

O MEGAINCÊNDIO DO SÉCULO
THE WILDFIRE OF THE CENTURY
1998

V.W.J.H. Kirchhoff / P.A.S. Escada

Agradecemos à  pelo financiamento parcial desta obra.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Kirchhoff, Volker W.J.H., 1942-
O megaincêndio do século : 1998 / Volker
W.J.H. Kirchhoff, Paulo A.S. Escada. -- São
José dos Campos, SP : TRANSTEC, 1998.

Edição bilíngüe português-inglês.
ISBN 85-85417-

1. Florestas - Incêndios - Roraima
2. Meteorologia - Roraima 3. Queimada - Brasil
I. Escada, Paulo A.S. II. Título.

98-4439

CDD-634.9618098114

Índices para catálogo sistemático:

1. Incêndios florestais : Roraima : Ciência
florestal 634.9618098114
2. Megaincêndio de Roraima : Ciência
florestal 634.9618098114
3. Roraima : Incêndios florestais :
Ciência florestal 634.9618098114

CRÉDITOS E AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração e pesquisa da jornalista Rosilene Mazza Massiero.

As informações meteorológicas são baseadas em originais do informativo CLIMANÁLISE e de outros documentos do CPTEC (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos) do INPE.

Os dados sobre as taxas de desflorestamento são baseadas em fotos do satélite Landsat, originais do projeto PRODES (Projeto de Desflorestamento) do INPE. As informações técnicas sobre o levantamento das áreas de queimadas usando imagens de satélites, no Capítulo 5, são dados gentilmente fornecidos pela Coordenadoria de Observação da Terra, do INPE, liderada pela Dra. Thelma Krug.

Deve-se registrar ainda a troca de informações com Reinaldo Imbrozio Barbosa, do INPA/Roraima, com os agradecimentos dos autores.

Versão para o inglês de V.W.J.H. Kirchhoff.

Os autores doaram seus direitos autorais ao INPE.

CRÉDITOS ARTÍSTICOS

Arte de capa:

Carlos Alberto Vieira, José Dominguez Sanz e Lourdes Beatriz de Araújo.

As fotografias de queimadas, capa e contra-capas, são originais de Janduari Simões - Abril Imagens. Direitos adquiridos.

Copyright © Transtec Editorial

TRANSTEC EDITORIAL 

CREDITS and ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledge the collaboration and research of journalist Rosilene Mazza Massiero.

The meteorological information is based partly on the Bulletin *CLIMANÁLISE* and other *CPTEC* (INPE'S Center for Weather Forecasting and Climatic Studies) documents.

The information on deforestation is based on Landsat satellite images, originals of the *PRODES* (Deforestation Project) project of INPE. The technical information about the assessment of the burnt areas using satellite images, in Chapter 5, is a generous contribution of the Earth Observation Coordination Group, of INPE, headed by Dr. Thelma Krug.

One should note also the exchange of information with Reinaldo Imbrozio Barbosa, of INPA/Roraima, acknowledged by the authors.

English version by V.W.J.H. Kirchhoff.

The authors donated their rights to INPE.

ARTISTIC CREDITS

Cover Art:

Carlos Alberto Vieira, José Dominguez Sanz and Lourdes Beatriz de Araújo.

The wildfire photographs, cover and back, are originals of Janduari Simões - *Abril Imagens*. Appropriate rights were negotiated.

Copyright © Transtec Editorial

TRANSTEC EDITORIAL 

O MEGAINCÊNDIO DO SÉCULO: 1998

ÍNDICE DE ASSUNTOS

CAPÍTULO		Página
	CRÉDITOS E AGRADECIMENTOS	iii
	ÍNDICE DE ASSUNTOS	v
	ÍNDICE DE FIGURAS	vii
	PREFÁCIO	ix
	RESUMO	1
1	INTRODUÇÃO.....	3
	Incêndios no Brasil. Definição do problema; Resultados anteriores; e Roraima, esquecemos de Roraima?	
2	A REGIÃO GEOGRÁFICA.....	15
3	A METEOROLOGIA DA REGIÃO DE RORAIMA.....	21
	Regime do Hemisfério Norte, pluviosidade, imagens de satélite.	
4	O MEGAINCÊNDIO DE RORAIMA.....	29
	A catástrofe do mês de março; ação do Estado; Bombeiros do Brasil e do exterior socorrem Roraima; O incêndio atinge as reservas indígenas; O exército entra em ação.	
5	PREJUÍZOS MATERIAIS.....	47
	Relato dos prejuízos decorrentes das queimadas. Avaliação Técnica da área queimada. Levantamento das áreas queimadas usando imagens de satélites.	
6	HERÓIS E VILÕES, ELOGIOS E CRÍTICAS.....	59
	Descoberta do fogo, pessoas e bombeiros, ações do governo, El Niño.	
7	SÃO PEDRO APAGA O FOGO.....	65
	Fim do evento pelas chuvas.	
	ANEXOS	
	ANEXO 1.....	73
	Cronologia do Estado de Roraima.	
	ANEXO 2.....	75
	Lista de pessoas envolvidas na tragédia.	
	ANEXO 3.....	81
	Lista de publicações úteis.	
	ANEXO 4.....	85
	Manchetes na imprensa estrangeira.	

THE WILDFIRE OF THE CENTURY - 1998

SUBJECT INDEX

CHAPTER		Page
	CREDITS AND ACKNOWLEDGEMENTS	iv
	SUBJECT INDEX.....	vi
	FIGURE INDEX	viii
	PREFACE.....	x
	SUMMARY.....	1
1	INTRODUCTION.....	3
	Biomass burning in Brazil. Definition of the problem; Previous results; and <i>Roraima</i> , did we forget <i>Roraima</i> ?	
2	THE GEOGRAPHIC REGION.....	15
3	THE METEOROLOGY OF <i>RORAIMA</i>	21
	The Northern Hemisphere regime, precipitation, satellite images.	
4	THE WILDFIRE OF <i>RORAIMA</i>	29
	The March catastrophe; The State actions; Firefighters from Brazil and abroad help <i>Roraima</i> ; The fires reach the Indian reserves; The Army is called in.	
5	MATERIAL COSTS.....	47
	Summary of the damage costs. Technical assessment of the burnt area. Determination of the burnt areas using satellite images.	
6	HEROES AND VILLAINS, COMPLIMENTS AND CRITICISMS.....	59
	The first detection of the fire, persons and fire fighters, government actions, El Niño.	
7	HEAVEN EXTINGUISH THE FIRES.....	65
	The fires are extinguished by the rains.	
	ATTACHMENTS	
	ATTACHMENT 1.....	74
	Chronology of the State of <i>Roraima</i> .	
	ATTACHMENT 2.....	76
	List of persons cited in the event.	
	ATTACHMENT 3.....	81
	List of useful publications.	
	ATTACHMENT 4.....	86
	Headlines in the foreign press.	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.- Mosaico de imagens TM-Landsat	8
Figura 1.2.- Taxas de desflorestamento	9
Figura 1.3.- Número de focos de queimadas	11
Figura 2.1.- Imagem do satélite NOAA	16
Figura 3.1.- Anomalia de temperaturas da superfície do mar,	22
Figura 3.2.- Anomalias de temperatura sobre o Brasil	23
Figura 3.3.- Anomalia de precipitação sobre o Brasil,	25
Figura 3.4.- Imagem do satélite Meteosat-5, no infravermelho,	26
Figura 3.5.- Imagem do satélite Meteosat-5, no infravermelho,	27
Figura 4.1.- Imagem de satélite do sistema NOAA, resolução de 4 km, ..	32
Figura 4.2.- Imagem, como a anterior, para 23 de março de 1998,	34
Figura 4.3.- Imagem, como a anterior, tamanho ampliado,	35
Figura 5.1.- O Estado de Roraima em cor avermelhada	53

FIGURE INDEX

Figure 1.1.- Mosaic of TM-Landsat images	8
Figure 1.2.- Deforestation rates obtained from LANDSAT	9
Figure 1.3.- Number of burning foci	11
Figure 2.1.- NOAA satellite image showing the State of Roraima	16
Figure 3.1.- Ocean surface temperature anomalies,	22
Figure 3.2.- Surface temperature anomalies for Brazil,	23
Figure 3.3.- Precipitation anomaly for Brazil, March 1998,	25
Figure 3.4.- MET-5 satellite image in the infrared over Brazil,	26
Figure 3.5.- MET-5 satellite image in the infrared over Brazil,	27
Figure 4.1.- NOAA satellite image, with resolution of 4 km,	32
Figure 4.2.- Satellite image, as before, for March 23, 1998,	34
Figure 4.3.- Satellite image as before, but enlarged,	35
Figure 5.1.- The State of Roraima shown in a reddish color	53

PREFÁCIO

Nas duas últimas décadas o Programa Espacial Brasileiro tem proporcionado à nossa Sociedade o acesso rotineiro a uma grande gama de dados de satélites de observação, que têm se mostrado de imensa utilidade para o monitoramento de vários parâmetros ambientais, em todo o planeta.

Dados de satélites têm sido utilizados no país para o melhor conhecimento da Amazônia, da Mata Atlântica, do Pantanal e de inúmeras outras **áreas** de difícil acesso, para obtenção de informações, permitindo a tomada de decisões em diferentes níveis e o avanço da ciência em diversos campos.

O monitoramento do incêndio florestal de Roraima, que é discutido nesse interessante livro, conta também com a utilização de dados obtidos por esses satélites. Numa fase inicial, e durante o episódio, o objetivo foi o de caracterizar os focos de incêndio. Após o seu término, a partir do início de abril de 98 e até hoje, as informações coletadas estão sendo úteis para a melhor caracterização do processo da queima e recuperação posterior da vegetação, em algumas das áreas afetadas.

Volker Kirchoff, um dos mais brilhantes pesquisadores do país e com quem tenho trabalhado mais de perto nos últimos dez anos, trata nesse livro esse lamentável acidente com o rigor científico exigido. Paulo Escada, jovem jornalista da área de comunicação social do INPE, agregou a esse quadro-tragédia os relatos da imprensa com o destaque de episódios dramáticos que afetaram a população da região. A combinação dessa duas abordagens produziu um material rico, preciso, de agradável leitura, que se constituirá em referência obrigatória para todos os comprometidos com a preservação ambiental do nosso país.

Marcio N. Barbosa
Diretor

INPE, São José dos Campos, maio de 1999

PREFACE

The Brazilian Space Program has provided our society, during the last two decades, routine access to a large variety of satellite data, which have proven to be of great importance in monitoring several environmental parameters, over the whole planet.

Satellite data have been used in our country for the better understanding of Amazonia, the Atlantic forest, the Pantanal, and several additional areas of difficult access, to obtain information and helping the decision making process at different levels, as well as the advancement of science in different areas.

The description of the Roraima wild fire, discussed in this interesting book, also takes advantage of data taken by satellites. In the initial phase and during the episode, the objective was to find and define the burning foci. With the end of the fires, from the beginning of April 1998 until today, the information collected has been useful to better characterize the burning process and the ensuing recuperation of the vegetation, in some of the affected areas.

Volker Kirchhoff, one of the most brilliant researchers of the country, with whom I have worked more closely over the last 10 years, analyses in this book this regrettable accident, with the required scientific emphasis. Paulo Escada, young journalist working in the communication group of INPE, added to this tragic picture the reports of the press, with emphasis on some of the dramatic episodes that affected the population of the region. The combination of these two approaches produced a rich and accurate material, that is pleasant to read, and which will become a necessary reference to all those committed to environmental protection in our country.

Marcio N. Barbosa
Director

INPE, São José dos Campos, May, 1999.

RESUMO

Este trabalho descreve uma das mais severas devastações ambientais de que se tem notícia neste século, numa região do Brasil que normalmente não faz parte dos locais de grandes queimadas. O que ocorreu no Estado de Roraima em março de 1998, foi causado em primeiro lugar, pelo grande período de intensa seca na região, resultado de um fenômeno climático que causou perturbações em todo o globo. Em segundo lugar, pela falta de cuidado dos nossos lavradores/fazendeiros que insistiram na prática da queimada tradicional após a derrubada e capina de mata, apesar das proibições, sem perceber o perigo que estavam causando ao meio ambiente, nestas condições climáticas especiais. Um pequeno foco aqui, outro ali, e o que deveria ser uma queimada a mais na época de seca, tornou-se um incêndio de proporções dramáticas. É esta a situação que se descreve neste livro.

O trabalho começa com a descrição de como ocorrem as queimadas no Brasil, em geral, e o impacto ao meio ambiente da atmosfera, no Capítulo 1. É importante notar que Roraima não faz parte das regiões do Brasil onde normalmente ocorre o maior número

SUMMARY

This book describes one of the most severe environmental destructions cited in the news in this century, in a region of Brazil which normally is not part of the large seasonal wildfires. What happened in the State of *Roraima* in March 1998, was caused primarily by the intense dryness of the region, consequence of a climatic phenomenon that caused unwanted perturbations all over the Globe. In addition, farmers and land owners were not careful enough, and insisted in making the traditional burnings after the clearing of forests, in spite of the Federal Government prohibitions, not realizing the danger that was imposed to the environment under the special climatic situation. A small fire here, another one over there, and what should have been just another "small" wildfire during the dry season, became a dramatic nightmare of enormous proportions. It is this situation that is described in this book.

The work starts with a description of how most of the wildfires get started in Brazil, in general, and its impact on the environment of the atmosphere, in Chapter 1. It is important to realize that *Roraima* is located outside of

de queimadas, que é a do Brasil Central, região de cerrado, no norte de Mato Grosso, em Rondônia, Goiás, Tocantins, e sul do Pará. O incêndio de Roraima foi uma grande surpresa e uma grande exceção. No Capítulo 2 mostra-se como é a região geográfica de Roraima, que singularmente se situa em grande parte no Hemisfério Norte, e o Capítulo 3 descreve a Meteorologia da região, com informações também sobre o fenômeno climático El Niño. O Capítulo 4 relata como transcorreu o evento em seu momento mais crítico. Como iniciou e como se desenvolveu no mês de março. Os prejuízos materiais causados pelo incêndio são descritos no Capítulo 5, bem como a avaliação técnica sobre o tamanho da área queimada, e em seguida, no Capítulo 6, fala-se nos heróis e vilões do episódio. Aqueles que trabalharam duro para apagar o incêndio e também aqueles que no desempenho de suas funções talvez não o fizeram tão bem como deveriam. O fim do grande incêndio é narrado no Capítulo 7. O fogo é apagado não pelos bombeiros, que apesar de terem trabalhado muito bem, foram impotentes diante da dimensão da tragédia, mas pelas chuvas naturais e providenciais que caíram no final de março e início de abril.

the normal Brazilian biomass burning area, which is the region in the center of the country, a region of savannas locally called cerrados, including the north of the state of Mato Grosso, Rondonia, Goias, Tocantins and south of Para. The wildfire of *Roraima* was a big surprise and a great exception. The geographic region of *Roraima* is described in Chapter 2, calling attention to the fact that it is almost entirely situated in the Northern Hemisphere. Chapter 3 describes the meteorology of the region, including information on the climatic phenomenon El Niño. Chapter 4 describes the evolution of the fire event during its most critical phase. How it started and developed during the month of March. The physical damage caused by the wildfire is described in Chapter 5, as well as the technical assessment of the size of the burnt area, and in Chapter 6 the heroes and villains of the episode are mentioned. The end of the huge fire is described in Chapter 7. The fire is extinguished not by the firemen, who despite their excellent performance were impotent in view of the colossal dimensions of the tragedy, but by the natural rains that started to fall by the end of March and beginning of April.

CAPÍTULO / CHAPTER

1

INTRODUÇÃO: INCÊNDIOS NO BRASIL

Queimada é o termo usado genericamente para descrever a queima de mato seco. A queimada em campo aberto é o oposto da queima em forno familiar, ou fornalha industrial. Nestes, a energia da queima é bem utilizada, ou para cozinhar ou para operar processos industriais. A queimada em campo aberto, ao contrário, desperdiça o aproveitamento energético, servindo apenas para "limpar" áreas cheias de folhas, galhos secos, troncos de árvores, etc. A prática é justificável na operação do pequeno agricultor, que precisa de um pedaço de roça para plantar e com isto garantir a sua sobrevivência e a de sua família. Por outro lado, a queimada não faz sentido quando ocorre em locais onde não traz benefício, como por exemplo, em parques de preservação de fauna e flora.

A queimada no Brasil é um evento sazonal que se repete regularmente a cada estação seca. Isto não ocorre apenas no Brasil, mas também em países tropicais da Ásia, África e outros da América do Sul. A vegetação seca que é produzida em excesso na ausência

INTRODUCTION: WILDFIRES IN BRAZIL

In Brazil, *queimada* is the general name given to normally small wildfires, that is, fires that originate in areas with unwanted vegetation, normally secondary forest or savanna types of environment, but in some cases also with tropical rain forest. This corresponds roughly to the English term *biomass burning*. The burning of biomass or more precisely, phytomass, is the result of the need of the farmers to clean the land for agricultural purposes. Burning always occurs during the dry season, when the fires propagate easily. This is an open field fire, and therefore, it is the opposite of the burning in a furnace or in a cooking oven, where the energy of the fire is used for the benefit of the fire maker. In the open field fire the combustion process is incomplete, given the lack of enough oxygen for the process. This allows the formation of several secondary gases, which are thus injected into the atmosphere.

Biomass burning in Brazil is a seasonal event that repeats itself at every dry season. This occurs not only in Brazil but also in countries of

de chuva regular é queimada para produzir terras para agricultura, pastagens, ou outros usos. Ocorrem casos, no entanto, em que as queimadas são tão violentas que ficam fora de controle, queimando vastas áreas onde o fogo não é necessário. Queimadas podem expandir livremente nestas regiões de baixa densidade populacional, como no caso do Brasil central, por exemplo. Nestes casos, as queimadas passam dos seus limites aceitáveis, e passam a ser denominadas *incêndios florestais*.

A prática de queimada entre os índios data de antes da descoberta da América. Os Tupi, por exemplo, que habitavam o baixo Amazonas, praticavam a *Coivara*, que representa a queimada do terreno antes do plantio e a incineração dos restos de ramagens que ficam após a primeira queima, a fim de limpar e adubar o solo com as cinzas. Quando a terra se esgotava, os Tupi deslocavam suas roças. O nosso caboclo herdou esta prática e a usa até os dias de hoje.

Os incêndios no cerrado ou nas áreas de florestas não destroem apenas a massa vegetal. Matam também a fauna e a flora que habitam estes locais. Além de seus efeitos mais imediatos na superfície, existem efeitos mais sutis que se fazem sentir por exemplo no ar que respiramos, na atmosfera. Trabalhos pioneiros que investigaram os efeitos das queimadas sobre a baixa atmosfera mostraram que as

Africa, Asia, and others of South America. The dry vegetation which predominates in the absence of the rains is burned to produce land for agriculture, pastures, and other uses. There are cases, however, when these burning events become so large and violent, that one loses complete control, when they can in these cases burn freely in areas where actually the fires were not necessary in the first place. The fires can expand rather freely in the low population density areas, such as in the savanna regions of central Brazil. When the biomass burning gets out of control, they are then called *incêndios florestais*, or severe wildfires.

It appears that the burning practice was used by the local Indians since before the discovery of America. The *Tupi*, for example, who lived in the low Amazon used to practice the *Coivara*, which consisted in the burning of the land, destroying the excess leaves and branches, from previous burns or new slashings. When the land became exhausted from its natural fertilizers, they moved to new areas. The present day agricultural practices of the country side have inherited this custom and are still using it.

The wildfires in the cerrado or in the forest areas do not destroy only the mass of vegetation. They kill as well the animal population, birds and insects. Beyond the visible effects on the surface, there are

concentrações de gases como o CO e o O₃ (monóxido de carbono e ozônio) aumentam em toda a baixa atmosfera, chamada de troposfera, na estação das queimadas, em comparação com valores típicos da estação chuvosa. O processo pelo qual isto ocorre é o bem conhecido ciclo poluente de reações químicas, em que o CO produzido diretamente pelas queimadas, uma vez injetado na atmosfera, é oxidado por um composto natural, o radical oxidrila, OH, e após uma série de reações químicas intermediárias adicionais, pode produzir ozônio. No caso de queimadas do cerrado, uma grande quantidade de ozônio é de fato produzida, como foi amplamente documentado por trabalhos do INPE (Ver referências no anexo 3).

Definição do Problema

O Brasil é um país com uma área de mais de 8 milhões de quilômetros quadrados, dos quais mais da metade é ocupada pela Amazônia Legal, que inclui toda a floresta tropical úmida do norte/noroeste e a maior parte da região do cerrado. É nesta região do cerrado central do Brasil que ocorrem a maior parte das queimadas discutidas na imprensa. Os focos de queimadas vistos por satélite, por exemplo, ocorrem nesta região. Em termos de porcentagem do total de focos de queimadas da região da Amazonia legal, Mato Grosso contribui com 33%, Pará com 24%, Tocantins com 12%, e Goiás com 7% (note que Roraima

other consequences as, for example, on the lower atmosphere. Pioneering work investigating the effects of biomass burning on the lower atmosphere have shown that the concentrations of certain gases, such as CO and O₃ (carbon monoxide and ozone) increase in the entire lower atmosphere, called the troposphere, during the dry season, in comparison to their concentrations in the wet season. The process responsible for this is the well known pollution cycle, in which a series of chemical reactions are processed, starting with CO, directly produced in the burnings, and oxidized in the atmosphere by its natural component, the hydroxyl radical, OH. With a number of intermediary reactions, this process can produce ozone. In the case of the cerrado fires, a large quantity of ozone can indeed be produced as has been demonstrated by the work of INPE (see references in the Attachments).

Definition of the Problem

Brazil is a country of more than 8 million square kilometers, of which more than one half is the so called Legal Amazon region. This includes the entire rain forest of the north-north west and the larger part of the savanna. It is in this region of the savanna of central Brazil where most of the biomass burning discussed in the press takes place. The hot spots seen by satellite, for example, occur in this region. In terms of percentage contribution to

não faz parte desta lista de maiores contribuintes, por razões apresentadas mais à frente). A partir daí, todas as outras contribuições são ainda menores. Estas porcentagens são dados oficiais divulgados pelo INPE, com base nas observações do satélite NOAA-12, para o ano de 1996. Já os desflorestamentos ocorrem preferencialmente numa região chamada de "arco de desflorestamento", que vai desde o Maranhão, passa pelo Tocantins, norte de Goiás, norte de Mato Grosso, Rondônia, e parte do Acre.

A queimada do cerrado ocorre, em geral, com ou sem desmatamento ou desflorestamento. Quando se fala em desflorestamento, a ênfase está no apontamento de uma região que antes era coberta de floresta, normalmente floresta virgem, e que estando desflorestada, está na verdade à espera da secagem da madeira para sua posterior queima. Existem evidências de que as taxas de desflorestamento estão aumentando novamente, depois de 1994. A mais recente avaliação feita pelo INPE sobre desflorestamento na Amazônia, com base em dados do satélite LANDSAT, mostrou que após o período de decréscimos, que ocorreu de 1978/88 a 1990/91, em que as taxas de desflorestamento em porcentagem (área desflorestada por área total) por ano decresceram de 0.54 a 0.3, estas taxas aumentaram novamente de 1991/92 (0.37) e para 0.40 % por

the total of the burning spots in Legal Amazonia, the state of Mato Grosso contributes with 33%, Pará with 24%, Tocantins with 12% and Goiás with 7% (note that Roraima is not part of this list of major contributors, for reasons that will be mentioned later). The remaining contributions are all less than above figures. These numbers are official INPE data, provided from NOAA-12 observations of the year 1996. On the other hand, the deforestation activities occur in a region called the "arch of deforestation", which occurs in transition areas forest-savanna, which extend from Maranhão, through Tocantins, north of Goiás, north of Mato Grosso, Rondonia, and part of Acre.

The wildfires in the cerrado are independent of previous deforestation or slashing. When the term deforestation is used, one usually refers to an area where original forest used to exist, generally virgin forest. When this is deforested, the vegetation is left to dry and is then burned. There is evidence that the deforestation rates are up again, after 1994. The most recent evaluation made by INPE, for the entire Amazon region, using LANDSAT images, has shown that after a period of decreasing rates, from 1978 to 1990, when the rates of deforestation measured in percentage per year (deforested area over the legal Amazon area) varied from 0.54 to 0.3, then started to increase again, from 1991 (0.37) to 0.4 % per year in the period 1992

ano, para o período 1992/94. De fato, houve um máximo em 1995, aparentemente em correlação com o impulso econômico criado pelo plano real. Este resultado foi tomado muito a sério pelo Governo Federal que adotou várias medidas para deter esta nova tendência (relatório interno INPE/MCT, 1992, 1996; Desflorestamento 1995 -1997, MCT/IBAMA, 1998).

O novo cenário para as taxas de desflorestamento, mencionado acima, traz importantes conseqüências, pois implica em mudanças no uso da terra que poderão ter influências importantes na hidrologia, clima, e ciclos biogeoquímicos. Os aspectos ecológicos desta nova tendência são a preocupação principal de várias instituições e cientistas, em termos de mudanças causadas na superfície terrestre propriamente dita, mas também em toda a baixa atmosfera.

A **Figura 1.1** mostra uma grande parte do Estado de Roraima, em mosaico de imagem TM-Landsat, com detalhes de sua vegetação de superfície. Pode-se ver o principal rio da região, numa direção quase norte-sul, o Rio Branco; e em verde as áreas florestadas e em rosa a região de cerrado (ver também a descrição da área geográfica de Roraima, Capítulo 2).

Resultados Anteriores

A **Figura 1.2** mostra as avaliações oficiais do Governo

to 1994. In fact a maximum was detected in 1995, apparently in correlation with the economic boom created with the new Real currency. This result was taken very seriously by the Federal Government, which adopted a series of measures to try to revert this tendency (internal report INPE/MCT, 1992, 1996; Desflorestamento 1995-1997, MCT/IBAMA, 1998).

This new scenario for the increasing deforestation rates, mentioned above, may bring important consequences, since they imply in land use changes that might in turn have an influence on local hydrology, climate, and biogeochemical cycles. The ecological aspects of this new tendency are the concern of many scientists and institutions, in terms of the changes expected near the surface, but also in the lower atmosphere.

Figure 1.1 shows most of the State of Roraima in a mosaic of Landsat TM images, with detail of the surface vegetation. The most important river of the region can be seen, the Rio Branco, flowing in an almost north-south direction; the forest areas are shown in green, and the savana regions in the north-east of the State, are shown in pink (see also the geographic description of the State of Roraima in Chapter 2).

Previous Results

Figure 1.2 shows the official assessments of the Brazilian

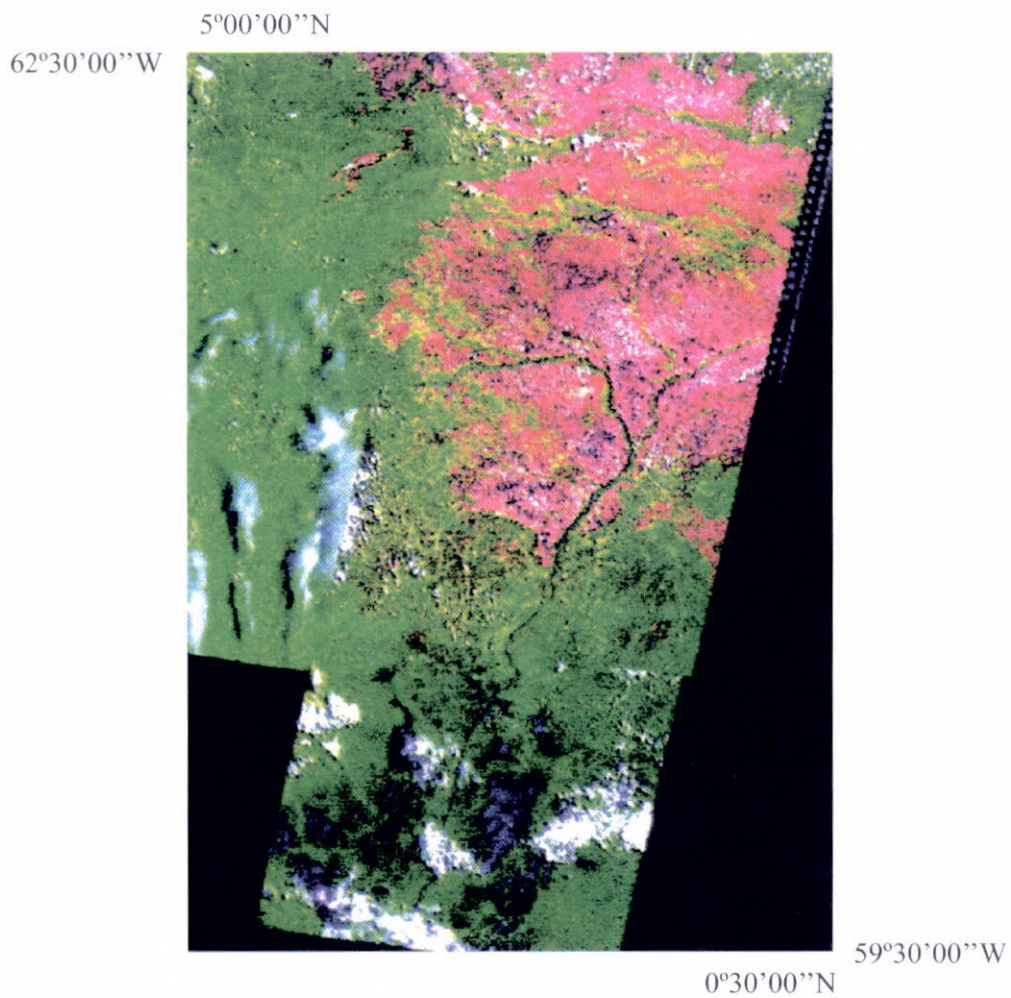


Fig.1.1.- Mosaico de imagens TM-Landsat cobrindo a maior parte do Estado de Roraima, em cores falsas. Branco no Sul e a oeste indica algumas nuvens. Pode-se ver muito bem o Rio Branco, o maior da região. O verde mostra a região de florestas e o rosa a região de cerrado.

Fig.1.1.- Mosaic of TM-Landsat images covering most of the State of Roraima, in false colors. White spots indicate clouds in the South and West. The Branco river can be seen quite well, the largest of the region. Green shows the forest area while the reddish indicates savanna.

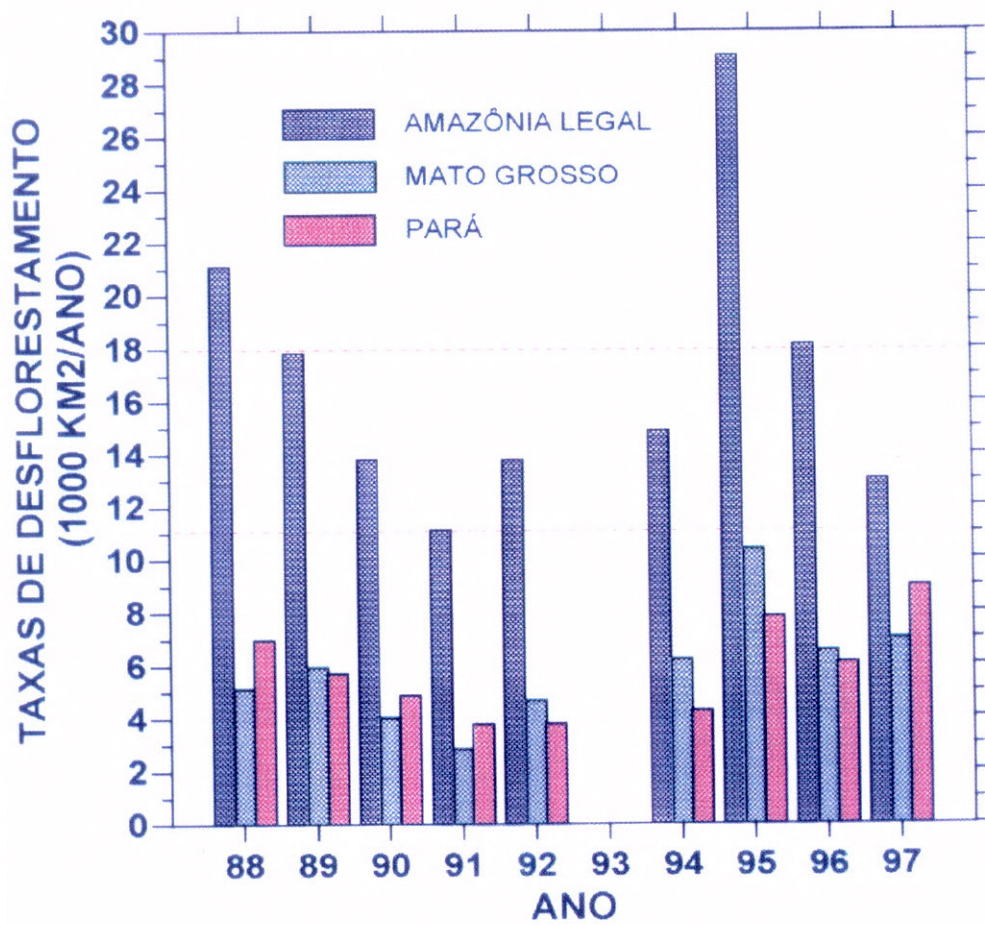


Fig.1.2.- Taxas de desflorestamento obtidas de imagens LANDSAT; avaliação INPE/FUNCATE, projeto PRODES, 1998.

Fig.1.2.- Deforestation rates obtained from LANDSAT images; INPE/FUNCATE assessment, project PRODES, 1998.

Brasileiro das taxas de desflorestamento na Amazônia Legal. Notar que não existem dados para o ano de 1993. Para 1994 foi obtida a taxa média anual entre 1992 e 1994. A Figura mostra que uma taxa mínima do desflorestamento foi observada no período 90/91 (leia-se 1991 em relação a 1990). Após este período, os dados mostram uma tendência crescente para taxas maiores em 92 e 94, e atingindo um máximo em 1995; os estados do Pará e Mato Grosso são os maiores contribuintes, mostrados na Figura. Pode-se atribuir esta tendência de crescimento das taxas a vários fatores, mas parece que um dos mais importantes é a relativa estabilidade da economia. Proprietários de terra tem mais interesse em investir nesta situação, com o objetivo de criar maior disponibilidade de terra cultivável.

É importante notar qual a época de queima mais ativa no ano. Isto pode ser determinado com as observações feitas pelo sensor infravermelho a bordo dos satélites NOAA. O instrumento conhecido como AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) tem produzido dados sobre o número de focos de queimadas no Brasil. Para o ano de 1995 os dados mostram que a incidência de queimadas foi mais intensa durante o mês de agosto, como demonstra a **Figura 1.3**. Em outros anos, no entanto, o máximo de queimadas pode ocorrer em outros meses do período seco. Localmente, a atividade mais

Government on the deforestation rates of Legal Amazonia. Note that there is no data for 1993. For the year 1994 an average yearly rate was obtained for the period 1992 to 1994. The Figure shows that a minimum rate was observed in the period 90/91 (read as 1991 in comparison to 1990). After this period, the data show an increasing tendency, as for 1992 and 1994, reaching a maximum in 1995; the states of *Para* and *Mato Grosso* are the largest contributors, as shown in the Figure. This tendency of increase can be attributed to a number of factors, but it seems that one of the most important is the relative stability of the economy. Land owners have more interest to invest in this situation, with the objective of creating more availability of usable land.

It is interesting to determine which is the most active time period of the year for burnings. This can be achieved with the observations obtained by the infrared sensors on board of the satellites of the NOAA series. The data is obtained by the instrument known as the Advanced Very High Resolution Radiometer, or AVHRR. It detects the number of hot spots over given areas. For the year 1995, this instrument shows that burnings were more active during August, as shown in **Figure 1.3**. In other years, however, the maximum activity may occur in other months of the dry period. Locally, the most active period was seen in the state of *Mato Grosso*, in 1995,

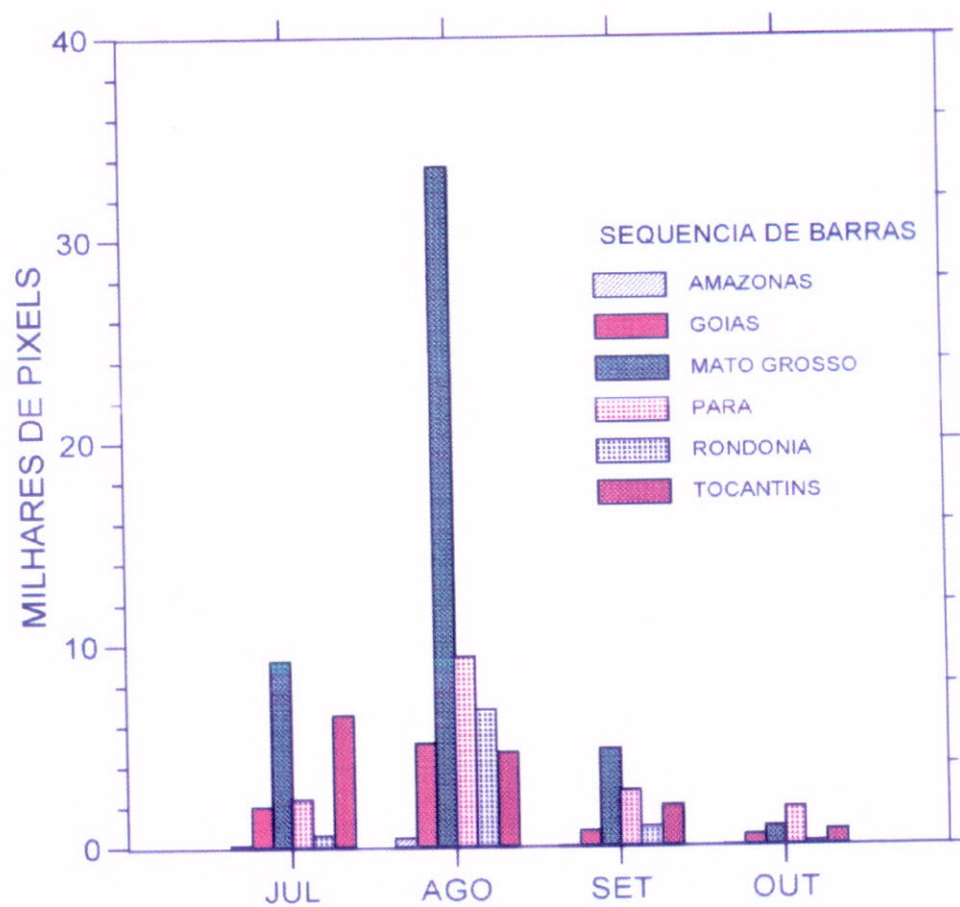


Fig.1.3.- Número de focos de queimadas obtido do instrumento AVHRR a Bordo dos satélites NOAA, mostrando a distribuição de focos em diferentes estados e meses do ano; exemplo para 1995.

Fig.1.3.- Number of burning foci obtained from the AVHRR instrument on board NOAA satellites, showing the distribution of foci in different States and months of the year; example for 1995.

intensa ocorreu no estado de Mato Grosso, ainda no ano de 1995. Em seguida vem os estados de Goiás e Pará.

O aumento nos desflorestamentos pode ter como consequência maior atividade de queimadas, o que por sua vez deve injetar mais gases na atmosfera, como o monóxido de carbono (CO), que por sua vez pode produzir ozônio (O₃), via reações químicas na atmosfera. Ozônio e monóxido de carbono são gases considerados tóxicos quando sua concentração estiver acima de certos limites fixados em lei. Para o ozônio a legislação brasileira considera este limite sendo 80 partes por bilhão por volume (ppbv), valor este que não pode ser ultrapassado durante uma hora. Kirchhoff (1996) investigou, se de fato maiores concentrações de O₃ são consequência de taxas maiores de desflorestamento na Amazônia, e verificou aumentos consistentes de ozônio de superfície e monóxido de carbono durante os últimos seis anos, em correlação aparentemente positiva com mais desflorestamento. Os dados foram obtidos em Cuiabá, MT. Esta foi a primeira vez que medidas contínuas obtidas de uma estação Amazônica demonstraram um claro efeito de poluição do ar que resultou dos aumentos de desflorestamento da região (e maior atividade nas queimadas). Seria interessante continuar a verificar tais tendências e correlações dos produtos gasosos depositados na troposfera com as

Grosso, in 1995; this is followed by the states of *Goiás* and *Para*.

The increase of the deforestation rates may have as direct consequence the increase of biomass burning, which in turn will inject more gases into the lower atmosphere. As mentioned, this process starts with the direct production of carbon monoxide, CO, and can produce ozone, O₃ by chemical reactions in the atmosphere. Ozone and carbon monoxide are considered toxic gases when their concentrations reach beyond certain levels defined by law. For ozone, the Brazilian legislation prescribes that the maximum level, obtained in an one hour average, should not be larger than 80 parts per billion per volume, ppbv. Kirchhoff (1996) investigated whether larger deforestation rates are correlated with larger CO and O₃ concentrations in the lower atmosphere, and found consistent increases over the last 6 years, in apparent correlation with the larger deforestation rates mentioned above. The data was collected at Cuiabá, MT. This was the first time that continuous and systematic observations at an Amazonian station have demonstrated a clear air pollution effect, that resulted from the larger deforestation rates, and consequent burning activities. It would be interesting to continue these observations, and perhaps extend them to several different heights, that is, beyond the surface where all the sources are.

taxas de desflorestamento, e em várias alturas, portanto, não somente na superfície onde estão localizadas as fontes.

E Roraima, Esquecemos de Roraima?

Não, não esquecemos. Roraima não foi mencionada ainda simplesmente porque neste Estado, as queimadas são historicamente insignificantes comparadas com aquelas que acontecem no Brasil Central, ou nas faixas de transição entre cerrado e floresta, por exemplo, em Mato Grosso, Tocantins, e sul do Pará. O estudo da climatologia das queimadas mostra que Roraima contribui muito pouco, em média, na quantidade de queimadas que se observam anualmente no Brasil. O que ocorreu em 1998 é inusitado, foi uma ocorrência totalmente inesperada, em termos de queimadas. Como ainda será mostrado, mais adiante, na parte que vai descrever a Meteorologia da região, a estação seca de Roraima ocorre com uma defasagem de seis meses com relação à seca do Brasil Central. Isto porque o estado de Roraima fica no Hemisfério Norte, muito próximo do equador, mas no Hemisfério Norte, e portanto suas estações do ano são defasadas com relação às do Brasil Central. Esta foi mais uma razão porque o Incêndio de Roraima pegou todo mundo de surpresa. Em 1997/98 um fenômeno climático conhecido como El Niño acentuou dramaticamente

And Roraima, did we forget to mention Roraima?

No, we did not. *Roraima* was not mentioned so far simply because in this state the biomass burning activities are historically insignificant in comparison to the ones of central Brazil, or in the transition regions between cerrado and rain-forest, as for example, in *Mato Grosso, Tocantins*, and south of *Para*. A study of the burning climatology shows that *Roraima* contributes very little, on average, in the amount of burnings that are observed in Brazil each year. The event observed in March 1998 in *Roraima* is unique. It was a totally unexpected occurrence. It is interesting to note, and it will be mentioned again with respect to the Meteorology of the region, that the state is almost totally located in the northern Hemisphere, very close to the equator, but still in the Northern part, which makes its seasonal cycles be out of phase with the dry season regions of central Brazil. This was one more reason for the *Roraima* fires to be so unexpected. In 1997/98 a climatic phenomenon called El Niño has dramatically enhanced the dry season in *Roraima*. A few fire foci which at first were insignificant, quickly developed into gigantic fires, until the wildfire was completely out of control. The press called this the **WILDFIRE OF THE CENTURY**.

as condições de seca na região, e vários focos de queimada, inicialmente insignificantes, tornaram-se incêndios gigantescos e totalmente incontroláveis, tornando-se o que alguns jornais chamaram de o **MEGAINCÊNDIO DO SÉCULO**.

CAPÍTULO / CHAPTER

2

A REGIÃO GEOGRÁFICA DE RORAIMA

Roraima origina-se da palavra *roro*, ou *rora*, que significa verde, e *imã* que quer dizer serra, monte, no idioma lanomâmi. Serra verde reflete o tipo de paisagem natural encontrada na região. Duas formações acidentadas ainda mantêm localmente o nome: o monte Roruimã, e o monte Roraima (mencionados mais adiante). O solo dessas configurações tem características de tipo arenoso no cerrado, sendo considerado pobre em nutrientes. A área de floresta tem o perfil de vegetação florestal típica da Amazônia, conhecida como ombrófila, ou simplesmente floresta equatorial úmida. Mostra-se uma imagem de satélite sobre Roraima na **Figura 2.1**, com a localização de vários focos de queimadas no final de março.

Roraima está localizada na Região Norte do Brasil, com quase todo seu território no hemisfério setentrional. O Estado ocupa apenas 5,8% da área territorial da Região Norte e 2,6% do país, segundo dados do IBGE. O Estado faz fronteira com dois países e chega a uma extensão fronteiriça total de 1.922 quilômetros, sendo

THE GEOGRAPHIC REGION OF RORAIMA

The word *Roraima* has its origin in the word *roro* or *rora*, which means green, and *imã*, which translates to ridge, or mountain, in the *lanomami* Indian language. Green mountain reflects the local scenery. Two mountain formations of the region still maintain locally the name: mount *Roruimã*, and mount *Roraima* (mentioned again later on in the text). The soil of this region has sandy characteristics, especially in the cerrado areas, and is considered to be poor in nutrients. The forest area is typical of the Amazonian formations, being known as the ombrophile type, or simply tropical rain-forest. In **Figure 2.1** one shows a satellite image over *Roraima*, including the locations of several biomass burning spots by the end of March.

Roraima is located in the so called North region of Brazil, with almost all of its territory in the Northern Hemisphere. The State only occupies 5.8% of the total area of the North region, and only 2.6% of the country, according to Government data. The State is the neighbor with two other countries, stretching a border length of 1,201

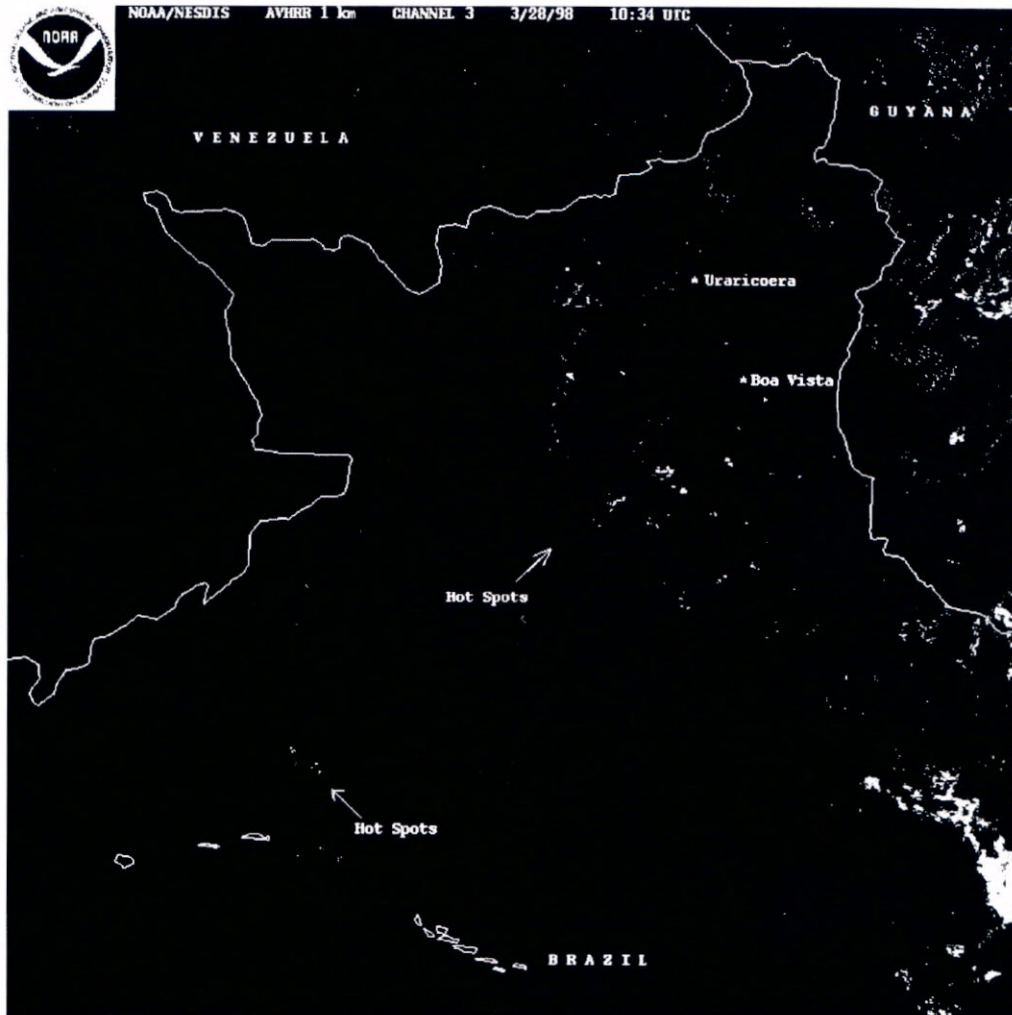


Fig.2.1.- Imagem do satélite NOAA mostrando o Estado de Roraima e o norte do Estado do Amazonas para o dia 28 de março de 1998. Mostra-se a localização da capital Boa Vista e vários pontos de focos de queimadas.

Fig.2.1.- NOAA satellite image showing the State of Roraima and the north of the State of Amazonas for March 28, 1998. The position of the capital Boa Vista is shown and several burning foci.

958 com a Venezuela, no norte e nordeste, e 964 com a Guiana, no leste. No Brasil seus vizinhos são Amazonas no oeste e sul, e Pará no sudeste do Estado. Ocupa uma área de 225.116 quilômetros quadrados.

Roraima é formada atualmente por 15 municípios, sendo que 7 foram criados em janeiro de 97, com a posse de seus primeiros prefeitos: Amajari, Cantá, Caroebe, Iracema, Pacaraima, Rorainópolis, e Uiramutã. Os municípios de Boa Vista, Bonfim, Caracaraí, Mucajaí, Normandia, São João da Baliza, São Luiz, e Alto Alegre são os municípios mais antigos.

Atualmente o estado de Roraima é governado por Neudo Ribeiro Campos. No Senado Federal conta com três representantes, e na Câmara dos Deputados possui oito representantes. Em 1994, o Estado contava com 119.888 eleitores. O Estado de Roraima, de acordo com o censo realizado em 1996, tem uma população de 273 mil habitantes. A maior concentração populacional está na área urbana com 64,7% da população e 32,3% dos roraimenses estão estabelecidos na zona rural. Com uma área de 225.116 km², a densidade demográfica é de 1,2 habitantes por quilômetro quadrado, sem contar a população indígena. Somente na capital Boa Vista, está 26,9% do total de habitantes do Estado. A

miles, almost 600 miles with Venezuela, in the north and north-east, and 602 miles with Guyana in the east. In Brazil, it neighbors with the States of *Amazonas* in the west and south, and with the State of *Para* in the south-east. Its area is 88,000 square miles.

Roraima is sub-divided presently in 15 counties, 7 of which were created in January of 1997. They are: *Amajari, Cantá, Caroebe, Iracema, Pacaraima, Rorainópolis, and Uiramutã*. The remaining counties are *Boa Vista, Bonfim, Caracaraí, Mucajaí, Normandia, São João da Baliza, São Luiz, and Alto Alegre*, which are the older counties.

Presently the State of *Roraima* is governed by Mr. Neudo Ribeiro Campos. In the Senate it has three representatives and in the House of Representatives, it has 8 members. In 1994 the State had 119.888 citizens qualified to vote. According to the 1996 census, the State of *Roraima* has a population of 273 thousand people. Most of this is concentrated in the urban areas, with 64.7%, the remaining 32.3% belonging to the rural population. The population density is only 3.1 persons per square mile. This figure does not include the Indian population. They occupy an area of 58,000 square miles of the State, with a population of 30,000 Indians distributed in 200 communities.

The major Indian community of the State in terms of population

população indígena ocupa uma área de 148 mil km², com uma população de 30 mil índios, distribuídos em 200 aldeias.

A maior comunidade indígena no Estado em termo populacional é da tribo **lanomâmi**, chegando a somar mais de 9,9 mil pessoas. Eles vivem em reservas nacionais pertencentes aos municípios de Alto Alegre, Boa Vista, Caracará e Mucajá. As terras dos lanomâmi foram demarcadas em 1992. Além da população lanomâmi, Roraima abriga aldeias como as de Catrimani, Arajani, Flexal, Tabalasca, entre outras. No leste do Estado vivem 22 mil índios de várias tribos como Macuxis, e Taurepang, que praticam a pecuária e agricultura. Faz parte da cultura dessas etnias, queimar roças e pastos, principalmente em época de estiagem, quando o mato está seco.

Roraima sempre foi habitada por índios. Na época da colonização as tribos principais eram os Aruaque e Caribas. Em Tupi, *Aruaque* significa comedor de farinha e essa população indígena habitava a região amazônica a leste do Rio Negro. *Caribas* por sua vez, é o nome de uma árvore típica do cerrado e era também a designação Tupi para o homem branco.

A economia de Roraima depende da agricultura, pecuária e atividades de extrativismo vegetal e mineral. O plantio é basicamente

size is of the *lanomâmi* tribe, with more than 9.9 thousand. They live in national Indian reserves that belong to the counties of *Alto Alegre*, *Boa Vista*, *Caracará* and *Mucajá*. The *lanomâmi* land was demarcated in 1992. In addition to the lanomâmi, *Roraima* is home for other tribes, such as the communities of the *Catrimani*, *Arajani*, *Flexal*, and *Tabalasca*, among others. In the east of the State live 22,000 Indians of several tribes, such as the *Macuxis*, and *Taurepang*. They practice agriculture and ranching. It is part of their culture to burn their land for preparation for their crops and pastures, especially during the dry season, when all the vegetation is dry.

Roraima has always been inhabited by Indians. By the time of the colonization the major tribes were the *Aruaques* and the *Caribas*. In the *Tupi* language, *Aruaque* designate the *farinha* eaters (*farinha* is a coarse grained flour made from the manioc root, food of large consumption in north-northeast areas of Brazil) and this population lived in the Amazon region east of the Negro river. *Caribas* is the designation of a tree typical of the cerrado environment, and this was also the name that the *Tupi* people gave to the white man.

The *Roraima* economy depends on its agriculture, ranching and activities of extracting valuables from the forest, such as minerals and fruits. The main crop products

voltado à cultura do arroz, feijão, milho, mandioca e banana. Na pecuária, os roraimenses criam bovinos, com um rebanho atual de mais de 350 mil cabeças, além de suínos e galináceos. As atividades extrativistas são voltadas à retirada de madeiras das florestas existentes e a mineração de diamante, bauxita, areia, argila, granito, além da extração do ouro, que entre 92 e 93 alcançou uma tonelada depois de beneficiado.

A parcela do estado situada em níveis mais altos, entre 800 a 1000 metros de altitude, apresenta temperatura amena com médias de até 18°C, como no Monte Roruíma, com altitude de 1.400 metros. Já as altitudes acima de 2.800 metros como o Monte Roraima, considerado o ponto mais elevado do Estado, que representa a fronteira com os países vizinhos, a mínima noturna chega a 6°C e as diurnas a 20°C em qualquer época do ano. O fuso horário em relação ao Meridiano de Greenwich é de menos 4 horas, e em relação a Brasília, menos 1 hora.

Os índices pluviométricos são crescentes de leste para o oeste, variando de 1.500 mm anuais nas áreas em torno de Boa Vista, a 2.600 mm no extremo sul do Estado. Pode-se perceber em Roraima dois períodos distintos durante o ano. O período que vai de abril a setembro tem o clima úmido e o total de chuvas resultam em

are rice, beans, corn, manioc, and banana. The ranching is mainly for beef production, with a herd of about 350,000. Smaller amounts of chicken and hogs are also produced. The extraction industry concentrates also on special Amazonian timber, and mining of diamonds, bauxite, sand, clay and granite, in addition to gold mining, which produced one thousand kilograms of pure gold in 1992-93.

The portion of the State that is higher above sea level, between 800 and 1000 meters, has lower temperatures, with averages around 18°C, as on mount *Roruíma*, with altitude of 1.400 meters. On even higher sites, such as that of mount *Roraima*, with 2.800 meters, the highest point of the State, and which is the natural border with neighbor countries, the nocturnal minima is around 6°C, and the diurnal is 20°C during the year. The time zone counts 4 hours less from the Greenwich meridian, one hour less than Brasília.

The rainfall intensities increase from east to west, and vary between 1,500 mm per year near Boa Vista, and 2,600 mm per year in the extreme south of the State. One can easily identify two very distinct regimes in *Roraima*: from April to September, humid with lots of rain and water surplus; and from October to March, the dry season, when there is almost no rain, with a large deficiency in the river levels.

elevados excedentes hídricos. Porém, de outubro a março é época de seca e, conseqüentemente, o decréscimo de chuva causa grande deficiência hídrica, mesmo Roraima estando localizada na região da bacia Amazônica, e com uma densidade fluvial respeitável.

O principal rio de Roraima é o Branco. Ele é formado pelo Tacutu, tendo como afluentes o Sumuru, Parimé, Cuitanau, Apiaú, Anauá, Catrimani, Cheriuíni e Tapera. O rio Branco desemboca no rio Negro e faz limite com o Estado do Amazonas. Roraima tem ainda os rios Uraricoeira, Alalaú, Maú, Jaçari, Parima, Mucajaí, Majari, Ururicá, e Purue, entre outros.

The main river in *Roraima* is the *Branco* (means white, in portuguese). It is formed by the *Tacatu*, with contributions of the *Sumuru*, *Parimé*, *Cuitanau*, *Apiaú*, *Anauá*, *Catrimani*, *Cheriuíni*, and *Tapera*. The *Branco* river flows into the *Negro* (black, in portuguese) and is the natural border with the State of *Amazonas*. Additional rivers are the *Uraricoeira*, *Alalaú*, *Maú*, *Jaçari*, *Parima*, *Mucajaí*, *Majari*, *Ururicá*, and *Purue*, among others.

CAPÍTULO / CHAPTER

3

A METEOROLOGIA DA REGIÃO DE RORAIMA

O ano de 1997/98 foi um ano de El Niño, isto é, teve efeitos de perturbações climáticas associadas com aquecimentos anômalos das águas do Oceano Pacífico, como mostrado na **Figura 3.1**. Não se sabe ao certo, ainda, o funcionamento exato desta perturbação climática, que parece afetar todo o globo. Porém, em anos de El Niño, parece que chove menos em locais de pouca chuva e chove mais em regiões onde normalmente chove muito. Isto pode causar grandes problemas locais, de extrema seca em algumas regiões, e de enchentes e inundações em outras. Infelizmente, algumas destas características foram verificadas no Brasil, com grande intensidade em 1997 e em 1998.

No mês de março de 1998, isto é, durante as queimadas de Roraima, as anomalias de temperatura no Pacífico equatorial leste continuavam a diminuir, porém a temperatura ainda estava acima de sua média em 3 °C. Ao longo do litoral do Brasil, sobre o Atlântico, as anomalias de temperatura da superfície do mar, ficaram acima da

THE METEOROLOGY OF THE RORAIMA REGION

The period 1997/98 was an El Niño year, that is, it was strongly affected by climatic perturbations associated to anomalous heating of the Pacific waters, as shown in **Figure 3.1**. It is not yet well understood how this climatic perturbation is spread to other parts of the Globe. What seems to be a general rule, is that in El Niño years, dry regions get even less rain, and where usually there are heavy rains, they get even heavier. This can create serious local problems, with either extreme dryness or exaggerated wetness with floodings. Unfortunately, some of these extremes were indeed observed in Brazil with great intensity during 1997 and 1998.

During March 1998, that is, during the *Roraima* wildfires, the temperature anomalies in the east equatorial Pacific, continued to decrease, but were still above average by 3°C. Along the Brazilian shoreline and over the Atlantic, the ocean surface temperature anomalies were above their averages, of the order of 1°C, and therefore did not favor the production of rains for the north-east

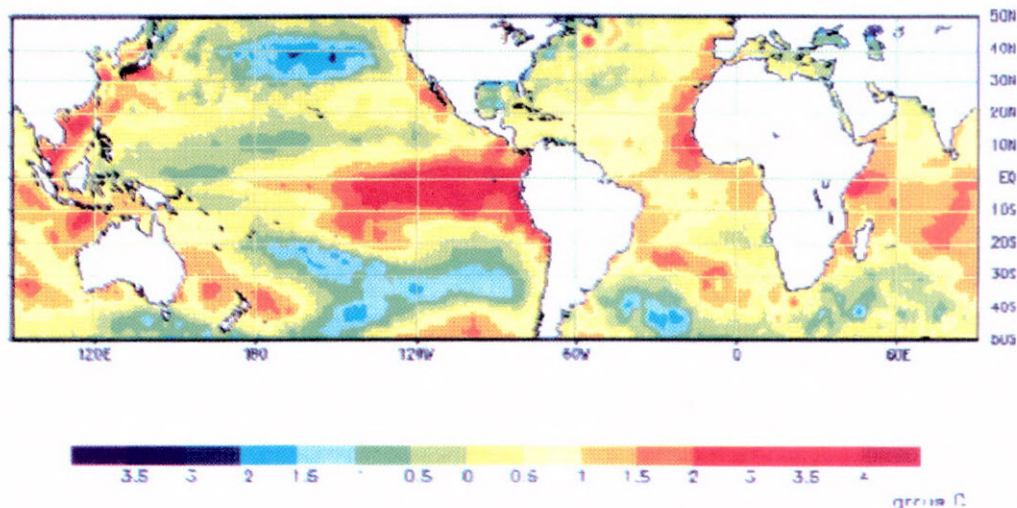


Fig.3.1.- Anomalia de temperaturas da superfície do mar, para março de 1998, mostrando em vermelho o aquecimento do Pacífico, a oeste do continente sulamericano. Ver abaixo a escala de graduação. Esta figura é representativa do fenômeno El Niño.

Fig.3.1.- Ocean surface temperature anomalies, for March 1998, showing in red the heating of the Pacific Ocean, west of the South American continent. The color scale is also shown. This figure is representative of the El Niño phenomenon.

média, tendo ultrapassado a temperatura média em 1° C, e assim não favoreceram a formação de chuvas para a região Nordeste. Pode-se observar na **Figura 3.2**, que a distribuição dos desvios de temperaturas (as chamadas anomalias) no país teve excessos de 2 a 3° C no estado de Roraima (mostrado pela cor alaranjada), que agravou ainda mais o estado de seca da região (Revista Climanálise, CPTEC, INPE).

Durante o mês de março foram observadas chuvas fortes no

region. In **Figure 3.2** one can observe that the distribution of the temperature anomalies over the country had excesses of 2 to 3° C (shown by the orange color), which had an effect of worsening the dryness of the region (see Climanálise, CPTEC, INPE for more details).

Strong rainfall was observed during March in the north of the State of Maranhão, in the north-east of Pará, and in almost all of Amapá, with events of 400 to 600 mm of Precipitation. In contrast, very little

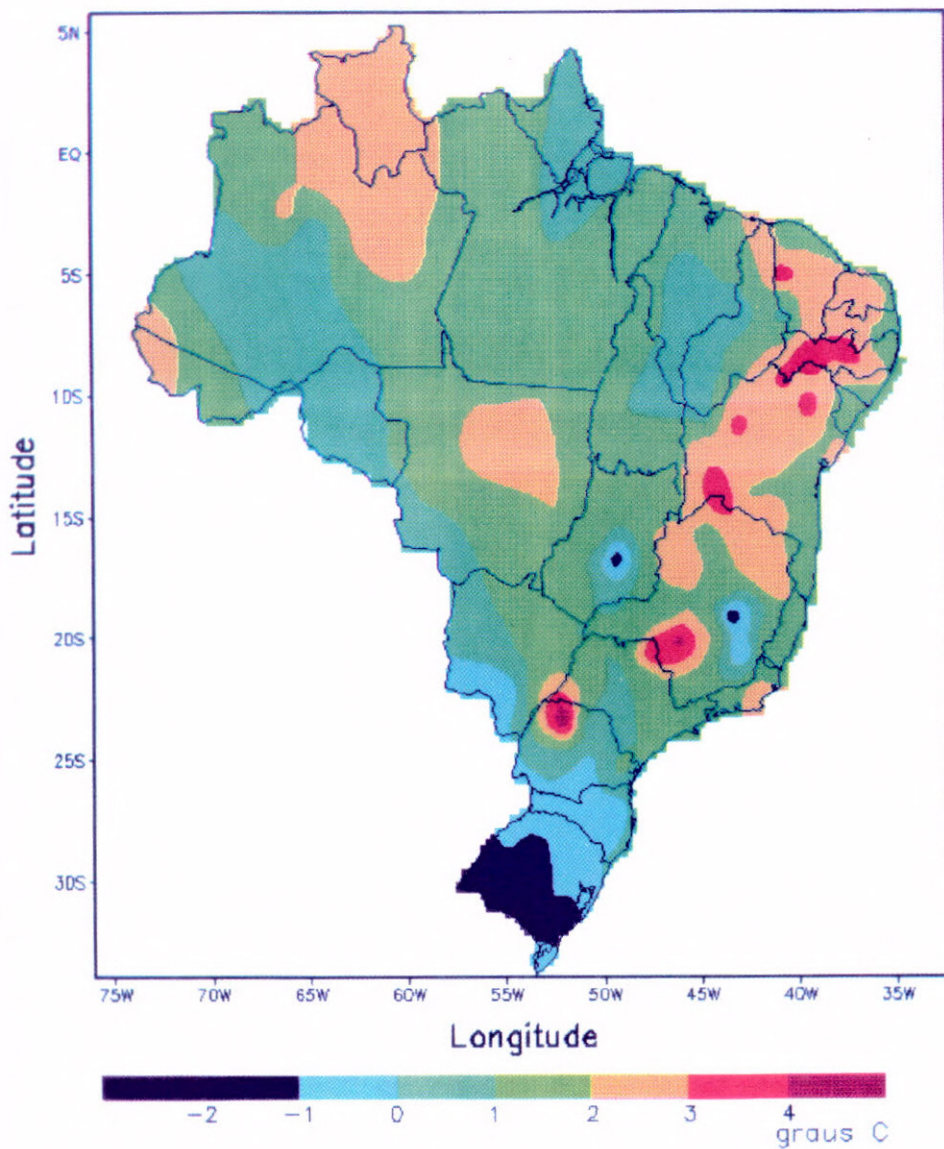


Fig.3.2.- Anomalias de temperatura sobre o Brasil durante março de 1998, mostrando temperaturas acima da média sobre Roraima, o que acentuou a seca na região e o posterior incêndio.

Fig.3.2.- Surface temperature anomalies for Brazil, during March 1998, showing temperatures above average in Roraima, which enhanced the dryness of the region and made it easier for the fires.

norte do Estado de Maranhão, no nordeste do Pará, e em quase todo o Amapá, com ocorrências de até 400 e 600 mm de precipitação. Em contraste, choveu muito pouco no norte de Roraima. A **Figura 3.3** mostra a distribuição da anomalia (excesso ou falta de precipitação com relação à média) de chuva no Brasil durante março de 1998. A barra de cores, na parte inferior da Figura mostra a escala de valores. Vermelho representa um déficit de chuva entre 50 e 100 mm de precipitação, por exemplo. Já a cor azul, que se vê nos estados do Sul, mostra excesso de chuva, (falta no nordeste, e excesso no sul) uma das características mencionadas do fenômeno El Niño.

As chuvas começaram a cair sobre o Estado de Roraima no final do mês de março de 1998, contribuindo de modo decisivo para o fim do incêndio. Esta situação foi documentada por imagens de satélite, como por exemplo do Meteosat 5, que mostra na **Figura 3.4** a imagem do canal do infra vermelho para o dia 3 de abril de 1998. Pode-se ver extenso bloco de nuvens na região de interesse, sobre Roraima, incluindo toda a Amazônia, noroeste do Pará, e o Estado do Amapá. Já a **Figura 3.5** do início do mês, mostra apenas algumas poucas nuvens mais ao sul (Estas informações e figuras meteorológicas são cortesia do CPTEC do INPE).

rain was observed in the north of *Roraima*. **Figure 3.3** shows the anomaly distribution of rainfall in Brazil during March of 1998. The precipitation intensity is shown by the color coded bar. Red represents a deficit in precipitation between 50 and 100 mm, for example. In the States of the South, on the other hand, there is excess rain, shown in blue. This is in agreement with the general rule of El Niño: lack of rains in the north-east, excess rainfall in the South.

The saving rains started to fall over *Roraima* by the end of March 1998, contributing decisively to end the fires. This situation was documented by satellite images as for example, the Meteosat 5, shown in **Figure 3.4**. The infrared channel is depicted for April 3, 1998. An extensive cloud system can be seen over the region of interest, over *Roraima* and all Amazonia, north-west of *Para*, and the State of *Amapa*. In contrast, **Figure 3.5** shows the situation in the beginning of the month of March, with only a few scattered clouds in the south (This information, the figures and satellite images are courtesy of CPTEC, INPE).

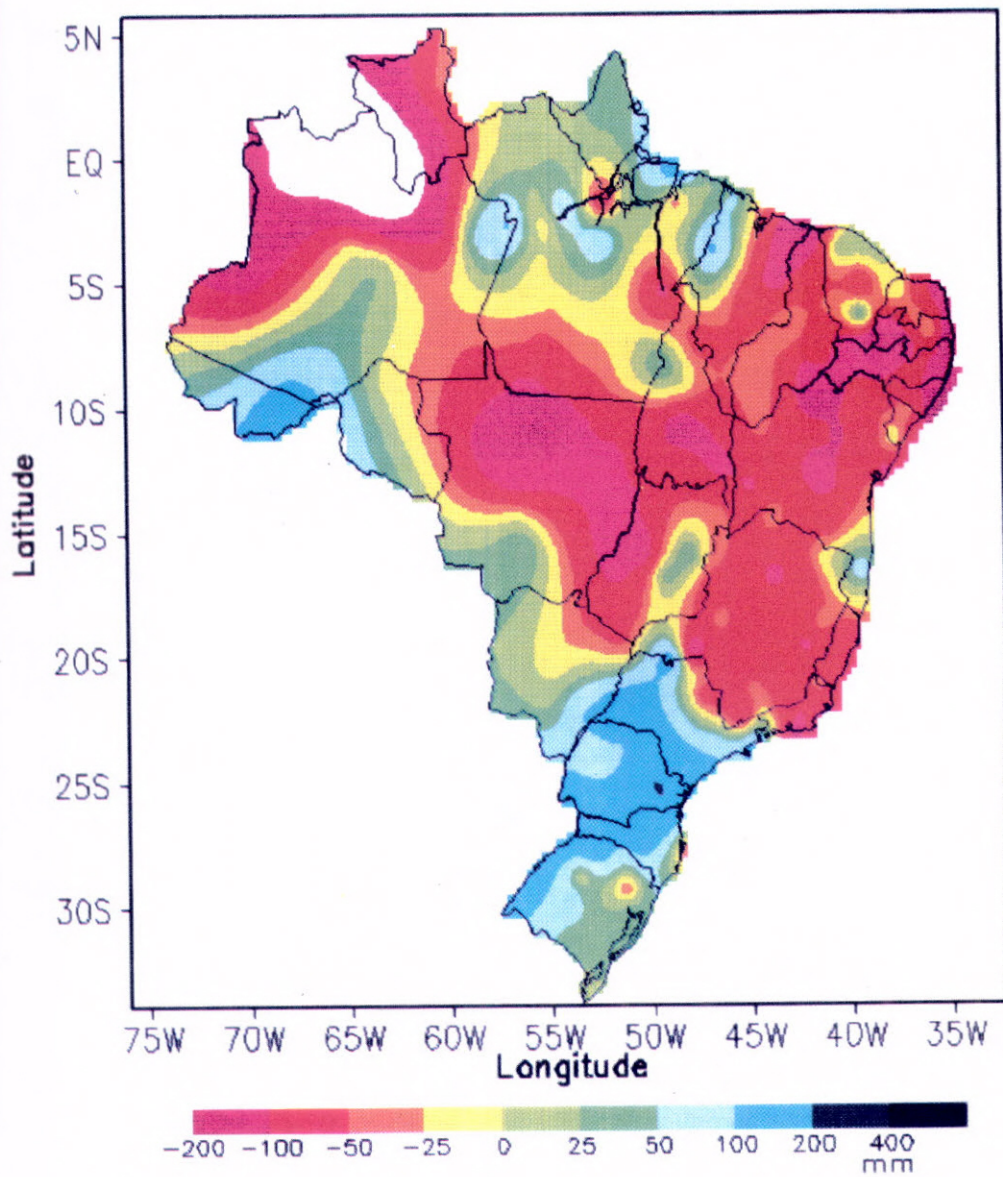


Fig.3.3.- Anomalia de precipitação sobre o Brasil, de março de 1998, mostrando que em Roraima ocorreu um déficit de chuvas nesta época.

Fig.3.3.- Precipitation anomaly for Brazil, March 1998, showing that Roraima had a deficit of precipitation during the fire event.

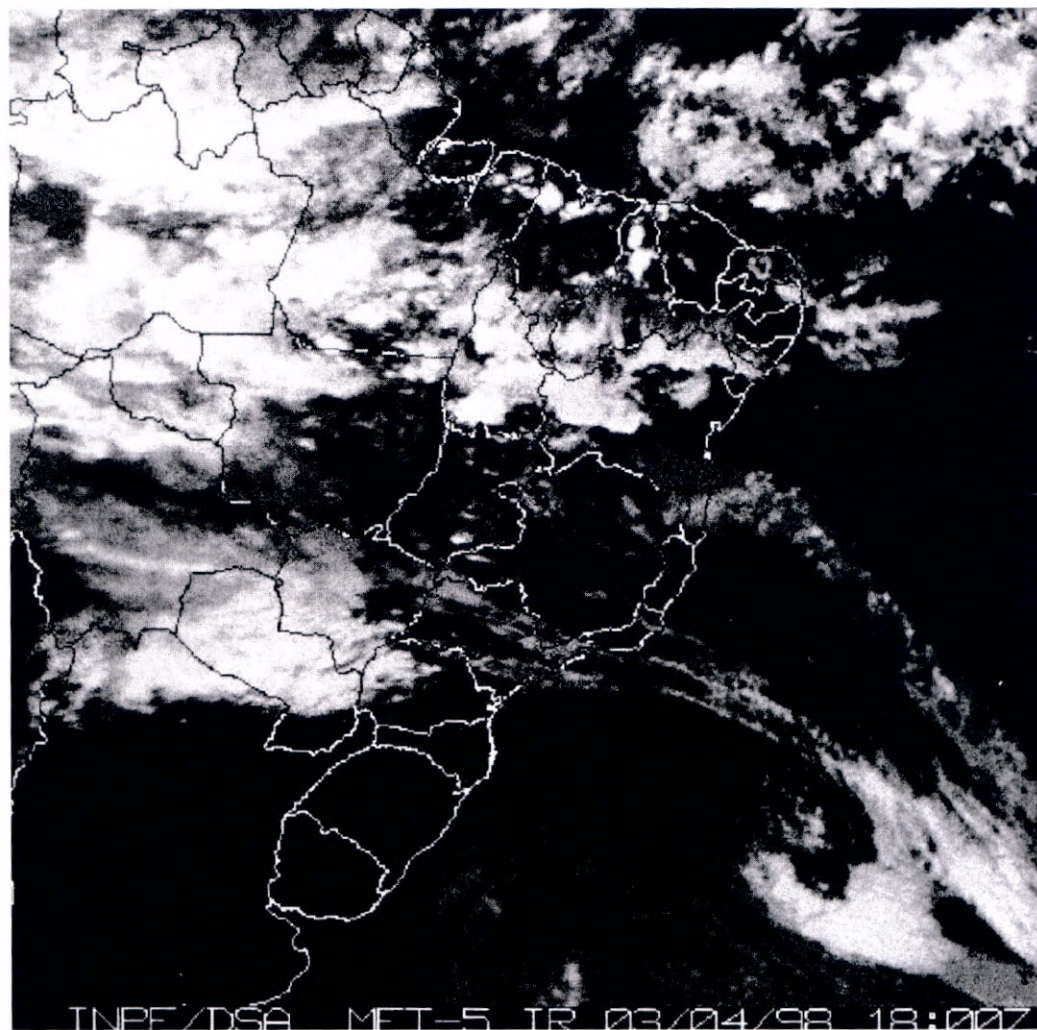


Fig.3.4.- Imagem do satélite Meteosat-5, no infravermelho, sobre o Brasil, no dia 3 de abril de 1998, obtido às 18 Z, mostrando muitas nuvens sobre Roraima. Foi no período em que começaram as chuvas na região, debelando as chamas.

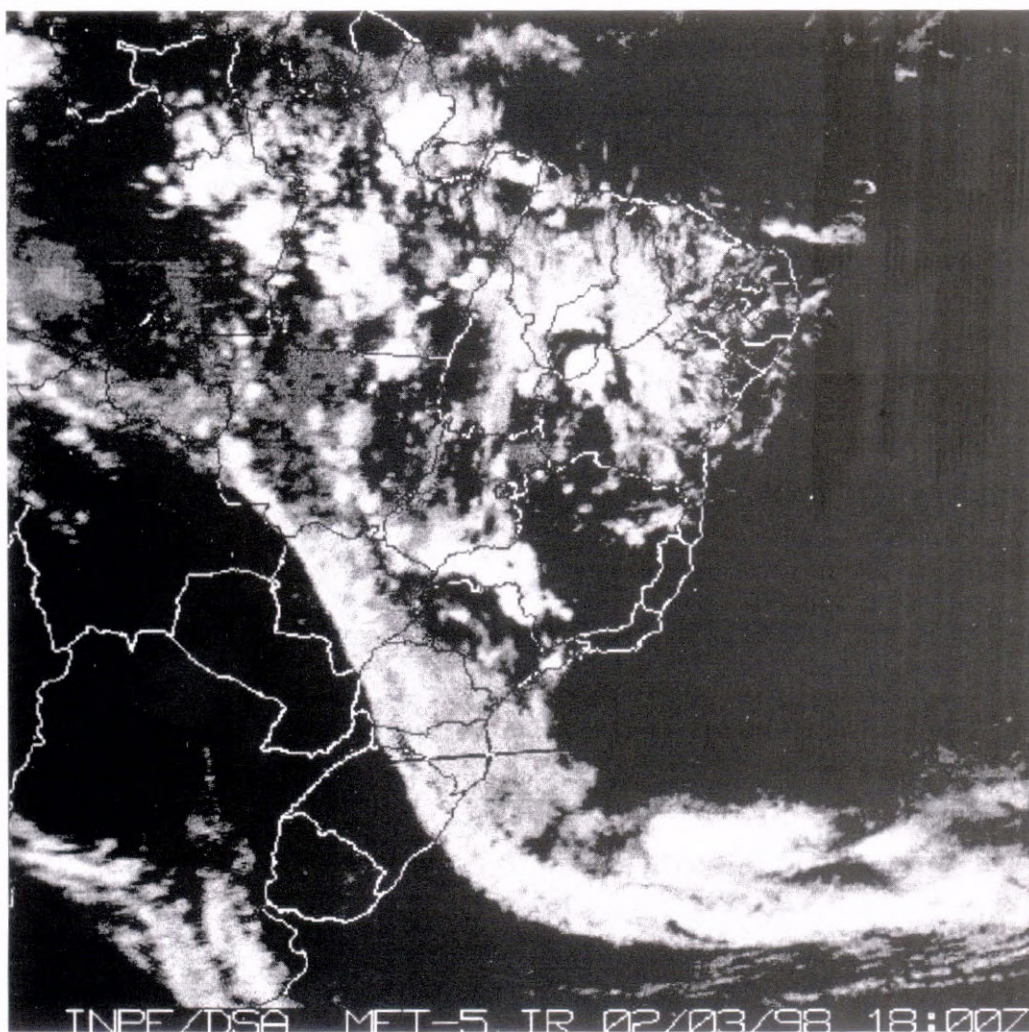


Fig.3.5.- Imagem do satélite Meteosat-5, no infravermelho, sobre o Brasil, no dia 2 de março de 1998, período crítico em Roraima, mostrando algumas poucas nuvens apenas mais ao sul do Estado.

Fig.3.5.- Meteosat-5 satellite image in the infrared Brazil, on March 2, 1998, the critical period of the Roraima fire, showing only a few clouds more to the south of the State.

CAPÍTULO / CHAPTER

4

O MEGAINCÊNDIO DE RORAIMA

Os piores efeitos da tragédia foram sentidos pela população de Roraima no final de março de 1998. Havia então muita fumaça, calor de 40 °C (leia-se graus Celsius) e baixa umidade relativa do ar. Dormia-se mal à noite, pois a fumaça e a poeira prejudicavam a respiração. Os olhos lacrimejavam e as mãos e garganta estavam sempre secas. Os jornalistas brasileiros e estrangeiros enviados ao Estado para a cobertura do incêndio florestal registraram o sofrimento dos próprios colegas com os efeitos da queimada. Para verificar e documentar os eventos, além da fumaça e do calor, enfrentavam ainda as dificuldades do transporte de longas distâncias, percorridas quase sempre em condições precárias.

O governador Neudo Campos, em fevereiro, decretou estado de calamidade pública no estado de Roraima, neste momento mais pela seca do que pela intensidade das queimadas. No dia 14 de março de 1998, o jornal "**O Estado de São Paulo**" noticiou o incêndio de Roraima com destaque, quando as queimadas já haviam

THE WILDFIRE OF RORAIMA

The worst effects of the tragedy were felt by the *Roraima* population at the end of March of 1998. There was a lot of smoke, the heat reached 40°C (40 degrees Celsius), and very low humidity. Nobody could sleep well, at night, since the smoke and dust in the air made respiration difficult. The eyes were always wet, hands and throat always very dry. The national and foreign correspondents sent to the State to cover the news of the large wildfires documented the suffering of their peers. To cover and document the fires, in addition to the heat and the smoke, they had also difficulties in finding adequate transport, which was almost always made in precarious conditions.

The Governor Neudo Campos, in February, declared the state of public calamity in all State of *Roraima*, at that moment much more because of the extreme dryness of the region, than because of the intensity of the fires. Only on March 14, the national Newspaper "**O Estado de S. Paulo**" reported the *Roraima* wildfire with big headlines, when the wildfires had already become alarmingly large. After this, all the larger newspapers

adquirido uma proporção de tamanho e duração alarmantes. A partir de então, todos os jornais do Brasil e do mundo, dedicaram enorme atenção ao fenômeno. Pode-se dizer, sem dúvida, que **nenhum incêndio de grandes proporções ocorrido antes no Brasil, causou tanto interesse na imprensa falada, escrita, e televisiva.** Foi grande o número de jornalistas de jornais nacionais e estrangeiros que visitaram Roraima. O número de políticos de Brasília que visitaram o Estado nesta época, também foi grande.

A vegetação em Roraima apresenta dois ecossistemas preponderantes: o cerrado ou savana, que consiste de vegetação de baixa estatura e de pouca massa, isto é, capim, arbustos, e pequenas árvores (com várias subdivisões, dependendo do autor, tais como savana gramíneo-lenhosa, savana parque, savana estépica, etc.) e a floresta tropical úmida, geralmente incluindo árvores de grande estatura e massa. A região de floresta ainda intacta é majoritária, ocupando 71,3% da área do Estado, com 160.526,4 km². A região de cerrado cobre os restantes 28,7% do Estado de Roraima, principalmente na região nordeste (ver Figura 1.1 e 5.1). Com a ocorrência grave da seca, e antevendo a possibilidade de expansão de queimadas, a partir do final de janeiro, o IBAMA não mais emitiu licenças especiais para queimadas agrícolas no Estado. A

of Brazil and from abroad have documented the event with daily reports, dedicating enormous efforts in this. One can state, without any doubt, that **no other wildfire of large proportions in Brazil, caused so much interest in the press, radio and TV, ever.** There was a large number of newsmen, national and from abroad, who visited *Roraima* during the episode. Also, a large number of Brazilian politicians visited the State during the March event.

The Roraima vegetation can be classified in two basic types: cerrado or savanna, and the tropical rainforest. The cerrado consists of vegetation of lower stature and small mass, that is, grass, shrubs, and small trees (with several subdivisions depending on the author, such as savanna park, savanna steppe, savanna with scattered trees, etc.). The rainforest is generally formed by larger trees with large masses. The still intact forest area is the largest component in the State. It covers an area of 160,526.4 km², or 71.3% of the total State area. The remaining 28,7% is covered with the cerrado vegetation, especially in the northeast part of the State (see Figures 1.1 and 5.1). With the development of the severe dryness, and anticipating the possibility of burnings, the Government Environment agency IBAMA, no longer gave special permissions for open field burnings at the end of January 1998. This was anticipating possible additional

preocupação tinha base na previsão de intensificação da seca provocada pelo fenômeno El Niño, o aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico Tropical Leste, que desencadeia um processo de interferência climática em várias regiões do Planeta (ver Capítulo 3).

A catástrofe do mês de março

No início de março, a falta de chuva mostrava uma paisagem muito desoladora (ver Figuras 3.5 e 3.3). A queda do nível dos rios deixava transparecer bancos de areia, antes encobertos pelo volume normal das águas. O maior rio de Roraima, o Rio Branco, com suas vertentes na Serra de Pacaraima, ao norte, e desembocadura no Rio Negro, no Estado do Amazonas, ficou com uma profundidade de apenas 35 centímetros em alguns pontos. O lago natural do Parque Anauá, em Boa Vista, com 3 mil metros quadrados e capacidade para 100 milhões de litros, havia secado por completo. A imagem do satélite NOAA do dia 8 de março, mostra um conjunto de focos de queimadas na região central do Estado, a noroeste de Boa Vista (**Figura 4.1**).

Já em meados de março, a estiagem em Roraima revelava-se uma das piores dos últimos 15 anos, trazendo forte prejuízo à economia do Estado. Segundo o governador Neudo Campos, as

problems resulting from effects of El Niño, the anomalous heating of the east Pacific waters, which was causing large climatic perturbations at several places at Planetary scales (see also Chapter 3).

The March catastrophe

The lack of rainfall during the first half of March resulted in a desolated landscape (see Figures 3.3 and 3.5). The lowering of the river levels made visible many sand banks, normally covered by the waters. As mentioned, the largest *Roraima* river is the *Branco*, with its affluents from the *Pacaraima* mountain system, then joins the Negro river in the State of Amazonas in the south. It was left with its water level to only about 35 cm deep at some points. The natural lake of the *Anauá* Park, in *Boa Vista*, with an area of 1,172 square miles, and with a volume capacity of 100 million liters, was completely dry. The NOAA satellite image of March 8 shows a set of fire foci in the central region of the State, to the north-east of *Boa Vista* (**Figure 4.1**).

Around mid March, the dry season of *Roraima* proved to have become one of the most severe of the last 15 years, bringing with it great hardship for the local economy. According to Governor Neudo Campos, the estimated losses amounted already to about US \$ 12 million. The largest crisis

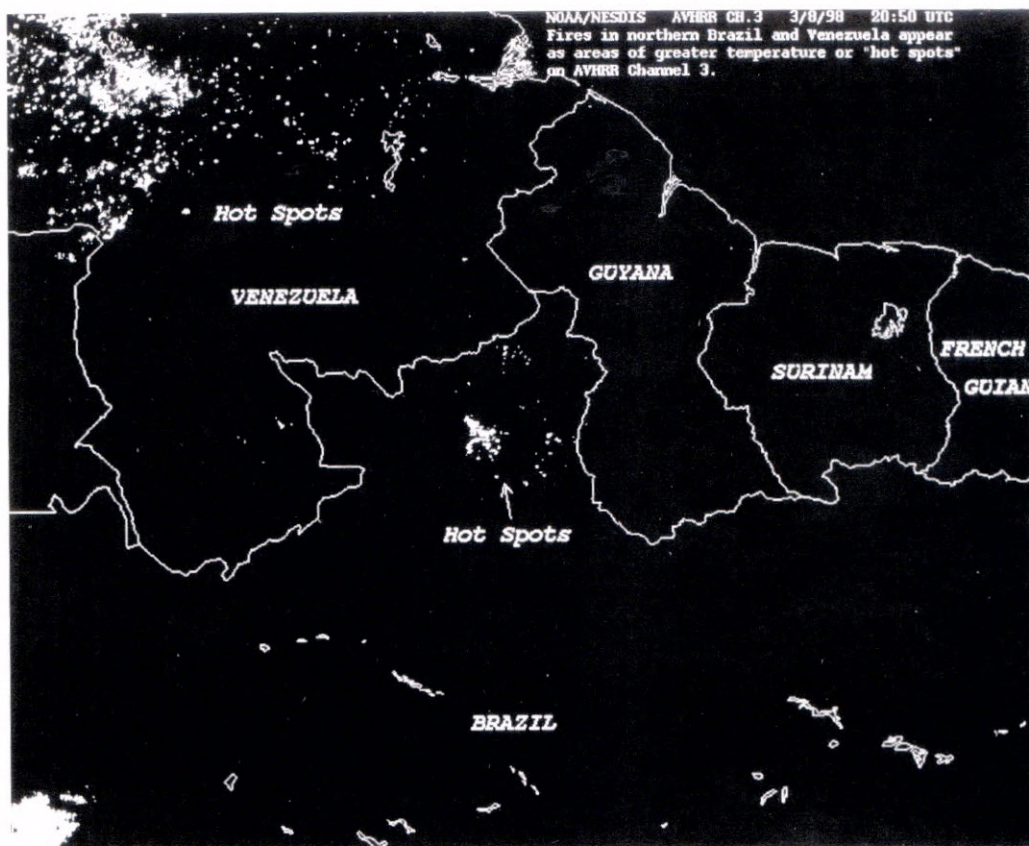


Fig.4.1.- Imagem de satélite do sistema NOAA, com resolução de 4 km, para o dia 8 de março de 1998, início da fase mais dramática do incêndio de Roraima. Canal 3 do infravermelho do instrumento AVHRR. Roraima está situada bem no certo da imagem. Os focos estão mostrados como pontos brancos em fundo preto. A maior parte dos focos neste dia está a noroeste de Boa Vista.

Fig.4.1.- NOAA satellite image, with resolution of 4 km, for March 8, 1998, beginning of the most dramatic period of the Roraima fires. Channel 3 of the AVHRR infrared data. Roraima is located right in the center of the image. The fire foci are shown as white dots on a black background. The majority of the on this mday is north-west of Boa Vista.

perdas estimadas eram de R\$ 10 milhões. A crise vinha se abatendo principalmente sobre a agricultura e a pecuária. As queimadas, como consequência trágica da seca, aumentaram o quadro de prejuízos. Nas regiões sul e norte do Estado, segundo cálculos do governo, cerca de 12 mil cabeças de gado morreram de fome e de sede. Rios e igarapés secaram, e em oito dos 15 municípios do Estado o abastecimento de água estava totalmente comprometido. O município de Pacaraima, última cidade brasileira ao norte na fronteira com a Venezuela, com população de 4 mil habitantes, sem uma gota d'água, foi socorrida pela cidade venezuelana vizinha, Santa Elena do Uairém. As imagens do satélite NOAA de 23 e 29 de março, mostram um grande conjunto de focos de queimadas a leste do meridiano de 62 °W, ao norte de Boa Vista (Figura 4.2 e 4.3).

No dia 26 de março, a capital Boa Vista e a BR-174 amanheceram encobertas pela fumaça. A visibilidade era de apenas 30 metros e os carros circulavam com os faróis acesos. Nos aeroportos eram permitidos somente os vôos por instrumentos. Os helicópteros da grande operação no Estado não podiam voar. Na Vila de Apiaú, cerca de 350 homens permaneciam no combate ao fogo. Setenta soldados da Companhia de Fuzileiros da Selva enfrentavam as chamas na reserva lanomâmi, e

was on the agriculture and ranching community. With the addition of the wildfires, the hardship had worsen. According to Government calculations, in the extreme north and south of the State, around 12 thousand cattle had died from thirst and hunger. Rivers and small creeks had dried out, and in 8 out of the 15 counties there was no more water to be supplied to the population. The county of *Pacaraima*, last frontier region to the north, borderline with Venezuela with a population of 4 thousand, without a drop of water, was helped by the Venezuelan nearest city *Santa Elena do Uairem*. The NOAA satellite images for March 23 and 29, show a large amount of fires east of the 62°W meridian, to the north of Boa Vista (Figures 4.2 and 4.3).

The capital *Boa Vista* and the federal highway BR-174, woke up on March 26 covered by smoke. The visibility was only about 30 meters, and the cars could only circulate with their lights on. Only flights by instruments were allowed at the airport. This did not allow the helicopters, engaged in the fight against the fires, to operate. In the town of *Apiaú*, about 350 men stayed fighting the fires. 70 soldiers of the Forest Company were fighting the fires that approached the lanomâmi reserve, and another 12 worked in the lower *Mucajai* region. The 53 fire-fighters that arrived recently from the State of *Minas Gerais* went more to the south, in the region of *Caracaraí*.

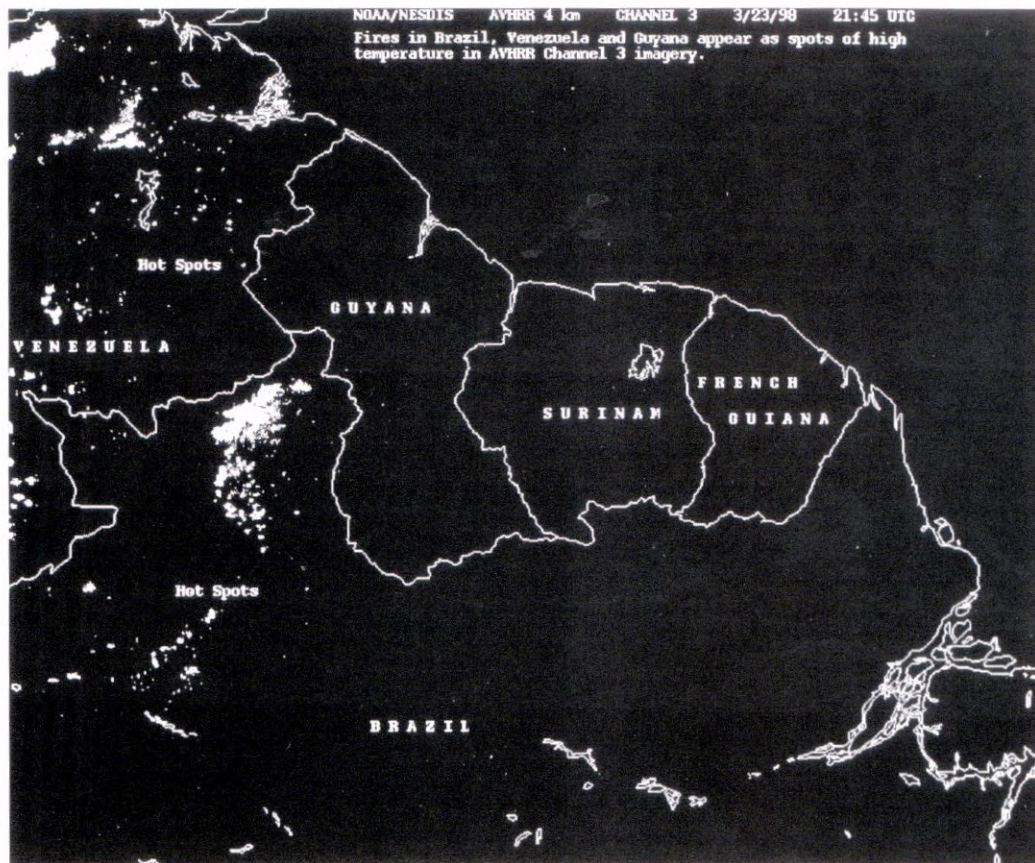


Fig.4.2.- Imagem, como a anterior, para 23 de março de 1998, já na fase final do evento. Roraima está situada na parte esquerda da imagem, com muitos focos a nordeste do Estado.

Fig.4.2.- Satellite image, as before, for March 23, 1998, already in the final stage of the fire episode. Roraima is located on the left part of the image, with a large number of fires north-east of the State.

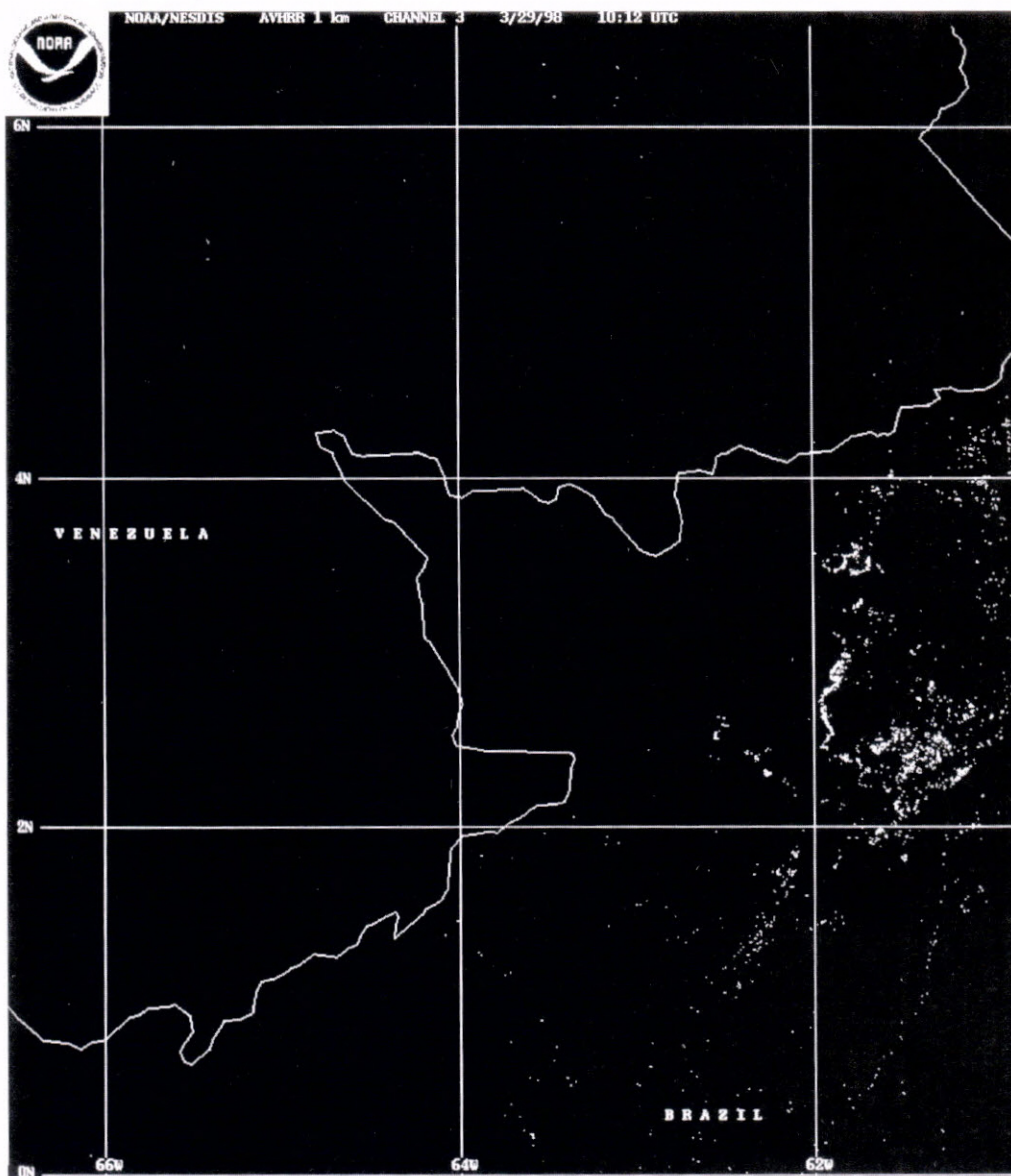


Fig.4.3.- Imagem, como a anterior, mas em tamanho ampliado, mostrando resolução de 1 km, com vários focos também na região nordeste do Estado, a leste do meridiano de 62 W. Notar que a oeste, isto é, região de floresta tropical úmida, há menos focos.

Fig.4.3.- Satellite image as before, but enlarged, showing resolution of 1 km, with several fire foci in the north-east region of the State, east of the meridian 62° W. Note that in the west, that is, in the region of the tropical rain forest, there are a smaller number of fire foci.

outros 12 trabalhavam no Baixo Mucajáí. Os 53 bombeiros recém-chegados de Minas foram para Caracaráí, mais ao sul.

Em Boa Vista, os hospitais estavam lotados de pacientes com problemas respiratórios. Em apenas três dias, mais de 500 pessoas foram atendidas, cinco vezes a média em períodos normais, sendo que 60% dos casos eram de doenças respiratórias provocadas pela inalação de fumaça. Na falta de leitos, muitas pessoas foram tratadas em casa. Médicos cubanos que estavam em Roraima para implantar o programa Médico de Família, de medicina preventiva, abandonaram suas atividades para dar assistência às vítimas de intoxicação. "Jamais imaginei que algum dia pudesse estar no meio de tamanha tragédia", disse o médico Osmel Rodrigues, deslocado junto com a colega Mabel Suarez, para dar assistência às vítimas de Apiaú.

Um estudo climatológico da região foi solicitado ao INPE através de seu Diretor Marcio Nogueira Barbosa. Enquanto Roraima ardia em chamas, em Brasília, no dia 27 de março, especialistas reunidos com representantes do governo federal chegavam à conclusão que o maior aliado no combate ao incêndio seriam as chuvas. Apesar de historicamente o mês de abril ser o início do período de chuvas, havia o risco de maior erro na previsão, pois o fenômeno El Niño vinha alterando o regime de chuvas no

The hospitals were crowded in the Boa Vista area, with patients that had mostly respiratory problems. In only 3 days, more than 500 persons were treated, 5 times the normal amount, with 60% of the cases being respiratory problems by inhalation of smoke. Several patients had to be treated in their homes because of the lack of space in the Hospitals. Two medical doctors from Cuba, visiting the State in a preventive family medicine program, had to interrupt their program to help assisting the needed. The medical doctor Osmel Rodrigues stated that "I never could have imagined that I would be part of such a huge tragedy". He, and his colleague doctor Mabel Suarez were sent to give assistance to the victims of Apiaú.

INPE was asked to provide a climatological study of the region through its Director Marcio Nogueira Barbosa. The most important allies to give an end to the fires in Roraima are the expected seasonal rains. This was the conclusion of a meeting in Brasilia on March 27, when specialists met with Federal Government representatives to discuss the Roraima situation. Normally, it is during the month of April that the rains start in the region. But there was a larger possibility of error, because of the interference of the phenomenon El Niño, which changed the rain pattern in the north of Amazonia, according to information of Gilvan Sampaio, CPTEC specialist at

norte da Amazônia, conforme informou Gilvan Sampaio do CPTEC do INPE. A imagem do satélite NOAA do dia 29 de março, mostra ainda um grande número de focos de queimadas ao norte e a oeste de Boa Vista, mas nenhum foco dentro da floresta na parte oeste do Estado (**Figura 4.3**). Mas as chuvas vieram no final de março, e com isto o fim do incêndio.

A ação do Estado

As ações do governo do Estado contra a seca, e do IBAMA no combate ao fogo, mostravam-se ineficazes diante da magnitude da tragédia climática. Faltavam equipamentos e água para debelar os focos de incêndio. Em meados de março, o superintendente do IBAMA, Ademir dos Santos, fez apelos nas emissoras de rádio do Estado para que os colonos não incendiassem os pastos, mesmo tendo proibido a queimada meses antes. Cerca de R\$ 2 milhões haviam sido gastos até aquele momento com a seca. Os recursos foram utilizados na abertura de 4 mil açudes e poços artesianos. O governo local clamava ao governo federal a liberação de recursos da ordem de R\$ 12 milhões.

A tragédia em Roraima começava a desencadear trocas de acusação entre os dois governos. Neudo Campos alegava demora no repasse de recursos e insensibilidade para a situação no Estado. O senador Romero Jucá (PFL), em defesa do governo

INPE. The NOAA satellite image of March 29 still shows a large number of fire pixels to the north and west of Boa Vista, but no sign of fires in the forest areas, to the west of the state (**Figure 4.3**). But the rains came at the end of March, and with it the fires disappeared.

Action items by the State

The efforts of the State Government against the dryness and of IBAMA against the fires proved to be inefficient given the magnitude of the climatic tragedy. Specialized equipment and water were not enough to fight the fires. In mid March, the IBAMA director Ademir dos Santos went to the local radio stations and pleaded for the population not to make any additional fires, in spite of the fact that this had been already prohibited. Up to that moment, about US \$ 2.4 million had been spent for relieving the dry spell. These resources were used to open up 4 thousand water ponds and wells. The local Government made several attempts to obtain additional resources, US \$ 14.4 million, from the Federal Government.

The tragedy of *Roraima* at this point started to generate friction between the two Governments, the State and the Union. Neudo Campos complained about the delays in obtaining Federal resources, accusing the Federal Government of being insensitive. Senator Romero Jucá, of the Liberal Front Party, in defense of the Union

federal, afirmava que o governo local agia com fins eleitoreiros não tendo encaminhado corretamente os pedidos de recursos. Ao mesmo tempo, o prefeito de Caracarái, Antônio Reis, um dos municípios mais afetados pela seca, se dizia injustiçado por não ter recebido recursos do Estado, pelo fato de não pertencer à aliança política de sustentação do governador.

Enquanto era travada uma verdadeira guerra política nos bastidores, o Corpo de Bombeiros e a 7ª Brigada de Infantaria da Selva, do Exército, não poupavam esforços para debelar o fogo em várias frentes. A reserva indígena dos *lanomâmi*, até então fora do alcance dos incêndios, começava a ser atingida. A situação mais crítica, no entanto, estava nas imediações de Mucajaí, município a 80 quilômetros de Boa Vista. Todo esforço e empenho dos bombeiros e do Exército eram insuficientes. As frentes do fogo chegavam a 6 quilômetros de comprimento. Centenas de pessoas estavam desabrigadas com a destruição de casas e plantações.

Diante do quadro catastrófico, representantes do governo federal foram ao encontro do governo de Roraima. O representante da Secretaria de Políticas Regionais Marcos França, Pedro Sanguinelli da Defesa Civil, e Geovani Cornacha, do IBAMA, sobrevoaram as regiões atingidas pelo megaincêndio e deixaram o Estado com a promessa de

explicou que o governo local estava agindo por motivos políticos, e que os pedidos de recursos não haviam sido encaminhados corretamente. Na mesma época, Antônio Reis, o prefeito do município de Caracarái, uma das áreas mais afetadas pela seca, estava reclamando com o Estado de não ter recebido ajuda, em sua interpretação, porque ele não fazia parte da aliança política liderada pelo governador.

Enquanto uma verdadeira batalha política se travava nas sombras, os bombeiros e a 7ª Brigada de Infantaria da Selva, do Exército, não poupavam esforços para debelar o fogo em várias frentes. A reserva indígena dos *lanomâmi* permanecia intocada pelos incêndios, mas estava ficando cada vez mais próxima. A pior situação, porém, ocorreu nas proximidades de Mucajaí, a 80 km da capital Boa Vista. Todos os esforços dos bombeiros e do Exército foram insuficientes. As frentes do fogo chegaram a 4 milhas. Centenas de pessoas foram expulsas de suas casas, com destruição de edifícios e plantações.

Após se transformar em uma catástrofe, o governo federal enviou uma delegação ao Estado de Roraima. O secretário de Políticas Regionais Marcos França, Pedro Sanguinelli da Defesa Civil e Geovani Cornacha do IBAMA, sobrevoaram a região afetada e deixaram o Estado prometendo enviar mais recursos. A Defesa Civil imediatamente

recursos. A Defesa Civil de imediato disponibilizou R\$ 2 milhões.

No relatório entregue no dia 18 de março, pelo coordenador José Carlos de Moraes, do Sistema Nacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais (Prevfogo) do IBAMA, à Defesa Civil e ao governo do Estado, foram estabelecidas quatro zonas prioritárias de combate ao incêndio: Amajari, onde se encontra a reserva indígena dos *lanomâmi*; Alto Alegre, Mucajai e Iracema. Estas regiões situam-se a noroeste de Boa Vista, a cerca de 10 quilômetros, com vegetação predominantemente de cerrados. O superintendente do IBAMA, Ademir dos Santos, acreditava que o incêndio na reserva dos *lanomâmi* ainda era controlável, não havendo necessidade de ser incluída entre as áreas prioritárias.

Por trás dos números estimados da extensão do incêndio, revelava-se uma nítida divergência entre os governos estadual e federal. O governo federal acreditava que o incêndio de Roraima já havia consumido 3% da área do Estado. Em outras palavras, 6.700 quilômetros quadrados ou 4,5 vezes a área da cidade de São Paulo. O governo do Estado falava em 52 mil quilômetros quadrados de área atingida, ou 21,7% da área do Estado, enquanto o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), fazia uma estimativa intermediária entre 27 e 37 mil quilômetros quadrados (*Folha de S. Paulo*, 21-03-98, cotidiano).

provided help in the amount of US \$ 2.4 millions.

The coordinator of the National System of Prevention and Forest Fire fighting of IBAMA, called Prevfogo, delivered on March 18 to the Civil Defense and the State Government a report on the situation, with an action plan. Four priority areas were defined for the fire fighting actions. Amajari, where the *lanomâmi* Indian reserve is located; Alto Alegre, Mucajai, and Iracema. These areas are located about 6 miles north-west of Boa Vista, in a cerrado environment. The IBAMA superintendent Ademir dos Santos believed that the situation in the *lanomâmi* reserve was still under control, and that it was not necessary to include this area in the priority list.

A clear lack of coordination could be observed between the local and Federal Governments, from the numbers estimated about the damages caused by the wildfires. The Federal Government considered that about 3% of the State had been consumed already by the fires. In other words, 2,616 square miles, or 4.5 times the area of the city of Sao Paulo. The State Government was working with an estimate of 20,310 square miles, or roughly 21% of the State area, while the National Institute of Amazonian Research, INPA, had an intermediary value of between 10,546 and 14,452 square miles (values published in *Folha de S. Paulo*, March 21, 1998).

Bombeiros do Brasil e do exterior socorrem Roraima
Fire fighters from Brazil and abroad help Roraima

Resumo do efetivo de Bombeiros
Fire fighter numbers

ORIGEM DOS BOMBEIROS* <i>Origin of the fire fighters*</i>	QUANTIDADE <i>QUANTITY</i>
Exército / Army	578
Força Aérea Brasileira / Brazilian Air Force	15
Estado de Roraima / <i>Roraima State</i>	62
Minas Gerais / Minas Gerais	68
Distrito Federal / Brasília	274
Rio de Janeiro / Rio de Janeiro	100
Paraná / Paraná	76
Rio Grande do Sul / Rio Grande do Sul	61
Ceará / Ceará	44
Goiás / Goiás	50
São Paulo / São Paulo	2
Amazonas / Amazonas	30
Argentina / Argentina	130
Venezuela / Venezuela	180

*Fonte/Source: *Folha de S. Paulo*, de 31-03-98, Cotidiano pg.5

Os comandos de combate ao incêndio em Roraima divergiam com relação ao tempo necessário para debelar o fogo, mas concordavam em um ponto: a necessidade de mais pessoal especializado, de reforço. Diante da situação, o governador Neudo Campos partiu em busca da ajuda de outros Estados. Minas se prontificou, enviando imediatamente 53 bombeiros (de um total de 68, ver Tabela acima com o Resumo do Efetivo de Bombeiros).

The leaders of the fire fighting units diverged with respect to the time necessary to extinguish the fires, but agreed in one point: The need of more specialized people. The Governor then directed his pleas to the other States of the nation, and got immediate help from *Minas Gerais*, sending 53 fire fighters (from a total of 68, see above Table).

In the *Prevfogo* assessment, an even larger

Na avaliação do Prevfogo, seria necessário um maior contingente de homens treinados para enfrentar as chamas de Roraima. O Corpo de Bombeiros do Estado colocou 62 homens no combate ao fogo. No dia 18 de março, foram enviados 88 bombeiros do Distrito Federal. Era o começo da ajuda de outros estados a Roraima, na difícil tarefa de debelar os focos de incêndio. No mesmo dia, o governo federal autorizou a liberação de R\$ 2 milhões para Roraima.

No dia seguinte, 19 de março, a secretária de Recursos Naturais da Argentina, Maria Julia Alsogaray, anunciou o envio de força especializada no combate ao incêndio, com bombeiros e helicópteros. Apesar da chegada de bombeiros vindos do Distrito Federal e de vários outros estados, os combatentes em Roraima davam sinais de desânimo. Os índios *lanomâmi* estavam alarmados com o avanço do fogo na reserva.

Além da ajuda da Argentina, a Venezuela enviou 180 bombeiros, dois helicópteros e um avião de apoio ao norte do Estado, nas proximidades da cidade de Pacaraima. Na Vila de Apiaú, principal pólo agrícola do Estado, onde a situação se agravava, atuavam centenas de bombeiros. Em uma área de fazendas, o fogo foi controlado, mas se alastrava em direção a uma serra próxima, onde helicópteros argentinos jogavam

contingent of men would be needed, with well trained people, to face the huge wildfires. The State fire fighters in action already summed 62. In addition, Brasilia sent 88 more men on March 18. This was an effective way of help from other States. Also, on the same day the Federal Government sent US \$ 2.4 million to *Roraima* for fighting the fires.

On March 19 the Natural Resources Secretary of Argentina, Maria Julia Alsogaray, announced a contribution of specialized fire fighters and helicopters. Despite the arrival of fire fighters from Brasilia and several other Brazilian States, the general moral of the fire fighters in action was very low. The *lanomâmi* Indians were alarmed with the fire advances towards the reserve.

In addition to the help received from Argentina, Venezuela also sent 180 fire fighters, two helicopters and one support aircraft to the north of the State, near the city of *Pacaraima*. In the town of *Apiaú*, the main agriculture center of the region, the situation got worse, despite the work of hundreds of fire fighters. In an area of several farms, the fires were controlled, but the remaining fire foci were spreading towards the mountains. The Argentinian helicopters were dumping water in this area.

The fire fighting strategies were not working. In the forest areas, the water dumped by the

água sobre os novos focos de incêndio.

As estratégias de combate ao fogo estavam prejudicadas. Nas áreas de floresta, as substâncias lançadas por helicópteros eram retidas pelas copas das árvores, impedindo-as de chegar ao solo, onde o incêndio se alastrava pela vegetação rasteira. Nas savanas, os ventos fortes e a baixa umidade relativa do ar dificultavam os trabalhos dos bombeiros. A velocidade média dos ventos era de 50 quilômetros por hora, com rajadas de até 100 quilômetros por hora. A umidade do ar estava em torno de apenas 32%, quando o normal esperado é de 70 a 80%. O fogo propagava-se de leste para oeste, ameaçando as reservas indígenas localizadas a oeste do Estado.

O incêndio atinge as reservas indígenas

Os índios *Ianomâmi* também sofreram com as queimadas que invadiram territórios indígenas. Cercados pelas chamas, índios *Ianomâmi* de *Mucajái* e *Ajarani* fugiram para áreas remotas da selva. O maior foco de incêndio estava na fronteira das terras indígenas com a Vila de *Apiaú*. Segundo a organização não-governamental Coordenação de Criação do Parque *Ianomâmi*, 300 índios estavam fugindo das malocas no posto *Demini*, a oeste do Estado.

helicópteros was being retained by the very dry forest canopy, never reaching the ground where the fires were. In the cerrado region, the work was being halted by the very low humidity situation and the strong winds. The average wind velocity reached 31 miles per hour, with episodes of 62 miles per hour. The relative humidity was only near 32%, when normal values are between 70 and 80%. The fire was propagating from east to west, now becoming a threat to the Indian reserve of the *Ianomâmi*.

The wildfires reach the Indian reservations

The *Ianomâmi* Indians also suffered from the wildfires, which actually invaded their land. The Indians of the *Mucajái* and *Ajarani* areas were surrounded by the fires, and fled to more remote forest areas. The largest group of fires was near the border of the Indian lands next to the town of *Apiaú*. According to the non governmental organization Coordination for the Creation of the *Ianomâmi* Park, 300 Indians were on the run from their villages, in the west of the State.

The fire was now advancing 19 miles inside of the *Ianomâmi* reserve, dispersing not only the Indians themselves, but also the animals normally hunted for food. Not used to stocking food, the Indians had starving days. The Indian *Rui Xirixana* complained that

O fogo avançava 30 quilômetros adentro da reserva lanomâmi, afugentando não somente os índios, mas também a caça. Os índios, não habituados ao estoque de alimentos, passaram fome. O índio Rui Xirixana reclamava que tinha que passar três dias ou mais para encontrar caça, o principal alimento da grande família, que inclui ainda os sogros e os cunhados. Os lanomâmi são povos nômades, que vivem em busca de regiões onde a caça é farta. A produção de roçado perdida com o fogo era o suficiente apenas para abastecer de forma imediata as famílias lanomâmi. A 100 quilômetros de Boa Vista, índios Mucuxi e Taurepang, à beira da BR-174, também sofreram com os efeitos da seca. Após seis meses sem chuva, plantações de laranja, tangerina e mandioca foram destruídas. A muito custo se conseguia caçar, e os trabalhos temporários nas fazendas próximas estavam escassos.

Na região de Apiaú, a 120 quilômetros de Boa Vista, a situação era grave. Cerca de 180 bombeiros de três Estados lutavam contra labaredas de até 10 metros de altura. Eles utilizavam abafadores de fogo e bombas de água portáteis, carregadas nas costas. O fogo começava a se propagar para as áreas de floresta e os bombeiros preocupavam-se também com os focos já debelados, pois naturalmente poderiam ser

he had to go out for three additional days to succeed in hunting, to feed his large family that includes father and brothers in law. The *lanomâmi* are nomad tribes that move around in search for good hunting sites. The small agriculture production was now lost to the fires, and could not even be used for the immediate needs. Finding refuge aside of the BR-174 highway, 62 miles from Boa Vista, Indians *Mucuxi* and *Taurepang* were paying their price to the dryness and wildfires. Now, after 6 month of very dry conditions, orange, tangerine, and manioc plantations were totally destroyed. It was much more difficult to hunt, and there was no temporary work at nearby farms.

In the *Apiaú* region, at about 75 miles from Boa Vista, the situation was serious. About 180 fire fighters gathered from 3 States were fighting flames 10 meters high. They used stick smothers and portable water pumps carried on their backs. The wildfires were now heading towards the forests, and the firefighters had to worry also about already extinguished fires, because in the extreme dry weather, they could be ractivated from live coal. The help obtained from Argentina, with 130 men and 4 helicopters, were cheering up the moods of general Luiz Edmundo Maia de Carvalho, coordinator of the commission formed by the Armed Forces, the State government and the Civil Defense.

reativados. A ajuda dos argentinos, 130 bombeiros e quatro helicópteros, animavam o general Luiz Edmundo Maia de Carvalho, coordenador da comissão formada por representantes das Forças Armadas, governo do Estado, e Defesa Civil.

O exército entra em ação

No dia 25 de março, por determinação do Palácio do Planalto, o Exército assumiu o comando da operação de combate ao incêndio, até então sem uma coordenação centralizada. Um novo reforço foi enviado a Roraima. Mais 500 homens foram deslocados para o Estado, totalizando um exército de 1.100 homens na guerra contra o fogo, além de 3 helicópteros do Exército e outros 2 da Força Aérea Brasileira. A essa altura, a cidade de Mucajaí, a 54 quilômetros de Boa Vista, contabilizava 200 famílias desabrigadas. O município de 11 mil habitantes estava cercado pelas chamas. A prefeita Terezinha de Jesus Dal Corrêa informou que a população, desesperada, saía de suas casas de dia e de noite, para ajudar a debelar o fogo que se aproximava da cidade. Muita gente passava fome e sede, as crianças estavam doentes. A prefeita, com recursos limitados, atuava de forma precária na ajuda à população.

Na luta contra o fogo, soldados usavam táticas de guerra na selva, descendo de corda na mata fechada e no leito do rio

The Army actions

The Army assumed the command of the fire fighting actions on March 25, through a designation of the Federal government, since so far there had not been any general coordination effort. An additional new force contingent was sent to *Roraima*, comprised of 500 men, summing up to 1,100 Army men, with 3 helicopters and another 2 from the Air Force. At this point the city of *Mucajaí*, 34 miles from Boa Vista, had 200 homeless families. The county of 11 thousand inhabitants was surrounded by the wildfire. The mayor Terezinha de Jesus Dal Correa informed that the population spent days and nights in the fight against the flames that approached the city. A number of people suffered hunger and thirst, and many children got sick. With only precarious local resources, the mayor could not give enough help to the population.

In the fight against the wildfires the soldiers used jungle war tactics. They descended into the closed forest and into the river beds hanging on ropes. All possible means of fire fighting were used, with the logistical support of the professional fire fighters. The Indians, with their knowledge of the forest trails were helping the soldiers to find their way in order to find the fire foci quicker. This help of the Indian population came only after the *Ianomâmi* chief (his name was not cited in the *Folha de*

quase seco. No combate ao incêndio eram utilizadas todas as técnicas de combate ao fogo e apoio logístico dos bombeiros. Os índios, conhecedores das trilhas da mata, passaram a auxiliar a entrada dos soldados para atingir com maior facilidade os focos de queimadas. A participação dos índios veio depois que o chefe lanomâmi (o nome deste chefe não é citado na reportagem da *Folha de S. Paulo*) sobrevoou de helicóptero a região. Ao norte do Estado, na fronteira com a Venezuela, novos focos de queimadas começaram a surgir em reservas habitadas pelos índios Mucuxi.

S. Paulo report) overflew the region by helicopter. New fire foci were developing north of the State, near the Venezuelan border, within reservations of the *Mucuxi* Indians.

CAPÍTULO / CHAPTER

5

PREJUÍZOS MATERIAIS

Agricultores do Estado contabilizaram perdas provocadas não somente pela estiagem, mas também pelas queimadas que destruíram lavouras de arroz, tomate e milho. A região mais afetada até meados de março era a centro sul, incluindo a serra na região do Apiaú, a 120 quilômetros da capital Boa Vista. Segundo a imprensa, os prejuízos ambientais com as queimadas ainda eram incalculáveis. O incêndio tomava conta de boa parte da vegetação de savana, rasteira e arbustiva, onde o fogo se alastrava com maior facilidade.

Uma equipe da ONU afirmava no início de abril, em meio à apuração da extensão dos estragos no Estado, que os dados ambientais e sócio-econômicos fornecidos pelo governo estadual estavam superestimados. O objetivo da ONU neste levantamento era elaborar um relatório sobre os estragos provocados pelo incêndio para dimensionar a ajuda que seria oferecida ao Estado e iniciar as ações mitigadoras.

Os prejuízos à economia do Estado foram estimados em R\$ 10 milhões, segundo o governo

MATERIAL LOSSES

Material losses were evaluated by the farmers of the State of *Roraima* for the long dry season harm and, in addition, the wildfires that resulted in the loss of fields of rice, tomatoes and corn. The most affected area until mid March was the central south, including the region of *Apiaú*, distant about 75 miles from Boa Vista. According to press reports, the cost of the environmental destruction in the area was very high. The huge wildfire was easily propagating in the grassy and low vegetation areas, dominating all of the cerrado area.

A United Nations commission stated in the beginning of April, during the proceedings of trying to determine the costs of the *Roraima* tragedy, that the estimates provided by the State were overestimated. The objective of the UN commission was to establish a realistic estimate of the destruction costs, in order to assess the need of the State for applying for grants to mitigate the local situation.

The costs to the State economy were estimated at US \$ 12 million, according to the State government, not including some 12

estadual, que também afirmava terem morrido de fome e de sede cerca de 12 mil cabeças de gado. O valor estipulado foi divulgado em meio aos apelos por liberação de recursos federais, tendo adquirido uma forte conotação política. Era necessário demonstrar o quadro de gravidade de Roraima. O governo estadual enfatizava o grau de dramaticidade dos estragos e a situação fora de controle, esboçando um quadro crítico, em que era imprescindível a ação do governo federal.

Números à parte, o megaincêndio de Roraima de fato deixou estragos inestimáveis que o tempo ainda se encarregará de contabilizar. As principais áreas agrícolas e pecuárias do Estado foram fortemente atingidas pelas queimadas. Não por acaso, pois os incêndios têm origem nas fazendas, onde perdura há décadas, senão séculos, a prática de atear fogo na vegetação seca na preparação da terra para o plantio. A combinação do fator climático, a grande seca estimulada pelo fenômeno de perturbação climática mundial, com as queimadas promovidas por agricultores, desencadeou a tragédia de Roraima.

O incêndio atingiu diretamente as populações rural e urbana, além dos índios, obrigados a fugir das chamas que avançaram pelas reservas. Em meados de março, o capitão da Defesa Civil, Kleber Cerquinho, relatava a fuga desesperada de animais e répteis

thousand heads of cattle that had died from hunger and thirst during the events. This sum was used for the application of financial help to the Federal government, and it was believed that it had a strong political connotation. At that point local authorities believed it to be important to dramatize the situation. Thus, the State gave strong emphasis and added some drama to the real situation, describing a critical situation which needed immediate Federal support.

Despite some exaggeration, the megawildfire of *Roraima* did indeed leave a huge destruction record, that only time will describe accurately. The major agricultural and ranching regions of the State were strongly affected by the fires. This is explained not by chance, but because of the common practice used on farms to set fire to the unwanted dry vegetation. The combination of the climatic factor, the great and long period of dryness triggered by a global climatic perturbation, with the continuation of the wildfire practices by the farmers, caused the *Roraima* tragedy.

The wildfires affected directly the urban and rural populations, and the Indians, forced to flee away from the advancing flames. The desperate escaping effort of animals and reptiles (snakes) was described by Civil Defense Captain Kleber Cerquinho. These sought refuge near roads and highways to escape the flames and intense smoke. He found a number

(cobras), que se refugiavam em direção às estradas, tentando escapar do fogo. Ele encontrou diversos bichos carbonizados em meio às cinzas, e muitos deles, desfigurados, não puderam ser reconhecidos. Antonietta Di Manso, proprietária de 730 hectares na Vila de Apiaú, disse que foram vistos 40 macacos mortos nas cercanias de suas terras.

Na mesma região, os estragos na agricultura, inicialmente provocados pela seca e mais tarde pelos incêndios, tomaram conta de plantações, deixando diversos agricultores em situação extremamente complicada. Segundo o jornal *O Globo*, do dia 29 de março, os estragos atingiram 80% das áreas plantadas das regiões norte e oeste do Estado. O agricultor Domingos Pereira da Silva, na fila para conseguir um prato de comida, perdeu 60 hectares de terra cultivada por causa do fogo. Toda sua produção de feijão, milho e mandioca foi consumida pelo incêndio. Assim como Domingos, outras 3 mil pessoas vinham há mais de quatro dias se alimentando à base de farinha e água.

Uma pessoa morreu em Iracema, atingida por uma árvore incendiada (a fonte, *O Estado de S. Paulo* de 16-03-98, página A-10, não cita o nome desta pessoa). No município de Bonfim, onde não caía uma gota d'água havia oito meses, cerca de 300 pessoas estavam sem abrigo e desamparadas. O fogo desestabilizou a vida de centenas

of burned creatures in midst of the ashes, many disfigured beyond recognition. Antonietta di Manso, a local 730 hectare land owner, informed that about 40 monkeys were found dead in her property.

In this same region, farmers were left in a terrible situation because they suffered damage twice: first with the extreme dryness, and secondly, with the burning of their plantations. According to a report of *O Globo*, of March 29, 80% of the plantations in the north and west of the State were destroyed. Farmer Domingos Pereira da Silva, in line to get a plate of food, lost 60 hectares of cultivated land because of the fires, having lost all of his beans, corn and manioc in the fires. Besides Domingos, other 3,000 people were having only *farinha* and water as their diet, during the last 4 days.

One person died in *Iracema*, hit by a falling burned tree (the source, *O Estado de S. Paulo*, of March 16, 1998, page A-10, does not inform the name of this person). In *Bonfim* county, where not a drop of water fell for the last 8 months, around 300 people were homeless. The fires destroyed the life of hundreds of families. The small farmer José Wilson, from the town of *Apiaú*, was lucky enough to have saved part of his cattle and goat herd. He did not have the same luck with his manioc plantation and *farinha* making facility. After a careful check of the remains, in midst of the ashes, his wife Erisbete

de famílias. O pequeno agricultor José Wilson, da Vila do Apiaú, ainda conseguiu salvar parte do rebanho de gado e de caprinos. Mas a sorte não foi a mesma para a casa de farinha e o roçado de mandioca. Depois de uma vistoria cuidadosa da esposa Erisbete Alves pelos escombros, a triste conclusão: nada sobrou. As duas filhas do casal estavam há 10 dias sem aula.

Na capital Boa Vista, o Hospital Infantil Nossa Senhora de Nazaré registrou, no dia 22 de março, a primeira morte por excesso de fumaça, da menina Tamires Tomé, de três meses (*O Estado de S. Paulo*, de 23-03-98, página A-8). Com coqueluche, seu quadro piorou por causa de problemas respiratórios. O Hospital vinha aumentando gradativamente o atendimento para crianças. No final de março, o atendimento nos postos de saúde aumentou cinco vezes, sendo a maioria dos casos de complicações respiratórias devido à fumaça. Na falta de leitos, doentes eram tratados em casa por médicos brasileiros e voluntários cubanos.

Os médicos foram deslocados para as áreas mais atingidas pelo fogo, onde dezenas de pessoas eram vítimas de intoxicação por fumaça. A fumaça também prejudicou os transportes, complicando a saída e a chegada por via aérea e terrestre. Os helicópteros da grande operação de combate ao fogo no Estado não puderam levantar vôo. A liberação dos vôos dependia da diminuição da

Alves sadly concluded: nothing was left. Their 2 daughters did not have school during the last 10 days.

The infant Hospital of the capital Boa Vista had its first fatal victim on March 22, ascribed to excess smoke to a girl patient Tamires Tomé, only 3 month old (*O Estado de S. Paulo*, March 23, 1998, page A-8). A mums patient, she did not resist her respiratory complications. During this time period the Hospital had a day by day increase in the number of child patients. By the end of March, the number of patients assisted was 5 times larger than normal, most of the cases being respiratory problems because of the intense smoke. In order to save space in the Hospitals, sick people were visited by Brazilian doctors and the Cuban doctor volunteers in their homes.

The doctors were sent to the areas most affected by the fires, where people needed treatment against smoke intoxication. The smoke also interfered with the transportation means, delaying the arrival and departures by air and by land. The helicopters of the large fire fighting operation in the State could not fly under heavy smoke. At each site, flight authorization depended on the visibility conditions. The lowering of the *Branco* river waters made the ferry boat service on BR-174 towards the city of *Manaus*, be slower and operate at low capacity, which produced a huge waiting line of 7 hours, during the week.

intensidade da fumaça. A baixa no nível do rio Branco fez com que a travessia de balsa na BR-174, em direção a Manaus, fosse feita com capacidade reduzida, provocando enorme fila de espera de 7 horas, durante a semana.

Além das reservas indígenas, o fogo se alastrou pela reserva florestal Niquiá, a partir de queimadas em fazendas próximas à Caracarái. A Reserva Ecológica de Maracá, de 11 mil km², a 140 quilômetros de Boa Vista, também foi atingida pelo fogo. Na Reserva de Maracá concentram-se quase todas as espécies da flora e fauna da Amazônia, como macacos, botos, onça-pintada e tamanduá-bandeira. Também na região encontra-se um sítio arqueológico ainda não explorado.

Avaliação Técnica da Área Queimada

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, fez um trabalho especial de avaliação do acontecimento de Roraima, com base em imagens de satélite, e com base em imagens videografadas a partir de uma plataforma de aeronave. Estes trabalhos, realizados pela Coordenadoria de Observação da Terra (OBT), do INPE, estão registrados em relatórios internos especiais (Estimativa da Área de Cobertura Florestal Afetada pelo Incêndio de Roraima a partir de dados de Satélite,

In addition to affecting the Indian reserves, the wildfires also spread into the forest reserve *Niquiá*, possibly from agricultural fires made on nearby farms around *Caracarái*. The ecological reserve *Maracá*, of 4,300 square miles, located 88 miles from Boa Vista, was also reached by the fires. Almost all types of Amazonian animals and flora species can be found in this reserve, and an archaeological site as yet unexplored.

Technical Assessment of the Burnt Area

The Brazilian Institute for Space Research, INPE, produced a special report to assess the burnings in Roraima, using satellite images and also using video images obtained on board a special aircraft platform. This work was performed in the Earth Observation Coordination of INPE, and the results have been published in special internal reports (in portuguese only; *Estimativa da Área de Cobertura Florestal Afetada pelo Incêndio de Roraima a partir de dados de Satélite*, INPE, janeiro de 1999; *Estimativa da Área de Cobertura Florestal Afetada pelo Incêndio de Roraima a partir da Interpretação Visual de Imagens TM Landsat*, INPE, janeiro de 1999; *Estimativa da Área de Cobertura Florestal Afetada pelo Incêndio de Roraima utilizando Dados de Multi-Sensores*, Y.E.Shimabokuro, et al., janeiro de

INPE, janeiro de 1999; Estimativa da Área de Cobertura Florestal Afetada pelo Incêndio de Roraima a partir da Interpretação Visual de Imagens TM Landsat, INPE, janeiro de 1999; Estimativa da Área de Cobertura Florestal Afetada pelo Incêndio de Roraima utilizando Dados de Multi-Sensores, Y.E. Shimabokuro, et al., janeiro de 1999). Um outro trabalho de avaliação foi divulgado pelo pesquisador do INPA/Roraima Reinaldo Imbrozio Barbosa (Avaliação Preliminar da Área dos Sistemas Naturais e Agroecossistemas atingida por Incêndios no Estado de Roraima, relatório interno de 02.04.98). Segue uma descrição resumida dos resultados mais importantes.

A **Figura 5.1** mostra o Estado de Roraima em cor avermelhada sobre fundo preto. Em tracejado branco pode-se ver a demarcação dos quadrados das imagens TM-Landsat correspondentes, e em verde, mostram-se as áreas de fogo durante vários períodos do incêndio. Os focos de fogo são aqueles registrados pelo Satélite Americano DMSP (Defense Meteorological Satellite Program), durante alguns anos usado para fins militares, mas atualmente liberado para fins civis.

A interpretação visual das imagens de satélite da área de floresta afetada pelo fogo, mostra que grande parte da destruição encontra-se em áreas de contato entre dois tipos de vegetação. A **Tabela 5.1** reproduz o trabalho da OBT,

1999). Another assessment was made independently by researcher of INPA/Roraima Reinaldo Imbrozio Barbosa (Avaliação Preliminar da Área dos Sistemas Naturais e Agroecossistemas atingida por Incêndios no Estado de Roraima, internal report of 02.04.98). In what follows we present a short summary of the main results.

Figure 5.1 shows the State of Roraima in a reddish color over a black background. In dotted white lines one can see the overlay position of the squares representing TM-Landsat images, and in green colors, a composite of the actual location of the fires are shown. The burning spots are those registered by the DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) satellite, which was used during a few years for only military applications but more recently is available for civil use.

The visual interpretation of the satellite images of the forest areas affected by the fires, shows that a large part of the destruction is found in the contact areas between two kinds of vegetation. **Table 5.1** reproduces the OBT work mentioned above, and shows the computed areas of the affected regions with different kinds of vegetation.

It can be seen from the Table that the largest affected area, of 64%, corresponds to the contact region, between the dense ombrophilous forest and the

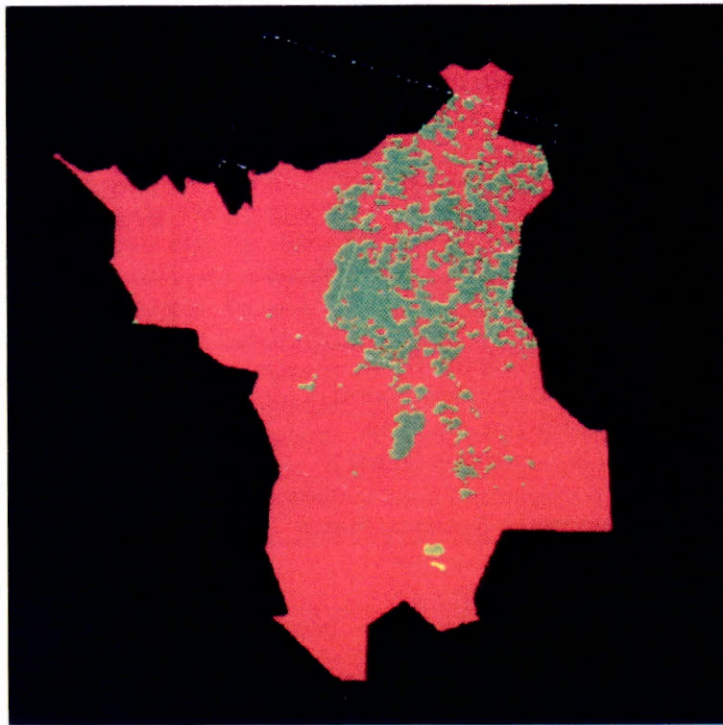


Fig.5.1.- O Estado de Roraima em cor avermelhada sobre fundo preto. Em tracejado branco pode-se ver a demarcação dos quadrados das imagens TM-Landsat correspondentes, e em verde, mostram-se as áreas de fogo durante vários períodos do incêndio. Os focos de fogo são registrados pelo Satélite Americano DMSP.

Fig.5.1.- The State of Roraima shown in a reddish color over a black background. The dotted white lines show the overlay position of the squares representing TM-Landsat images, and in green colors, a composite of the actual location of the fires are shown. The burning spots are those registered by DMSP satellite.

TABELA 5.1 Tipos de vegetação e áreas afetadas pelo fogo.
Table 5.1 Kinds of vegetation and areas affected by the fires.

TIPOS DE VEGETAÇÃO <i>TYPES OF VEGETATION</i>	ÁREA AFETADA <i>AFFECTED AREA</i> (Km²)
Floresta Ombrófila Densa Montana <i>Ombrophilous Dense Montane Forest</i>	282,99
Floresta Ombrófila Densa Sub-montana <i>Ombrophilous Dense Sub-montane Forest</i>	3024,55
Floresta Ombrófila Aberta Sub-montana <i>Ombrophilous Open Sub-montane Forest</i>	3,61
Floresta Estacional Semidecidual Submontana <i>Semideciduous Submontane Seasonal Forest</i>	43,61
Campinarana Florestada <i>Woody oligotrophic Forest</i>	498,17
Campinarana Arborizada <i>Woody oligotrophic vegetation</i>	26,06
Campinarana Gramíneo-Lenhosa <i>Grassy-woody oligotrophic vegetation</i>	35,69
Savana Parque <i>Savana Parkland</i>	41,31
Savana Gramíneo-Lenhosa <i>Savana grassy-woody vegetation</i>	96,51
Savana-Floresta Ombrófila (Área de contato) <i>Ombrophilous Forest-Savana(Contact area)</i>	14,64
Floresta Ombrófila-Floresta Estacional (Contato) <i>Ombrophilous Forest-Seasonal Forest (Contact area)</i>	7560,67
Campinarana-Floresta Ombrófila (Contato) <i>Ombrophilous Forest-oligotrophic vegetation (Contact area)</i>	301,95
TOTAL	11.929,76

mencionado acima, e permite avaliar quantitativamente a área afetada dentro dos principais tipos de vegetação.

Verifica-se da Tabela que a maior parte de área afetada, 64%, corresponde à região de contato entre a floresta ombrófila densa e a floresta estacional. Devido ao longo e severo período de seca, imposto pelo fenômeno El Niño, a floresta estacional tornou-se um combustível seco abundante facilitando a progressão do fogo em regiões normalmente úmidas e que não pegam fogo facilmente.

É possível que a avaliação de queimadas para a região de cerrados nos valores da Tabela 5.1 estejam sub-dimensionados. É comum na literatura adotar-se um valor "típico" de queimadas nas savanas de aproximadamente 30%, anualmente (i.e., Delany et al, 1985; Kirchhoff, 1988). Usando para o cerrado do Estado uma área de 64.589,7 km² isto daria para Roraima um valor estimado de 19.376,9 km² para as áreas queimadas em savanas, nada excepcional para quem trabalha com queimadas em savanas no próprio Brasil central, ou na África, por exemplo, mas um valor muito elevado quando comparado com as áreas de floresta afetadas. A outra avaliação, feita pelo pesquisador do INPA, cita em seu relatório uma área total de savanas queimadas de 23.577,4 km², incluindo neste valor tudo que não é floresta (pastagens,

seasonal forest. Because of the severe and long dry season period, imposed by the El Niño phenomenon, the seasonal forest became an abundant dry fuel, which allowed the fires to progress easily in a region where under normal circumstances the environment is too humid for burnings to be a threat.

It is possible that the assessment of the burnt areas, shown in Table 5.1, for the region of cerrado, is underestimated. It is usual in cases of lack of better information sources, to adopt a "typical" estimated value of 30% of the savanna areas burnt in a given season (i.e., Delany et al, 1985; Kirchhoff, 1988). Using for the state's cerrado an area of 64,589.7 km² this would give for Roraima an estimated value of 19,376.9 km² for the burnt cerrado areas, nothing much exceptional for those who work with biomass burnings in central Brazil or in Africa, for example, but a value very high in comparison to the affected forest area. It should be recalled in this case, that usually soon after the rains, the savanna areas recover their green, contrary to what happens in the forest areas, where recomposition takes many years.

The burnt forest area has more profound and long lasting scars, easier to be spotted, and therefore the different estimates are closer than those of the cerrado area. According to the OBТ of INPE, the total forest area affected by fires

capoeiras, cultivos, dunas, e savanas). Deve-se lembrar, neste caso, que normalmente, logo após as chuvas, as áreas queimadas de savana começam a rebrotar, ao contrário das áreas de floresta, onde a recomposição demora muitos anos.

A área florestal queimada produz cicatrizes mais profundas e duradouras, mais fáceis de serem percebidas e contabilizadas, e certamente por isto as diferentes avaliações estão mais próximas do que a da área de cerrado. A área florestal afetada, segundo a OBT do INPE, é de 10.915,4 km², sendo a do pesquisador do INPA, 9.486,9 km².

Pode-se acrescentar alguns comentários sobre os números acima.

O trabalho do INPE foi prejudicado pelo fato de que nem todas as imagens Landsat, que seriam necessárias, estavam de fato disponíveis para o trabalho, em parte por ausência de dados (as antenas de recepção estavam sendo adaptadas para outro projeto) e em parte pelo fato de que a região é coberta por nuvens em grande proporção. Quanto à região de savana/cerrado, um problema é que o fogo começou nestes bem mais cedo, e não foi acompanhado ainda em 1997 por nenhuma tecnologia mais moderna. Certamente, isto contribuiu para aumentar a incerteza nos números apresentados.

was 10,915.4 km², and the estimate by the INPA researcher is 9,486.9 km².

It is interesting to add a few comments to the numbers presented.

For the INPE work, not all the Landsat images that would be desirable for the assessment work were in fact available, in part because the antenna hardware was in a process of being adapted for another project, and in part by the fact that large areas of the State are normally covered with clouds. With regards to the savanna areas, here some of the fires started much earlier, but were not surveyed by any modern technique since the latter part of 1997. This has certainly contributed to increase the uncertainty of the above numbers.

Concerning the cited INPA/Roraima work: this was based on original fire pixel data of the NOAA/AVHRR instrument, and transformed into burned areas through several assumptions and interpretations. To obtain burned areas from the fire information is not an easy task, and is not a method that has unanimous acceptance in the scientific community. However, this work was complemented with observations made by an experienced researcher, familiar with the region, who flew a few transects making observations from aircraft. Even so, it may seem difficult to be able to obtain

Com relação ao trabalho citado do INPA/Roraima, este foi feito em parte com base em interpretações de focos de queimadas, obtidas do NOAA/AVHRR. Determinar áreas queimadas a partir destas informações não é uma tarefa fácil, e não é um método que tenha aceitação unânime na comunidade científica. No entanto, este trabalho foi complementado com observações de um pesquisador experiente, conhecedor da região, que voou alguns trechos do Estado em aeronave. Ainda assim, pode parecer difícil obter uma cobertura adequada da enorme extensão de mata afetada pela tragédia, usando este método.

Mesmo com todas as críticas que se pode fazer a posteriori, deve-se lembrar que estes trabalhos são os únicos disponíveis, realizados por pessoas sérias e de conhecimentos técnicos adequados, e que melhor do que isto não existe.

adequate coverage of the enormous area affected by the fires during the Roraima tragedy, using this method.

Even with all the possible criticisms that one can make after the fact, one should remember that these efforts were performed by serious and qualified workers, and that there is no better information available.

CAPÍTULO / CHAPTER

6

HERÓIS E VILÕES, ELOGIOS E CRÍTICAS

Durante o episódio de Roraima, diversas personalidades estiveram em evidência, envolvidas de alguma forma com o incêndio. Foram políticos responsáveis por tomadas de decisão, profissionais no exercício de suas funções combatendo focos de queimadas, pesquisadores próximos e distantes do evento, pessoas que sofreram perdas materiais e até mesmo de vida. Esses personagens povoaram as páginas dos jornais por quase um mês, fornecendo seus depoimentos, surgindo por vezes como herói, outras vezes acusados de negligência e omissão, quando representando instituições governamentais. Cada um apresentou a sua versão, a sua visão sobre os fatos.

Um dos personagens citados na mídia destacou-se como a primeira combatente do fogo: a estudante universitária e fazendeira Antonietta di Manso, de 23 anos. Em Apiaú, onde surgiram os primeiros focos de queimada no Estado, ela e seus irmãos na manhã do dia 28 de fevereiro, temendo o avanço do incêndio que se aproximava da fazenda de 730

HEROES AND VILLAINS, COMPLIMENTS AND CRITICISMS

During the *Roraima* episode, several personalities were in evidence, in some form involved with the wildfires. There were politicians responsible for providing adequate policies, professionals fighting the fires directly, researchers, persons that lost their possessions. These characters filled the newspaper reports of almost the entire month, giving their testimony, appearing sometimes as either villain or hero, sometimes accused of omission or negligence, in the case of Government employees. Each one presented his version and vision of the facts.

One of these personalities cited in the media was described as the first firefighter of the event: the college student and farmer Antonietta di Manso, 23 years old, living in *Apiaú*. The first signs of the seriousness of the fire intensity appeared here. On February 28, fearing the spreading of the fires on her family's farm of 730 hectares, she and her brothers started to fight the fires. Realizing that they needed help, Antonietta called the professional fire fighters. First, only 7 men were sent out. But with her

hectares da família, tomaram as primeiras providências. Percebendo que precisariam de reforços, Antonietta chamou os bombeiros. Primeiro vieram 7 homens, mas a insistência da estudante fez com que o efetivo aumentasse para 60. Não satisfeita, a estudante foi trabalhar junto aos bombeiros. "Quando eu atendia o radiotransmissor, eles percebiam que era voz de mulher e davam risada" (*Folha de S. Paulo*, de 28-03-98, cotidiano, página 3-5). Antonietta disse que também ajudava a derrubar o mato e a apagar o fogo com abafadores, chegando a ficar 39 horas acordada direto.

A atuação dos bombeiros, soldados, e voluntários foi marcada por uma abordagem senão heróica, pelo menos positiva. Os jornais mostravam diariamente um raio-X da atuação dos combatentes do fogo no Estado. Os índios *Ianomâmi* deram sua colaboração, disponibilizando seus conhecimentos sobre a mata para facilitar a chegada dos soldados e bombeiros aos focos de difícil acesso.

No campo religioso, outra forma de ajuda foi oferecida pelos pajés Caiapós *Kruki* e *Mantii*, com o ritual da chuva, e por líderes religiosos *Ianomâmi*. Coincidentemente, as primeiras gotas de chuva que mais tarde deram fim ao incêndio, vieram algumas horas depois do ritual indígena Caiapó. A crença popular, uso de simpatias

insistence and the seriousness of the initial situation, the men force increased to 60. Not yet satisfied, Antonietta went to work with the men. "When I answered the radio transmitter, they realized I was a woman, and laughed" (*Folha de S. Paulo*, March 28, 1998, page 3-5). She also told the reporter that she helped to slash the bushes and once stayed awake during a continuous period of 39 hours.

A very positive if not heroic evaluation was made on the firefighters, soldiers, and volunteers. The news media showed day by day the evolution of the fire fighting in the State. The *Ianomâmi* Indians gave their contribution by offering their knowledge of the forest to make it more easy for the soldiers to get to the fires that developed in areas of difficult access.

Another type of help was offered by the religious leaders of the *Caiapó* Indians, *Kruki* and *Mantii*, who held the rain ritual together with *Ianomâmi* religious leaders. By coincidence, the first drops of rain that later on would end the terrible fires, arrived a few hours after the Indian rituals. Popular credence, the use of voodoo practices to attract water were also used by many. For example, the civil servant Rosileine Beltrão, would put salt on a white platter every Friday, making a circle with *farinha* around it. The gardener Manuel Marcires Pedroso predicted the rainfall one week in advance. He claims that

para atrair a água, foram outros recursos utilizados. A funcionária pública, Rosileine Beltrão, toda sexta-feira colocava sal em um prato branco e fazia um círculo em volta dele com farinha de mandioca. Já o jardineiro Manuel Marcires Pedroso previu que choveria uma semana antes. Segundo ele, quando a florada do jambeiro cai é sinal de que vem chuva (*Folha de S. Paulo*, cotidiano, 1-04-98, página 3-9). A igreja católica também deu a sua contribuição, não somente com rezas e missas pedindo a Deus pelas chuvas, como também arrecadando alimentos que foram distribuídos a famílias que sofreram perdas com a seca e as queimadas. O programa Comunidade Solidária também enviou cestas de alimentos em ajuda aos flagelados de Roraima.

No campo político houve muita polêmica e desentendimentos. Em fevereiro, o governador de Roraima, Neudo Campos, decretou estado de calamidade pública e em meados de março, acusava o governo federal de demora na ajuda a seu Estado. O advogado da Funai, Wilson Précoma, e o Procurador da República em Roraima, Ageu Florêncio da Silva, também acusaram o governo estadual de demora no pedido de verbas para socorrer o Estado. No entanto, o governador Neudo Campos lembrou que havia decretado estado de calamidade pública já em fevereiro, alertando para os riscos do incêndio que

when the flowers of the jambeiro tree fall down, it is sign that the rains are coming (*Folha de S. Paulo*, April 1, 1998, page 3-9). The catholic church also gave its contribution, not just organizing meetings and praying, but also gathering food that was distributed to the families in need. The Federal Government program *Comunidade Solidária* also sent food items to help the homeless people of *Roraima*.

In the political arena, polemic statements and misunderstandings were common place. In February, the Governor declared the State as disaster area, and in mid March accused the Federal Government in delaying help. The National Foundation for the Indians counsel, Wilson Précoma, and the Republic's counsel in *Roraima*, Ageu Florêncio da Silva, accused the local Government of delaying the handing in of requests for helping the State. To this Mr. Neudo Campos replied that he in fact had acted already in February, by declaring the State as a disaster area, and alerting for the danger of spreading fires in some of the very dry areas, which became reality in mid March. The Governor then complained again about the delays in solving the help question. In his judgment, part of this situation was created by local politicians opposing his government, who probably presented to the President Fernando Henrique Cardoso a situation that was less critical. This positioning of local leadership of criticizing the

vieram a se agravar e intensificar em março. O governador voltou a denunciar a demora e os poucos recursos enviados pelo governo federal. O governador disse também que políticos do Estado, da oposição, teriam amenizado a situação de Roraima em relato ao presidente Fernando Henrique Cardoso, fazendo uso político do incêndio. A tônica do governo do Estado, de demora e omissão do governo federal, foi reforçada por parlamentares da Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias, da Câmara dos Deputados.

O deputado José Sarney Filho (PFL-MA) lamentou a ausência do ministro do Meio Ambiente, da Amazônia Legal e dos Recursos Hídricos, Gustavo Krause e do presidente Fernando Henrique no Estado, como também pelo fato de o governo só ter tomado providências depois que o incêndio ganhou repercussão internacional (*Folha de S. Paulo*, cotidiano, 31-03-98, página 3-5). Irônico, o deputado disse que do jeito que o caso estava sendo tratado o eleitor iria votar em Carlos Menem, referindo-se à pronta ajuda dos bombeiros argentinos, com apoio de helicópteros. Eles foram os primeiros a chegar em Roraima.

No dia 15 de abril, quando o incêndio já havia sido debelado pelas chuvas, em audiência que durou quase seis horas, o ministro Krause e o secretário, Fernando

Government in Brasilia for delayed actions and omission, was reinforced by members of the Consumer Defense Commission, Environment and Minorities, of the House of Representatives.

Representative José Sarney Filho, of the Liberal Front Party, for the State of Maranhão, criticized the fact that Minister Gustavo Krause, of the Environment, and President Cardoso, did not visit the State during the critical days. He also criticized that only after the wildfires got international attention did the Federal Government take the necessary actions (*Folha de S. Paulo*, 31 March 1998, page 3-5). With irony, the member of the House of Representatives said that the way this situation was being handled, the Brazilian citizens would vote in President Menem (of Argentina), referring to the prompt help that the Argentineans supplied, including men and helicopters, having been among the first that arrived in *Roraima*.

On April 15 a hearing took place that lasted for about 6 hours. The hearing was called for by the Environment Commission of the Brazilian Congress, where the majority of its 19 members criticized the actions of the Minister of the Environment, Gustavo Krause, and the Secretary for Regional Policies, Fernando Catão. The president of the Commission, Luciano Pizzato, of the Liberal Front Party, for the State of Paraná, and an ally of the Federal

Catão, de Políticas Regionais, foram responsabilizados por omissão pela maioria dos 19 parlamentares da Comissão do Meio Ambiente do Congresso Nacional. O presidente da Comissão, Luciano Pizzato (PFL-PR), aliado do governo foi categórico: "O governo federal não teve agilidade, comando e consciência do interesse coletivo" (*O Estado de S. Paulo*, 16-04-98, página A-13). Krause ainda se defendeu dizendo que não adiantava sua presença física no Estado, encarando com naturalidade as críticas ao governo. Fernando Catão, por outro lado, fez um "mea culpa", assumindo a falta de preparo do governo para a situação. Os deputados da Comissão criticaram a contradição entre as políticas ambiental e de reforma agrária do governo: a primeira orientando para medidas de preservação e a segunda resultando em queimadas e desmatamentos. Gustavo Krause reconheceu a contradição (*Folha de S. Paulo*, 16 de abril de 1998, cotidiano, páginas 3-10)

O INPE durante o mês de março a partir do dia 8, diariamente, enviava fotos recebidas do NOAA para a Secretaria de Políticas Regionais juntamente com boletins climáticos preparados pelo CPTEC. O jornal *O Estado de S. Paulo*, do dia 27 de março de 1998, publicou uma matéria da repórter Liana John da *Agência Estado*, com forte conteúdo crítico à falta de ação do governo no episódio. Ela foi enfática

Government, was categorical: "The Federal Government did not show the agility, command and conscience of the common interest" (*O Estado de S. Paulo*, April 16, 1998, page A-13). Minister Krause accepted well the criticisms, and defended his actions, saying that it would not have done any good just to visit the State. Secretary Fernando Catão did his "mea culpa", agreeing that the Government was not prepared for the seriousness of the situation. The congressmen still criticized also the contradictions between the Environmental and the Land reform policies: the first orienting for the protection, and the second resulting in deforestations and burnings. Minister Krause recognized this contradiction (*Folha de S. Paulo*, April 16, 1998, pages 3-10).

Starting March 8, INPE sent daily NOAA images in addition to daily climatic reports prepared by CPTEC, to the Secretariat of Regional Policies, in Brasília. Reporter Liana John, of the news agency *Agência Estado*, published an article in *O Estado de S. Paulo*, on March 27, 1998, with strong criticism on the lack of actions from the Federal Government in *Roraima*. In her analysis, she stressed the fact that INPE uses technology for the detection of fires using satellite data for more than 10 years, and thus there was no excuse for the immobilism of the authorities.

The Brazilian Environment Institute, IBAMA, reinforced the

quanto ao imobilismo das autoridades, sabendo que o INPE dispõe, há mais de 10 anos, de tecnologias e conhecimentos para detecção diária de focos de queimadas.

O IBAMA reforçou a proibição da prática de queimada, no início de fevereiro, mas isto parece que não teve efeito positivo durante o episódio de março. O superintendente do Ibama, Ademir dos Santos, disse no dia 24 de março, que estava realizando uma operação para prender quem estivesse ateando fogo em suas propriedades. A polícia federal começou a investigar a possibilidade de queimadas criminosas, como também a negligência do IBAMA e da Funai, que teriam permitido a propagação do fogo. Para o advogado da Funai, Wilson Ferreira Précoma, a hipótese mais provável era de que fazendeiros estariam promovendo queimadas em terras de disputa de posse com os índios, próximas e dentro da reserva dos lanomâmi.

prohibition regarding the practice of biomass burning in the beginning of February, but this seems to have had no positive effect during the March episode. IBAMA superintendent Ademir dos Santos, made a statement on March 24, that he was organizing an operation to arrest people who insisted in making fires on their properties. The Federal Police started to investigate the possibility of arson, as well as negligent behavior by IBAMA and FUNAI (the National Foundation for the Indian), who could have allowed for the propagation of the fires. FUNAI lawyer Wilson Précoma, considered the hypothesis that some of the farmers could have laid fire to those lands that were under legal dispute with the Indians, nearby and inside of the *lanomâmi* reserve.

CAPÍTULO / CHAPTER

7

SÃO PEDRO APAGA O FOGO

No final de março, cerca de 1.500 combatentes concentravam esforços na difícil tarefa de pelo menos ter um dia de vitória contra o incêndio que avançava em Roraima. Qualquer iniciativa ou mudança de estratégia na guerra contra os focos de queimada mostrava-se inútil. Os bravos soldados e bombeiros, reunindo uma força tarefa jamais vista na história do país, davam sinais de esgotamento e visível abatimento psicológico.

O fogo, fora de controle, impulsionado pelas condições naturais favoráveis à expansão da tragédia, de proporção cada vez maior, só poderia ser barrado pela própria força da natureza. Se o homem com toda a sua racionalidade e conhecimento científico e tecnológico disponíveis mostrava-se impotente, era porque o grande feito de dar fim ao fogo talvez estivesse na ordem do sobrenatural. Entraram em cena pajés e feiticeiros que evocaram entidades divinas para dar uma solução definitiva à situação. O grande incêndio, criado em parte por uma conspiração climática da natureza, somente por ela poderia ser dissipado?

HEAVEN EXTINGUISH THE FIRES

By the end of March, around 1,500 fire fighters were concentrating efforts on the difficult task to have at least one day of victory against the *Roraima* fires. All initiatives or changes in strategy in the war against the fires proved useless. The brave soldiers and fire fighters, in a task force never before seen in the history of the country, gave clear signs of moral defeat.

The fires, out of control, spreading by the favorable environmental conditions of the extreme dryness, of ever growing proportions, could only be extinguished by the forces of nature itself. If man, with all his scientific and technological knowledge, was impotent in destroying the fires, maybe the great achievement could be accomplished by heavenly forces, maybe by a little witchcraft? This is probably why the Indian religious leaders (*pajés*, in portuguese), and sorcerers entered the scene by calling out to divine entities to give a final solution to the *Roraima* problem. The great fires, created in part by a climatic conspiracy, would they be extinguished only by nature itself?

Políticos, administradores públicos, técnicos e especialistas em floresta, meteorologistas, bombeiros, e soldados; a população das cidades, do campo, das reservas indígenas, todos que sofriam com os efeitos do incêndio, direta e indiretamente, tinham em mente uma só possibilidade de salvação: a chuva. E, milagrosamente ou não, ela veio.

Depois de duas semanas de trabalhos estafantes e de resultados pouco animadores, no dia 30 de março, uma chuva fraca de 10 minutos trouxe novo alento aos combatentes do fogo. A chuva não foi suficiente para apagar os focos de incêndio, mas aumentou a umidade do ar, o que já era uma grande contribuição. O comandante do Corpo de Bombeiros, major Edilson Oliveira, relatou que a chuva havia possibilitado o controle de focos na região norte do Estado, na reserva dos *Ianomâmi*. O fogo estava sob controle também em *Confiança* e *Boqueirão*, mas surgiram focos em *Trairão* e *Tepequém*, regiões não atingidas pelas chuvas. A previsão de chuva para os próximos dias, fornecida pelo INPE, trazia maior confiança ao comando das forças de combate às queimadas e a esperança de que ajuda tão esperada vinda do céu poderia mudar o curso da operação em *Roraima*.

As chuvas surgiram em um momento delicado, em que o fogo

Politicians, public administrators, technicians and specialists in forestry, meteorologists, soldiers and fire fighters, the population of the cities, from the countryside, and from the Indian reserves, they were all suffering the direct or indirect effects of the fires, and were already considering only one possibility of salvation: the rains. And as by miracle, the rains came.

After 2 weeks of extenuating work but with only little success, on March 30 a weak rainfall of only 10 minutes brought new moral to the fire fighters. This rain was not enough to extinguish all the fires, but it brought an increase of the humidity to the region, which already was a big contribution. The fire fighter's commanding officer, major Edilson Oliveira, told reporters that the initial rain allowed to control the fire foci in the north of the State, near the *Ianomâmi* reserve. The fire was now under control also in *Confiança* and *Boqueirão*, but new foci appeared in *Trairão* and *Tepequém*, where no rain had fallen yet. The additional rain forecast for the region, provided by INPE, gave new strength to the whole operation and hope that the so much wanted help from heaven would in fact change affairs and give an end to the fires in *Roraima*.

The rains arrived at a very critical point, when the fires were spreading to other regions of the

fora de controle se espalhava para outras regiões do Estado, ainda não atingidas. Em Caracaraí, onde o fogo avançava no dia 31 de março, os bombeiros tiveram o acampamento alagado pelas águas da chuva. Segundo o Serviço Nacional de Meteorologia, somente no dia 31 choveu 25 milímetros, o mesmo volume registrado de setembro a março. As chuvas antecipadas, previstas inicialmente para o final de abril, época de maior ocorrência de precipitações, teve como explicação a fase de declínio do El Niño e a umidade no Oceano Atlântico, formando nuvens que chegavam a Roraima.

No Baixo Mucajaí e em Anajaraí, na reserva dos lanomâmi, choveu durante toda a madrugada, como também em Apiaú e Boa Vista. Coincidentemente, as chuvas surgiram após o ritual de pajés à beira do Rio Curupira. A chegada dos pajés de aldeias do Mato Grosso, levados pela FUNAI, foi motivo de polêmica e críticas de mau uso dos recursos públicos pelo governo.

O presidente do IBAMA, Eduardo Martins, em visita a Roraima, adotou uma postura moderada diante da chegada das chuvas, evitando otimismo e clima de euforia frente à possibilidade de se por um fim à tragédia. Na sua opinião, seria preciso chover ao longo da semana para considerar o episódio de Roraima por encerrado.

State. In *Caracaraí*, where the fires were grassing on March 31, fire fighters had their camp flooded by the rains. According to the National Meteorology Service the region had 25 mm of precipitation on March 31, the same amount registered during the period from September to March. The saving rains, forecast only for the end of April, which is when the normal rainy period starts, had the El Niño influence which brought considerable humidity and cloudiness from the ocean.

In the lower *Mucajaí* and *Anajaraí*, in the *Ianaomâmi* reserve, as well as in *Apiaú* and *Boa Vista*, it rained during the whole night. By coincidence, the rains came after the Indian religious ceremony held by the *Curupira* river. It was reported that the arrival from *Mato Grosso* of the Indian leaders, brought in by FUNAI, was criticized for representing bad use of public funds.

IBAMA president, Eduardo Martins, visiting the State was rather cautious about the arrival of the rains, avoiding excess optimism and a mood of euphoria on the possibility of final ending of the tragedy. In his opinion, it would be necessary to maintain the rains by at least a week for the fires to be considered beaten. Mr. Martins visited *Roraima* this time in the company of the Coordination and Disaster Advisory Group of the United Nations.

A visita de Eduardo Martins ao Estado foi acompanhada pelo Grupo de Coordenação e Assessoramento de Desastres da Organização das Nações Unidas.

A cautela do presidente do IBAMA ia de encontro com a avaliação do chefe do Serviço Nacional de Meteorologia, Manoel Coimbra, e do tenente-coronel Adenil Ribeiro da Silva, coordenador do grupamento florestal do Corpo de Bombeiros do Rio de Janeiro. Segundo o tenente-coronel, a chuva amenizava o fogo, mas podia mascarar alguns focos. Troncos maiores podiam ficar queimando por um longo tempo. Seria preciso realizar uma análise mais cuidadosa para concluir que o incêndio havia terminado.

O engenheiro florestal do IBAMA, Antônio Carlos Catâneo, mais otimista, acreditava que a queda na velocidade dos ventos e o aumento da umidade do ar deveriam contribuir para que o fogo fosse definitivamente debelado. Mesmo que as brasas maiores persistissem, seria improvável que conseguissem se deslocar para áreas secas onde poderiam reanimar o fogo. No último dia do mês de março, como estava previsto pelo CPTEC, do INPE, as chuvas fortes sobre quase todo o Estado começavam a mudar o cenário de Roraima. Na região central do Estado, onde a situação era mais crítica, o fogo estava praticamente extinto. Nas bases de

The cautious attitude of Mr. Martins was also adopted by the chief of the National Weather Service, Mr. Manoel Coimbra, and by lieu tenant colonel Adenil Ribeiro da Silva, coordinator of the forest group of the Rio de Janeiro fire fighters. The opinion of the colonel was that the rains so far had attenuated the fires, but not all the foci had been extinguished yet. Larger tree trunks could remain smoldering for a long time. A more careful and thorough analysis was needed to conclude that the fires were gone.

More optimistic was the forest engineer from IBAMA, Mr. Antonio Carlos Catâneo, based on the decrease of the wind velocities and the increasing of the humidity, he believed that the fires could now be extinguished completely. Even if some larger live coal could survive the rains, chances were that they could not any more add to the spreading of new foci. On the last day of March, as forecast by the CPTEC meteorological center of INPE, the strong rains that fell over most of the State, started to change the *Roraima* scenario. In the most critical central area of the State, the fires were almost all extinguished. At the fire fighters headquarters in *Apiaú* and *Caracarái*, the Army soldiers and the fire fighters were commemorating the weather change, directing their efforts now to fix the damages produced by the excess rain in certain areas. In *Caracarái* the soldiers digged

combate ao incêndio, em Apiaú e Caracará, os bombeiros e os soldados do Exército comemoravam a inversão do tempo, deslocando as atenções para os primeiros estragos provocados pelas chuvas. Em Caracará, homens do Exército passaram o dia cavando calhas para escoar as águas que alagavam os acampamentos. As chuvas transformaram as empoeiradas estradas vicinais da região em pura lama. A região noroeste era a única onde o fogo persistia, sem a benção das águas de março.

O presidente do IBAMA Eduardo Martins, anunciou o início de um trabalho de avaliação dos estragos do megaincêndio, em que seria quantificada a mortandade de animais e a destruição da vegetação na savana e na floresta equatorial. Ele passou a defender a idéia de se criar uma prática de emergência, inexistente no País, para entrar em ação em momentos semelhantes ao episódio de Roraima. No segundo dia do mês de abril, quando as chuvas já duravam três dias consecutivos, um relatório do Núcleo de Monitoramento Ambiental da Embrapa constata uma redução de 95% da área atingida pelas chamas. Em algumas regiões do Estado, de acordo com o relatório, havia chovido mais de 30 milímetros, reduzindo quase que por completo o incêndio. Se o volume das chuvas permanecesse no mesmo ritmo nos dias seguintes, a expectativa era de que o nível dos

trenches all day long, to guide the excess waters that flooded their camps. The strong rains were transforming the dusty roads of *Roraima* in mud ponds. Only in the north-west region some fire foci remained on, in a region where the rains did not reach.

A task force to assess the damages of the wildfire to the region was created by Mr. Martins, in order to evaluate the number of dead animals, the destroyed crop lands, and savanna and forests. He offered the idea to create an emergency task force, to face tragedies like the *Roraima* one. On the second day of April, when the rains had been active for three days in a row, a report of Embrapa informed that about 95% of the fire area had been reduced. In some areas of the State, the precipitation amounts reached 30 mm, reducing local fires almost completely. It was anticipated that a few more rainy days could replace the normal water levels of the local rivers, *Mucajaí* and *Catrimani*. The western region had the largest rain activity, which brought with it a state of euphoria to the fire fighters. But even with the good news, the task force command decided to keep the 1,500 men active, releasing only 200 men among soldiers and fire fighters.

The rains were rather weak in the north, north-east, south and south-east, where some fires still were active. In *Pacaraima*, in fact, the situation was still critical, in the

rios Mucajaí e Catrimani seria normalizado. A região oeste foi a mais atingida pelas chuvas, o que trouxe um clima de euforia aos combatentes do incêndio de Roraima. Mesmo assim os comandos da força tarefa preferiram manter no Estado o efetivo de 1.500 homens, liberando somente 200 bombeiros e soldados.

As chuvas foram fracas no norte, nordeste, sul e sudeste, onde ainda estavam ativos os focos de incêndio. A situação permanecia crítica no norte do Estado, em Pacaraima, na fronteira com a Venezuela. No sul, região de pequenos agricultores, os poucos focos não ofereciam grandes riscos, mas no leste, em território habitado por índios Macuxi e Taurepang, o incêndio ainda era preocupante. Para a Embrapa, o fator meteorológico vinha afastando qualquer possibilidade de reiniciar o incêndio nas proporções dos dias anteriores. A chuva aumentou a umidade relativa do ar, o que dificultava a propagação das fagulhas. A temperatura entrou em declínio, passando da faixa de 30 a 35 °C na semana anterior para uma variação entre 23 e 28 °C, na primeira semana de abril. Outro fator considerado importante foi a queda na velocidade dos ventos, que diminuía a possibilidade das fagulhas se deslocarem para áreas ainda não atingidas pelo fogo. O IBAMA notificou os colonos que haviam feito a derrubada da vegetação em suas propriedades,

north region border area with Venezuela. In the south, a region of small farms, the situation did not offer great concerns, but in the east, in the Indian *Macuxi* and *Taurepang* areas, the fires were still of concern. According to Embrapa, however, the meteorological forecasts would not allow the fires to come back at all. The rains were increasing the relative humidity, which made it more difficult for live ashes to propagate the fires. The temperature was declining, from values of between 30 to 35°C in the week before, to numbers between 23 and 28°C in the first week of April. Another important factor to decrease the chance of more fires was the decreasing of the wind velocities, and thus the possibility of further spreading of new fires. Despite the new situation in *Roraima*, created by the arrival of the rains, IBAMA notified all farmers to avoid any new burning practices, in order to firmly establish the new fireless scenario in the State. In agreements with the State authorities, all assistance necessary to the farmers was guaranteed to avoid the start of new fires.

With the situation under control in the west of the State, all fire fighting efforts were directed toward the north, where there was no sign of rains yet, and fires still persisted. To the two helicopters that were in action on the *Maracá* and *Trairão* island region, 2 more were added from the areas that did not need them anymore. The

etapa que antecede a queimada, para intimidar qualquer iniciativa que colocasse em risco o tenuous quadro de estabilidade que as chuvas instauraram em Roraima. Foram feitos entendimentos com o governo do Estado para que fosse oferecida toda assistência aos colonos, evitando a possibilidade de novas queimadas.

Com a situação sob controle na região oeste do Estado, os esforços de combate ao incêndio foram direcionados para o norte, onde não havia sinal de chuva e o fogo ainda persistia. Dois helicópteros que atuavam na região da Ilha de Maracá e do Trairão receberam reforços de outros dois aparelhos, vindos de áreas em que o incêndio já estava quase extinto. O clima já era de vitória e os primeiros combatentes que chegaram ao Estado em meados de março começaram a retornar às suas bases de origem. Era o fim do episódio de Roraima.

No dia 2 de abril, 130 bombeiros argentinos e outros 88 do Distrito Federal deixaram Roraima, recebendo homenagens do 7º Batalhão de Infantaria de Selva. Os bombeiros argentinos e do Distrito Federal, além de 130 soldados do Exército, também homenageados, foram os primeiros combatentes na operação que teve início na segunda quinzena de março. Na festiva despedida, em que esteve presente o governador Neudo Campos, não faltaram

mood among fire fighters was already one of victory, and some of the fire fighters that arrived in mid March, were starting to get back to their own States. It was the end of the *Roraima* episode.

The 7th Infantry Jungle Battalion paid tribute on April 2 to 130 fire fighters from Argentina and 88 from Brasília, who were leaving the State. In addition to the above, also 130 Army soldiers were released, in action since mid March. In the farewell ceremony, with the presence of Governor Neudo Campos, the companionship of the fire fighters was praised. The long fighting period of almost 3 weeks, which saw *Roraima* transformed into hell, was ended. It had an emotional ending, with exaltations to heroism and bravery of the fire fighters, who listened to music like *Bolero*, by Ravel and *O Guarani*, by Carlos Gomes. At the end, Brazilians and Argentinians, fire fighters and soldiers embraced and shook hands, their caps thrown to the skies commemorated the difficult victory.

demonstrações de união entre os combatentes do fogo. A longa jornada de três estafantes semanas, transformou Roraima em verdadeiro inferno. Mas teve um desfecho emocionante, que exaltou a bravura e o heroísmo dos combatentes do fogo, ao som de músicas como o *Bolero* de Ravel, e *O Guarani*, de Carlos Gomes. Ao final, brasileiros e argentinos, bombeiros e soldados, confraternizaram-se calorosamente com apertos de mão, abraços e boinas lançadas ao céu, comemorando a difícil vitória.

ANEXO

1

CRONOLOGIA DO ESTADO DE RORAIMA	
1858	O governo imperial cria a freguesia de Nossa Senhora do Carmo no lugar denominado Boa Vista.
1890	Surge o município de Boa Vista do Rio Branco.
1904	Após disputa com a Inglaterra, o Brasil perde as terras Pirara para a então Guiana Inglesa.
1926	Boa Vista é elevada à categoria de cidade.
1943	É criado o Território Federal do Rio Branco, desmembrado do Amazonas.
1944	É instalada a nova unidade política do País no Território, sendo o primeiro governador o capitão Clóvis Nóvoa da Costa.
1962	Em 13 de dezembro, a denominação foi alterada para Território Federal de Roraima tendo como capital Boa Vista.
1980	Por intermédio de decretos assinados pelo Presidente da República, na época João Baptista Figueiredo, passou à categoria de Estado de Roraima.
1981	O governador do Estado, Ottomar de Souza Pinto, para estimular a migração de pequenos agricultores de outros estados, principalmente do sul e do nordeste do País, realizou um programa de assentamento dirigido, doando terras - módulos de 300 hectares - e facilitando o financiamento bancário para que se estabelecessem em Roraima. A expectativa era de que mais de 1,5 milhões de hectares improdutivos passassem a produzir.
1997	O Estado cria mais sete cidades.
1998	Acontece o Megaincêndio de Roraima, mais intenso em março.

ATTACHMENT

1

CRONOLOGY OF THE STATE OF RORAIMA	
1858	The imperial government creates the village <i>Nossa Senhora do Carmo</i> at the site called <i>Boa Vista</i> .
1890	Founded the county of <i>Boa Vista</i> .
1904	After dispute with England, Brazil loses the <i>Pirara</i> region to the then called English Guiana.
1926	<i>Boa Vista</i> is elevated to the category of city.
1943	The Federal Territory of Rio Branco is created, by separation from Amazonas.
1944	The new political unit of the country is installed in the Territory, the first governor being captain Clóvis Nóvoa da Costa.
1962	On December 13, the name was changed to Federal Territory of <i>Roraima</i> with capital <i>Boa Vista</i> .
1980	By decrees signed by President João Baptista Figueiredo, turned into the category of State of <i>Roraima</i> .
1981	The State Governor, Ottomar de Souza Pinto, in order to stimulate migration of small farmers from other States, especially from the south and north-east of Brazil, started a program of land donations - in modules of 300 hectares - and allowing for bank loans to allow settlements in <i>Roraima</i> . The estimate was that more than 1.5 million hectares of non-productive land would then start to produce.
1997	The State creates 7 additional cities.
1998	The Mega wildfire of <i>Roraima</i> happens, more intense during March.

ANEXO

2

LISTA DE NOMES DE PESSOAS QUE ATUARAM NO INCÊNDIO DE RORAIMA

Ademir dos Santos	superintendente do IBAMA em Roraima
Adenil Ribeiro da Silva	Ten.cel, coordenador Bombeiros do Rio de Janeiro
Ageu Florêncio da Silva	procurador da República em Roraima
Antonietta di Manso	estudante universitária e proprietária de terra
Antônio Carlos Catâneo	engenheiro florestal do IBAMA
Antônio Reis	Prefeito de Caracaraí
Benedito Onofre Bezerra Leonel	Sua Excia., Ministro Chefe do EMFA
Carlos Monteiro Pereira	chefe, Ajuda Humanitária da ONU
Carlos Menem	Sua Excia., presidente da Argentina
Celso Russomano (PPB-SP)	deputado federal, Comissão de Meio Ambiente
Clóvis Carvalho	Sua Excia., o ministro da Casa Civil
Domingos Pereira da Silva	agricultor
Edílson Bezerra de Oliveira	major comandante do Corpo de Bombeiros de Brasília
Eduardo Martins	presidente do IBAMA
Elcione Barbalho (PMDB-PA)	deputado federal
Erisbete Alves	agricultora
Fernando Catão	secretário de Políticas Regionais
Fernando Gabeira (PV-RJ)	deputado federal, Comissão de Meio Ambiente
Fernando Henrique Cardoso	Sua Excia., o Presidente da República
Francisco Rodrigues (PTB-RR)	deputado federal
Francisco Sá Cavalcante	superintendente da Polícia Federal em Roraima
Geovani Cornacha	do IBAMA

ATTACHMENT

2

LIST OF NAMES OF PERSONS THAT WERE CITED DURING THE RORAIMA WILDFIRES

Ademir dos Santos	Superintendent of IBAMA in <i>Roraima</i>
Adenil Ribeiro da Silva	Ten.cel., coordinator fire fighters of Rio de Janeiro
Ageu Florêncio da Silva	República's counsel in <i>Roraima</i>
Antonietta di Manso	University student and land owner
Antônio Carlos Catão	Forest engineer of IBAMA
Antônio Reis	Mayor of Caracaraí
Benedito Onofre Bezerra Leonel	His Excy., Minister Chief of EMFA
Carlos Monteiro Pereira	chief, Humanitarian Aid of ONU
Carlos Menem	His Excy., president of Argentina
Celso Russomano (PPB-SP)	Representative, Commission of the Environment
Clóvis Carvalho	His Excy., chief of staff
Domingos Pereira da Silva	farmer
Edilson Bezerra de Oliveira	major commander of the Fire Department of Brasília
Eduardo Martins	president of IBAMA
Elcione Barbalho (PMDB-PA)	Representative
Erisbete Alves	farmer
Fernando Catão	secretary of Regional Policies
Fernando Gabeira (PV-RJ)	Representative, Commission of the Environment
Fernando Henrique Cardoso	His Excy., the President of the Republic of Brazil
Francisco Rodrigues (PTB-RR)	Representative
Francisco Sá Cavalcante	superintendent of the Federal police in <i>Roraima</i>
Geovani Cornacha	of IBAMA

Gilvan Sampaio	meteorologista do CPTEC do INPE
Gilney Viana (PT-MT)	deputado federal, Comissão de Meio Ambiente
Gustavo Effing	coordenador do grupo de bombeiros da Argentina
Gustavo Krause	Sua Excia., o ministro do Meio Ambiente
Jacques Wagner (PT-BA)	deputado federal, Comissão de Meio Ambiente
Jorge Hugo Herrera Vegas	embaixador da Argentina no Brasil
José Carlos de Moraes	coordenador do Prevfogo do IBAMA
José Sarney Filho (PFL-MA)	deputado federal
José Wilson	agricultor
Kleber Cerquinho	capitão, Defesa Civil
Kruki	índio caiapó
Lélio Viana Lôbo	Sua Excia., o ministro da Aeronáutica
Liana John	jornalista
Luciano Pizzato (PFL-PR)	deputado federal, presidente, Comissão de Meio Ambiente
Luiz Carlos Joels	secretário Executivo do PPG-7
Luiz Edmundo Maia de Carvalho	general coordenador da comissão pelas Forças Armadas
Mabel Suarez	médica cubana
Manoel Coimbra	chefe de Serviço Nacional de Meteorologia
Manuel Marcires Pedroso	jardineiro
Mantii	índio caiapó
Marcio Nogueira Barbosa	diretor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Marcos França	assessor da Secretária de Políticas Regionais
Maria Julia Alsogaray	secretária de Recursos Naturais da Argentina
Mauro César Rodrigues Pereira	Sua Excia., ministro da Marinha
Milton Seligman	presidente do INCRA
Moisés Lipnick (PL-RR)	deputado federal
Neudo Campos (PPB)	governador do Estado de Roraima
Osmel Rodrigues	médico cubano
Paulo Lustosa (PMDB-CE)	deputado federal, Comissão de Meio Ambiente

Gilvan Sampaio	meteorologist of CPTEC of INPE
Gilney Viana (PT-MT)	Representative, Commission of the Environment
Gustavo Effing	coordinator, group of fire fighters of Argentina
Gustavo Krause	His Excy., minister of the Environment
Jacques Wagner (PT-BA)	Representative, Commission of the Environment
Jorge Hugo Herrera Vegas	ambassador of Argentina in Brazil
José Carlos de Moraes	coordinator of Prevfogo of IBAMA
José Sarney Filho (PFL-MA)	Representative
José Wilson	farmer
Kleber Cerquinho	captain, Civil Defense
Kruki	caiapó Indian
Lélio Viana Lôbo	His Excy., minister of the Airforce
Liana John	reporter
Luciano Pizzato (PFL-PR)	Representative, president, Com. of the Environment
Luiz Carlos Joels	Executive secretary of PPG-7
Luiz Edmundo Maia de Carvalho	general coordinator of the Armed Forces Commission
Mabel Suarez	cuban medical doctor
Manoel Coimbra	chief of the National Meteorological Service
Manuel Marcires Pedrosa	gardener
Mantii	caiapó Indian
Marcio Nogueira Barbosa	director, National Institute for Space Research (INPE)
Marcos França	consultant, Secretary for Regional Policies
Maria Julia Alsogaray	secretary for Natural Resources of Argentina
Mauro César Rodrigues Pereira	His Excy., minister of the Navy
Milton Seligman	president of INCRA
Moisés Lipnick (PL-RR)	Representative
Neudo Campos (PPB)	governor of the State of <i>Roraima</i>
Osmel Rodrigues	cuban medical doctor
Paulo Lustosa (PMDB-CE)	Representative, Commission of the Environment

Paulo Rocha (PT-PA)	deputado federal
Pedro Sanguinelli	Defesa Civil
Reinaldo Barbosa	pesquisador do INPA
Romero Jucá (PFL/RR)	senador
Ronaldo Sardenberg	Sua Excia., o ministro de Assuntos Estratégicos
Rosileine Beltrão	funcionária pública
Rui Xirixana	índio Ianomâmi
Salomão Cruz (PSDB-RR)	deputado federal, Comissão de Meio Ambiente
Socorro Gomes (PC do B-PA)	deputado federal
Tamires Tomé	vítima fatal da tragédia
Terezinha de Jesus Dal Corrêa	prefeita de Mucajaí
Wilson Ferreira Prêcoma	advogado da Funai em Roraima
Zenildo Gonzaga de Lucena	Sua Excia., o ministro do Exército

Paulo Rocha (PT-PA)	Representative
Pedro Sanguinelli	Civil Defense
Reinaldo Barbosa	INPA researcher
Romero Jucá (PFL/RR)	senator
Ronaldo Sardenberg	His Excy., minister of Strategic Affairs
Rosileine Beltrão	civil servant
Rui Xirixana	<i>Ianomâmi</i> Indian
Salomão Cruz (PSDB-RR)	Representative, Commission of the Environment
Socorro Gomes (PC do B-PA)	Representative
Tamires Tomé	fatal victim of the tragedy
Terezinha de Jesus Dal Corrêa	Mayor of Mucajai
Wilson Ferreira Prêcoma	Funai counsel in <i>Roraima</i>
Zenildo Gonzaga de Lucena	His Excy., minister of the Army

ANEXO/ATTACHMENT

3

Lista de Publicações úteis/List of useful publications
Produção de gases por queimadas/Gas production in biomass
burnings

Cros, B., R. Delmas, B. Clairac, and J. Loemba-Ndembu, Survey of ozone concentrations in an Equatorial region during the rainy season, *J. Geophys. Res.*, 92, 9772-9778, 1987.

Cros, B., R. Delmas, D. Nganga, and B. Clairac, Seasonal trends of ozone in Equatorial Africa: Experimental evidence of photochemical formation, *J. Geophys. Res.*, 93, 8355-8366, 1988.

Crutzen, P.J., L.E. Heidt, J.P. Krasnec, W.L. Pollock, and W. Seiler, Biomass burning as a source of atmospheric gases CO, H₂, N₂O, NO, CH₃Cl, and COS, *Nature*, 282, 253-256, 1979.

Crutzen, P.J., A.C. Delany, J. Greenberg, P. Haagenson, L. Heidt, R. Lueb, W. Pollock, W. Seiler, A. Wartburg, and P. Zimmerman, Tropospheric chemical composition measurements in Brazil during the dry season, *J. Atmos. Chem.*, 2, 233-256, 1985.

Delany, A.C., P. Haagenson, S. Walters, A.F. Wartburg, and P.J. Crutzen, Photochemically produced ozone in the emission from large-scale tropical vegetation fires, *J. Geophys. Res.*, 90, 2425-2429.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, relatório interno, Deforestation in Brazilian Amazonia, Maio 1992.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, relatório interno, Levantamento das áreas desflorestadas na Amazônia legal no período 1991-1994, INPE/FUNCATE, Julho de 1996.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, relatório interno, Desflorestamento 1995-1997, relatório interno INPE/MCT-IBAMA, Janeiro de 1998.

Kirchhoff, V.W.J.H., Surface ozone measurements in Amazonia. *J. Geophys. Res.*, 93, 1469-1476, 1988.

Kirchhoff, V.W.J.H., E.V. Browell, and G.L. Gregory, Ozone measurements in the troposphere of an Amazonian rain forest environment. *J. Geophys. Res.*, 93, 15850-15860, 1988.

Kirchhoff, V.W.J.H., A.W. Setzer, and M.C. Pereira, Biomass burning in Amazonia, *Geophys. Res. Lett.*, 5, 469-472, 1989.

Kirchhoff, V.W.J.H., I.M.O. Silva, and E.V. Browell, Ozone measurements in Amazonia: dry season vs. wet season, *J. Geophys. Res.*, 95, 16913-16926, 1990.

Kirchhoff, V.W.J.H., and R.A. Rasmussen, Time variations of CO and O₃ concentrations in a region subject to biomass burning. *J. Geophys. Res.*, 95, 7521-7532, 1990.

Kirchhoff, V.W.J.H., R.A. Barnes, and A.L. Torres, Ozone climatology at Natal, Brazil, from in situ ozonesonde data, *J. Geophys. Res.*, 96, 10899-10909, 1991.

Kirchhoff, V.W.J.H., Y. Nakamura, E.V.A. Marinho, and M.M. Mariano, Excess ozone production in Amazonia from large scale burnings, *J. Atmosph. Terr. Physics*, 54, 583-588, 1992a.

Kirchhoff, V.W.J.H., and E.V.A. Marinho, Layer enhancements of tropospheric ozone in regions of Biomass burning, *Atmosph. Env.*, 28, 69-74, 1994.

Kirchhoff, V.W.J.H., Increasing Concentrations of CO and O₃ – Rising Deforestation Rates and Increasing Tropospheric Carbon Monoxide and Ozone in Amazonia, *Environ. Sci. Poll. Res.*, 3, 210-212, 1996.

Kirchhoff, V.W.J.H., J.R. Alves, F.R. da Silva, and J. Fishman, Observations of ozone concentrations in the Brazilian cerrado during the TRACE-A field expedition, *J. Geophys. Res.*, 101, 24,029-24,042, 1996.

Ogawa, T., and N. Comala, Diurnal and seasonal variations of tropospheric ozone in tropical Asia, Quadrennial Ozone Symposium, Goettingen, Germany, Aug. 4-13, 1988.

Sanhueza, E., K.H.Octavio, and A. Arrocha, Surface ozone measurements in the venezuelan tropical savanna, *J.Atmosph. Chem.*, 2, 377-385, 1985.

Wofsy, S.C., R.C.Harris, and W.A.Kaplan, Carbon dioxide in the Atmosphere over the Amazon Basin, *J.Geophys.Res.*, 93, 1377-1388, 1988.



ANEXO

4

MANCHETES NA IMPRENSA ESTRANGEIRA

LE MONDE, de Paris,

dedica meia página ao assunto em sua edição de 23-03-98. Dizia então: ***“É provavelmente o incêndio mais grave que a Amazônia já conheceu nos últimos 30 anos”***.

THE DAILY TELEGRAPH, de Londres,

ênfatisou a ameaça que o incêndio de Roraima representa para os índios lanomâmi, dizendo que já atingia os arredores da reserva (em 23-03-98).

THE GUARDIAN, de Londres,

descreveu, em 23-03-98, a operação gigantesca montada para combater o incêndio de Roraima. Descreveu o evento como o ***“pior desastre ecológico”*** da região.

ATTACHMENT

4

HEADLINES IN THE FOREIGN PRESS

Le Monde, Paris

dedicates one half page to the *Roraima* event, in its edition of March 23, 1998. It says: "***It is probably the most serious wild fire in Amazonia in the last 30 years***".

THE DAILY TELEGRAPH, London

highlighted the threat that the fires in *Roraima* represent to the *Ianomâmi* Indians, informing that the flames were already nearby to the reserves (published March 23, 1998).

THE GUARDIAN, London

described in a report of March 23, 1998, the gigantic operation set in place to fight the wildfire of *Roraima*. Called the event "***the worst ecological disaster of the region***".