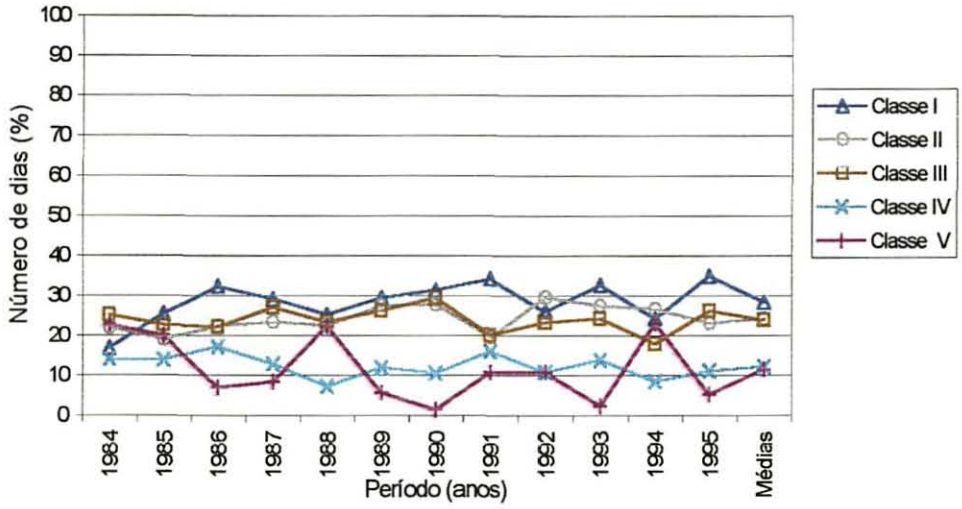
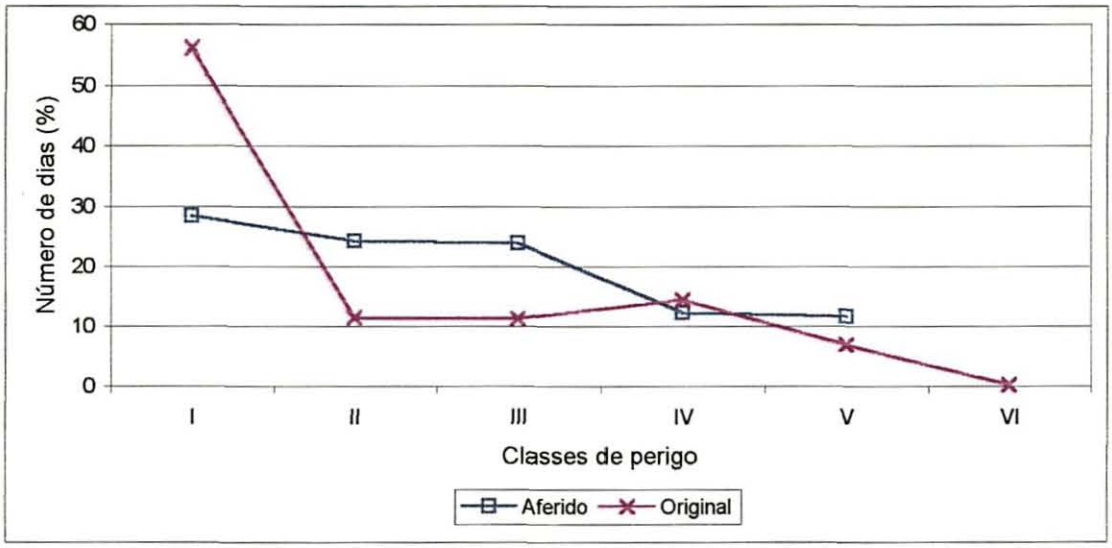


FIGURA 50 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DO ÍNDICE FWI ORIGINAL E AFERIDO



Os resultados da Tabela 55 mostram que após a aferição do índice FWI houve uma relação inversa entre o número de dias determinados pelo índice e as classes de perigo. Os valores médios anuais confirmam esta tendência, pois 28,34% da área queimada ocorreu na classe I, 24,14% na classe II, 23,83% na classe III, 12,19% na classe IV e 11,50% na classe de perigo V. Comparando os resultados das Tabelas 54 e 55, pode-se dizer que a relação entre o número de dias determinados pelo índice FWI aferido e as classes de perigo, melhorou após a aferição do índice.

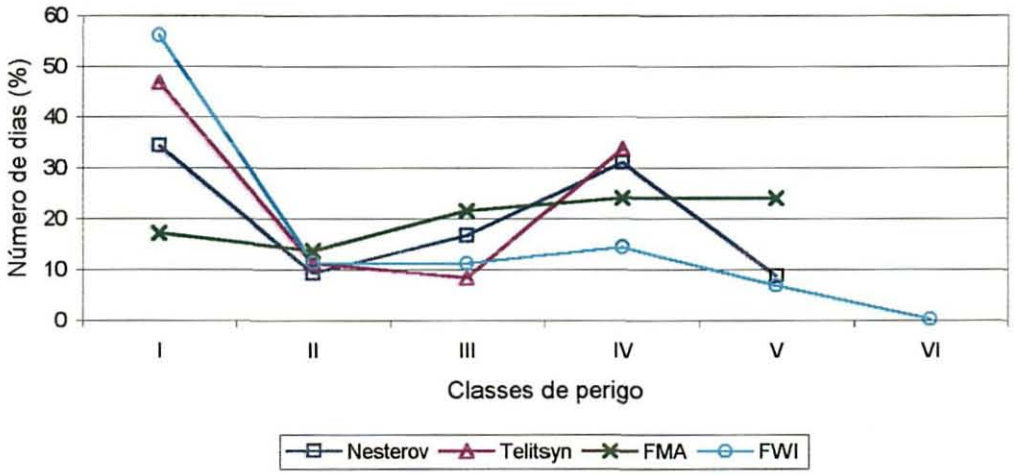
4.6.5 Comparação dos índices originais e aferidos através da distribuição do número de dias pelas classes de perigo

A Tabela 56 apresenta a distribuição do número de dias através das classes de perigo dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI originais, durante o período estudado e a Figura 51 ilustra estes resultados.

TABELA 56 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS

Classes de perigo	Médias anuais do número de dias (%)			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
I	34,30	46,77	17,01	56,02
II	9,23	11,25	13,55	11,30
III	16,63	8,33	21,46	11,25
IV	31,02	33,65	23,98	14,33
V	8,81		24,00	6,84
VI				0,25

FIGURA 51 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES ORIGINAIS



Analisando-se a distribuição do número de dias através das classes de perigo (Tabela 56 e Figura 51), observou-se que o índice de Nesterov apresentou uma elevação nos valores da classe de perigo II (9,23%), para as classes III (16,63%) e

IV (31,02%). O índice de Telitsyn também apresentou uma elevação nos valores da classe de perigo III (8,33%), para a classe IV (33,65%). O FMA apresentou elevação da classe de perigo II (13,55%), para as classes III (21,46%), IV (23,98%) e V (24,00%) e o FWI apresentou uma pequena elevação nos valores da classe de perigo III (11,25%) para a classe IV (14,33%).

Com exceção do índice FWI original que apresentou uma pequena porcentagem (7,09%) de dias nas duas últimas classes de maior perigo (V e VI), os demais índices originais apresentaram um percentual alto nestas classes. O Nesterov apresentou 39,83% nas classes IV e V, Telitsyn apresentou 41,98% nas classes III e IV e FMA apresentou 47,98% nas classes IV e V.

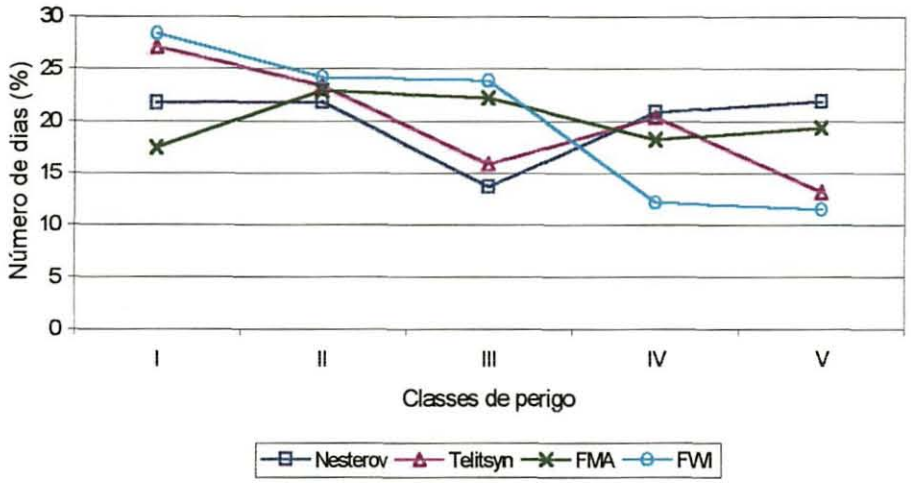
Quando um índice não adaptado para uma determinada região classifica uma grande porção de dias nas classes de maior risco, isto implica em mais tempo de mobilização das equipes e das estruturas de prevenção e combate aos incêndios florestais, acarretando mais investimento de recursos, os quais podem ser reduzidos, quando se trabalha com um índice de previsão devidamente aferido.

A Tabela 57 apresenta a distribuição do número de dias através das classes de perigo dos índices de Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI aferidos, durante o período estudado, com os resultados ilustrados na Figura 52.

TABELA 57 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS

Classes	Médias anuais do número de dias (%)			
de perigo	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
I	21,71	27,14	17,37	28,34
II	21,82	23,37	22,89	24,14
III	13,72	15,84	22,17	23,83
IV	20,87	20,43	18,19	12,19
V	21,88	13,22	19,37	11,50

FIGURA 52 – PORCENTAGEM MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS, PELAS CLASSES DE PERIGO DOS ÍNDICES AFERIDOS



Para os índices aferidos (Tabela 57 e Figura 52), com exceção do FWI, todos os demais índices apresentaram uma elevação nos valores de uma classe inferior para outra imediatamente superior. O índice de Nesterov apresentou elevação nos valores da classe de perigo III (13,72%), para as classes IV (20,87%) e V (21,88%). O índice de Telitsyn também apresentou uma elevação nos valores da classe de perigo III (15,84%), para a classe IV (20,43%). O FMA apresentou elevação da classe de perigo IV (18,19%), para a classe V (19,376%).

Os índices de Nesterov e FWI aferidos (Tabela 57) quando comparados com os valores destes índices originais (Tabela 56) revelaram uma elevação no total de dias classificados nas duas últimas classes de perigo destes índices aferidos. Para o Nesterov original, as classes de perigo IV e V, juntas, apresentaram 39,83% e o Nesterov aferido, 42,75%. Para o FWI original, 7,09% do total de dias foram classificados nas classes V e VI, enquanto que para o FWI aferido, 23,69% foram classificados nas classes de perigo IV e V. Esta situação pode ser explicada para o FWI, devido ao fato deste índice original estar mal aferido, pois apenas 0,74% dos incêndios e 0,25% do número de dias do período estudado ocorreu na classe de perigo VI. Portanto, o aumento no número de dias nas duas últimas classes de perigo do FWI original (7,09%), para o FWI aferido (23,69%) deveu-se, em parte, a esta razão, o que não retira o mérito do FWI aferido.

Quando se comparou o número de dias classificados nas duas últimas classes dos índices aferidos, observou-se, por este critério, que o FWI apresentou o melhor resultado, com 23,69%, em segundo Telitsyn, com 33,65%, em terceiro FMA, com 37,56% e por último Nesterov, com 42,75%.

5 CONCLUSÕES

Os métodos de aferição e de avaliação da eficiência de índices de previsão de incêndios florestais não seguem metodologias pré-estabelecidas, sendo indicados em literaturas, diversos métodos para regiões e índices específicos, situação que dificulta a comparação dos resultados. Porém, com base nos procedimentos utilizados neste trabalho, pode-se concluir que:

1. A eficiência dos índices de perigo avaliados com base nos métodos da distância de Mahalanobis, "skill score", normalização de valores e número de dias por classes de perigo, apresentou melhores resultados para o índice FWI.

2. A análise da eficiência dos índices mostrou que houve relação direta com as classes de perigo apenas para o índice FMA na forma original e para os índices Nesterov, Telitsyn e FMA na forma aferida.

3. A análise da eficiência dos índices com base na distribuição de áreas queimadas através das classes de perigo mostrou que houve relação direta somente para os índices Nesterov, Telitsyn, FMA e FWI na forma aferida.

4. A eficiência dos índices, determinada com base na distribuição do número de dias pelas classes de perigo, de modo geral, mostrou que os índices originais e aferidos não apresentaram uma distribuição decrescente com relação às classes de perigo.

5. A análise dos índices com base na distribuição de incêndios e áreas queimadas mostrou que houve relação direta com as classes de perigo somente para os índices aferidos; esta mesma análise, quando realizada com base no número de dias mostrou que apenas o índice FWI aferido apresentou relação decrescente.

6. A análise da ocorrência de incêndios e de áreas queimadas com base nas horas do dia, dias da semana, dias do mês e meses do ano, mostrou que houve diferença significativa somente para horas do dias e meses do ano.

7. A distribuição da precipitação pluviométrica e a ocorrência de incêndios apresentaram uma relação inversa; no mês de agosto, por exemplo, ocorreram 21,60% de incêndios e apenas 4,4% da precipitação anual.

ANEXOS

TABELA 1 – VALORES ANUAIS DO DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO GERAL (STDEV); MÉDIAS DAS POPULAÇÕES X_1 E X_2; E A DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS (M_d) PARA O ÍNDICE DE NESTEROV

Anos	Índice de Nesterov			
	stdev	X_1	X_2	M_d
1984	3096,59	1852,11	6232,25	2,00
1985	1589,87	1317,04	2605,70	0,66
1986	1450,67	1168,21	2657,62	1,05
1987	1113,56	895,40	2016,43	1,01
1988	4265,06	2292,84	6020,60	0,76
1989	937,15	863,46	1502,30	0,46
1990	945,47	890,24	1700,92	0,74
1991	2192,98	1303,76	3771,36	1,27
1992	1504,89	1179,92	2570,65	0,85
1993	993,50	849,19	2035,08	1,42
1994	3142,95	1702,04	4226,16	0,64
1995	1071,87	891,80	1393,65	0,22
Média	1858,72	1267,17	3061,06	0,92

TABELA 2 – VALORES ANUAIS DO DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO GERAL (STDEV); MÉDIAS DAS POPULAÇÕES X_1 E X_2; E A DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS (M_d) PARA O ÍNDICE DE TELICYN

Anos	stdev	X_1	X_2	M_d
1984	16,38	8,62	33,03	2,22
1985	10,05	7,01	14,98	0,63
1986	10,00	5,96	17,05	1,23
1987	4,86	3,40	7,56	0,73
1988	26,74	10,94	36,09	0,88
1989	6,86	4,57	7,83	0,23
1990	4,70	3,39	7,91	0,92
1991	15,06	7,42	22,40	0,99
1992	9,71	5,90	11,15	0,29
1993	4,90	3,49	9,54	1,52
1994	9,18	5,27	14,41	0,99
1995	7,93	5,05	9,76	0,35
Média	10,53	5,92	15,98	0,92

TABELA 3 – VALORES ANUAIS DO DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO GERAL (STDEV); MÉDIAS DAS POPULAÇÕES X_1 E X_2; E A DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS (M_d) PARA O ÍNDICE DE MONTE ALEGRE

Anos	stdev	X_1	X_2	M_d
1984	35,73	21,45	77,28	2,44
1985	21,53	17,43	35,13	0,68
1986	19,80	14,49	36,50	1,24
1987	12,70	9,99	24,85	1,37
1988	62,64	31,36	89,23	0,85
1989	13,41	11,08	19,84	0,43
1990	9,74	8,48	17,30	0,82
1991	28,45	15,40	43,25	0,96
1992	20,41	14,51	32,11	0,74
1993	11,93	10,15	22,35	1,05
1994	35,22	20,96	52,94	0,82
1995	14,58	11,48	19,54	0,31
Média	23,85	15,57	39,19	0,97

TABELA 4 – VALORES ANUAIS DO DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO GERAL (stdev); MÉDIAS DAS POPULAÇÕES X_1 E X_2; E A DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS (M_d) PARA O ÍNDICE FWI (CANADÁ)

Anos	stdev	X_1	X_2	M_d
1984	7,68	6,22	16,51	1,79
1985	7,48	5,72	13,44	1,07
1986	5,73	3,76	11,38	1,77
1987	5,39	3,27	9,24	1,23
1988	9,27	4,62	14,91	1,23
1989	4,91	3,22	6,51	0,45
1990	3,67	2,33	7,36	1,88
1991	6,59	3,97	11,30	1,24
1992	5,60	3,69	8,39	0,71
1993	4,22	2,91	6,59	0,76
1994	8,46	5,18	15,16	1,39
1995	4,81	3,06	5,64	0,29
Média	6,15	4,00	10,54	1,15

TABELA 5 - VALORES DOS CÁLCULOS DIÁRIOS DOS ÍNDICES DE PERIGO RELATIVO AO ANO DE 1995, ORDENADOS EM FUNÇÃO DOS INCÊNDIOS E RESPECTIVOS NÚMEROS DE ORDENS (N°)

N°	Nesterov	Incêndios	N°	Telitsyn	Incêndios	N°	FMA	Incêndios	N°	FWI	Incêndios
1	0,00	0	1	0,00	0	1	0,00	0	1	0,00	0
2	0,00	0	2	0,00	0	2	0,00	0	2	0,00	0
3	0,00	0	3	0,00	0	3	0,00	0	3	0,00	0
4	0,00	0	4	0,00	0	4	0,00	0	4	0,00	0
5	0,00	0	5	0,00	0	5	0,00	0	5	0,00	0
6	0,00	0	6	0,00	0	6	0,00	0	6	0,00	0
9	0,00	0	9	0,00	0	9	0,00	0	9	0,00	0
22	0,00	0	15	0,00	0	22	0,00	0	22	0,00	0
29	0,00	0	19	0,00	0	29	0,00	0	31	0,00	0
31	0,00	0	20	0,00	0	31	0,00	0	32	0,00	0
32	0,00	0	22	0,00	0	32	0,00	0	33	0,00	0
34	0,00	0	28	0,00	0	34	0,00	0	34	0,00	0
35	0,00	0	29	0,00	0	35	0,00	0	35	0,00	0
36	0,00	0	31	0,00	0	36	0,00	0	36	0,00	0
37	0,00	0	32	0,00	0	37	0,00	0	37	0,00	0
38	0,00	0	34	0,00	0	38	0,00	0	38	0,00	0
39	0,00	0	35	0,00	0	39	0,00	0	39	0,00	0
40	0,00	0	36	0,00	0	40	0,00	0	40	0,00	0
41	0,00	0	37	0,00	0	41	0,00	0	41	0,00	0
42	0,00	0	38	0,00	0	42	0,00	0	42	0,00	0
43	0,00	0	39	0,00	0	43	0,00	0	43	0,00	0
44	0,00	0	40	0,00	0	44	0,00	0	44	0,00	0
45	0,00	0	41	0,00	0	45	0,00	0	45	0,00	0
46	0,00	0	42	0,00	0	46	0,00	0	46	0,00	0
47	0,00	0	43	0,00	0	47	0,00	0	47	0,00	0
49	0,00	0	44	0,00	0	49	0,00	0	49	0,00	0
50	0,00	0	45	0,00	0	50	0,00	0	50	0,00	0
51	0,00	0	46	0,00	0	51	0,00	0	51	0,00	0
52	0,00	0	47	0,00	0	52	0,00	0	52	0,00	0
64	0,00	0	49	0,00	0	64	0,00	0	64	0,00	0
65	0,00	0	50	0,00	0	65	0,00	0	65	0,00	0
68	0,00	0	51	0,00	0	68	0,00	0	68	0,00	0
69	0,00	0	52	0,00	0	69	0,00	0	69	0,00	0
83	0,00	0	64	0,00	0	83	0,00	0	72	0,00	0
84	0,00	0	65	0,00	0	84	0,00	0	83	0,00	0
91	0,00	0	68	0,00	0	91	0,00	0	84	0,00	0
92	0,00	0	69	0,00	0	92	0,00	0	90	0,00	0
110	0,00	0	72	0,00	0	110	0,00	0	91	0,00	0
111	0,00	0	73	0,00	0	111	0,00	0	92	0,00	0
127	0,00	0	74	0,00	0	130	0,00	0	110	0,00	0
130	0,00	0	83	0,00	0	131	0,00	0	111	0,00	0
131	0,00	0	84	0,00	0	137	0,00	0	112	0,00	0
137	0,00	0	89	0,00	0	176	0,00	0	126	0,00	0
176	0,00	0	90	0,00	0	191	0,00	0	127	0,00	0
191	0,00	0	91	0,00	0	192	0,00	0	128	0,00	0
192	0,00	0	92	0,00	0	236	0,00	0	130	0,00	0

(Continuação)

Nº	Nesterov	Incêndios	Nº	Telitsyn	Incêndios	Nº	FMA	Incêndios	Nº	FWI	Incêndios
202	0,00	0	100	0,00	0	237	0,00	0	131	0,00	0
236	0,00	0	101	0,00	0	268	0,00	0	170	0,00	0
237	0,00	0	102	0,00	0	271	0,00	0	176	0,00	0
268	0,00	0	110	0,00	0	279	0,00	0	177	0,00	0
271	0,00	0	111	0,00	0	281	0,00	0	180	0,00	0
279	0,00	0	117	0,00	0	286	0,00	0	190	0,00	0
281	0,00	0	126	0,00	0	287	0,00	0	191	0,00	0
286	0,00	0	127	0,00	0	288	0,00	0	192	0,00	0
287	0,00	0	130	0,00	0	289	0,00	0	193	0,00	0
288	0,00	0	131	0,00	0	290	0,00	0	202	0,00	0
289	0,00	0	137	0,00	0	291	0,00	0	203	0,00	0
290	0,00	0	169	0,00	0	303	0,00	0	235	0,00	0
291	0,00	0	170	0,00	0	318	0,00	0	236	0,00	0
303	0,00	0	176	0,00	0	329	0,00	0	237	0,00	0
308	0,00	0	180	0,00	0	332	0,00	0	267	0,00	0
309	0,00	0	189	0,00	0	338	0,00	0	268	0,00	0
318	0,00	0	190	0,00	0	347	0,00	0	271	0,00	0
329	0,00	0	191	0,00	0	358	0,00	0	272	0,00	0
332	0,00	0	192	0,00	0	359	0,00	0	279	0,00	0
338	0,00	0	201	0,00	0	360	0,00	0	281	0,00	0
346	0,00	0	202	0,00	0	361	0,00	0	286	0,00	0
347	0,00	0	235	0,00	0	362	0,00	0	287	0,00	0
353	0,00	0	236	0,00	0	363	0,00	0	288	0,00	0
358	0,00	0	237	0,00	0	364	0,00	0	289	0,00	0
359	0,00	0	262	0,00	0	33	1,09	0	290	0,00	0
360	0,00	0	263	0,00	0	177	1,10	0	291	0,00	0
361	0,00	0	267	0,00	0	319	1,10	0	292	0,00	0
362	0,00	0	268	0,00	0	348	1,20	0	294	0,00	0
363	0,00	0	270	0,00	0	365	1,20	0	303	0,00	0
364	0,00	0	271	0,00	0	112	1,22	0	304	0,00	0
177	28,73	0	279	0,00	0	138	1,22	0	308	0,00	0
294	28,73	0	281	0,00	0	48	1,30	0	309	0,00	0
126	35,73	0	286	0,00	0	272	1,32	0	316	0,00	0
203	39,52	0	287	0,00	0	132	1,33	0	318	0,00	0
33	43,72	0	288	0,00	0	193	1,33	0	319	0,00	0
319	43,99	0	289	0,00	0	282	1,33	0	332	0,00	0
112	64,39	0	290	0,00	0	292	1,33	0	338	0,00	0
138	64,39	0	291	0,00	0	304	1,37	0	346	0,00	0
128	68,38	0	294	0,00	0	30	1,43	0	347	0,00	0
267	68,38	0	302	0,00	0	70	1,43	0	348	0,00	0
348	68,38	0	303	0,00	0	280	1,43	0	353	0,00	0
365	75,79	0	308	0,00	0	339	1,43	0	358	0,00	0
304	77,19	0	309	0,00	0	333	1,47	0	359	0,00	0
354	88,09	0	316	0,00	0	10	1,49	0	360	0,00	0
132	90,86	0	318	0,00	0	66	1,54	0	361	0,00	0
193	90,86	0	329	0,00	0	53	1,56	0	362	0,00	0
282	100,71	0	332	0,00	0	23	1,59	0	363	0,00	0
292	100,71	0	338	0,00	0	85	1,59	0	364	0,00	0
272	108,35	0	346	0,00	0	7	1,69	0	365	0,00	0

Continua...

(Continuação)

Nº	Nesterov	Incêndios	Nº	Telitsyn	Incêndios	Nº	FMA	Incêndios	Nº	FWI	Incêndios
48	127,86	0	347	0,00	0	269	1,72	0	29	0,01	0
333	129,25	0	353	0,00	0	93	1,85	0	73	0,01	0
204	135,52	0	356	0,00	0	330	1,96	0	137	0,01	0
139	137,38	0	358	0,00	0	270	2,12	0	169	0,01	0
305	146,95	0	359	0,00	0	294	2,12	0	263	0,01	0
93	147,55	0	360	0,00	0	72	2,25	0	270	0,01	0
270	151,62	0	361	0,00	0	238	2,33	1	302	0,01	0
280	151,62	0	362	0,00	0	309	2,43	0	317	0,01	0
339	151,62	0	363	0,00	0	308	2,45	0	349	0,01	0
293	165,10	0	364	0,00	0	349	2,52	0	295	0,02	0
70	166,70	0	33	0,30	0	293	2,55	0	329	0,02	0
23	168,29	0	177	0,30	0	273	2,63	0	354	0,02	0
85	168,29	0	317	0,30	0	133	2,65	0	19	0,03	0
129	169,09	0	319	0,30	0	353	2,68	0	132	0,03	0
349	176,72	0	203	0,48	0	178	2,69	0	189	0,03	0
238	176,96	1	112	0,60	0	320	2,71	0	282	0,03	0
30	182,94	0	128	0,60	0	305	2,72	0	48	0,04	0
19	183,67	0	138	0,60	0	334	2,77	0	74	0,04	0
72	187,34	0	348	0,60	0	139	2,81	0	293	0,04	0
295	190,74	0	354	0,60	0	71	2,86	0	305	0,04	0
10	192,61	0	365	0,60	0	340	2,88	0	356	0,04	0
310	194,56	0	21	0,70	0	180	2,91	0	320	0,05	0
178	197,02	0	48	0,70	0	11	2,92	0	70	0,06	0
320	198,42	0	118	0,70	0	86	3,02	0	129	0,06	0
133	199,21	0	132	0,70	0	127	3,04	0	181	0,06	0
53	200,72	0	193	0,70	0	73	3,07	0	273	0,06	0
180	201,86	0	272	0,70	0	113	3,07	0	89	0,07	0
140	210,37	2	282	0,70	0	67	3,08	0	138	0,07	0
113	211,94	0	292	0,70	0	202	3,14	0	7	0,08	0
269	212,21	0	357	0,70	0	194	3,19	0	53	0,08	0
273	216,69	0	30	0,78	0	346	3,19	0	15	0,09	0
66	217,17	0	70	0,78	0	8	3,26	0	102	0,09	0
330	217,70	0	181	0,78	0	24	3,31	0	85	0,10	0
355	228,68	0	264	0,78	0	94	3,46	0	101	0,10	0
15	229,10	0	280	0,78	0	295	3,64	0	333	0,10	0
7	230,92	0	304	0,78	0	90	3,74	0	10	0,11	0
194	238,41	0	339	0,78	0	89	3,77	0	28	0,11	0
73	247,65	0	10	0,85	0	331	3,81	0	352	0,12	0
334	257,12	0	66	0,85	0	354	3,87	0	171	0,13	0
306	263,83	0	295	0,85	0	54	3,89	0	280	0,13	0
181	279,05	0	333	0,85	0	283	3,90	0	339	0,14	0
356	279,85	0	23	0,90	0	134	3,98	1	355	0,14	0
283	289,56	0	85	0,90	0	341	4,16	0	23	0,15	0
141	291,19	0	171	0,90	0	310	4,18	0	117	0,17	0
340	291,82	0	53	0,95	0	306	4,19	0	201	0,17	0
296	297,02	1	7	1,00	0	274	4,19	0	204	0,17	0
205	297,74	0	269	1,00	0	128	4,24	0	133	0,18	0
134	299,92	1	310	1,00	0	350	4,24	0	264	0,18	0
94	301,98	0	93	1,04	0	321	4,27	0	357	0,18	0

Continua...

(Continuação)

Nº	Nesterov	Incêndios	Nº	Telitsyn	Incêndios	Nº	FMA	Incêndios	Nº	FWI	Incêndios
71	318,31	0	330	1,04	0	181	4,28	0	30	0,19	0
86	319,91	0	16	1,11	0	203	4,39	0	66	0,20	0
179	359,25	0	75	1,11	0	140	4,39	2	93	0,20	0
142	364,18	0	103	1,11	0	87	4,44	0	310	0,22	0
74	364,53	0	178	1,20	0	179	4,50	0	350	0,22	0
239	373,42	0	320	1,20	0	74	4,54	0	296	0,23	1
114	375,54	0	129	1,30	0	239	4,55	0	71	0,24	0
11	375,56	0	293	1,30	0	12	4,56	0	113	0,24	0
182	376,95	0	349	1,30	0	335	4,66	0	262	0,25	0
24	380,51	0	355	1,30	0	195	4,80	0	306	0,25	0
350	388,94	0	172	1,38	0	15	4,86	0	8	0,26	0
195	392,84	0	133	1,40	0	356	4,94	0	11	0,26	0
307	393,08	0	273	1,40	0	95	5,05	0	178	0,26	0
321	399,13	0	204	1,43	0	114	5,15	0	12	0,27	0
311	412,00	0	238	1,43	1	25	5,16	0	86	0,28	0
274	417,41	0	139	1,51	0	355	5,17	0	334	0,30	0
90	418,76	0	119	1,54	0	135	5,30	0	20	0,31	0
135	419,48	0	334	1,54	0	296	5,36	1	100	0,31	0
357	420,43	0	71	1,56	0	129	5,57	0	194	0,31	0
8	431,63	0	305	1,56	0	322	5,59	0	75	0,32	0
67	434,34	0	11	1,62	0	19	5,61	0	139	0,32	0
20	436,38	0	182	1,62	0	351	5,65	1	321	0,34	0
341	441,31	0	340	1,62	0	307	5,66	0	269	0,35	0
143	453,28	0	113	1,64	0	182	5,80	0	351	0,36	1
54	456,77	0	86	1,68	0	88	5,85	0	134	0,37	1
284	457,85	0	67	1,69	0	275	5,89	0	340	0,37	0
297	459,24	0	265	1,73	1	141	5,96	0	24	0,40	0
206	459,97	0	194	1,74	0	55	5,97	0	94	0,40	0
95	470,27	0	296	1,80	1	311	6,11	0	118	0,40	0
331	477,21	0	24	1,90	0	204	6,14	0	274	0,40	0
87	486,61	0	283	1,93	0	13	6,23	0	67	0,42	0
16	487,67	0	94	1,94	0	357	6,24	0	172	0,42	0
183	493,82	0	8	1,95	0	342	6,29	0	21	0,43	0
335	494,91	0	104	2,02	1	316	6,30	0	54	0,43	0
89	499,69	0	311	2,04	0	336	6,35	0	87	0,44	0
322	518,69	0	173	2,08	0	196	6,41	0	307	0,44	0
115	537,77	5	134	2,10	1	96	6,48	0	322	0,46	0
75	544,73	0	17	2,11	0	284	6,60	0	330	0,46	0
196	547,27	0	331	2,12	0	75	6,62	0	182	0,47	0
117	554,65	0	54	2,13	0	352	6,75	0	238	0,48	1
351	568,31	1	321	2,16	0	136	6,86	0	16	0,49	0
144	570,51	1	179	2,20	0	115	6,97	5	297	0,49	0
240	571,61	0	76	2,29	0	26	6,98	0	341	0,49	0
21	576,96	0	350	2,30	0	117	7,02	0	135	0,51	0
136	602,37	0	341	2,32	0	323	7,06	0	140	0,51	2
12	602,66	0	120	2,32	1	16	7,08	0	103	0,52	0
352	608,00	0	266	2,33	0	28	7,16	0	283	0,53	0
184	610,70	0	274	2,35	0	297	7,18	0	311	0,56	0
96	621,89	0	306	2,40	0	102	7,19	0	13	0,60	0

Continua...

(Continuação)

Nº	Nesterov	Incêndios	Nº	Telitsyn	Incêndios	Nº	FMA	Incêndios	Nº	FWI	Incêndios
207	622,19	1	140	2,41	2	183	7,27	0	119	0,61	0
145	635,48	0	205	2,43	0	20	7,31	0	114	0,62	0
323	635,56	0	87	2,46	0	302	7,39	0	195	0,64	0
116	638,48	0	183	2,47	0	317	7,40	0	205	0,70	0
25	640,01	0	12	2,58	0	240	7,40	0	323	0,70	0
275	648,32	0	335	2,62	0	101	7,41	0	98	0,71	0
118	655,36	0	195	2,64	0	276	7,48	0	335	0,71	0
312	662,73	0	114	2,76	0	142	7,54	0	88	0,72	0
88	665,98	0	135	2,80	0	343	7,74	0	95	0,76	0
285	666,93	0	297	2,80	0	312	7,77	0	141	0,76	0
342	679,10	0	95	2,85	0	56	7,82	0	99	0,82	0
298	690,16	0	322	2,86	0	97	7,91	0	183	0,82	0
316	691,16	0	239	2,88	0	205	7,96	0	275	0,85	0
102	694,25	0	174	2,98	0	14	7,98	0	104	0,88	1
302	699,98	0	25	2,98	0	197	8,02	0	173	0,94	0
197	701,69	0	312	3,00	0	337	8,27	0	120	0,95	1
190	714,70	0	105	3,06	0	116	8,31	0	136	0,95	0
55	717,53	0	77	3,07	0	27	8,35	0	179	0,96	0
185	717,85	0	351	3,08	1	118	8,35	0	324	1,11	0
146	724,58	0	284	3,16	0	324	8,53	0	76	1,22	0
336	725,83	0	18	3,19	0	21	8,61	0	25	1,30	0
317	735,15	0	121	3,23	0	100	8,73	0	96	1,41	0
76	739,29	0	88	3,24	0	184	8,74	0	331	1,45	0
324	752,44	0	55	3,24	0	17	8,81	0	142	1,49	0
17	765,64	0	307	3,25	0	76	8,95	0	168	1,49	0
97	773,50	0	141	3,31	0	143	9,08	0	227	1,58	0
101	780,24	0	184	3,31	0	285	9,10	0	17	1,63	0
208	784,42	0	275	3,35	0	126	9,16	0	184	1,65	0
241	791,55	0	352	3,38	0	344	9,17	0	196	1,65	0
119	795,56	0	206	3,43	0	277	9,20	0	312	1,78	0
276	816,62	0	342	3,44	0	98	9,22	0	77	1,88	0
343	819,30	0	13	3,53	0	57	9,34	0	265	1,88	1
147	822,48	0	196	3,55	0	103	9,36	0	14	1,89	0
103	827,67	0	336	3,62	0	298	9,62	0	55	1,98	0
13	853,38	0	96	3,63	0	267	9,63	0	239	2,02	0
198	856,12	0	136	3,70	0	198	9,64	0	115	2,04	5
186	864,86	0	323	3,70	0	190	9,69	0	80	2,12	0
100	869,84	0	115	3,76	5	206	9,78	0	97	2,17	0
98	881,85	0	175	3,83	0	119	9,80	0	336	2,24	0
325	886,24	0	78	3,85	0	313	9,86	0	78	2,27	0
201	904,62	0	298	3,98	0	201	10,14	0	206	2,27	0
28	909,00	0	26	3,98	0	241	10,18	0	116	2,30	0
77	922,24	0	106	4,06	0	185	10,23	0	266	2,30	0
26	922,44	0	313	4,11	0	77	10,38	0	81	2,31	0
313	923,49	0	185	4,16	0	325	10,42	0	276	2,36	0
189	924,47	0	142	4,21	0	99	10,43	0	342	2,37	0
299	927,95	0	276	4,26	0	345	10,46	0	174	2,45	0
148	941,24	1	343	4,28	0	18	10,66	0	143	2,46	0
337	943,27	0	56	4,32	0	144	10,78	1	343	2,66	0

Continua...

(Continuação)

Nº	Nesterov	Incêndios	Nº	Telitsyn	Incêndios	Nº	FMA	Incêndios	Nº	FWI	Incêndios
120	947,18	1	285	4,34	0	278	10,90	0	121	2,72	0
104	956,58	1	240	4,34	0	104	11,03	1	79	2,93	0
99	957,63	0	122	4,40	0	58	11,16	0	325	2,93	0
209	961,38	0	97	4,40	0	120	11,23	1	344	2,93	0
56	977,03	0	207	4,43	1	199	11,30	0	105	2,95	0
344	986,00	0	197	4,45	0	207	11,60	1	185	2,98	0
199	1013,43	0	116	4,46	0	314	11,71	0	345	3,10	0
18	1025,15	0	14	4,53	0	299	11,74	0	27	3,23	0
187	1027,09	0	324	4,55	0	78	11,81	0	56	3,23	0
326	1027,55	0	337	4,66	0	145	12,04	0	26	3,24	0
277	1028,83	0	79	4,75	0	186	12,05	0	298	3,27	0
242	1035,07	0	27	4,76	0	326	12,06	0	82	3,33	0
327	1081,23	0	344	5,06	0	189	12,23	0	18	3,36	0
149	1088,79	3	143	5,06	0	121	12,79	0	197	3,39	0
78	1088,94	0	299	5,09	0	59	12,82	0	228	3,41	0
27	1094,14	0	107	5,10	0	105	12,88	0	284	3,41	0
105	1104,13	0	98	5,10	0	242	12,89	0	145	3,51	0
14	1109,44	0	186	5,16	0	200	12,92	0	326	3,57	0
345	1126,58	0	57	5,17	0	315	13,01	0	301	3,63	0
121	1130,07	0	314	5,19	0	79	13,37	0	57	3,64	0
210	1141,87	0	123	5,25	0	208	13,42	0	144	3,70	1
200	1167,86	0	277	5,26	0	146	13,58	0	315	3,71	0
300	1180,66	0	80	5,35	0	187	13,87	0	175	3,93	0
314	1182,99	0	198	5,35	0	300	14,18	0	146	4,00	0
150	1195,06	0	208	5,43	0	60	14,21	0	337	4,06	0
188	1207,59	0	325	5,59	0	80	14,56	0	277	4,23	0
328	1210,49	0	99	5,70	0	106	14,70	0	60	4,29	0
57	1233,10	0	345	5,76	0	243	15,06	0	58	4,38	0
243	1251,47	0	241	5,82	0	147	15,10	0	147	4,38	0
278	1259,75	0	315	5,89	0	122	15,29	0	313	4,39	0
106	1266,35	0	108	6,00	0	301	15,39	0	231	4,47	0
79	1271,83	0	144	6,01	1	209	15,74	0	106	4,57	0
151	1284,16	0	81	6,05	0	188	15,87	0	198	4,68	0
301	1303,58	0	124	6,15	0	81	15,88	0	148	4,75	1
211	1304,10	0	187	6,16	0	61	16,06	1	207	4,78	1
315	1310,85	0	58	6,17	0	148	16,59	1	59	4,79	0
122	1339,15	0	278	6,26	0	107	16,70	0	314	5,13	0
80	1351,66	0	199	6,26	0	123	16,74	0	299	5,23	0
152	1417,96	1	300	6,27	0	263	16,82	0	61	5,33	1
107	1446,85	0	326	6,49	0	82	17,44	0	278	5,40	0
81	1460,01	0	209	6,61	0	244	17,62	1	186	5,49	0
123	1479,35	0	145	6,71	0	210	17,74	0	199	5,75	0
212	1484,59	0	301	6,87	0	62	17,92	0	63	5,94	0
58	1515,53	0	109	7,00	0	264	18,21	0	62	5,95	0
213	1525,74	0	82	7,00	0	108	18,28	0	123	6,08	0
244	1547,67	1	59	7,12	0	124	18,36	0	107	6,19	0
153	1565,51	0	125	7,15	0	149	18,44	3	149	6,25	3
108	1615,14	0	200	7,16	0	63	19,50	0	200	6,29	0
214	1632,66	0	188	7,20	0	211	19,56	0	124	6,47	0

Continua...

(continuação)

Nº	Nesterov	Incêndios	Nº	Telitsyn	Incêndios	Nº	FMA	Incêndios	Nº	FWI	Incêndios
124	1633,78	0	242	7,31	0	245	19,66	0	208	6,56	0
82	1660,72	0	146	7,56	0	265	19,84	1	108	6,57	0
154	1671,78	0	210	7,65	0	109	20,01	0	150	6,58	0
155	1762,02	0	60	7,90	0	125	20,14	0	226	6,60	0
59	1766,25	0	327	7,91	0	150	20,17	0	328	6,61	0
125	1811,67	0	147	8,40	0	266	21,06	0	229	6,71	0
215	1813,16	0	211	8,65	0	246	21,30	0	151	6,82	0
109	1827,36	0	328	8,75	0	212	21,56	0	285	6,94	0
245	1858,82	0	243	8,77	0	151	21,70	0	122	6,96	0
156	1879,24	0	61	8,98	1	262	22,42	0	109	6,99	0
263	1911,98	0	148	9,25	1	247	22,94	0	125	7,05	0
264	1975,11	0	212	9,69	0	327	23,17	0	300	7,30	0
216	1975,39	1	244	10,00	1	213	23,31	0	187	7,36	0
60	1976,87	0	62	10,06	0	152	23,59	1	152	7,72	1
246	2000,13	0	149	10,29	3	328	24,64	0	240	7,98	0
157	2026,79	0	213	10,64	0	248	24,87	0	222	8,01	0
170	2049,26	0	63	10,96	0	153	25,44	0	153	8,31	0
235	2074,86	0	245	11,12	0	214	25,64	0	155	8,43	0
171	2130,08	0	150	11,24	0	235	27,12	0	154	8,66	0
217	2137,61	0	214	11,99	0	154	27,17	0	156	8,76	0
247	2141,45	0	246	12,02	0	249	27,31	0	230	9,21	0
158	2174,34	0	151	12,09	0	215	27,64	0	188	9,30	0
172	2178,27	0	247	12,92	0	170	28,16	0	157	9,42	0
61	2236,37	1	152	13,13	1	155	28,73	0	232	9,48	1
265	2246,58	1	215	13,42	0	216	29,46	1	209	9,54	0
248	2262,41	0	248	13,96	0	171	29,72	0	158	9,87	0
173	2269,14	0	153	14,17	0	250	30,01	0	213	10,13	0
218	2299,84	0	216	14,83	1	156	30,42	0	210	10,17	0
266	2304,39	0	249	15,11	0	172	30,96	0	159	10,24	1
159	2308,14	1	154	15,13	0	217	31,28	0	160	10,60	0
174	2398,05	0	155	16,03	0	157	32,28	0	211	10,71	0
249	2406,09	0	217	16,25	0	173	32,29	0	233	11,00	0
160	2441,94	0	250	16,34	0	251	33,04	0	212	11,28	0
219	2476,80	0	156	16,98	0	218	33,09	0	247	11,30	0
62	2495,87	0	251	17,62	0	174	33,96	0	214	11,43	0
175	2505,19	0	218	17,66	0	158	34,13	0	241	11,62	0
262	2527,40	0	157	18,02	0	219	35,42	0	248	11,64	0
250	2574,39	0	252	18,85	0	175	35,45	0	223	11,84	0
161	2575,36	0	158	19,07	0	252	35,60	0	215	11,90	0
220	2657,38	0	219	19,09	0	159	36,01	1	161	11,92	0
63	2664,17	0	253	20,03	0	160	37,90	0	246	12,05	0
169	2668,09	0	159	20,11	1	253	38,10	0	216	12,30	1
162	2738,96	0	220	20,54	0	220	38,28	0	327	12,42	0
251	2749,90	0	160	21,15	0	169	38,47	0	164	12,55	0
221	2855,57	0	254	21,20	0	161	40,08	0	162	12,65	0
222	2877,80	0	221	22,00	0	254	40,54	0	217	12,70	0
163	2886,51	0	255	22,10	0	221	41,13	0	256	12,80	0
223	2997,75	0	161	22,26	0	255	42,15	0	234	12,91	0
252	3021,37	0	222	22,31	0	162	42,16	0	260	12,98	0

Continua...

Conclusão

Nº	Nesterov	Incêndios	Nº	Telitsyn	Incêndios	Nº	FMA	Incêndios	Nº	FWI	Incêndios
164	3027,82	0	256	22,95	0	222	42,25	0	163	13,03	0
224	3099,51	0	162	23,38	0	256	43,65	0	218	13,09	0
165	3175,79	1	223	23,67	0	163	44,01	0	242	13,39	0
225	3219,45	1	257	23,99	0	223	44,47	0	165	13,46	1
226	3300,28	0	163	24,42	0	257	45,57	0	249	13,48	0
253	3320,19	0	258	24,89	0	164	45,65	0	243	13,85	0
166	3335,46	0	224	25,03	0	258	47,16	0	258	14,14	0
227	3344,86	0	164	25,32	0	165	47,78	1	257	14,26	0
228	3462,09	0	259	25,94	0	224	47,80	0	259	14,39	0
167	3483,42	0	225	26,39	1	259	49,04	0	219	14,65	0
168	3519,15	0	165	26,44	1	225	50,02	1	261	14,78	0
229	3595,89	0	260	26,78	0	166	50,16	0	244	14,98	1
254	3648,35	0	166	27,61	0	260	50,54	0	166	15,20	0
230	3737,20	0	226	27,69	0	226	51,59	0	255	15,30	0
231	3789,07	0	261	27,86	0	167	52,29	0	245	15,36	0
255	3802,78	0	227	28,17	0	261	52,42	0	167	15,61	0
256	3909,93	0	167	28,73	0	227	52,84	0	250	15,76	0
232	3922,49	1	168	29,03	0	168	53,38	0	224	17,42	0
233	4028,76	0	228	29,53	0	228	54,53	0	220	17,73	0
257	4127,37	0	229	30,91	0	229	56,42	0	225	17,81	1
234	4149,72	0	230	32,31	0	230	58,06	0	251	18,14	0
258	4295,66	0	231	33,01	0	231	59,49	0	252	18,78	0
259	4429,46	0	232	34,39	1	232	61,66	1	221	19,31	0
260	4536,61	0	233	35,73	0	233	63,38	0	253	19,40	0
261	4774,40	0	234	37,09	0	234	65,31	0	254	20,00	0

TABELA 6 - QUANTIDADE DE DIAS POR ANO, RELATIVO A 1995, EM QUE OS ÍNDICES NÃO AFERIDOS PREVIRAM NÃO OCORRÊNCIA E OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E OS RESPECTIVOS NÚMEROS DE DIAS COM E SEM INCÊNDIOS

Índices	Valores previstos pelos índices		Valores observados	
	Condição / Valor limite	Nº dias	Nº dias	Condição
Nesterov	Não incêndios < 500	179	175	Não incêndios
			4	Com incêndios
	Com incêndios > 500	186	169	Não incêndios
			17	Com incêndios
Telitsyn	Não incêndios < 3,5	224	216	Não incêndios
			8	Com incêndios
	Com incêndios > 3,5	141	128	Não incêndios
			13	Com incêndios
FMA	Não incêndios < 3,0	118	117	Não incêndios
			1	Com incêndios
	Com incêndios > 3,0	247	227	Não incêndios
			20	Com incêndios
FWI	Não incêndios < 5,0	278	266	Não incêndios
			12	Com incêndios
	Com incêndios > 5,0	87	78	Não incêndios
			9	Com incêndios

TABELA 7 – TABELA DE CONTINGÊNCIA

Evento		Observado		Total previsto
		Não fogo	Fogo	
Previsto	Não fogo	a	b	a + b
	Fogo	c	d	c + d
Total observado		a + c	b + d	N = a + b + c + d

TABELA 8 - VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de Nesterov		Observado		Total previsto
		Não fogo	Fogo	
Previsto	Não fogo	a = 175	b = 169	344
	Fogo	c = 4	d = 17	21
Total observado		179	186	365

TABELA 9 – CONTINUAÇÃO DOS VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE DE NESTEROV ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de Nesterov		Observado	
		Não fogo	Fogo
Previsto	Não fogo	175/179 = 0,98	169/186=0,91
	Fogo	4/179=0,02	17/186=0,09

TABELA 10 - VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de Telitsyn		Observado		Total previsto
		Não fogo	Fogo	
Previsto	Não fogo	a = 216	b = 128	344
	Fogo	c = 8	d = 13	21
Total observado		224	141	365

TABELA 11 – CONTINUAÇÃO DOS VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE DE TELITSYN ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de Telitsyn		Observado	
		Não fogo	Fogo
Previsto	Não fogo	216/224=0,96	128/1410,91
	Fogo	8/224=0,04	13/141=0,09

TABELA 12 – VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de Monte Alegre		Observado		Total previsto
		Não fogo	Fogo	
Previsto	Não fogo	a = 117	B = 227	344
	Fogo	c = 1	D = 20	21
Total observado		118	247	365

TABELA 13 – CONTINUAÇÃO DOS VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE DE MONTE ALEGRE ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de Monte Alegre		Observado	
		Não fogo	Fogo
Previsto	Não fogo	117/118=0,99	227/247=0,92
	Fogo	1/118=0,01	20/247=0,08

TABELA 14 – VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE FWI ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de FWI		Observado		Total previsto
		Não fogo	Fogo	
Previsto	Não fogo	a = 266	b = 78	344
	Fogo	c = 12	d = 9	21
Total observado		278	87	365

TABELA 15 – CONTINUAÇÃO DOS VALORES E CÁLCULOS DO ÍNDICE FWI ORIGINAL, RELATIVO A 1995, COM BASE NA TABELA DE CONTINGÊNCIA

Índice de FWI		Observado	
		Não fogo	Fogo
Previsto	Não fogo	266/278=0,96	78/87=0,90
	Fogo	12/278=0,04	9/87=0,10

TABELA 16 – FÓRMULAS E CÁLCULOS DO DESEMPENHO E DA PORCENTAGEM DE SUCESSO DOS ÍNDICES DE PERIGO ORIGINAIS, RELATIVO A 1995

Formulações	Índices de perigo			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
T=a+b+c+d	365,0000	365,0000	365,0000	365,0000
G=a+d	192,0000	229,0000	137,0000	275,0000
H=N.(1-p). 1-q)+N.p.q	179,4027	219,2247	125,4219	267,0110
N=T	365,0000	365,0000	365,0000	365,0000
p=N1/N	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575
N1=?	21,0000	21,0000	21,0000	21,0000
q=N2/N	0,5096	0,3863	0,6767	0,2384
N2=?	186,0000	141,0000	247,0000	87,0000
SS=G-H/T-H	0,0679	0,0671	0,0483	0,0815
PS=G/T	52,6027	62,7397	37,5342	75,3425

TABELA 17 – VALORES DOS ÍNDICES, CALCULADOS NOS DIAS COM INCÊNDIOS (1), VALORES NORMALIZADOS (2) E CLASSIFICAÇÃO DOS ÍNDICES POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO (3)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
18/01/84	1	0,0	9,4	0,0	9,7	0,000	0,089	0,000	0,295	1	2	1	3
21/01/84	1	0,0	0,0	0,0	0,11	0,000	0,000	0,000	0,003	1	1	1	2
23/03/84	1	0,0	0,8	1,5	0,04	0,000	0,007	0,007	0,001	1	3	3	2
27/05/84	1	2916,4	9,5	27,5	15,05	0,193	0,091	0,121	0,458	3	1	2	4
04/06/84	1	4212,7	17,3	43,5	16,54	0,279	0,165	0,192	0,503	3	1	2	4
15/06/84	1	6072,8	28,2	64,8	16,14	0,402	0,268	0,285	0,491	3	1	2	4
26/06/84	1	8042,7	40,5	91,2	24,22	0,532	0,385	0,402	0,737	3	1	2	4
29/06/84	1	8299,8	43,1	95,9	15,57	0,549	0,409	0,423	0,474	4	1	2	3
06/07/84	1	9504,1	50,2	109,9	24,19	0,629	0,477	0,484	0,736	3	1	2	4
07/07/84	2	9704,8	51,4	112,6	25,24	0,642	0,489	0,496	0,768	3	1	2	4
10/07/84	1	10296,0	54,9	120,0	25,06	0,681	0,522	0,529	0,762	3	1	2	4
12/07/84	2	10680,4	57,3	125,5	26,4	0,707	0,545	0,553	0,803	3	1	2	4

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
19/07/84	1	12079,6	64,7	140,4	23,94	0,799	0,616	0,619	0,728	4	1	2	3
21/07/84	1	12440,9	66,9	144,5	23,51	0,823	0,636	0,637	0,715	4	1	2	3
22/07/84	1	12588,0	67,7	146,1	18,45	0,833	0,644	0,644	0,561	3	1	1	2
23/07/84	1	12649,7	68,7	148,0	18,55	0,837	0,653	0,652	0,564	4	3	2	1
25/07/84	1	12918,2	70,5	151,6	18,36	0,855	0,670	0,668	0,559	4	3	2	1
26/07/84	1	13039,2	71,5	153,5	18,46	0,863	0,680	0,676	0,562	4	3	2	1
01/08/84	3	744,7	4,7	72,7	16,44	0,049	0,045	0,320	0,500	2	1	3	4
02/08/84	1	907,0	5,6	74,5	16,65	0,060	0,054	0,328	0,507	2	1	3	4
08/08/84	1	870,5	4,5	9,3	12,3	0,058	0,043	0,041	0,374	3	2	1	4
11/08/84	1	1529,4	8,1	17,0	20,86	0,101	0,077	0,075	0,635	3	2	1	4
15/08/84	1	2194,8	12,1	25,3	16,3	0,145	0,115	0,112	0,496	3	2	1	4
18/08/84	1	2497,5	15,1	31,1	16,31	0,165	0,144	0,137	0,496	3	2	1	4
15/09/84	1	970,1	7,8	16,5	13,95	0,064	0,074	0,073	0,424	1	3	2	4
25/09/84	1	646,8	4,4	9,3	6,65	0,043	0,042	0,041	0,202	3	2	1	4
31/01/85	1	1129,3	4,8	10,6	1,39	0,075	0,046	0,047	0,042	4	2	3	1
04/02/85	1	1305,4	0,0	11,9	0,03	0,086	0,000	0,052	0,001	4	1	3	2
30/03/85	1	625,1	1,7	9,5	0,76	0,041	0,016	0,042	0,023	3	1	4	2
13/04/85	1	1168,5	3,2	9,5	2,11	0,077	0,031	0,042	0,064	4	1	2	3
16/06/85	1	1275,1	12,4	27,9	11,41	0,084	0,118	0,123	0,347	1	2	3	4
30/06/85	1	3027,2	24,4	50,5	15,62	0,200	0,232	0,223	0,475	1	3	2	4
16/07/85	1	875,5	8,6	16,3	10,04	0,058	0,082	0,072	0,305	1	3	2	4
18/07/85	1	1105,6	10,5	20,2	11,63	0,073	0,100	0,089	0,354	1	3	2	4
30/07/85	1	2695,3	23,4	47,7	19,95	0,178	0,222	0,210	0,607	1	3	2	4
01/08/85	1	3162,2	25,6	52,1	20,41	0,209	0,243	0,230	0,621	1	3	2	4
02/08/85	1	3360,4	26,6	54,0	20,1	0,222	0,253	0,238	0,611	1	3	2	4
06/08/85	1	4116,3	31,1	63,6	22,73	0,272	0,296	0,280	0,692	1	3	2	4
18/08/85	1	6142,3	43,8	90,8	28,01	0,406	0,416	0,400	0,852	2	3	1	4
19/08/85	1	6374,9	44,9	93,2	27,25	0,422	0,427	0,411	0,829	2	3	1	4
30/08/85	2	5047,9	8,5	58,3	19,57	0,334	0,081	0,257	0,595	3	1	2	4
09/09/85	1	557,7	4,0	8,1	5,14	0,037	0,038	0,036	0,156	2	3	1	4
14/09/85	1	1725,9	9,3	19,2	15,64	0,114	0,089	0,084	0,476	3	2	1	4
22/09/85	1	1900,0	1,1	17,7	3,9	0,126	0,011	0,078	0,119	4	1	2	3
06/10/85	2	1439,3	7,8	23,7	17,54	0,095	0,075	0,104	0,534	2	1	3	4
11/10/85	1	2359,8	13,3	35,4	12,7	0,156	0,126	0,156	0,386	2	1	2	3
15/10/85	1	3404,3	17,7	44,7	20,11	0,225	0,169	0,197	0,612	3	1	2	4
25/10/85	1	6252,1	28,8	67,1	22,26	0,414	0,274	0,296	0,677	3	1	2	4
10/11/85	1	1229,3	5,8	11,2	6,61	0,081	0,056	0,049	0,201	3	2	1	4
17/11/85	2	3195,1	13,7	30,6	21,26	0,211	0,130	0,135	0,647	3	1	2	4
20/11/85	1	3983,4	16,7	36,6	12,93	0,264	0,159	0,161	0,393	3	1	2	4
06/12/85	1	290,2	1,5	3,1	0,3	0,019	0,014	0,014	0,009	3	2	2	1
26/02/86	1	0,0	0,0	0,0	0,02	0,000	0,000	0,000	0,001	1	1	1	2
30/04/86	1	1416,6	7,3	13,8	7,85	0,094	0,070	0,061	0,239	3	2	1	4
03/05/86	1	1967,6	10,6	20,6	13,66	0,130	0,101	0,091	0,416	3	2	1	4
05/05/86	1	2335,1	12,6	24,9	13,61	0,154	0,120	0,110	0,414	3	2	1	4
25/06/86	1	3324,9	22,3	45,9	10,88	0,220	0,212	0,202	0,331	3	2	1	4
26/06/86	2	3441,7	23,1	47,3	10,75	0,228	0,220	0,209	0,327	3	2	1	4
29/06/86	2	3816,8	25,9	52,8	13,64	0,253	0,246	0,233	0,415	3	2	1	4

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
30/06/86	1	3980,4	27,0	54,9	14,54	0,263	0,256	0,242	0,442	3	2	1	4
16/07/86	3	5733,6	42,7	86,6	21,51	0,379	0,406	0,382	0,654	1	3	2	4
19/07/86	1	6285,2	46,3	94,8	24,55	0,416	0,440	0,418	0,747	1	3	2	4
20/07/86	3	6474,8	47,5	97,9	25,84	0,428	0,452	0,432	0,786	1	3	2	4
03/08/86	1	590,4	3,1	20,2	9,22	0,039	0,029	0,089	0,280	2	1	3	4
05/08/86	1	1048,6	5,3	25,2	15,75	0,069	0,050	0,111	0,479	2	1	3	4
07/08/86	1	1458,2	7,4	29,7	16,38	0,096	0,071	0,131	0,498	2	1	3	4
11/09/86	1	2270,6	15,6	29,7	11,07	0,150	0,148	0,131	0,337	3	2	1	4
21/09/86	1	4246,6	25,5	50,0	10,78	0,281	0,242	0,220	0,328	3	2	1	4
22/09/86	1	4408,8	26,4	51,8	11,37	0,292	0,251	0,228	0,346	3	2	1	4
23/09/86	1	4668,3	27,4	53,6	12,75	0,309	0,261	0,236	0,388	3	2	1	4
27/09/86	1	104,7	0,8	1,7	0,15	0,007	0,008	0,007	0,005	2	3	2	1
30/09/86	1	107,1	0,8	1,5	0,01	0,007	0,008	0,007	0,000	2	3	2	1
04/10/86	1	995,4	5,3	10,3	8,01	0,066	0,050	0,045	0,244	3	2	1	4
14/10/86	1	1446,6	3,0	14,4	3,61	0,096	0,029	0,064	0,110	3	1	2	4
[illegible]													
18/03/87	1	349,6	1,5	3,0	0,47	0,023	0,015	0,013	0,014	4	3	1	2
05/04/87	1	2199,7	1,7	15,2	0,74	0,146	0,016	0,067	0,023	4	1	3	2
13/04/87	1	431,4	1,6	9,1	1,29	0,029	0,015	0,040	0,039	2	1	4	3
25/04/87	1	766,1	3,1	11,0	2,72	0,051	0,029	0,049	0,083	3	1	2	4
02/05/87	2	1721,3	8,6	21,5	7,93	0,114	0,082	0,095	0,241	3	1	2	4
04/05/87	1	2016,2	10,1	24,6	8,58	0,133	0,096	0,109	0,261	3	1	2	4
21/06/87	1	511,8	6,0	12,1	6,4	0,034	0,057	0,053	0,195	1	3	2	4
03/07/87	1	1135,9	9,1	16,8	8,27	0,075	0,086	0,074	0,252	2	3	1	4
13/07/87	1	632,9	4,0	8,8	7,05	0,042	0,038	0,039	0,214	3	1	2	4
16/07/87	1	1191,3	7,2	14,0	10,33	0,079	0,068	0,062	0,314	3	2	1	4
20/07/87	1	1784,3	11,0	21,5	11,13	0,118	0,104	0,095	0,339	3	2	1	4
21/07/87	1	1921,1	11,8	23,0	10,84	0,127	0,112	0,101	0,330	3	2	1	4
22/07/87	1	2009,0	12,7	24,5	10,09	0,133	0,120	0,108	0,307	3	2	1	4
24/07/87	1	2330,8	14,6	28,2	12,17	0,154	0,139	0,124	0,370	3	2	1	4
28/07/87	1	3082,2	19,0	37,9	17,85	0,204	0,181	0,167	0,543	3	2	1	4
30/07/87	1	3370,4	21,1	42,2	14,87	0,223	0,201	0,186	0,452	3	2	1	4
02/08/87	1	3660,3	24,1	47,8	14,85	0,242	0,229	0,211	0,452	3	2	1	4
03/08/87	4	3758,1	25,2	49,7	15,09	0,249	0,239	0,219	0,459	3	2	1	4
05/08/87	1	4081,9	27,2	53,6	16,66	0,270	0,258	0,236	0,507	3	2	1	4
09/08/87	1	2234,2	2,0	28,0	2,66	0,148	0,019	0,123	0,081	4	1	3	2
10/08/87	1	2382,2	3,1	30,1	6,51	0,158	0,029	0,133	0,198	3	1	2	4
11/08/87	4	2595,7	4,2	32,4	12,73	0,172	0,040	0,143	0,387	3	1	2	4
12/08/87	1	2829,7	5,4	34,8	15,99	0,187	0,051	0,153	0,486	3	1	2	4
15/08/87	4	3556,4	8,9	42,4	20,76	0,235	0,084	0,187	0,632	3	1	2	4
16/08/87	1	3799,9	10,1	45,1	21,47	0,251	0,096	0,199	0,653	3	1	2	4
17/08/87	2	3919,7	10,8	46,5	13,97	0,259	0,103	0,205	0,425	3	1	2	4
18/08/87	2	4028,6	11,8	48,4	14,21	0,267	0,113	0,213	0,432	3	1	2	4
20/08/87	2	3167,2	1,0	38,0	3,13	0,210	0,010	0,167	0,095	3	1	2	4
21/08/87	1	3251,4	2,1	40,5	7,06	0,215	0,020	0,178	0,215	3	1	2	3
22/08/87	1	3335,6	3,2	43,0	11,57	0,221	0,030	0,189	0,352	3	1	2	4

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
26/08/87	1	3961,0	7,4	51,4	16,57	0,262	0,070	0,226	0,504	3	1	2	4
28/08/87	1	4459,1	9,7	56,4	22,24	0,295	0,092	0,249	0,677	3	1	2	4
05/09/87	1	638,6	5,0	23,7	12,01	0,042	0,047	0,104	0,365	1	2	3	4
14/09/87	1	985,8	1,9	11,1	2,59	0,065	0,018	0,049	0,079	3	1	2	4
15/09/87	1	1311,4	3,1	13,6	9,82	0,087	0,029	0,060	0,299	3	1	2	4
24/09/87	1	97,9	0,8	1,5	0,05	0,006	0,008	0,007	0,002	2	4	3	1
28/09/87	1	707,3	0,0	8,5	0,6	0,047	0,000	0,037	0,018	4	1	3	2
05/10/87	1	411,1	2,9	5,4	1,11	0,027	0,027	0,024	0,034	2	2	1	3
10/10/87	1	896,1	4,6	11,2	14,06	0,059	0,043	0,049	0,428	3	1	2	4
13/10/87	1	1838,5	8,0	18,5	14,12	0,122	0,076	0,081	0,430	3	1	2	4
26/10/87	1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,000	0,000	0,000	0,003	1	1	1	2
01/11/87	1	1256,4	5,7	11,4	8,72	0,083	0,054	0,050	0,265	3	2	1	4
04/11/87	2	2032,0	9,1	18,7	12,31	0,134	0,086	0,083	0,375	3	2	1	4
11/11/87	1	744,3	3,6	6,6	0,95	0,049	0,034	0,029	0,029	3	2	1	1
27/11/87	1	194,6	1,0	1,8	0,29	0,013	0,009	0,008	0,009	3	2	1	2
16/12/87	1	1166,8	3,0	9,6	1,91	0,077	0,028	0,043	0,058	4	1	2	3
02/01/88	1	880,6	2,9	10,4	1,65	0,058	0,027	0,046	0,050	4	1	2	3
03/01/88	1	1089,7	3,7	12,0	2,87	0,072	0,035	0,053	0,087	3	1	2	4
12/01/88	1	454,1	2,0	3,6	0,33	0,030	0,019	0,016	0,010	4	3	2	1
14/01/88	1	833,9	3,4	6,4	0,85	0,055	0,033	0,028	0,026	4	3	2	1
18/01/88	1	1323,3	0,0	9,0	0,5	0,088	0,000	0,040	0,015	4	1	3	2
19/01/88	1	1653,8	1,0	10,7	1,98	0,109	0,009	0,047	0,060	4	1	2	3
04/02/88	1	885,1	3,9	7,6	1,88	0,059	0,037	0,033	0,057	4	2	1	3
22/02/88	1	294,6	1,4	2,7	0,06	0,019	0,013	0,012	0,002	4	3	2	1
11/03/88	1	778,1	3,4	6,2	0,95	0,051	0,032	0,028	0,029	4	3	1	2
23/03/88	2	841,4	3,9	7,6	3,84	0,056	0,037	0,033	0,117	3	2	1	4
24/03/88	1	1122,6	5,0	9,9	5,74	0,074	0,047	0,044	0,175	3	2	1	4
29/03/88	2	2334,9	9,8	19,3	5,98	0,154	0,093	0,085	0,182	3	2	1	4
03/04/88	1	248,7	1,4	8,8	0,58	0,016	0,013	0,039	0,018	2	1	4	3
08/04/88	1	0,0	0,0	0,0	0,02	0,000	0,000	0,000	0,001	1	1	1	2
11/06/88	1	984,8	6,2	14,9	3,32	0,065	0,059	0,065	0,101	2	1	2	3
24/06/88	1	2548,6	18,0	37,4	12,58	0,169	0,171	0,165	0,383	2	3	1	4
25/06/88	1	2605,7	18,6	38,7	8,56	0,172	0,176	0,171	0,260	2	3	1	4
27/06/88	1	2764,0	20,2	41,8	8,95	0,183	0,192	0,184	0,272	1	3	2	4
29/06/88	1	3125,0	22,2	45,8	12,49	0,207	0,211	0,202	0,380	2	3	1	4
02/07/88	1	3642,7	25,4	52,4	15,56	0,241	0,242	0,231	0,473	2	3	1	4
03/07/88	1	3822,0	26,6	54,6	15,99	0,253	0,253	0,240	0,486	2	2	1	3
04/07/88	1	3985,7	27,6	56,6	16,39	0,264	0,263	0,250	0,499	3	2	1	4
06/07/88	1	4262,3	29,6	60,2	13,33	0,282	0,281	0,265	0,406	3	2	1	4
13/07/88	1	4977,1	35,9	72,2	13,42	0,329	0,341	0,318	0,408	2	3	1	4
14/07/88	2	5045,8	37,0	74,5	14,73	0,334	0,352	0,328	0,448	2	3	1	4
17/07/88	1	5107,3	37,9	76,4	14,93	0,338	0,361	0,337	0,454	2	3	1	4
16/07/88	1	5204,8	38,9	78,3	15,14	0,344	0,370	0,345	0,461	1	3	2	4
17/07/88	2	5313,9	39,9	80,3	15,37	0,352	0,379	0,354	0,468	1	3	2	4
19/07/88	1	5510,4	42,0	84,8	17,02	0,365	0,400	0,374	0,518	1	3	2	4
22/07/88	1	5904,4	45,1	91,2	19,5	0,391	0,429	0,402	0,593	1	3	2	4
23/07/88	2	6038,5	46,1	93,1	19,28	0,399	0,439	0,410	0,587	1	3	2	4

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
28/07/88	1	6371,3	50,6	103,8	17,49	0,421	0,481	0,458	0,532	1	3	2	4
29/07/88	1	6471,8	51,8	106,6	19,84	0,428	0,492	0,470	0,604	1	3	2	4
26/07/88	1	6193,0	48,3	98,9	8,68	0,410	0,459	0,436	0,264	2	4	3	1
27/07/88	2	6270,8	49,4	101,0	12,35	0,415	0,469	0,445	0,376	2	4	3	1
30/07/88	1	6604,2	52,9	108,9	20,08	0,437	0,503	0,480	0,611	1	3	2	4
31/07/88	3	6748,9	54,0	111,3	20,32	0,446	0,514	0,490	0,618	1	3	2	4
02/08/88	1	6981,4	56,4	117,0	23,19	0,462	0,536	0,515	0,706	1	3	2	4
06/08/88	2	7466,7	60,8	127,2	16,47	0,494	0,578	0,560	0,501	1	4	3	2
08/08/88	2	7827,7	63,0	131,9	22,93	0,518	0,599	0,581	0,698	1	3	2	4
09/08/88	1	8036,8	64,1	134,4	23,18	0,532	0,609	0,592	0,705	1	3	2	4
10/08/88	1	8124,4	65,1	136,5	21,52	0,537	0,619	0,601	0,655	1	3	2	4
14/08/88	1	8595,2	68,7	143,1	17,01	0,569	0,654	0,631	0,517	2	4	3	1
15/08/88	1	8765,3	69,9	145,8	21,48	0,580	0,665	0,642	0,653	1	4	2	3
16/08/88	1	8952,3	71,2	148,4	23,34	0,592	0,677	0,654	0,710	1	3	2	4
17/08/88	2	9115,9	72,2	150,5	22,95	0,603	0,687	0,663	0,698	1	3	2	4
21/08/88	3	9848,1	76,8	160,8	27,12	0,652	0,730	0,709	0,825	1	3	2	4
22/08/88	2	10046,5	77,8	162,8	23,92	0,665	0,740	0,717	0,728	1	4	2	3
23/08/88	2	10266,4	79,1	165,5	25,6	0,679	0,752	0,729	0,779	1	3	2	4
24/08/88	1	10467,4	80,4	169,4	30,85	0,692	0,764	0,746	0,939	1	3	2	4
25/08/88	1	10678,1	81,7	173,0	31,08	0,706	0,777	0,762	0,946	1	3	2	4
28/08/88	1	11385,6	85,2	180,4	26,68	0,753	0,810	0,795	0,812	1	3	2	4
31/08/88	1	12120,0	89,0	189,0	29,54	0,802	0,846	0,833	0,899	1	3	2	4
04/09/88	2	12827,5	93,2	198,0	19,78	0,849	0,886	0,873	0,602	2	4	3	1
05/08/88	1	13008,0	94,2	200,0	19,89	0,861	0,896	0,882	0,605	2	4	3	1
07/09/88	1	13371,4	96,4	204,8	23,93	0,885	0,917	0,903	0,728	2	4	3	1
09/09/88	1	13840,4	99,0	211,8	31,75	0,916	0,942	0,933	0,966	1	3	2	4
10/09/88	2	14065,3	100,4	215,5	32,38	0,930	0,954	0,949	0,985	1	3	2	4
13/09/88	1	14938,2	104,2	225,1	32,87	0,988	0,990	0,992	1,000	1	2	3	4
14/09/88	1	15116,1	105,2	226,9	23,88	1,000	1,000	1,000	0,726	2	2	2	1
21/09/88	1	9487,5	4,1	121,6	17,59	0,628	0,039	0,536	0,535	4	1	3	2
22/09/88	2	9787,4	5,4	124,6	23,98	0,647	0,051	0,549	0,730	3	1	2	4
23/09/88	1	10085,0	6,7	128,2	28,42	0,667	0,063	0,565	0,865	3	1	2	4
24/09/88	1	10346,0	8,0	132,0	30,19	0,684	0,076	0,582	0,918	3	1	2	4
25/09/88	1	10656,1	9,3	135,4	30,77	0,705	0,088	0,597	0,936	3	1	2	4
26/09/88	1	11037,7	10,5	137,9	29,82	0,730	0,100	0,608	0,907	3	1	2	4
28/09/88	1	11632,9	12,7	142,7	22,45	0,770	0,121	0,629	0,683	4	1	2	3
02/10/88	1	12361,3	16,5	149,7	14,11	0,818	0,157	0,660	0,429	4	1	3	2
03/10/88	1	12639,2	17,6	152,1	20,15	0,836	0,168	0,670	0,613	4	1	3	2
14/10/88	1	175,5	0,0	3,8	0,49	0,012	0,000	0,017	0,015	2	1	4	3
15/10/88	1	0,0	0,0	3,7	0,37	0,000	0,000	0,016	0,011	1	1	3	2
17/10/88	1	199,0	0,0	5,5	0,18	0,013	0,000	0,024	0,005	3	1	4	2
05/11/88	1	377,2	2,7	5,3	0,44	0,025	0,026	0,023	0,013	3	4	2	1
10/11/88	1	1394,8	7,6	14,6	6,3	0,092	0,072	0,064	0,192	3	2	1	4
16/11/88	1	2089,7	2,7	19,0	3,26	0,138	0,026	0,084	0,099	4	1	2	3
24/11/88	1	474,1	2,5	4,7	0,49	0,031	0,024	0,021	0,015	4	3	2	1
08/12/88	1	1957,1	10,5	22,9	7,7	0,129	0,099	0,101	0,234	3	1	2	4
12/12/88	1	2838,3	14,2	30,3	7,14	0,188	0,135	0,133	0,217	3	2	1	4

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
15/12/88	1	0,0	0,0	0,0	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	1	1	1	1
02/01/89	1	191,8	0,8	3,0	0,01	0,013	0,008	0,013	0,000	3	2	3	1
01/03/89	1	400,1	0,0	2,6	0,06	0,026	0,000	0,012	0,002	4	1	3	2
18/04/89	1	1082,1	5,2	9,7	5,34	0,072	0,050	0,043	0,162	3	2	1	4
20/04/89	1	1384,1	7,0	13,0	6,42	0,092	0,066	0,057	0,195	3	2	1	4
03/06/89	1	3673,4	26,5	50,7	14,13	0,243	0,252	0,224	0,430	2	3	1	4
18/06/89	1	465,4	1,6	8,3	1,4	0,031	0,015	0,037	0,043	2	1	3	4
02/07/89	1	557,4	3,9	10,6	4,23	0,037	0,037	0,047	0,129	1	1	2	3
03/07/89	1	664,6	4,8	12,1	5	0,044	0,045	0,053	0,152	1	2	3	4
08/07/89	2	1121,9	9,4	20,7	6,82	0,074	0,090	0,091	0,207	1	2	3	4
09/07/89	1	1199,7	10,5	22,9	8,79	0,079	0,100	0,101	0,267	1	2	3	4
22/07/89	1	2731,7	25,1	53,1	22,03	0,181	0,239	0,234	0,670	1	3	2	4
24/07/89	2	3090,1	27,6	58,9	23,1	0,204	0,263	0,260	0,703	1	3	2	4
15/08/89	1	1834,9	16,0	31,2	14,57	0,121	0,152	0,137	0,443	1	3	2	4
21/08/89	1	2926,3	22,6	44,6	14,89	0,194	0,215	0,197	0,453	1	3	2	4
28/09/89	1	1505,0	1,5	18,8	0,63	0,100	0,015	0,083	0,019	4	1	3	2
01/10/89	4	1994,8	4,1	23,5	4,28	0,132	0,039	0,103	0,130	4	1	2	3
08/10/89	1	702,2	3,8	6,7	4,32	0,046	0,036	0,030	0,131	3	2	1	4
09/10/89	1	911,3	4,7	8,4	5,39	0,060	0,045	0,037	0,164	3	2	1	4
17/10/89	1	1197,8	0,8	12,9	0,65	0,079	0,007	0,057	0,020	4	1	3	2
20/10/89	1	1575,6	3,2	17,3	3,53	0,104	0,031	0,076	0,107	3	1	2	4
23/10/89	1	2103,6	6,1	22,6	8,24	0,139	0,058	0,100	0,251	3	1	2	4
24/10/89	1	2321,0	7,1	24,5	8,76	0,154	0,068	0,108	0,267	3	1	2	4
01/11/89	1	950,7	4,7	8,4	5,93	0,063	0,044	0,037	0,180	3	2	1	4
18/11/89	1	902,1	4,8	8,6	3,7	0,060	0,045	0,038	0,113	3	2	1	4
01/12/89	1	1300,1	5,2	11,6	0,84	0,086	0,050	0,051	0,026	4	2	3	1
05/12/89	1	1656,1	1,1	13,7	0,83	0,110	0,010	0,060	0,025	4	1	3	2
07/12/89	1	2117,9	3,0	17,1	1,96	0,140	0,029	0,075	0,060	4	1	3	2
20/02/90	1	1253,2	5,1	8,8	4,74	0,083	0,048	0,039	0,144	3	2	1	4
14/06/90	1	3778,1	23,2	42,4	9,51	0,250	0,221	0,187	0,289	3	2	1	4
23/06/90	1	1497,1	1,9	3,4	1,21	0,099	0,018	0,015	0,037	4	2	1	3
24/06/90	1	1659,4	2,9	5,2	3,38	0,110	0,027	0,023	0,103	4	2	1	3
29/06/90	1	2244,0	7,3	13,2	9,37	0,148	0,070	0,058	0,285	3	2	1	4
01/07/90	1	2451,8	8,9	16,0	8,98	0,162	0,084	0,071	0,273	3	2	1	4
05/07/90	1	3016,9	12,5	22,6	11,49	0,200	0,119	0,100	0,350	3	2	1	4
14/07/90	1	613,6	2,7	4,9	2,53	0,041	0,026	0,022	0,077	3	2	1	4
08/08/90	1	1678,5	8,7	27,1	10,96	0,111	0,083	0,119	0,333	2	1	3	4
10/08/90	1	2036,0	10,9	31,4	12,91	0,135	0,104	0,138	0,393	2	1	3	4
13/08/90	1	2559,1	14,3	38,2	15,89	0,169	0,136	0,168	0,483	3	1	2	4
15/08/90	1	2973,7	16,7	43,2	18,38	0,197	0,159	0,190	0,559	3	1	2	4
24/08/90	1	261,6	2,5	4,7	1,09	0,017	0,024	0,021	0,033	1	3	2	4
06/09/90	1	389,3	0,9	5,6	0,1	0,026	0,009	0,025	0,003	4	2	3	1
20/09/90	1	1133,8	6,5	12,7	10,18	0,075	0,062	0,056	0,310	3	2	1	4
21/09/90	1	1316,7	7,4	14,3	8,12	0,087	0,070	0,063	0,247	3	2	1	4
01/10/90	1	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	1	1	1	1
31/12/90	1	1753,9	9,9	17,7	3,64	0,116	0,094	0,078	0,111	4	2	1	3
26/02/91	1	2403,3	7,3	20,6	5,68	0,159	0,070	0,091	0,173	3	1	2	4

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
28/02/91	1	2835,0	9,3	23,9	6,24	0,188	0,088	0,105	0,190	3	1	2	4
05/05/91	1	1659,4	9,8	18,4	9,09	0,110	0,093	0,081	0,277	3	2	1	4
06/05/91	1	1776,3	10,6	19,9	7,35	0,118	0,101	0,087	0,224	3	2	1	4
13/05/91	2	686,7	4,6	18,5	5,26	0,045	0,044	0,082	0,160	2	1	3	4
05/06/91	1	3043,0	20,2	36,7	12,67	0,201	0,192	0,162	0,385	3	2	1	4
06/06/91	1	3205,3	21,2	38,5	13,07	0,212	0,202	0,170	0,398	3	2	1	4
07/06/91	1	3289,2	22,0	39,9	9,77	0,218	0,209	0,176	0,297	3	2	1	4
08/06/91	1	3385,7	22,8	41,4	10,02	0,224	0,217	0,182	0,305	3	2	1	4
09/06/91	1	3474,8	23,7	42,9	10,26	0,230	0,225	0,189	0,312	3	2	1	4
10/06/91	1	3581,0	24,6	44,6	10,52	0,237	0,234	0,197	0,320	3	2	1	4
11/06/91	1	3701,7	25,7	46,5	11,52	0,245	0,244	0,205	0,350	3	2	1	4
14/06/91	2	4089,9	28,9	52,5	14,07	0,271	0,274	0,231	0,428	2	3	1	4
03/07/91	1	921,1	7,6	13,6	6,26	0,061	0,072	0,060	0,190	2	3	1	4
07/07/91	1	1325,2	11,8	21,7	9,86	0,088	0,112	0,096	0,300	1	3	2	4
20/07/91	1	541,8	3,8	6,8	1,87	0,036	0,036	0,030	0,057	2	2	1	3
23/07/91	1	851,2	6,6	11,8	5,02	0,056	0,063	0,052	0,153	2	3	1	4
25/07/91	1	1048,9	8,8	16,2	8,05	0,069	0,083	0,072	0,245	1	3	2	4
27/07/91	1	1302,6	10,9	20,4	9,42	0,086	0,104	0,090	0,287	1	3	2	4
04/08/91	1	2276,9	19,2	35,7	10,18	0,151	0,182	0,157	0,310	1	3	2	4
11/08/91	1	3303,8	25,9	47,8	10,1	0,219	0,246	0,211	0,307	2	3	1	4
12/08/91	1	3411,0	26,7	49,3	10,3	0,226	0,254	0,217	0,313	2	3	1	4
19/08/91	1	4297,5	34,0	63,1	15,84	0,284	0,323	0,278	0,482	2	3	1	4
22/08/91	1	4756,6	37,3	69,2	16,71	0,315	0,354	0,305	0,508	2	3	1	4
28/08/91	1	5798,5	44,3	83,5	23,04	0,384	0,421	0,368	0,701	2	3	1	4
04/09/91	4	6943,0	51,6	97,6	17,1	0,459	0,491	0,430	0,520	2	3	1	4
06/09/91	1	7296,9	54,0	102,3	20,29	0,483	0,513	0,451	0,617	2	3	1	4
10/09/91	1	7944,9	58,6	111,6	20,41	0,526	0,557	0,492	0,621	2	3	1	4
11/09/91	1	8108,3	59,9	115,0	25,96	0,536	0,570	0,507	0,790	2	3	1	4
12/09/91	2	8285,3	61,1	117,3	25,22	0,548	0,581	0,517	0,767	2	3	1	4
13/09/91	2	8460,8	62,4	120,4	25,88	0,560	0,593	0,530	0,787	2	3	1	4
18/09/91	2	9412,4	68,1	132,4	23,07	0,623	0,648	0,583	0,702	2	3	1	4
20/09/91	1	7252,8	0,0	0,0	0,87	0,480	0,000	0,000	0,026	3	1	1	2
21/09/91	1	7400,3	1,0	1,9	3,75	0,490	0,010	0,008	0,114	4	2	1	3
23/09/91	1	7777,3	3,2	6,1	14,49	0,515	0,030	0,027	0,441	4	2	1	3
16/10/91	2	1313,1	6,3	13,4	6,89	0,087	0,060	0,059	0,210	3	2	1	4
18/10/91	1	1664,8	8,2	16,6	6,44	0,110	0,078	0,073	0,196	3	2	1	4
22/10/91	1	1489,7	2,8	13,3	3,51	0,099	0,027	0,058	0,107	3	1	2	4
23/10/91	1	1686,1	4,0	15,5	6,65	0,112	0,038	0,068	0,202	3	1	2	4
12/11/91	1	1361,5	2,8	14,3	3,25	0,090	0,027	0,063	0,099	3	1	2	4
21/11/91	1	1261,9	6,8	12,5	7,26	0,083	0,065	0,055	0,221	3	2	1	4
12/01/92	1	1807,9	6,2	15,9	3,37	0,120	0,059	0,070	0,103	4	1	2	3
16/01/92	1	487,0	2,5	4,4	0,4	0,032	0,023	0,019	0,012	4	3	2	1
08/04/92	1	1111,7	6,1	10,6	3,15	0,074	0,058	0,047	0,096	3	2	1	4
18/04/92	1	0,0	0,0	0,0	0,04	0,000	0,000	0,000	0,001	1	1	1	2
11/06/92	2	3033,3	18,2	32,7	11,44	0,201	0,173	0,144	0,348	3	2	1	4
14/06/92	1	3377,3	20,9	37,6	10,79	0,223	0,199	0,166	0,328	3	2	1	4
30/06/92	1	3068,6	2,1	30,4	4,71	0,203	0,020	0,134	0,143	4	1	2	3

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
02/07/92	1	3390,4	4,0	34,0	10,56	0,224	0,038	0,150	0,321	3	1	2	4
03/07/92	1	3519,4	4,9	35,7	11,15	0,233	0,047	0,157	0,339	3	1	2	4
12/08/92	1	4423,4	34,9	65,5	16,27	0,293	0,332	0,289	0,495	2	3	1	4
16/08/92	1	4881,0	39,2	73,7	18,27	0,323	0,373	0,325	0,556	1	3	2	4
17/08/92	1	5077,5	40,3	75,9	19,76	0,336	0,383	0,334	0,601	2	3	1	4
26/08/92	1	4759,2	3,5	67,5	14,49	0,315	0,033	0,298	0,441	3	1	2	4
28/08/92	1	5123,1	5,7	71,6	17,72	0,339	0,054	0,315	0,539	3	1	2	4
23/09/92	1	793,4	4,3	8,1	6,54	0,052	0,041	0,036	0,199	3	2	1	4
18/11/92	1	147,5	1,0	1,9	0,23	0,010	0,010	0,008	0,007	3	3	2	1
06/12/92	1	737,1	3,9	7,1	1,39	0,049	0,037	0,031	0,042	4	2	1	3
[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
01/01/93	1	1976,6	8,3	17,7	5	0,131	0,078	0,078	0,152	2	1	1	3
03/01/93	1	2475,1	10,4	21,7	6,48	0,164	0,099	0,096	0,197	3	2	1	4
04/01/93	1	2734,6	11,4	23,5	6,88	0,181	0,108	0,104	0,209	3	2	1	4
23/01/93	1	1479,0	1,8	12,5	0,95	0,098	0,017	0,055	0,029	4	1	3	2
25/03/93	1	243,1	0,0	2,1	0,02	0,016	0,000	0,009	0,001	4	1	3	2
20/04/93	1	1812,3	7,6	17,1	6,48	0,120	0,072	0,075	0,197	3	1	2	4
24/05/93	1	1076,9	8,3	15,9	9,67	0,071	0,079	0,070	0,294	2	3	1	4
10/07/93	1	2979,2	21,6	41,8	12,45	0,197	0,206	0,184	0,379	2	3	1	4
11/07/93	1	3120,5	22,5	43,4	12,73	0,206	0,214	0,191	0,387	2	3	1	4
01/08/93	1	3377,2	15,1	45,9	12,57	0,223	0,144	0,202	0,382	3	1	2	4
18/10/93	1	2375,8	2,7	24,7	4,34	0,157	0,026	0,109	0,132	4	1	2	3
01/11/93	1	1322,2	7,1	13,3	7,19	0,087	0,068	0,059	0,219	3	2	1	4
18/11/93	1	2316,5	10,5	20,6	0,79	0,153	0,100	0,091	0,024	4	3	2	1
[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
05/02/94	1	1116,0	4,5	8,2	2,5	0,074	0,043	0,036	0,076	3	2	1	4
12/02/94	1	898,8	3,4	7,8	0,79	0,059	0,032	0,034	0,024	4	2	3	1
28/04/94	1	1142,5	5,2	12,6	4,95	0,076	0,050	0,055	0,151	3	1	2	4
09/05/94	1	480,3	2,7	5,1	2,13	0,032	0,026	0,022	0,065	3	2	1	4
10/05/94	1	642,6	3,7	6,9	4,53	0,043	0,035	0,030	0,138	3	2	1	4
11/05/94	1	823,0	4,8	8,9	6,92	0,054	0,046	0,039	0,211	3	2	1	4
16/06/94	1	1532,8	6,7	22,1	8,49	0,101	0,064	0,098	0,258	3	1	2	4
30/06/94	1	482,0	5,7	16,9	8,24	0,032	0,054	0,074	0,251	1	2	3	4
01/07/94	1	629,6	6,7	18,7	8,69	0,042	0,063	0,083	0,264	1	2	3	4
03/07/94	1	920,7	8,5	22,2	9,52	0,061	0,081	0,098	0,290	1	2	3	4
13/07/94	1	1624,2	5,2	32,8	10,21	0,107	0,050	0,145	0,311	2	1	3	4
19/07/94	2	2621,4	12,2	47,6	18,36	0,173	0,116	0,210	0,559	2	1	3	4
20/07/94	1	2810,2	13,4	50,2	18,91	0,186	0,127	0,221	0,575	2	1	3	4
21/07/94	1	2999,1	14,5	52,7	19,44	0,198	0,138	0,232	0,591	2	1	3	4
22/07/94	1	3195,5	15,7	55,0	19,91	0,211	0,149	0,242	0,606	2	1	3	4
24/07/94	1	65,6	0,9	1,6	0,15	0,004	0,008	0,007	0,005	1	4	3	2
25/07/94	1	213,2	1,9	3,5	1,49	0,014	0,018	0,015	0,045	1	3	2	4
28/07/94	1	759,5	5,2	10,4	12,61	0,050	0,050	0,046	0,384	2	2	1	3
30/07/94	1	1103,6	7,4	14,4	13,78	0,073	0,070	0,064	0,419	3	2	1	4
02/08/94	1	1633,0	10,7	21,4	17,85	0,108	0,102	0,094	0,543	3	2	1	4
03/08/94	1	1742,1	11,8	23,4	16,94	0,115	0,112	0,103	0,515	3	2	1	4
07/08/94	1	2151,2	15,7	30,9	15,01	0,142	0,149	0,136	0,457	2	3	1	4

Continua...

(Continuação)

Datas	Nº de incêndios por dia	Valores calculados dos índices (1)				Normalização dos valores dos índices (2)				Classificação dos índices (3)			
		Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
09/08/94	1	2467,5	18,0	35,8	19,32	0,163	0,171	0,158	0,588	2	3	1	4
13/08/94	2	3001,9	21,8	42,9	15,67	0,199	0,207	0,189	0,477	2	3	1	4
14/08/94	2	3161,5	22,9	45,2	18,18	0,209	0,218	0,199	0,553	2	3	1	4
16/08/94	1	3510,0	25,2	50,2	21,02	0,232	0,240	0,221	0,639	2	3	1	4
22/08/94	2	4499,2	31,7	63,4	22,45	0,298	0,301	0,279	0,683	2	3	1	4
23/08/94	3	4697,3	32,9	66,2	24,33	0,311	0,313	0,292	0,740	2	3	1	4
24/08/94	1	4826,3	33,8	67,9	19,25	0,319	0,322	0,299	0,586	2	3	1	4
26/08/94	2	5193,7	36,0	72,5	23,66	0,344	0,343	0,320	0,720	3	2	1	4
27/08/94	2	5356,0	37,0	74,3	20,86	0,354	0,352	0,328	0,635	3	2	1	4
31/08/94	1	6192,7	41,5	83,5	24,84	0,410	0,394	0,368	0,756	3	2	1	4
04/09/94	3	5354,5	1,0	65,8	6,51	0,354	0,009	0,290	0,198	4	1	3	2
07/09/94	1	5977,4	4,4	73,1	23,64	0,395	0,042	0,322	0,719	3	1	2	4
11/09/94	1	6650,0	8,5	80,7	20,32	0,440	0,081	0,356	0,618	3	1	2	4
15/09/94	1	7410,3	13,1	88,4	20,52	0,490	0,125	0,389	0,624	3	1	2	4
18/09/94	1	8167,2	16,5	93,9	21,01	0,540	0,157	0,414	0,639	3	1	2	4
19/09/94	1	8347,7	17,5	95,9	21,17	0,552	0,166	0,423	0,644	3	1	2	4
20/09/94	2	8545,8	18,6	97,8	21,32	0,565	0,177	0,431	0,649	3	1	2	4
24/09/94	1	9658,9	23,4	107,3	25,46	0,639	0,223	0,473	0,775	3	1	2	4
25/09/94	1	9930,4	24,6	109,8	25,63	0,657	0,234	0,484	0,780	3	1	2	4
29/09/94	1	10716,2	29,2	119,4	25,32	0,709	0,278	0,526	0,770	3	1	2	4
13/10/94	1	10921,1	11,1	115,2	25,22	0,722	0,105	0,508	0,767	3	1	2	4
14/10/94	2	11109,9	12,3	117,8	7,47	0,735	0,117	0,519	0,227	4	1	3	2
15/10/94	1	11340,9	13,4	120,2	16,61	0,750	0,128	0,530	0,505	4	1	3	2
16/10/94	1	11571,8	14,6	122,7	20,85	0,766	0,139	0,541	0,634	4	1	2	3
26/12/94	1	434,3	1,7	4,6	0,33	0,029	0,016	0,020	0,010	4	2	3	1
02/03/95	1	2236,4	9,0	16,1	5,33	0,148	0,085	0,071	0,162	3	2	1	4
14/04/95	1	956,6	2,0	11,0	0,88	0,063	0,019	0,049	0,027	4	1	3	2
25/04/95	5	537,8	3,8	7,0	2,04	0,036	0,036	0,031	0,062	2	2	1	3
30/04/95	1	947,2	2,3	11,2	0,95	0,063	0,022	0,049	0,029	4	1	3	2
14/05/95	1	299,9	2,1	4,0	0,37	0,020	0,020	0,018	0,011	3	3	2	1
20/05/95	2	210,4	2,4	4,4	0,51	0,014	0,023	0,019	0,016	1	4	3	2
24/05/95	1	570,5	6,0	10,8	3,7	0,038	0,057	0,047	0,113	1	3	2	4
28/05/95	1	941,2	9,2	16,6	4,75	0,062	0,088	0,073	0,145	1	3	2	4
29/05/95	3	1088,8	10,3	18,4	6,25	0,072	0,098	0,081	0,190	1	3	2	4
01/06/95	1	1418,0	13,1	23,6	7,72	0,094	0,125	0,104	0,235	1	3	2	4
08/06/95	1	2308,1	20,1	36,0	10,24	0,153	0,191	0,159	0,312	1	3	2	4
14/06/95	1	3175,8	26,4	47,8	13,46	0,210	0,251	0,211	0,409	1	3	2	4
26/07/95	1	622,2	4,4	11,6	4,78	0,041	0,042	0,051	0,145	1	2	3	4
04/08/95	1	1975,4	14,8	29,5	12,3	0,131	0,141	0,130	0,374	2	3	1	4
13/08/95	1	3219,5	26,4	50,0	17,81	0,213	0,251	0,220	0,542	1	3	2	4
20/08/95	1	3922,5	34,4	61,7	9,48	0,259	0,327	0,272	0,288	1	4	2	3
26/08/95	1	177,0	1,4	2,3	0,48	0,012	0,014	0,010	0,015	2	3	1	4
01/09/95	1	1547,7	10,0	17,6	14,98	0,102	0,095	0,078	0,456	3	2	1	4
22/09/95	1	2246,6	1,7	19,8	1,88	0,149	0,016	0,087	0,057	4	1	3	2
23/10/95	1	297,0	1,8	5,4	0,23	0,020	0,017	0,024	0,007	3	2	4	1
17/12/95	1	568,3	3,1	5,7	0,36	0,038	0,029	0,025	0,011	4	3	2	1

Conclusão

TABELA 18 - FREQÜÊNCIA DOS ÍNDICES POR NÍVEIS DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO

Índices de perigo	Níveis da escala de classificação	Freqüência dos índices por níveis da escala de classificação												Soma
		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Nesterov	1	4	8	4	3	31	8	2	4	2	0	5	10	81
	2	2	5	5	4	18	2	2	17	2	4	14	3	78
	3	14	9	14	34	16	10	10	18	10	6	22	4	167
	4	6	4	0	5	14	7	4	2	4	4	6	4	60
Telitsyn	1	15	11	5	26	22	11	5	7	7	6	21	3	139
	2	6	5	13	16	11	11	12	15	6	4	16	5	120
	3	5	10	5	3	36	5	1	19	5	4	9	11	113
	4	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	1	2	14
FMA	1	8	5	14	18	19	7	12	31	9	8	19	5	155
	2	15	16	6	22	44	9	3	9	9	4	14	10	161
	3	3	4	3	5	13	11	3	1	0	2	14	5	64
	4	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	6
FWI	1	3	2	2	2	13	2	2	0	3	1	2	3	35
	2	3	2	1	6	9	5	0	1	1	2	4	4	38
	3	4	3	0	4	11	2	3	3	3	2	2	2	39
	4	16	19	20	34	46	18	13	37	11	9	39	12	274

TABELA 19 – FREQÜÊNCIA DO NÚMERO DE DIAS DETERMINADO PELOS ÍNDICES POR CADA NÍVEL DA ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO, DURANTE O PERÍODO DE 1984 1 1995

Níveis da escala de classificação	Freqüência dos índices			
	Nesterov	Telitsyn	FMA	FWI
1	81	139	152	36
2	78	121	163	36
3	167	111	63	40
4	59	14	7	273
Total de incêndios	385	385	385	385

TABELA 20 – PRECIPITAÇÃO MENSAL E TOTAL ANUAL, EM mm, DURANTE O PERIODO DE 1984 A 1995

Precipitação por mês	Períodos anuais												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Janeiro	168,0	154,0	100,0	100,0	186,0	403,0	420,0	251,1	132,0	229,0	357,0	250,0	229,2
Fevereiro	61,0	260,0	261,0	261,0	158,0	285,0	153,0	251,0	157,0	437,0	186,0	434,0	242,0
Março	101,0	183,0	196,0	196,0	224,0	167,0	286,0	382,0	185,0	139,0	154,0	178,0	199,3
Abril	79,0	225,0	17,0	17,0	116,0	52,0	50,0	170,0	210,0	97,0	99,0	162,0	107,8
Maio	27,0	64,0	165,0	165,0	127,0	46,0	72,0	55,0	146,0	62,0	83,0	86,0	91,5
Junho	0,1	22,0	2,0	2,0	13,0	62,0	14,0	77,5	9,0	89,0	34,0	36,0	30,0
Julho	10,0	21,0	28,0	28,0	2,0	102,0	73,0	90,0	23,0	11,0	28,0	57,0	39,4
Agosto	112,0	16,0	168,0	168,0	0,0	52,0	85,0	0,0	7,0	167,0	0,0	58,0	69,4
Setembro	75,0	63,0	63,0	63,0	13,0	131,0	95,0	29,0	138,0	145,0	3,0	62,0	73,3
Outubro	60,0	25,0	51,0	51,0	224,0	68,0	95,0	143,0	149,0	77,0	165,0	176,0	107,0
Novembro	124,0	189,0	128,0	128,0	97,0	104,0	246,0	46,0	205,0	116,0	209,0	88,0	140,0
Dezembro	269,0	179,0	437,0	437,0	231,0	312,0	149,0	192,0	171,0	182,0	191,0	219,0	247,4
Total/ano	1086,1	1401,0	1616,0	1616,0	1391,0	1784,0	1738,0	1686,5	1532,0	1751,0	1509,0	1806,0	1576,4

TABELA 21 – NÚMERO TOTAL DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS, DISTRIBUÍDOS POR MESES DO ANO

Incêndios por mês	Períodos anuais												Média
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Janeiro	2,0	1,0	0,0	0,0	6,0	1,0	0,0	0,0	2,0	4,0	0,0	0,0	1,33
Fevereiro	0,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,75
Março	1,0	1,0	0,0	1,0	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,00
Abril	0,0	1,0	1,0	3,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0	7,0	1,67
Maio	1,0	0,0	2,0	3,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	1,0	3,0	8,0	1,83
Junho	4,0	2,0	6,0	1,0	5,0	2,0	4,0	9,0	4,0	0,0	2,0	3,0	3,50
Julho	12,0	3,0	7,0	9,0	24,0	8,0	3,0	6,0	2,0	2,0	12,0	1,0	7,42
Agosto	8,0	7,0	3,0	28,0	21,0	2,0	5,0	6,0	5,0	1,0	20,0	4,0	9,17
Setembro	2,0	3,0	6,0	5,0	17,0	1,0	3,0	15,0	1,0	0,0	13,0	2,0	5,67
Outubro	0,0	5,0	3,0	4,0	5,0	10,0	1,0	5,0	0,0	1,0	5,0	1,0	3,34
Novembro	0,0	4,0	0,0	5,0	4,0	2,0	0,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	1,68
dezembro	0,0	1,0	0,0	1,0	3,0	3,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,17
Total/ano	30,0	29,0	29,0	60,0	95,0	32,0	18,0	49,0	19,0	14,0	59,0	28,0	38,52

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, J.C.S.; LOPES, A.G.; VIEGAS, D.X. A broad synthesis of research on physical aspects of forest fires. **Caderno Científico Sobre Incêndios Florestais. Universidade de Coimbra**, Coimbra, n.3, 148p, 1992.

BARCLAY, J.J.; JURY, M. R.; WASHINGTON, R. Meteorology of fire in the Natal Drakensberg. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Wetenskap**, v. 89, p.341–349, jul.,1993. (Research articles).

CANADIAN. MinisterY of fisheries and forestry. **Canadian forest fire weather index**. Ottawa, 1970. 25p.

CARREGA, P. A Meteorological Index of Forest Fire Hazard in Mediterranean France. Int. **J. Wildland Fire** v.1, n.2, p. 79-86, 1991.

CHENEY, N.P. Predicting fire behavior with fire danger tables. **Australian Forestry**, v.32, N^0 2, p.71-79, 1968.

CIANCIULLI, P.L. Serviços de meteorologia e estações de previsão e medição do perigo de incêndios florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (3:1978: São Paulo) **Anais**...Silvicultura, 1978. p. 252-255.

CIANCIULLI, P.L. **Incêndios florestais:** previsão e combate. São Paulo, Nobel. 1981. 169p.

CORDEIRO, L. **Horários das ocorrências de incêndios durante o ano de 1981**. Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S.A., Monte Alegre. 1982.

COUTO, E.A.; CÂNDIDO, J.F. **Incêndios florestais.** Viçosa, MG, UFV, 1980. 101p.

COUNTRYMAN, C.M. Rating fire danger by the multiple basic index system.**Journal of Forestry**, v.8, p.531-536, Aug., 1966.

DEEMING, E.J.; LANCASTER, J.W.; FOSBERG, M.A. et al. National fire-danger rating system. Colorado, USDA Forest Service, 1972. 165p. (Research Paper RM-84).

DURATEX, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento. Caracterização geográfica e climática das áreas de atuação da DURATEX FLORESTAL no Estado de São Paulo. Jundiaí. Duratex, 1987. 52p.

DURATEX, Diretoria Florestal, Planejamento e Administração. **Informações gerais da área Florestal**. Botucatu. Duratex, 1994. 13p.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 5.ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior..., 1973, 430p.

HAINES, D.A.; SANDO, R.W. **Climatic conditions preceding historically great fires in the North Central region**. [S.l]: United States. Forest Service, 1969. 19p. (Research Paper NC-34).

HERDE, L.C. Plano de prevenção e combate aos incêndios florestais para o Estado do Paraná. IN: REUNIÃO TÉCNICA CONJUNTA FUPEF/SIF/IPEF (4.: 1996: Curitiba), CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS (2.: 1996: Curitiba). **Anais**... Curitiba: FUPEF/SIF/IPEF, 1996, p. 130 - 139.

IBAMA/SEMAM/GOVERNO FEDERAL. **Programa nacional de conservação e desenvolvimento florestal sustentado**. Brasília, 1991. 95p.

LEICESTER, HENRY M. **The historial background of chemistry**. New York: J. Wiley & Sons, [19--].

LEITE, F.; VANIN, J.A.; QUARANTA, E. Histórias e lendas, **Jornal Folha de São Paulo**, 27 de dez. de 1997.

LEMOS, J.M.; GAMA, M. de P. Estudo comparativo de índices de periculosidade de incêndios no Distrito Federal, Brasília. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, (3: 1978: São Paulo) **Anais**..., Silvicultura, 1978. p.336-9.

LIMA, G.S. **Avaliação da eficiência do combate aos incêndios florestais no Brasil**. Curitiba. 1991. (Tese de mestrado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

LOURENÇO, L. Uma fórmula simples para cálculo do risco meteorológico de incêndio na floresta de Portugal, Porto, Portugal. In: **Congresso Florestal Nacional.** (2.: 1990: Porto). [Anais]... Porto: [s.n.] 1990. 9p.

LOURENÇO, L. Indices meteorológicos de riesco de incendio forestal sencillos y expeditos: tendencia del riesgo para el dia siguiente. In: PROGNOSIS Y GESTION EN CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES. **Actos**...1996: Santiago de Chile, 1996. p.75 – 81.

MACEDO, W. de; SARDINHA, A.M. **Fogos florestais**. [s.l] 1^0 volume, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1985, 430p.

MEES, R.; BEDNAR, L. The use of fire weather indices in the prediction of extreme fire loads. **Western Journal of Applied Forestry**. 1989, v.4, n.2, p.46-48; 1989.

MEIKLE, S.; HEINE, J. A fire danger index system for the Transvaal Lowveld and adjoining escarpment areas. **South African Forestry Journal** v.143, p.55-56, 1987.

SAGLAM, B.; ASLAN, Z. Prediction of forest fire. In: WORD FORESTRY CONGRESS.(11.: 1997: Antalya) [Anais]... Antalya: [s.n.], 1997.

SAMPAIO, O.B. **Estudo Comparativo de Índice, para previsão de Incêndios Florestais, na Região de Coronel Fabriciano**, Minas Gerais. (Mestrado.em Ciência Florestal). Viçosa, MG, 1991. Dissertação (Mestre) – Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa.

SCHROEDER, M.J. & BUCK, C.C. **Fire weather**: a guide for application of meteorological information to forest fire control operations. Washington, D. C., Department of Agriculture, 1970. 229 p. (Agriculture handbook, 360).

SOARES, R.V.; Índice de perigo de incêndio. **Floresta**, Curitiba, v.3, n.3, p.19-40, 1972.

_____ **Prevenção e controle de incêndios florestais**. ABEAS. 1984a. 120p.

_____ Perfil dos incêndios florestais no Brasil em 1983. **Brasil Florestal**, n.58, abr./ jun., p.31-42, 1984b.

_____ **Incêndios florestais** : controle e uso do fogo. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1985, 213p.

_____ Comparação entre quatro índices na determinação do grau de perigo de incêndios no município de Rio Branco do Sul – Paraná. IN: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (5.: 1986: Recife). [Anais]... Recife: [s.n.], 1986. p.31-35.

_____ **Os incêndios florestais no Brasil** : problemas e perspectivas. Curitiba: [s.n], 1994. 104p.

_____ Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Floresta**. Curitiba. V. 22, n. 1/2, p.39 – 53, 1995.

_____ Planos de Proteção Contra Incêndios Florestais. IN: REUNIÃO TÉCNICA CONJUNTA FUPEF/SIF/IPEF (4.: 1996: Curitiba), CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS (2.: 1996: Curitiba). **Anais**... Curitiba: FUPEF/SIF/IPEF, 1996, p.140 - 150.

_____ **Desempenho da fórmula de Monte Alegre**.: índice brasileiro de perigo de incêndios florestais. **CERNE**, v.4, n.1, p.087-099, 1998a.

_____ Comparação entre o índice de perigo de incêndio da RIGESA e a Fórmula de Monte Alegre. 5p. 1998b.

SOARES, R.V.; PAEZ, G. Correlations between some meteorological factors and the occurrence of forest fires in the central Paraná region of Brasil. **Floresta**, **4**(2):58-67, 1973. **Forestry Abstracts**, v.35, n.7, p.364, 1974. (Abstr. N.3686).

SOARES, R.V.; CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrências de incêndios florestais na região centro-paranaense. **Floresta**, v.5, n.1, p.46-49. 1974.

STOCKS, B.J. The 1976-1977 drought situation in Ontario. **Forestry Chronicle**. V.55, n.3, p.91-94, 1979.

STOLYARCHUK, L.V. The weather characteristics of seasons of high fire danger. Lesnoe Khozyaistvo, (10):81-2, 1980. **Forestry Abstracts**. V.41, n.2, p.77, 1980. (Abstr. n. 890).

VAN WAGNER, C.E. **Development and structure of the canadian forest fire weather index system**. Canadian Forestry Service. Ontario: 1987. 37p. (Forestry Technical Report 35).

VEJA-GARCIA, C.; WOODARD, P.M.; TITUS, S.J. Um modelo lógico para previsão diária de ocorrência de incêndios florestais causados pelo homem. **International Journal of Wildland Fire**, v.5, n.2, p.101-111, 1995.

VÉLEZ, R. The challenge of the forest fire prevention in a global environment: The case of the Mediterranean basin – By the end of the 20th century. WORD FORESTRY CONGRESS. (11.: 1997: Antalya). [Anais]...Antalya: [s.n], 1997.

VIDAL, A.; DEVAUX ROX, C. Evaluating forest fire hazard with a Landsat TM derived water stress index. **Agriculture and Forest Meteorologia**, v.77, n.3-4, p.207-224, 1995.

VIEGAS, D.X.; SOL, B.; BOVIO, B.; *et al.* Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern europe. INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOREST FIRE RESEARCH. (2.:1994: Coimbra). [Anais]... Coimbra.: [s.n.], 1994. P.571 – 590.

VIEGAS, D.X.; BOVIO, G.; CAMIA, A.; **Testing meteorological fire danger methods in Southern Europe**. 38p. (não publicado).

WERNECK, L. **O fogo, amigo ou inimigo?**: as origens do saber ciências. [s.l]: Melhoramentos, 1994. 47p.

XU, Y.J. Correlation of forest fires and meteorological factors in Longyan Prefecture. Forestry Abstracts, v.46, n.8, p.530, 1985. (Abstr. na 4733).