

## *Histórico dos Incêndios na Vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre 1973 e abril de 2010, com base em Imagens Landsat*

Felipe Weber Mesquita<sup>1</sup>, Norton Rodrigo Gomes Lima<sup>2</sup>, Cezar Neubert Gonçalves<sup>3</sup>, Christian Niel Berlinck<sup>4</sup> & Bruno Soares Lintomen<sup>3</sup>

Recebido em 15/2/2011 – Aceito em 13/9/2011

**RESUMO** – Os incêndios são uma séria ameaça à conservação da biodiversidade e à integridade das Unidades de Conservação (UC). No entanto, a ocorrência de fogo faz parte da dinâmica natural de diversos ecossistemas. Entre as UC federais brasileiras, o Parque Nacional da Chapada Diamantina foi a que registrou o maior número de focos de incêndio entre os anos de 2003 e 2006. Para avaliar o histórico dos incêndios no Parque (1520km<sup>2</sup>) e em sua área circundante (AC: faixa de 10km ao redor do Parque), imagens de satélites LandSat foram obtidas na internet, georreferenciadas e analisadas para identificação das áreas queimadas, como “cicatrices” escuras nas imagens de satélite. Estas cicatrizes foram delimitadas e suas áreas calculadas com programas de geoprocessamento. Os dados foram organizados anualmente. No período entre 1973 e 1983, utilizando imagens LandSat 1, 2 e 3, com resolução espacial de 80m, foram identificados (média ± DP) 21,00 ± 20,24 polígonos de incêndios anuais, que afetaram áreas com 589,58 ± 680,79 ha em média, no Parque, e 82,70 ± 89,70 polígonos e 2.244,86 ± 1.272,70 ha na AC. Entre 1984 e abril de 2010, utilizando imagens LandSat 5 com resolução espacial de 30m, a área queimada apurada foi de 6.413,62 ± 4.025,38 ha no PNCD (188,88 ± 194,54 polígonos) e 6.125,49 ± 4.496,98 ha (441,40 ± 430,46) na AC. Há uma grande variabilidade na extensão anual dos incêndios no Parque. Os anos em que se registraram as maiores extensões queimadas foram 1993 e 2008. Ao todo, 61% da área do Parque foi atingida pelo fogo no período avaliado no presente estudo. As áreas não atingidas se concentram em regiões mais úmidas e com formações florestais. A área circundante teve 37,6% de sua extensão atingida por incêndios. Os dados levantados sugerem que fatores climáticos, como a ocorrência do fenômeno El Niño, favorecem a ocorrência de incêndios, embora no período entre 2003 e 2008 não se tenha observado este padrão. É possível que a retirada de 18.000 cabeças de gado bovino do Parque em 2002 e que o relativo controle dos incêndios nos anos subseqüentes tenham favorecido o acúmulo de biomassa, tornando muito difícil o controle dos incêndios em 2008, quando 41% do Parque foram afetados pelo fogo.

**Palavras-chave:** área protegida, Cadeia do Espinhaço; geoprocessamento; incêndios florestais.

**ABSTRACT** – Wildfires are a serious threat to biodiversity conservation and the integrity of protected areas (PA). However, the occurrence of fire is part of the natural dynamics of various ecosystems. Among the Brazilian Federal PA, Chapada Diamantina National Park is the one that registers the largest number of

<sup>1</sup> Grupo Ambientalista de Palmeiras, Rua Quinze de Janeiro, sem número, Centro, Palmeiras, Bahia. 46.930-000. E-mail: felipe@gap.org.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Sudoeste Baiano, Estrada do Bem Querer, Km 4, Caixa postal 95, Vitória da Conquista, Bahia. 45.083-900. E-mail: nortonrodrigo@hotmail.com

<sup>3</sup> Parque Nacional da Chapada Diamantina, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Rua Barão do Rio Branco, 80, Centro, Palmeiras, Bahia. 46.930-000. E-mails: cccazevedo.goncalves@gmail.com e brunolint@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Coordenação de Emergências Ambientais, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, SQSW 103-105, Brasília, Distrito Federal. E-mail: cberlinck@gmail.com

fires. To assess the history of fires in this Park, Landsat satellite images were obtained on the internet, geo-referenced and analyzed to identify the burned areas, recognized as dark “scars” in the satellite images. These scars were delimited and their areas calculated with GIS programs. Data were organized per year. For the period between 1973 and 1983, Landsat 1, 2 and 3, images with a spatial resolution of 80m, allowed the identification of  $21.00 \pm 20.24$  polygons of fires per year, which affected  $589.58 \pm 680.79$  ha, on average, in the Park, and  $82.70 \pm 89.70$  polygons and  $2244.86 \pm 1272.70$  ha in the surrounding area. Between 1984 and April 2010, using Landsat 5 images with a spatial resolution of 30m, the burned area found was  $6,413.62 \pm 4,025.38$  ha in the Park ( $188.88 \pm 194.54$  polygons) and  $6,125.49 \pm 4,496.98$  ha ( $441.40 \pm 430.46$  polygons) in AC. There is a great variability in the extent of annual fires that affect the Park. The years with the largest extensions burned were 1993 and 2008. In all, 61% of the area of the national plan was hit by fire during the period evaluated in this study. Not affected areas are concentrated in more humid regions and forest formations. The surrounding area had 37.6% of its area affected by fires. The data collected suggest that climatic factors such as the occurrence of El Niño may favor the occurrence of fires, although in the period between 2003 and 2008 this pattern had not observed. It is possible that the withdrawal of 18,000 head of cattle from the Park, in 2002, and the relative control of fires in the subsequent years favored the accumulation of biomass, making it very difficult to control the fires in 2008, when 41% of the park were affected by fire.

**Keywords:** Espinhaço mountain range, GIS, protected area, wildfire.

## Introdução

Os incêndios estão entre os maiores problemas para a conservação da biodiversidade. Anualmente, extensas áreas são consumidas pelo fogo tanto dentro como fora de Unidades de Conservação (Medeiros & Fiedler 2003, Fiedler *et al.* 2004, Ribeiro *et al.* 2006). No entanto, o fogo também é um componente natural de diversos ecossistemas (Coutinho 1980, Bradstock & Kenny 2003, Pausas *et al.* 2004, Bond & Keeley 2005). O desafio atual da gestão de espaços protegidos é justamente encontrar o equilíbrio entre os processos naturais envolvendo a ocorrência de focos de incêndio e a intensificação destes fenômenos pela ação humana, que costuma tornar estes eventos mais recorrentes do que seriam naturalmente, com sérias conseqüências para o equilíbrio dos ecossistemas (França *et al.* 2007).

O Parque Nacional (Parna) da Chapada Diamantina é a unidade de conservação (UC) federal que registra o maior número de focos de incêndio por temporada, embora normalmente não seja aquela onde se encontram as maiores extensões queimadas (IBAMA 2008). Ao longo do tempo, eventos recorrentes têm atingido o Parque anualmente, mas faltam estudos que procurem sistematizar estas ocorrências e utilizar os dados para planejar ações de prevenção e combate, além de subsidiar pesquisas. Somando-se a isto, apesar do trabalho de registro das ocorrências realizado pela gestão do Parque e pelas brigadas voluntárias, os relatórios existentes carecem de uma avaliação correta da área queimada. Neste contexto, merecem destaque os eventos acontecidos no ano de 2008, quando uma área significativa desta UC foi atingida pelo fogo nos meses de outubro e novembro. Berlinck *et al.* (2010) demonstraram que a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida naquele período, na área do Parque, foi o equivalente ao consumo da frota de veículos automotores da cidade de Salvador durante um ano.

Neste trabalho, imagens de satélite LandSat são utilizadas para traçar o histórico do fogo no Parna da Chapada Diamantina e em sua área circundante ao longo de 37 anos, fornecendo um panorama das áreas afetadas e subsídios para análises sobre possíveis causas e efeitos dos eventos de incêndio nesta UC.

## Materiais e métodos

O histórico do fogo no Parna da Chapada Diamantina foi avaliado através da análise de imagens de satélite LandSat, no período entre 28 de julho de 1973 e 20 de abril de 2010, seguindo a metodologia proposta por França *et al.* (2007), descrita a seguir. As imagens foram

obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE 2010). Depois de baixadas, elas foram classificadas quanto à cobertura de nuvens e ortorreferenciadas utilizando o software de geoprocessamento ArcGis 9.3. As imagens onde a cobertura de nuvens não permitia vislumbrar nenhum aspecto da superfície foram excluídas, mas incluíram-se aquelas em que pelo menos uma parte da cena abrangendo o Parque e a área circundante de 10 km (AC) estivesse visível. Esta medida foi necessária porque praticamente todas as imagens tinham extensas áreas cobertas por nuvens, geralmente acima de 50% da cena (Apêndice 1). Os sensores dos satélites Landsat que forneceram as imagens utilizadas são apresentados na Tabela 1. É importante chamar a atenção para a diferença de resolução dos sensores MSS (80 m), utilizados no período entre 1973 e 1983, e TM (30 m), de 1984 em diante, o que implica em uma diferença na escala e na qualidade das imagens e na magnitude nos eventos que podem ser captados por elas.

De 234 imagens obtidas, 131 foram descartadas devido à cobertura de nuvens. Nas 103 imagens restantes, foram identificadas as “cicatrices” (senso França *et al.* 2007) dos incêndios ocorridos, que são áreas das imagens onde o carvão e as cinzas da vegetação, juntamente com o solo ou a rocha expostos, absorvem a radiação em uma ampla faixa do espectro, especialmente na faixa de luz visível e no infravermelho próximo e médio (0,4 a 2,5  $\mu\text{m}$ ). Nestas condições, as áreas queimadas aparecem como manchas escuras que se destacam em relação à vegetação não atingida pelos incêndios. Deve-se frisar que só puderam ser identificadas áreas recém-queimadas – não foi possível identificar diferenças na vegetação em regeneração que informassem sobre incêndios recentes e tampouco identificar claramente cicatrizes de incêndios em imagens termais, como realizado no Parque Nacional de Emas (França *et al. op. cit.*), devido ao fato de que os campos rupestres da Chapada Diamantina não apresentam uma cobertura vegetal homogênea, como acontece com o cerrado naquela unidade de conservação, de modo que sempre é difícil distinguir variação natural de variação em função de perturbação recente. Posteriormente, foram calculadas as áreas afetadas, por ano, e realizada uma avaliação da distribuição dos focos. Os valores referidos são médias  $\pm$  desvios padrão das variáveis, exceto quando citado.

Tabela 1 – Satélites, sensores, bandas espectrais, intervalos de onda ( $\mu\text{m}$ ) e resolução (em metros) das imagens de satélite utilizadas para avaliar a ocorrência de incêndios entre 1973 e abril de 2010 no Parque Nacional da Chapada Diamantina e sua Área Circundante.

Table 1 – Satellites, sensors, spectral bands, wave intervals ( $\mu\text{m}$ ) and resolution (in meters) of satellite images used to evaluate the occurrence of fires between 1973 and April 2010 at the Chapada Diamantina National Park and its surrounding area.

Satélite	Sensor	Banda	Intervalo ( $\mu\text{m}$ )	Resolução (m)
Landsat 1, 2 e 3	MSS	4	0,50 – 0,60	80
Landsat 1, 2 e 3	MSS	5	0,60 – 0,70	80
Landsat 1, 2 e 3	MSS	7	0,80 – 1,10	80
Landsat 5	TM	3	0,63 – 0,69	30
Landsat 5	TM	4	0,76 – 0,90	30
Landsat 5	TM	5	1,55 – 1,75	30

## Resultados

Os resultados obtidos estão sintetizados na Tabela 2. No período entre 1973 e 1983, foram analisadas 18 imagens dos satélites Landsat 1, 2 e 3, nos anos de 1973, 1975, 1976, 1979 e 1981, numa média de uma imagem a cada  $6,6 \pm 5,3$  meses. Neste período, foram identificados  $21,00 \pm 20,24$  polígonos, e  $589,58 \pm 680,79$  ha queimados por ano no Parque e  $82,70 \pm 89,70$  polígonos e  $2.244,86 \pm 1.272,70$  ha queimados na AC (Figura 1).

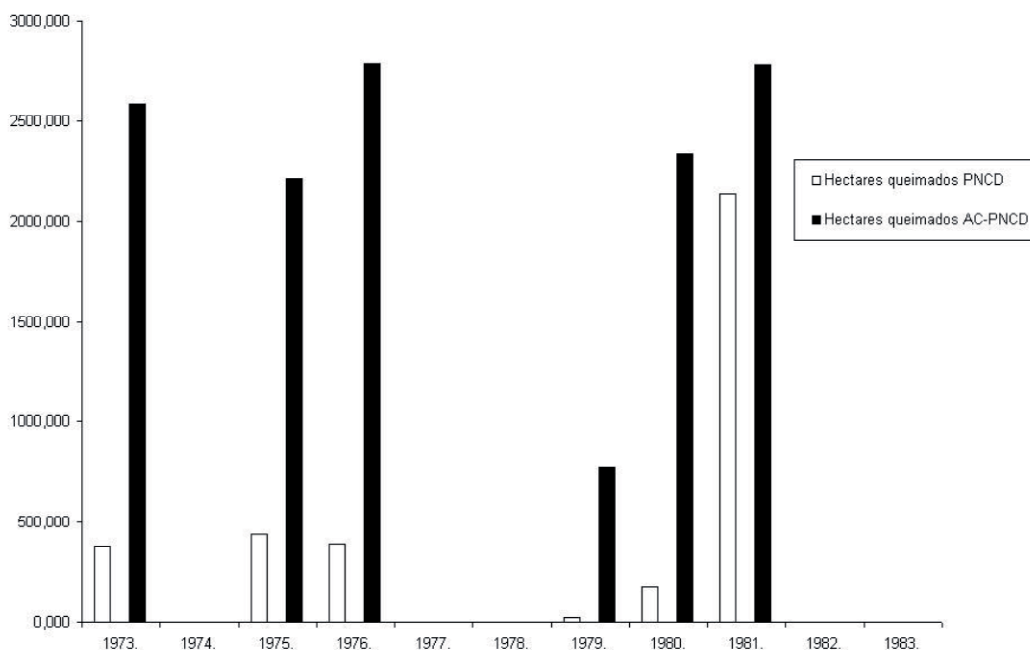


Figura 1 – Extensão das áreas atingidas por incêndios no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD - barras vazadas) e na sua Área Circundante (barras sólidas) entre 1973 e 1983, obtidas a partir de imagens dos satélites Landsat 1, 2 e 3.

Figure 1 – Extent of areas affected by fire in Chapada Diamantina National park (PNCD - hollow bars) and in surrounding area (AC - solid bars) between 1973 and 1983, obtained from Landsat 1, 2 and 3 satellite images.

A partir de 1984 até 2010, com imagens do satélite Landsat 5, foi possível obter uma imagem a cada  $3,31 \pm 3,61$  meses, em média. No entanto, a distribuição destas imagens não foi uniforme ao longo do período, com o intervalo de tempo entre elas variando de 0,4 a 18,6 meses (12 a 558 dias, Figura 2). Não foi possível obter imagens dos anos 1995 e 2000. Com este conjunto de dados, a área queimada anual apurada foi de  $6.413,62 \pm 4.025,38$  ha no Parque ( $188,88 \pm 194,54$  polígonos) e  $6.125,49 \pm 4.496,98$  ha ( $441,40 \pm 430,46$  polígonos) na AC. Há uma grande variabilidade na extensão anual dos incêndios que afetam o Parque. Sem considerar os anos em que não se conseguiu obter imagens que possibilitassem demarcar eventuais cicatrizes, citados anteriormente, as menores extensões queimadas foram encontradas nos anos de 2005, com 88,25 ha, e 1985, com 285,98 ha. As maiores extensões queimadas foram encontradas nos anos de 1993, com 28.346,77 ha, e em 2008, com 63.731,21 ha. Testes de correlação mostraram não haver relação estatisticamente significativa entre a área queimada e número de imagens usadas (dados não apresentados).

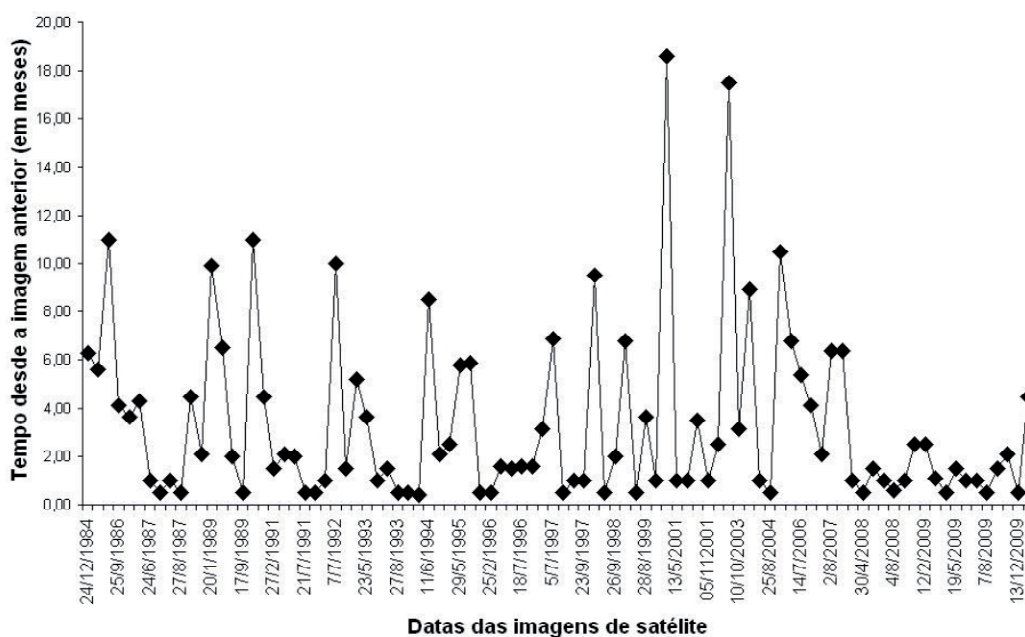


Figura 2 – Tempo entre as imagens de satélite Landsat utilizadas para demarcação das cicatrizes de incêndio. Notar a variabilidade nos intervalos.

Figure 2 – Time elapsed between the Landsat satellite images used to demarcate the scars of fire. Note the variability in the intervals.

A consolidação dos resultados obtidos em todos os anos mostra que pelo menos 61% da área do Parque foi afetada por incêndios entre 1973 e abril de 2010 (Figura 3). As áreas não atingidas por incêndios estão predominantemente na porção centro-norte e leste do Parque, concentradas ao norte de Mucugê, ao oeste de Andaraí e ao sul de Lençóis. Estas áreas coincidem com um conjunto de serras elevadas e vales profundos paralelos um ao outro, no sentido leste-oeste, de difícil acesso. Ao sul de Mucugê, apenas em algumas áreas cobertas por florestas estacionais semidecíduais (entre os municípios de Itaeté e Andaraí), em alguns vales profundos de rios e em um polígono nas proximidades do rio Mucugê não foi encontrada nenhuma cicatriz de incêndios. Em geral, as cicatrizes aparecem dispersas pela UC, como, por exemplo, em 1987 ou em 1993 (Figuras 4 e 5), sem formar um padrão claro, embora normalmente concentrados em áreas com campos sujos ou campos rupestres. A exceção a este padrão foi o ano de 2008, quando três grandes incêndios atingiram o Parque, formando grandes blocos contínuos de área queimada, intercalados com áreas menores (Figura 6).

No período analisado por este trabalho, 37,6% da Área Circundante foi atingida por incêndios. Os focos foram amplamente distribuídos, mas, como no caso do Parque, algumas áreas mais altas e com formações florestais foram menos atingidas do que áreas abertas, com vegetação savanóide (Figura 7).

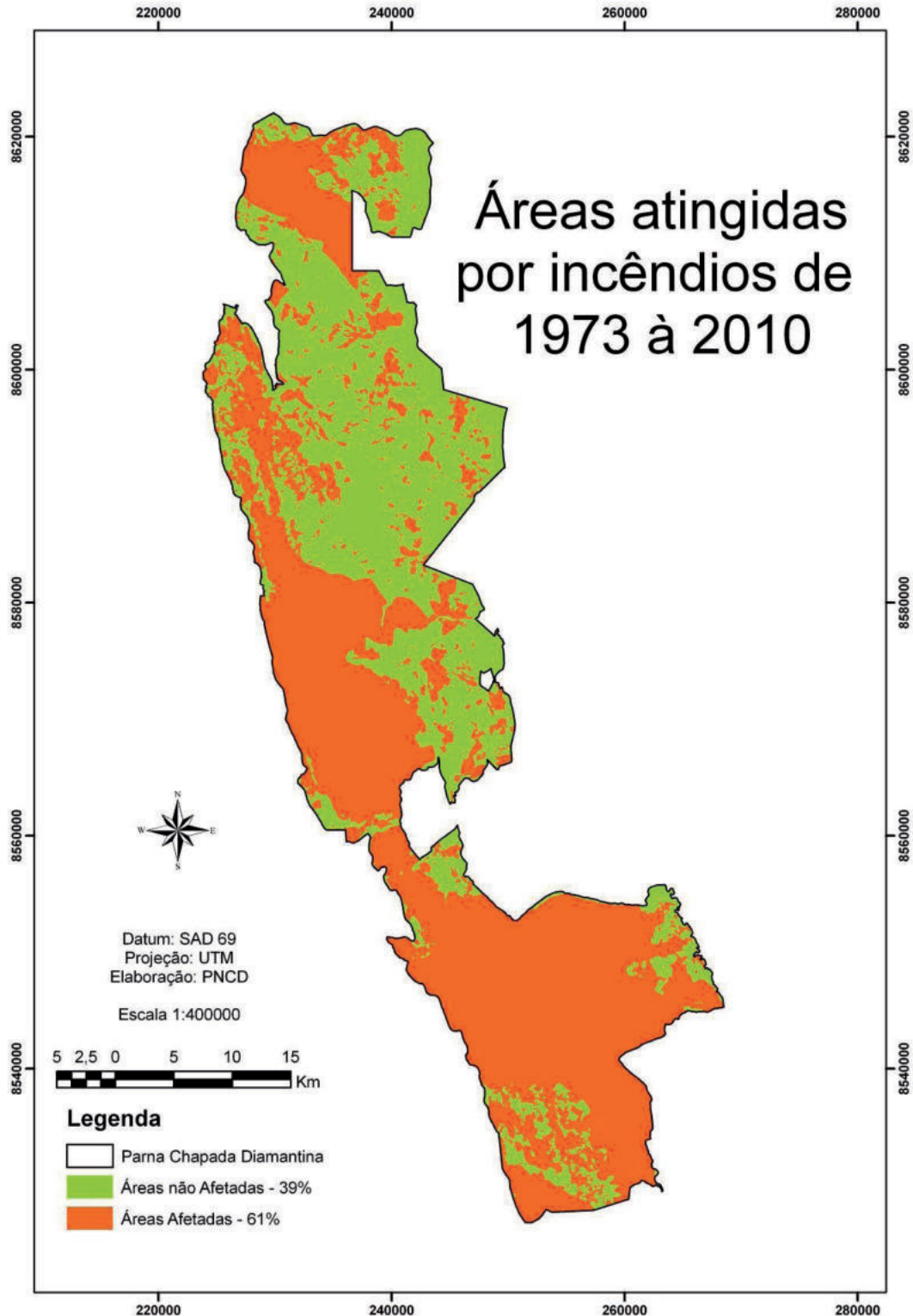


Figura 3 – Mapa síntese das áreas afetadas pelos incêndios no Parque Nacional da Chapada Diamantina no período entre 1973 e abril de 2010. Notar que 39% da área do Parque, segundo os dados obtidos, não sofreu incêndios no período considerado, especialmente na região ao norte da unidade de conservação, entre Mucugê e Lençóis.

Figure 3 – Synthesis map of areas affected by fires in the Chapada Diamantina National Park, between 1973 and April 2010. Note that 39% of the Park, according to data collected, has not been burned during the period considered, especially in the northern region of the protected area, between Mucugê and Lençóis.

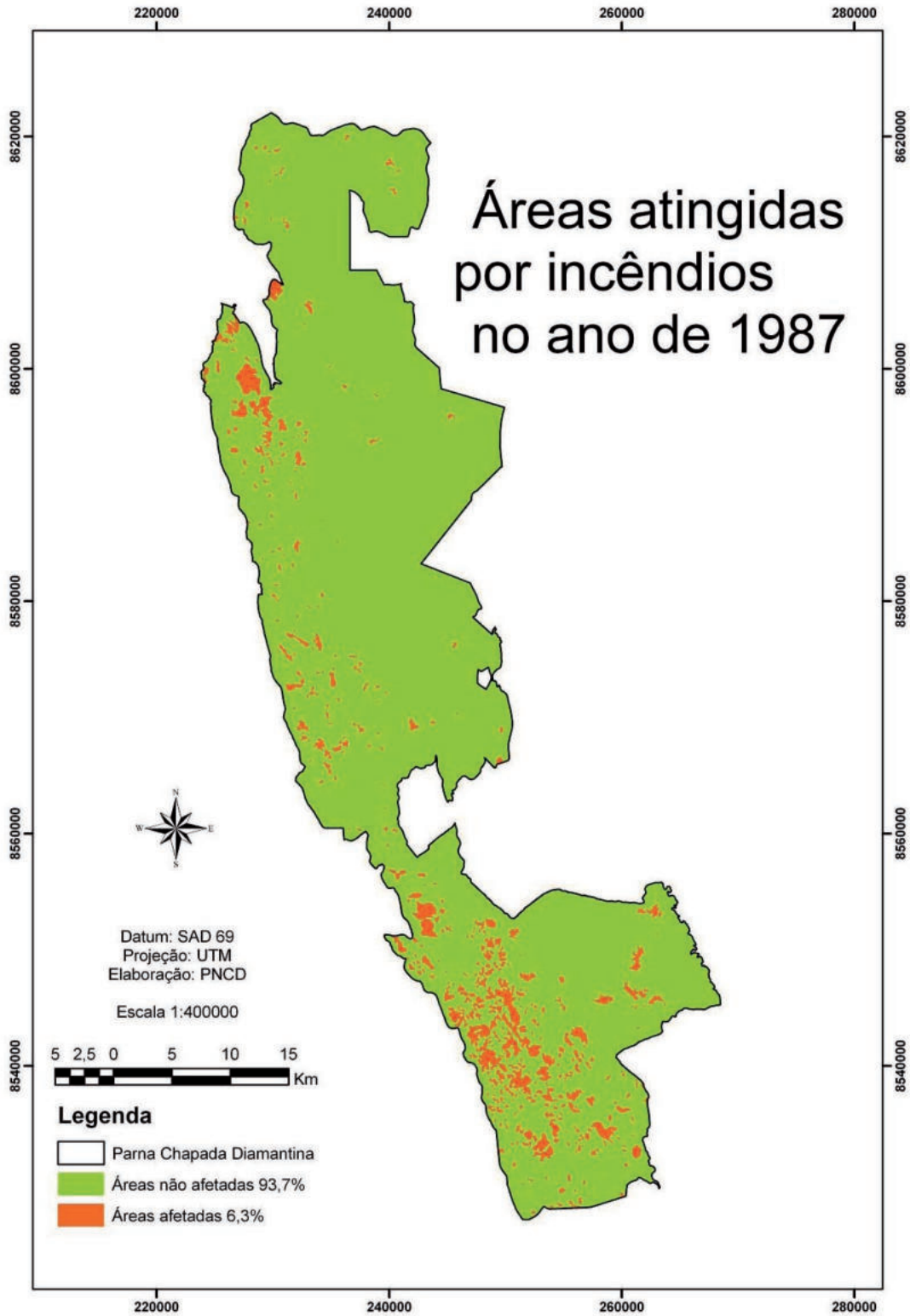


Figura 4 – Áreas afetadas por incêndios no interior do Parque Nacional da Chapada Diamantina no ano de 1987.

Figure 4 – Areas affected by fires within Chapada Diamantina National Park in 1987.

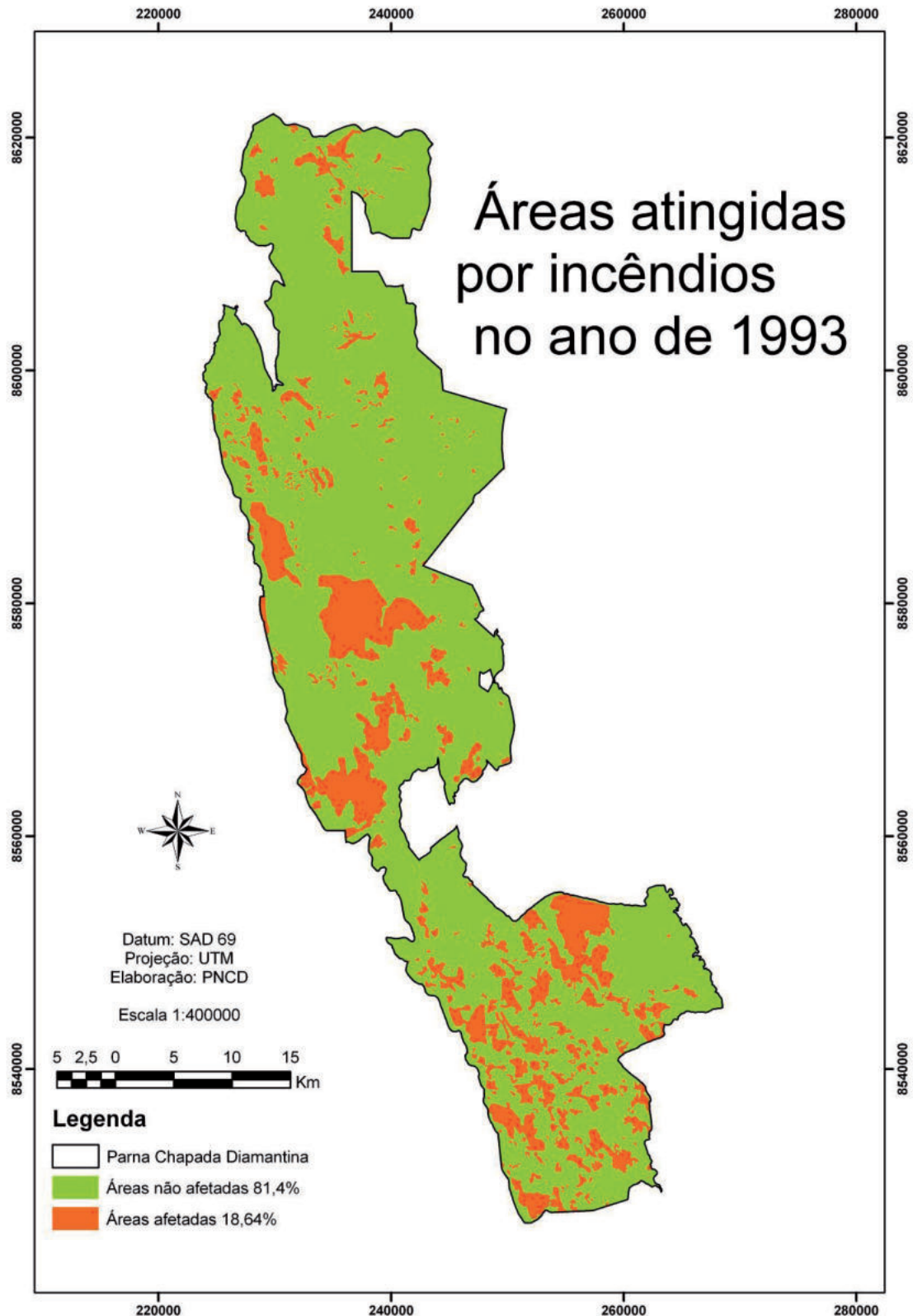


Figura 5 – Áreas afetadas por incêndios no interior do Parque Nacional da Chapada Diamantina no ano de 1993.

Figure 5 – Areas affected by fires within Chapada Diamantina National Park in 1993.



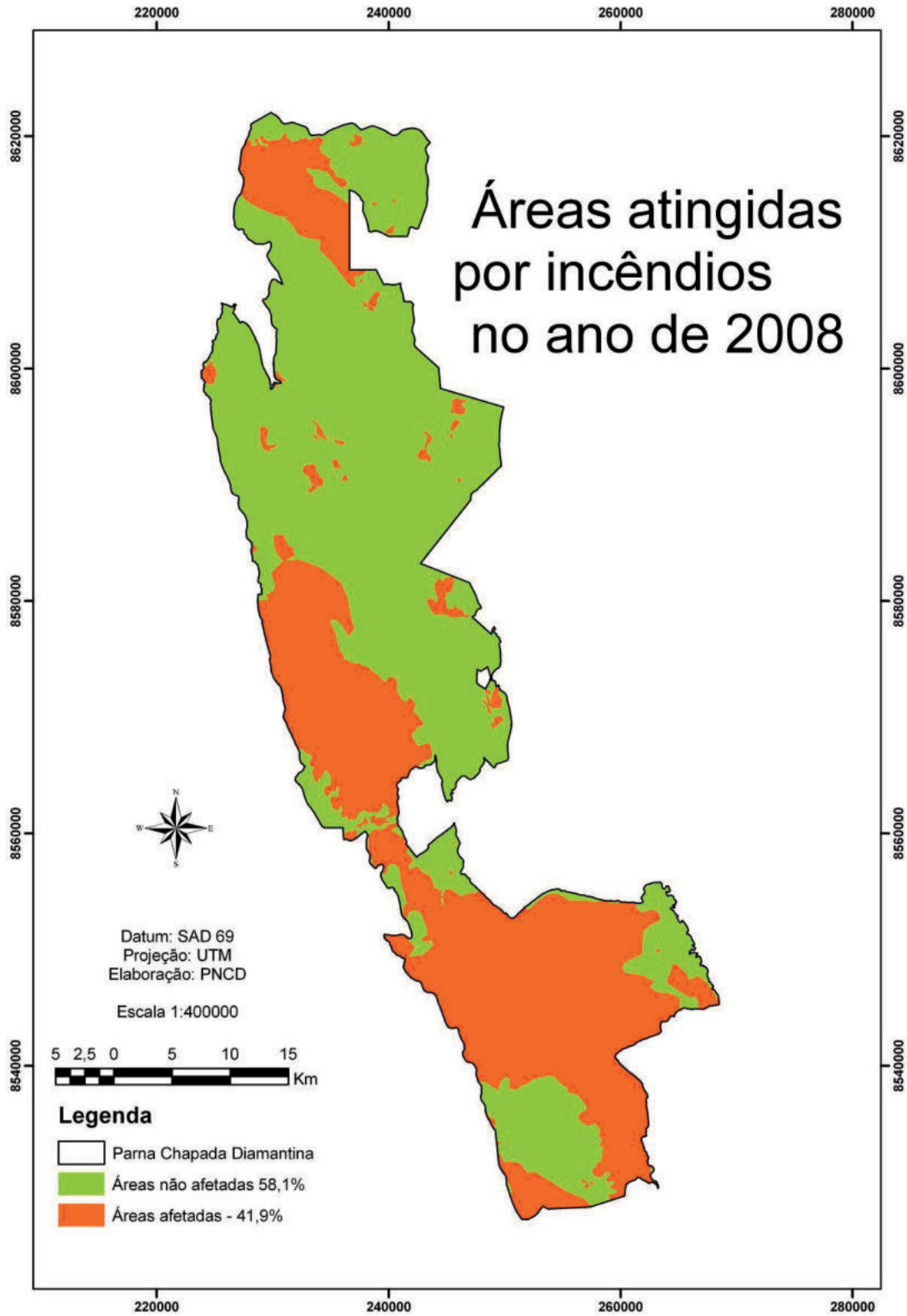


Figura 6 – Áreas afetadas por incêndios no interior do Parque Nacional da Chapada Diamantina no ano de 2008.

Figure 6 – Areas affected by fires within Chapada Diamantina National Park in 2008.

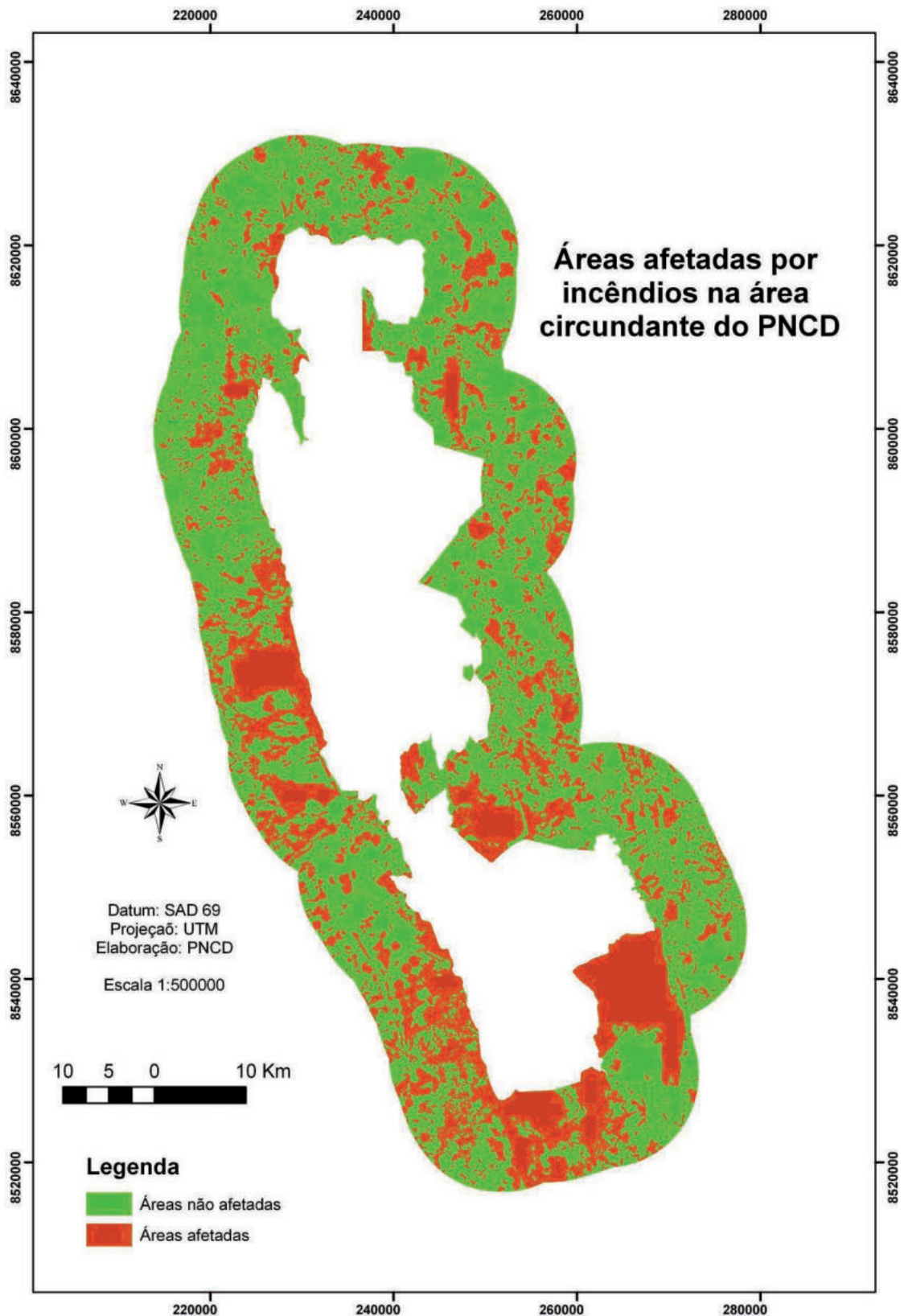


Figura 7 – Áreas afetadas por incêndios na Área Circundante do Parque Nacional da Chapada Diamantina entre 1973 e abril de 2010, com base em imagens LandSat.

Figure 7 – Areas affected by fires in the surrounding area of the Chapada Diamantina National Park between 1973 and April 2010, based on LandSat images.

Tabela 2 – Valores relativos à ocorrência de incêndios no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e sua área circundante (AC) entre 1984 e abril de 2010, obtidos com base em imagens do satélite Landsat 5, considerando os polígonos identificados.

Table 2 – Values related to fires occurrences in Chapada Diamantina National Park and its surrounding area between 1984 and April 2010, based on Landsat 5 satellite images and burned polygons that were identified.

Ano	Parque Nacional da Chapada Diamantina			Área Circundante		
	Polígonos	Área (ha)	%	Polígonos	Área (ha).	%
1984	39	383,97	0,25	111	923,62	0,61
1985	65	285,98	0,19	0	0,00	0,00
1986	50	468,37	0,31	202	1624,33	1,07
1987	709	9689,98	6,37	891	8045,08	5,29
1988	181	4073,52	2,68	761	10139,33	6,67
1989	228	1620,49	1,07	457	3597,91	2,37
1990	252	3783,12	2,49	197	1461,06	0,96
1991	429	4260,41	2,80	452	3227,38	2,12
1992	137	743,68	0,49	205	791,30	0,52
1993	382	28346,77	18,65	632	12757,96	8,39
1994	241	4102,63	2,70	446	6652,19	4,38
1995	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
1996	289	5760,30	3,79	561	4266,91	2,81
1997	132	937,30	0,62	483	4032,38	2,65
1998	361	10846,69	7,14	462	5928,45	3,90
1999	235	2875,59	1,89	421	4476,10	2,94
2000	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
2001	409	10237,29	6,74	923	13598,62	8,95
2002	23	1180,72	0,78	215	2692,42	1,77
2003	79	2138,41	1,41	407	3540,03	2,33
2004	56	1304,82	0,86	281	2230,30	1,47
2005	12	88,95	0,06	120	887,54	0,58
2006	196	1706,09	1,12	658	4989,23	3,28
2007	62	883,08	0,58	498	4615,53	3,04
2008	101	63731,21	41,93	704	45209,74	29,74
2009	36	748,36	0,49	573	5420,06	3,57
2010	18	142,72	0,09	375	2029,72	1,34

## Discussão

O levantamento dos incêndios ocorridos no Parna da Chapada Diamantina permitiu algumas constatações interessantes e que balizarão o planejamento da gestão do fogo nesta UC, embora haja uma grande variabilidade nos intervalos entre as imagens utilizadas e, na maioria dos casos, parcelas significativas das mesmas estejam cobertas por nuvens. Isto implica em que as cicatrizes detectadas possivelmente correspondem a uma parcela dos focos que efetivamente ocorreram. Entretanto, a presença maciça de nuvens nas áreas e nos períodos que não puderam ser mapeados pode indicar a ocorrência de chuvas intensas, o que naturalmente limita a possibilidade de ocorrência de focos de incêndio. Estudos posteriores são necessários para refinar o mapeamento da extensão dos focos que não puderam ser detectados pela metodologia empregada.

Os dados mostram um forte componente climático influenciando a intensidade dos eventos de fogo. De fato, os principais eventos de ocorrência de incêndios coincidem com anos onde

ocorre o fenômeno El Niño, exceto em 1994 e 1995 e em 2008 (Figura 8). No primeiro período citado, um evento de El Niño fraco aconteceu logo após outro mais intenso (1991 – 1993), com extensas áreas afetadas por incêndios no PNCD em 1993, onde presumivelmente boa parte do material combustível deve ter sido queimado.

No segundo caso, o ano de 2008 sucedeu uma seqüência de eventos de El Niño, mas não foi ele mesmo um ano em que o fenômeno tenha ocorrido. Apesar disso, condições extremamente favoráveis à ocorrência de incêndios ocorreram nos meses de outubro e novembro. Dados do Instituto Nacional de Meteorologia (2008) mostram que o volume de chuvas ficou em 9,4 mm no mês de outubro, equivalentes a 10 % da normal climatológica do período, com um déficit hídrico de 114 mm.

A remoção do gado bovino em 2003 também pode ter tido influência nos eventos ocorridos em 2008. Na época, a equipe do Parque alertou que a retirada de 18.000 cabeças de gado bovino implicaria que cerca de 32.400 toneladas de matéria seca deixariam de ser consumidos anualmente (Gonçalves 2003, Berlinck *et al.* 2010). Além disso, era costume dos vaqueiros atear fogo às pastagens naturais para renovar a vegetação para as próximas temporadas, o que provavelmente reduzia ainda mais o volume de material disponível para queima na temporada seca subsequente. Este fato, aliado a um relativo controle dos focos pelas brigadas contratadas e voluntárias de combate a incêndio a partir de 2001, pode ter propiciado o acúmulo de biomassa naqueles locais onde o gado costumava ser colocado. As áreas mais afetadas em 2008 correspondem, aproximadamente, aos locais onde tradicionalmente se apascentavam os rebanhos, retirados em 2003.

As regiões não atingidas pelos incêndios no período entre 1973 e abril de 2010, dentro dos limites do Parque, correspondem, como referido anteriormente, a uma região entre as cidades de Mucugê, Lençóis e Andaraí, onde há um conjunto de serras paralelas e vales profundos, de

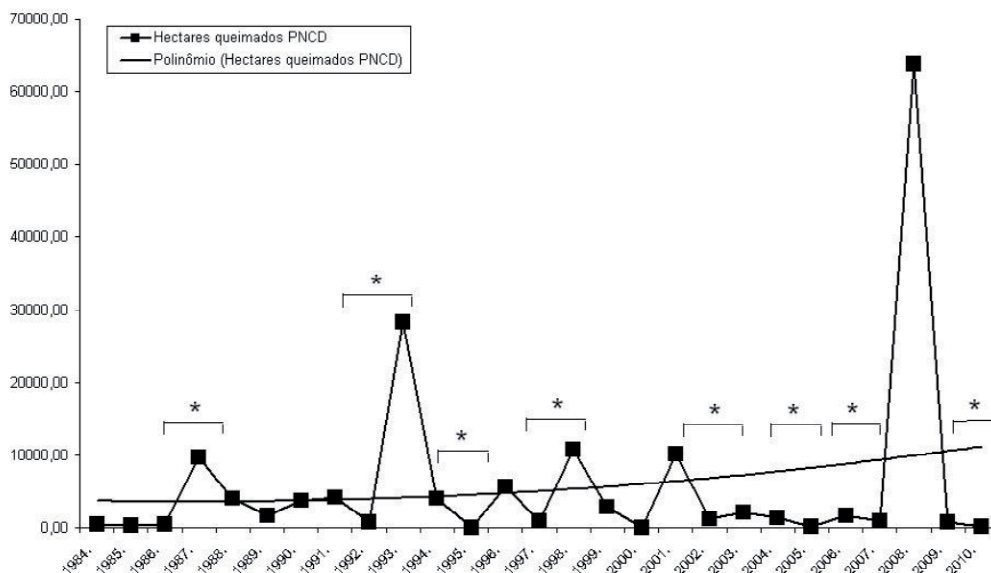


Figura 8 – Extensão das áreas queimadas, anualmente, no interior do Parque Nacional da Chapada Diamantina entre 1984 e abril de 2010. A linha de tendência corresponde a um polinômio que indica, aproximadamente, a variação do valor médio das áreas queimadas ao longo do tempo. As estrelas indicam eventos de El Niño e os colchetes a duração destes eventos.

Figure 8 – Extension of the areas burned annually within the Chapada Diamantina National Park between 1984 and April 2010. The trend line represents a polynomial that shows approximately the variation of the average value of the burned areas over time. Stars indicate El Niño events and the brackets the duration of these events.

difícil acesso, clima mais úmido (CPRM 1994), e vegetação florestal. Todos estes fatores dificultam a propagação dos incêndios. No entanto, também deve ser referido o fato de que esta região está constantemente coberta por nuvens, o que pode dificultar a identificação de eventuais focos em imagens Landsat. Ao sul de Mucugê, as condições das áreas onde não se registraram focos de incêndio são similares, mas estas são muito menos extensas. Pequenos trechos de campos rupestres que não foram afetados por incêndios, próximos a Mucugê, são potenciais alvos de estudos sobre a dinâmica de campos rupestres sem a interferência do fogo.

Berlinck *et al.* (2010) indicam que a ocorrência de focos de incêndio no Parque é devida, basicamente, à ação antrópica. Ações como coleta de sempre-vivas, criação de animais (principalmente equinos e muaras), caça e, em menor escala, agricultura e turismo desordenado, são apontadas como possíveis causas para os incêndios que atingem este Parque. Funch (2007) especifica para que serve o fogo em cada grupo dos usuários citados. Segundo ele, o garimpeiro utiliza o fogo para abertura de caminhos e regos e limpeza de áreas perto de sua morada; o coletor de sempre viva acredita que o fogo é útil para produzir uma melhor safra; e o vaqueiro e os caçadores utilizam a queima com a mesma finalidade - renovação de pasto para alimentar os animais - , no caso do caçador, para atrair os herbívoros para determinado local, e dos vaqueiros, para suprir os seus animais de montaria. Outra possível causa dos focos é o vandalismo e/ou revanchismo, que são apontados como importantes causas de incêndios por Vélez *et al.* (2000), na Espanha, mas que parece também ser uma realidade no Parna da Chapada Diamantina. As motivações para o vandalismo e/ou revanchismo apontados por Vélez *et al.* (2000) estão relacionados a perdas financeiras sofridas pelos moradores ou proprietários das áreas. No caso do Parna Chapada Diamantina, a grande lentidão na regularização fundiária; o poder coercitivo, limitando o uso de suas terras e a própria forma de criação da unidade de conservação, sem um maior esclarecimento da população sobre os seus benefícios, podem ser motivações para as ações de atear fogo em áreas da UC. A existência de piromaniacos também é possível, mas como destaca Vélez *et al.* (op cit.), é pouco provável que ações deste tipo sejam a principal causa dos incêndios, pois essa enfermidade é encontrada em um número muito reduzido de indivíduos. Com isso, pode-se supor que os incêndios florestais são originados, principalmente, de problemas socioambientais de cada região, e que alguns desses problemas podem ser similares entre as regiões.

A ocorrência de incêndios de origem natural, provocados por raios, é muito rara nesta UC (Berlinck *et al.* 2010), ao contrário do que ocorre no Parna de Emas, por exemplo (França *et al.* 2007). A origem antrópica dos incêndios também é considerada importante em outras UC federais, como os Parnas da Serra da Canastra ou o da Serra do Cipó (Medeiros & Fiedler 2003, Ribeiro *et al.* 2005). Ações de fiscalização mais intensas, monitoramento e a regularização fundiária das UC podem contribuir para reduzir a incidência dos focos. No entanto, como referido anteriormente, o fogo é um distúrbio natural em muitos habitats, e sua exclusão das áreas onde faz parte da dinâmica do ecossistema pode ser danosa, como já foi demonstrado para o Parna de Emas (França *et al.* 2007). No caso do Parna da Chapada Diamantina, a diversidade de ambientes que caracteriza esta UC leva à necessidade de se buscarem alternativas de gestão que considerem medidas diferentes dependendo da natureza do ambiente afetado pelos incêndios. Em outro artigo (Gonçalves *et al.* neste número) é apresentada uma proposta de setorização do Parna Chapada Diamantina, juntamente com análises preliminares da cobertura vegetal em sítios determinados, que podem balizar as ações de prevenção e combate a incêndios florestais, evitando a ocorrência de grandes eventos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Helena França, Luane Helena Augusto Lima e Pablo Lacaze de Camargo Casella pelas sugestões e apoio. Este trabalho é resultado do projeto “Análises sobre a ocorrência de incêndios no PNCD com vistas ao controle e manejo”, financiado com recursos da CGPEQ/DIBIO/ICMBIO, no ano de 2010.

## Referências bibliográficas

- Berlinck, C.N.; Lima, L. H. A. & Gonçalves, C.N. 2010. O Parque Nacional da Chapada Diamantina e a emissão de gases de efeito estufa. **Ciência Hoje**, 46 (276): 28-33.
- Bradstock, R.A. & Kenny, B.J. 2003. An application of plant functional types to fire management in a conservation reserve in southeastern Australia. **Journal of Vegetation Science**, 14: 345-354.
- Coutinho, L.M. 1980. As queimadas e seu papel ecológico. **Brasil Florestal**, 44: 7-23.
- CPRM. 1994. **Projeto Chapada Diamantina. Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. Informações básica para gestão territorial: diagnóstico do meio físico e da vegetação**. Salvador: CPRM – IBAMA. 104 p.
- Fiedler, N.C.; Azevedo, I.N.C.; Rezende, A.V.; Medeiros, M.B. & Venturoili, F. 2004. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, 29: 129-138.
- Bond, W.J. & Keeley, J.E. 2005. Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems. **Trends in Ecology and Evolution**, 20 (7): 389-393.
- França, H.; Ramos Neto, M.B. & Setzer, A. 2007. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Série Biodiversidade, 27. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 140 p.
- Funch, R. 2007. **Um guia para a Chapada Diamantina**, Flora Editora e Artes Visuais, Lençóis, Bahia, Brasil.
- Gonçalves, C.N. 2003. Dezoito mil cabeças de gado que ameaçavam o Parque Nacional da Chapada Diamantina – análise do problema e perspectivas oriundas da retirada dos animais. **Informativo PNCD**, 2 (3): 10-11.
- IBAMA. 2008. Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. **Relatório de combate ampliado**. IBAMA – PREVFOGO: Brasília. 11 fl.
- INPE 2010. **Catálogo de imagens**. <<http://www.dgi.inpe.br/cdsr/>> (Acesso em 10/02/2010)
- Instituto Nacional de Meteorologia. 2008. **Boletim agroclimatológico mensal. Outubro 2008**. INMET – SEAGRE: Brasília. 41 p.
- Medeiros, M.B. & Fiedler, N.C. 2003. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal (Santa Maria)**, 14 (2): 157-168.
- Pausas, J. G.; Bradstock, R. A.; Keith, D.A.; Keeley, J.E. & The GCTE (Global Change Of Terrestrial Ecosystems) Fire Network. 2004. Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems. **Ecology**, 85(4): 1085–1100.
- Ribeiro, K. T. ; Madeira, J. A. ; Collet, H. D. ; Nascimento, J. S. & Braga, J. C. 2006. Conquistas e desafios na prevenção e combate a incêndios em vegetações abertas no interior e entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó, sudeste do Brasil. *In: 2º Congreso para la prevención y combate de incendios forestales y de pastizales en el Mercosur*, **Anais do ...** Malargüe.
- Vélez, R. (coord.). 2000. **La defensa contra incêndios forestales: fundamentos y experiencias**, Editora McGraw Hill, Madrid, Espanha.

Apêndice – Relação das imagens de satélite LandSat 1,2,3 e 5 obtidas da página do INPE (2010) informando a sequência (Img n°), a cobertura de nuvens em cada um dos quadrantes (Q1, Q2, Q3 e Q4) de cada imagem e se a imagem foi utilizada ou não para demarcação das cicatrizes de incêndios. Não foram utilizadas aquelas imagens que não tivessem áreas do Parque Nacional da Chapada Diamantina ou de sua área circundante visíveis.

Appendix – Value of LandSat 1,2,3 and 5 satellites images obtained from the site of INPE (2010) informing their sequency, (Img n°), data, cloud cover in each quadrant of each image (Q1, Q2, Q3 and Q4) and if the image was used or not for delineation of fire scars. Images with no visible areas of the national park or its surrounding area were not used.

Img. n°	Data	Cobertura de nuvens (%)				Utilizado
		Q1	Q2	Q3	Q4	
1	28/07/1973	18	67	0	16	Sim
2	15/08/1973	10	90	0	50	Sim
3	20/09/1973	9	26	0	13	Sim
4	15/08/1973	10	90	0	50	Não
5	06/01/1974	0	0	10	29	Não
6	25/05/1975	0	10	30	10	Sim
7	14/08/1975	18	28	7	31	Sim
8	10/09/1975	4	22	9	24	Não
9	06/06/1976	1	2	0	1	Não
10	24/06/1976	90	100	90	90	Não
11	21/02/1979	90	90	40	50	Sim
12	01/11/1977	29	56	8	32	Sim
13	05/08/1980	34	6	24	5	Não
14	23/08/1980	20	80	0	30	Sim
15	01/02/1981	82	60	59	51	Não
16	31/07/1981	34	33	15	15	Sim
17	05/09/1981	90	100	0	80	Sim
18	22/12/1981	90	90	40	30	Sim
19	15/06/1984	90	80	80	90	Sim
20	24/12/1984	90	90	90	90	Sim
21	18/06/1985	80	80	10	10	Sim
22	04/05/1986	90	70	100	80	Não
23	20/05/1986	90	90	80	90	Sim
24	21/06/1986	100	100	90	100	Não
25	09/09/1986	100	100	100	100	Não
26	25/09/1986	80	100	30	80	Sim
27	15/01/1987	70	90	10	80	Sim
28	23/05/1987	100	100	40	100	Sim
29	24/06/1987	100	100	20	90	Sim
30	10/07/1987	50	80	10	30	Sim
31	11/08/1987	60	100	60	100	Sim
32	27/08/1987	60	100	10	80	Sim
33	12/09/1987	100	100	80	100	Não
34	28/09/1987	100	100	100	100	Não
35	18/01/1988	90	90	90	90	Sim
36	22/03/1988	70	90	70	80	Sim
37	13/08/1988	100	100	90	90	Não
38	20/01/1989	90	90	80	70	Sim

39	29/06/1989	100	100	50	90	<b>Não</b>
40	15/07/1989	90	90	80	90	<b>Não</b>
41	31/07/1989	60	100	60	90	<b>Sim</b>
42	01/09/1989	80	90	40	90	<b>Sim</b>
43	17/09/1989	90	100	60	100	<b>Sim</b>
44	24/02/1990	100	100	80	100	<b>Não</b>
45	16/06/1990	80	100	40	90	<b>Não</b>
46	19/08/1990	70	100	40	100	<b>Sim</b>
47	10/01/1991	90	90	90	90	<b>Sim</b>
48	27/02/1991	80	100	70	100	<b>Sim</b>
49	02/05/1991	90	90	80	90	<b>Sim</b>
50	03/06/1991	100	90	100	90	<b>Não</b>
51	19/06/1991	100	100	100	100	<b>Não</b>
52	05/07/1991	80	90	30	90	<b>Sim</b>
53	21/07/1991	100	100	100	100	<b>Sim</b>
54	06/08/1991	100	90	70	80	<b>Sim</b>
55	22/08/1991	100	100	90	100	<b>Não</b>
56	07/09/1991	50	10	20	10	<b>Sim</b>
57	12/12/1991	100	100	90	100	<b>Não</b>
58	14/02/1992	100	100	100	100	<b>Não</b>
59	02/04/1992	90	90	90	100	<b>Não</b>
60	05/06/1992	90	80	70	80	<b>Não</b>
61	21/06/1992	100	100	100	100	<b>Não</b>
62	07/07/1992	70	70	10	70	<b>Sim</b>
63	08/08/1992	100	100	100	100	<b>Não</b>
64	24/08/1992	50	100	0	60	<b>Sim</b>
65	09/09/1992	100	100	100	100	<b>Não</b>
66	25/09/1992	100	100	100	100	<b>Não</b>
67	14/12/1992	100	100	100	100	<b>Não</b>
68	30/12/1992	90	90	90	90	<b>Não</b>
69	15/01/1993	100	100	100	100	<b>Não</b>
70	31/01/1993	90	90	70	90	<b>Sim</b>
71	05/04/1993	100	100	100	100	<b>Não</b>
72	21/04/1993	100	90	90	100	<b>Não</b>
73	07/05/1993	100	100	100	100	<b>Não</b>
74	23/05/1993	10	0	0	0	<b>Sim</b>
75	24/06/1993	80	60	50	60	<b>Sim</b>
76	26/07/1993	100	100	80	90	<b>Não</b>
77	11/08/1993	0	60	0	0	<b>Sim</b>
78	27/08/1993	90	100	40	80	<b>Sim</b>
79	12/09/1993	90	100	90	100	<b>Sim</b>
80	28/09/1993	50	100	30	70	<b>Sim</b>
81	18/01/1994	100	90	90	90	<b>Não</b>
82	19/02/1994	90	90	50	90	<b>Não</b>
83	24/04/1994	90	90	90	90	<b>Não</b>
84	10/05/1994	100	90	100	100	<b>Não</b>
85	26/05/1994	100	90	60	100	<b>Não</b>
86	11/06/1994	80	90	60	80	<b>Sim</b>
87	13/07/1994	90	100	90	100	<b>Não</b>



88	29/07/1994	90	90	90	90	<b>Não</b>
89	14/08/1994	40	90	40	90	<b>Sim</b>
90	01/10/1994	80	90	40	90	<b>Não</b>
91	02/11/1994	60	90	10	60	<b>Sim</b>
92	11/04/1995	90	90	90	90	<b>Não</b>
93	27/04/1995	100	100	100	100	<b>Não</b>
94	29/05/1995	90	100	80	30	<b>Sim</b>
95	14/06/1995	100	90	90	90	<b>Não</b>
96	30/06/1995	100	100	100	100	<b>Não</b>
97	16/07/1995	90	90	100	90	<b>Não</b>
98	24/01/1996	100	90	60	90	Sim
99	09/02/1996	60	90	10	70	<b>Sim</b>
100	25/02/1996	60	80	40	40	<b>Sim</b>
101	28/03/1996	90	90	70	90	<b>Não</b>
102	13/04/1996	90	100	80	100	<b>Sim</b>
103	31/05/1996	90	90	30	70	<b>Sim</b>
104	16/06/1996	100	40	70	50	<b>Não</b>
105	02/07/1996	100	100	100	100	<b>Não</b>
106	18/07/1996	90	90	70	90	<b>Sim</b>
107	04/09/1996	60	60	20	60	<b>Sim</b>
108	20/09/1996	100	100	100	100	<b>Não</b>
109	06/10/1996	100	90	90	90	<b>Não</b>
110	22/10/1996	100	100	90	100	<b>Não</b>
111	23/11/1996	90	90	90	90	<b>Não</b>
112	09/12/1996	80	90	70	80	<b>Sim</b>
113	25/12/1996	100	100	100	100	<b>Não</b>
114	10/01/1997	90	90	80	90	<b>Não</b>
115	26/01/1997	100	100	100	100	<b>Não</b>
116	11/02/1997	100	100	100	100	<b>Não</b>
117	03/06/1997	100	90	90	100	<b>Não</b>
118	19/06/1997	90	90	90	90	<b>Não</b>
119	21/07/1997	10	10	10	20	<b>Sim</b>
120	22/08/1997	90	90	50	60	<b>Sim</b>
121	23/09/1997	70	90	90	90	<b>Sim</b>
122	06/06/1998	100	100	90	90	<b>Não</b>
123	22/06/1998	80	100	60	90	<b>Não</b>
124	08/07/1998	90	90	30	70	<b>Sim</b>
125	24/07/1998	60	70	80	90	<b>Sim</b>
126	09/08/1998	90	70	90	90	<b>Não</b>
127	25/08/1998	30	80	20	80	<b>Não</b>
128	10/09/1998	90	90	60	90	<b>Não</b>
129	26/09/1998	90	100	40	80	<b>Sim</b>
130	22/04/1999	60	80	30	60	Sim
131	08/05/1999	90	100	90	80	<b>Sim</b>
132	24/05/1999	100	100	90	90	<b>Não</b>
133	09/06/1999	100	100	100	100	<b>Não</b>
134	25/06/1999	90	90	70	90	<b>Não</b>
135	11/06/1999	100	100	90	100	<b>Não</b>
136	27/07/1999	100	100	80	90	<b>Não</b>

137	28/08/1999	10	50	0	0	<b>Sim</b>
138	13/09/1999	90	90	50	90	<b>Não</b>
139	29/09/1999	60	90	10	30	<b>Sim</b>
140	11/06/2000	90	90	90	100	<b>Não</b>
141	15/09/2000	100	100	80	100	<b>Não</b>
142	05/01/2001	100	100	100	100	<b>Não</b>
143	11/04/2001	90	90	10	10	<b>Sim</b>
144	27/04/2001	90	90	90	90	<b>Não</b>
145	13/05/2001	10	50	0	0	<b>Sim</b>
146	29/05/2001	90	90	60	90	<b>Não</b>
147	14/06/2001	90	90	60	90	<b>Sim</b>
148	30/06/2001	100	100	90	90	<b>Não</b>
149	01/08/2001	100	90	100	100	<b>Não</b>
150	17/08/2001	100	100	80	80	<b>Não</b>
151	18/09/2001	100	100	100	100	<b>Não</b>
152	04/10/2001	30	80	0	20	<b>Sim</b>
153	05/11/2001	10	10	10	10	<b>Sim</b>
154	21/11/2001	40	70	70	80	<b>Não</b>
155	24/01/2002	60	70	40	60	<b>Sim</b>
156	20/06/2003	90	100	60	100	<b>Não</b>
157	06/07/2003	90	90	40	60	<b>Sim</b>
158	22/07/2003	90	90	100	90	<b>Não</b>
159	23/08/2003	100	100	100	100	<b>Não</b>
160	10/10/2003	80	90	60	70	<b>Sim</b>
161	29/12/2003	100	100	100	100	<b>Não</b>
162	30/01/2004	90	90	90	90	<b>Não</b>
163	02/03/2004	100	90	90	80	<b>Não</b>
164	18/03/2004	100	100	90	100	<b>Não</b>
165	06/06/1994	100	100	90	90	<b>Não</b>
166	22/06/2004	90	90	90	100	<b>Não</b>
167	08/07/2004	100	70	70	60	<b>Sim</b>
168	09/08/2004	50	60	30	40	<b>Sim</b>
169	25/08/2004	60	80	100	70	<b>Sim</b>
170	10/09/2004	90	90	70	80	<b>Não</b>
171	09/06/2005	90	90	90	90	<b>Não</b>
172	11/07/2005	70	70	70	80	<b>Sim</b>
173	28/08/2005	90	90	50	90	<b>Não</b>
174	09/09/2005	90	100	100	100	<b>Não</b>
175	16/11/2005	100	100	100	100	<b>Não</b>
176	04/02/2006	90	90	60	90	<b>Sim</b>
177	14/07/2006	90	90	80	90	<b>Sim</b>
178	31/08/2006	90	90	90	100	<b>Não</b>
179	19/11/2006	70	90	20	90	<b>Sim</b>
180	22/01/2007	10	0	20	10	<b>Sim</b>
181	23/02/2007	90	90	90	90	<b>Não</b>
182	11/03/2007	80	90	80	90	<b>Não</b>
183	15/06/2007	100	100	90	90	<b>Não</b>
184	01/07/2007	90	90	80	90	<b>Não</b>
185	02/08/2007	70	70	80	90	<b>Sim</b>

186	18/08/2007	90	100	90	90	<b>Não</b>
187	03/09/2007	90	80	90	90	<b>Não</b>
188	19/09/2007	90	90	70	90	<b>Não</b>
189	05/10/2007	100	100	90	100	<b>Não</b>
190	25/01/2008	90	90	90	90	<b>Não</b>
191	10/02/2008	90	90	90	90	<b>Não</b>
192	26/02/2008	90	90	100	90	<b>Não</b>
193	13/03/2008	80	90	60	90	<b>Sim</b>
194	29/03/2008	90	100	90	90	<b>Não</b>
195	14/04/2008	90	90	50	80	<b>Sim</b>
196	30/04/2008	60	70	100	30	<b>Sim</b>
197	16/05/2008	90	40	70	60	<b>Não</b>
198	01/06/2008	100	90	100	90	<b>Não</b>
199	17/06/2008	60	10	30	60	<b>Sim</b>
200	03/07/2008	100	90	90	90	<b>Não</b>
201	19/07/2008	90	90	60	80	<b>Sim</b>
202	04/08/2008	40	90	0	10	<b>Sim</b>
203	20/08/2008	90	90	90	90	<b>Não</b>
204	05/09/2008	70	80	60	80	<b>Sim</b>
205	07/10/2008	70	80	60	80	<b>Não</b>
206	23/10/2008	90	90	40	90	<b>Não</b>
207	24/11/2008	100	100	100	100	<b>Não</b>
208	26/12/2008	100	100	90	90	<b>Não</b>
209	11/01/2009	100	90	90	90	<b>Não</b>
210	12/02/2009	90	100	20	90	<b>Sim</b>
211	28/02/2009	90	100	80	100	<b>Não</b>
212	16/03/2009	40	60	30	80	<b>Sim</b>
213	01/04/2009	90	70	100	70	<b>Sim</b>
214	17/04/2009	90	90	80	90	<b>Não</b>
215	03/05/2009	100	90	100	90	<b>Não</b>
216	19/05/2009	90	90	90	60	<b>Sim</b>
217	04/06/2009	90	90	90	90	<b>Não</b>
218	20/06/2009	60	80	30	90	<b>Sim</b>
219	06/07/2009	80	90	80	90	<b>Não</b>
220	22/07/2009	50	70	30	60	<b>Sim</b>
221	07/08/2009	70	90	60	80	<b>Sim</b>
222	23/08/2009	90	100	90	100	<b>Não</b>
223	08/09/2009	90	90	80	90	<b>Não</b>
224	24/09/2009	10	0	10	0	<b>Sim</b>
225	10/10/2009	100	100	100	100	<b>Não</b>
226	26/10/2009	100	100	100	100	<b>Não</b>
227	11/11/2009	100	100	60	90	<b>Não</b>
228	27/11/2009	40	70	10	30	<b>Sim</b>
229	13/12/2009	70	100	40	80	<b>Sim</b>
230	30/01/2010	60	100	40	100	<b>Não</b>
231	15/02/2010	90	90	70	80	<b>Não</b>
232	19/03/2010	90	90	90	90	<b>Não</b>
233	04/04/2010	100	100	100	100	<b>Não</b>
234	20/04/2010	70	40	70	50	<b>Sim</b>