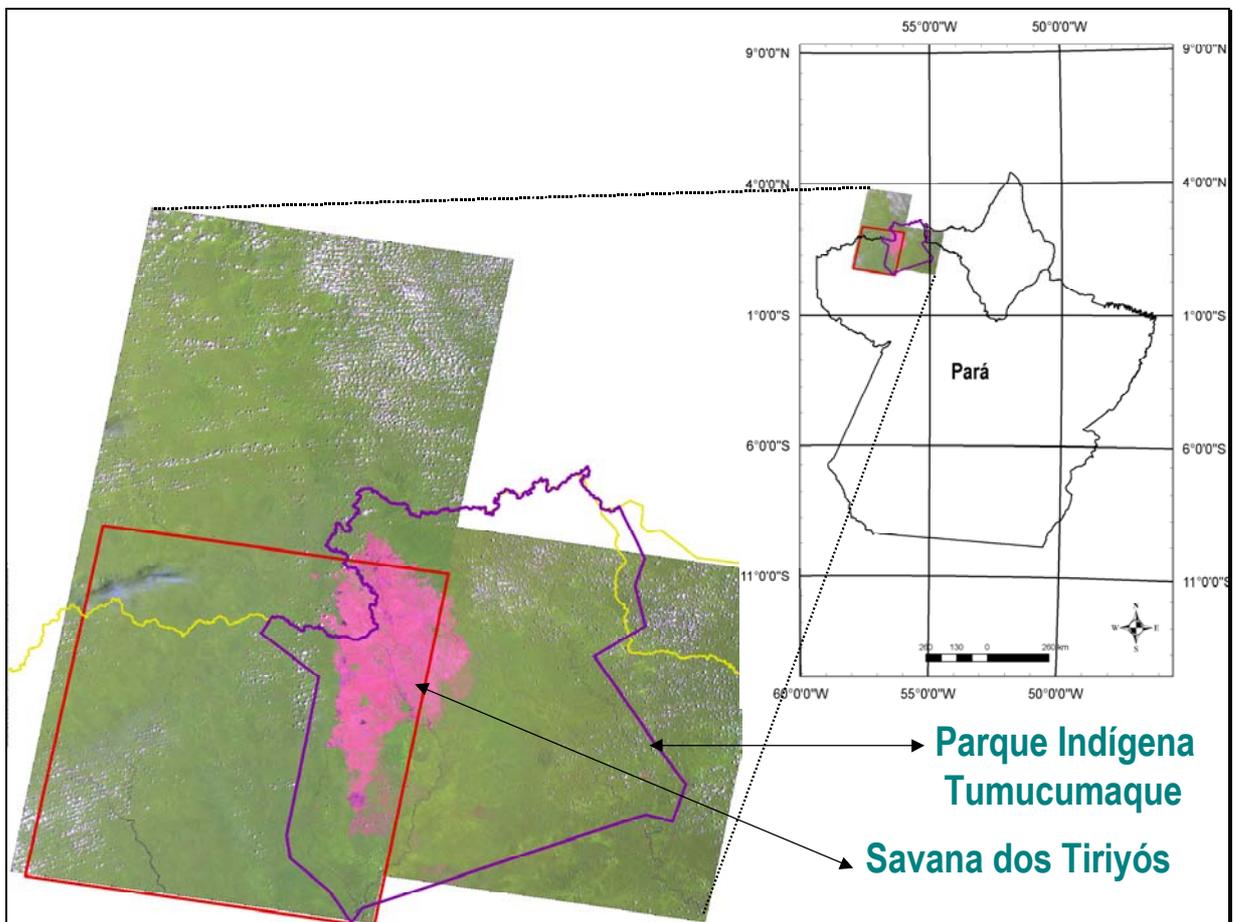


Relação entre os Cerrados e as Queimadas no Parque Indígena de Tumucumaque (PA)





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 0103-78110
Dezembro, 2006

Documentos 54

Relação entre os Cerrados e as Queimadas no Parque Indígena de Tumucumaque (PA)

Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues
Marcos Cicarini Hott
Evaristo Eduardo de Miranda
Oswaldo Tadatomo Oshiro

Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 54
Área de Comunicação e Negócios

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:
Embrapa Monitoramento por Satélite
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 – Parque São Quirino
CEP 13088-300 Campinas, SP – BRASIL
Caixa Postal 491, CEP 13001-970
Fone: (19) 3256-6030
Fax: (19) 3254-1100
sac@cnpm.embrapa.br
http://www.cnpm.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *José Roberto Miranda*

Secretária: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Adriana Vieira de Camargo de Moraes, André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Alberto de Carvalho, Carlos Fernando Quartaroli, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, Graziella Galinari, Gustavo Souza Valladares, Mateus Batistella*

1ª edição

1ª impressão (2006): 50 exemplares

Fotos: Arquivo da Unidade

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n.º 9.610).

Rodrigues, Cristina Aparecida Gonçalves

Relação entre os Cerrados e as Queimadas no Parque Indígena do Tumucumaque (PA) / Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, Marcos Cicarini Hott, Evaristo Eduardo de Miranda, Osvaldo Tadatomo Oshiro. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006

30 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 54).

ISSN 0103-78110

1. Savana Amazônica 2. Queimadas I. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas-SP) II. Título. III. Série.

CDD 634.9618

© Embrapa Monitoramento por Satélite, dez. 2006

Sumário

I – Introdução	5
1. A dimensão e a diversidade da Amazônia	5
2. As savanas ou cerrados amazônicos	6
3. O processo de savanização.....	7
4. As imagens de satélite e os cerrados do norte do Pará.....	8
II – Objetivos e Hipótese	9
III – Material e Métodos.....	10
1. Localização da área de estudo.....	10
2. Povos indígenas na área de estudo	10
3. A vegetação da área de estudo	11
4. O clima na área de estudo	13
5. A hidrografia da área de estudo.....	13
6. As imagens e os dados de satélite utilizados.....	15
IV – Resultados e Discussão	19
V – Conclusão	27
VI – Referências	28

Resumo

A Savana dos Tiriýós inserida no Parque Indígena do Tumucumaque (PA) e a ocorrência de queimadas foram analisadas através do uso de imagens de satélite. A área de savana comum e permanente entre os anos de 1986 e 2005 foi de 4.109,72 km². A área total de retração e de expansão da savana, nos mesmos anos, foi de 287,28 km² e 151,8 km² respectivamente. Da área queimada, 38,5% apresentou um único foco de queimada em nove anos (de agosto de 1998 a outubro de 2006), em 23,6% da área houve queimada a cada 4,5 anos, 25,3% a cada 31 meses, 10,8% a cada 18 meses e 1,8% a cada ano. A estimativa de área total queimada foi de no máximo 4.086 km² para o período de nove anos. As queimadas são consideradas um dos fatores de pressão para o avanço das savanas amazônicas e para a mudança do uso e cobertura da terra na área da Savana dos Tiriýós, mas a análise das imagens de satélite dos anos de 1986 e 2005 mostrou que houve uma retração de 135,48 km² em 20 anos, devido mais provavelmente, a baixa frequência de queimadas na região.

I – Introdução

1. A dimensão e a diversidade da Amazônia

A Grande Amazônia ou Amazônia Continental compreende parte dos países: Peru, Colômbia, Equador, Venezuela, República da Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Bolívia e Brasil. Possui uma área total de 7.584.421 km², sendo a área brasileira de 5.033.072 km², o que representa 66% (INPA, 2006). A região amazônica é abarcada pela Bacia Hidrográfica do Amazonas (maior bacia fluvial do mundo, com aproximadamente 6.915.000 km²) e inclui toda a bacia formada pela rede hidrográfica dos rios Amazonas e Tocantins, estendendo-se pelos países (menos Suriname e Guiana Francesa) desde todas as nascentes até o delta no Oceano Atlântico. Segundo o INPA (2006), a Bacia Amazônica no Brasil possui 4.982.000 km², excluindo parte do Tocantins, Maranhão e Mato Grosso.

Um seminário realizado pela Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA buscou delimitar as linhas geográficas da Amazônia (EVA e HUBER, 2005). Os resultados do seminário propõe a existência de cinco sub-regiões no domínio amazônico, perfazendo um total de 8.121.313 km². Ou seja, houve um acréscimo de 536.892 km² em relação a área da Amazônia Continental citada pelo INPA (2006). Quanto à ocupação das terras das sub-regiões descritas, foi considerado que 70,4% da área total (5.720.323 km²) é ocupada por florestas úmidas; 4% (325.635 km²) por florestas tropicais consideradas secas; 2,9% (234.510 km²) por florestas inundáveis; 11,5% (937.470 km²) por agricultura; 10% (815.907 km²) por campos com gramíneas e plantas herbáceas e/ou subarbustivas; 1,1% (87.468 km²) por vegetação esparsa e/ou corpos d'água (EVA e HUBER, 2005).

A Amazônia brasileira têm sido identificada ao conceito de Amazônia Legal. Esse conceito foi definido por critérios geopolíticos (e não biogeográficos) para fins de incentivos ao desenvolvimento regional. Segundo o IBGE (2006), toma os Estados do Acre, Rondônia, Roraima, Amapá, Pará, Mato Grosso, Amazonas, Tocantins, Maranhão e uma pequena porção de Goiás, perfazendo uma área de 5.064.458 km², ou ainda, 5.217.423 km² (ADA, 2006), demonstrando a grande variação de informação. Os estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima compõem a Amazônia Ocidental e o Pará, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso, a Amazônia Oriental.

O conceito de bioma amazônico é objeto de diversas interpretações. No Brasil, o bioma Amazônia ocuparia 49,29% (4.196.656,7 km²) do território nacional, que possui 8.514.215,3 km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006). Mas há outras citações de áreas como 4.785.180 km² (69% da Amazônia total), 4.871.000 km² (INPE, 2006) até 5.109.812 km² (ADA, 2006).

Conforme Coutinho (2006), citando Walter (1986), bioma é uma área do espaço geográfico, com dimensões relativamente pequenas até superiores a um milhão km², representado por um tipo uniforme de ambiente, identificado e classificado de acordo com o macroclima, a fitofisionomia (formação), o solo e a altitude

(principais elementos que caracterizam os diversos ambientes continentais). Assim, o autor considerou que o domínio amazônico não é um bioma único, mas sim um mosaico de biomas. A Amazônia abriga 23 ecorregiões ou domínios ambientais distintos (MCT, 2006; TORRES, 2006) a 30 ecorregiões (VIEIRA *et al.* 2006) para a Amazônia Legal, com diferentes ecossistemas como Florestas, Campinas, Campinaranas (ou Caatingas do Rio Negro) e Cerrados, num total de 104 sistemas de paisagens. Os interflúvios são uma das principais características usadas na separação das ecorregiões, além da variação da altitude, tipos de solo, variação no nível dos rios ou marés e sazonalidade na precipitação (VIEIRA *et al.* 2006).

Considera-se que a floresta amazônica no Brasil tem aproximadamente 74% de florestas contínuas (38% de florestas densas e 36% de florestas não densas); tem 12% da área ocupada por vegetação secundária e atividades agrícolas; e 14% de vegetação aberta, como campos naturais e cerrados (ARRUDA, 2001; Florestas, 2006). Assim, na Amazônia, predominam as Florestas Ombrófilas Densas e Abertas, com árvores de médio a grande porte, as Florestas Estacionais (Decíduas e Semidecíduas), zonas de contato e Campinaranas. Na Floresta Ombrófila Densa encontram-se as matas de terra firme, de várzea e de igapó. Há quatro subtipos na Floresta Aberta: florestas com palmeiras, cipós, bambu e com sororoca. As florestas contínuas cobrem 3.541.033,2 km² a 3.650.000 km² (INPA, 2006).

2. As savanas ou cerrados amazônicos

As manchas disjuntas de cerrado dispersas na floresta úmida nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima são conhecidas como savanas amazônicas (PRANCE, 1996). As Savanas Amazônicas ou Savanas das Guianas correspondem a 1,54% do território da Amazônia Legal (VIEIRA *et al.*, 2006). 47,4% do território total das Savanas é ocupado por Terras indígenas (VIEIRA *et al.*, 2006). Conforme os autores, 4,4% das Savanas das Guianas apresenta área sob desmatamento. Mas, de maneira geral, as savanas possuem desde savanas tipicamente gramíneas e de baixa altitude (< 100m) até as arborizadas de altas altitudes (> 800 m).

O clima da Amazônia nem sempre foi quente e úmido, segundo Ab'Saber (2005) e Fisch *et al.* (2006). Há 12 mil anos (final do Pleistoceno) era em parte semi-árido e não havia toda a cobertura florestal hoje existente. Segundo os autores, as principais mudanças climáticas e fitográficas ocorridas durante o período quaternário foram resultados de freqüentes alterações interglaciais e glaciais, as quais produziam mudanças bruscas, tais como a troca de vegetação predominante de floresta para savanas, durante períodos de clima mais frio e seco. Assim, as florestas representavam poucos e pequenos redutos e as savanas dominavam, o inverso da atual condição. Os cerrados na Amazônia são, então, um produto de uma escala de tempo que vai além da presença do homem na superfície terrestre, sendo que a maioria dos enclaves de cerrados na Amazônia seriam os resquícios de uma extensa savana de outros tempos. Os

cerrados no Brasil representam hoje 2.045.064 km² (IBGE, 2006), dos quais 824.182,1 km² estão na Amazônia Legal conforme o IBGE (2006), nos Estados de Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins, sob forma de extensas áreas contínuas. O INPA (2006) aponta que, aproximadamente, 669.925 km² da Amazônia brasileira podem ser considerados campo limpo e campo cerrado. Nos dados citados, as áreas de encraves isolados, em meio a floresta tropical úmida, não foram consideradas.

Os encraves ou redutos de cerrados na Amazônia estão concentrados principalmente em Monte Alegre (PA), Amapá (pequenas áreas do banco norte da desembocadura do rio Amazonas) e miniredutos de cerrado no meio das áreas campestres de Roraima (AB'SABER, 2002 e 2005). Há outras citações de savanas amazônicas, como: as savanas mal drenadas de Humaitá, no sul do Amazonas e no norte do Estado do Pará; e o mosaico de ecossistemas de savana que faz parte do complexo Rio Branco-Rupununi, localizado entre o Brasil e a Guiana (maior bloco contínuo de savanas do Bioma Amazônia, conforme BARBOSA *et.al*, 2005).

As savanas amazônicas da região norte do Brasil, apresentam baixa diversidade de espécies em relação às outras savanas do Planalto Central, conforme Romariz (1996) e os autores Miranda e Absy (2000) citados por Walter (2006).

O clima amazônico é classificado, de maneira geral, como **Af** (chuvas bem distribuídas ao longo do ano e ausência de estação seca), como ocorre na Amazônia ocidental, e **Am** (estação seca curta, sob influência de monções), como ocorre em boa parte da Amazônia oriental. A temperatura anual média, máxima e mínima oscila, respectivamente, entre 24 e 27 °C, 30 e 32 °C e 18 e 23 °C (SIVAM, 2006). A Amazônia recebe em média 15 MJ.m-2.dia-1. de radiação solar (FISCH *et al.*, 2006) e os totais anuais de brilho solar variam de 1.500 h a 2.600 h. Os valores de umidade relativa do ar (UR) oscilam entre 67% e 90%. Os totais pluviométricos anuais estão contidos entre 1.300 mm e 3.500 mm, podendo atingir até 6000 mm/ano, quando provocam enchentes nos rios e inundação em vastas regiões.

3. O processo de savanização

Os cerrados de maneira geral e inclusive os da Amazônia, apresentam em sua paisagem, fisionomias resultantes de condições passadas, onde as formações se expandiram e se retraíram de acordo com o clima e, na atualidade, com a ação antrópica.

O termo savanização conforme Walter (2006), identifica os processos de transformação de áreas originalmente florestadas. O processo de savanização é um fenômeno complexo que depende de fatores naturais e humanos. As causas naturais provêm das alterações climáticas (alternância entre secas prolongadas e chuvas violentas). As causas humanas têm como principais vetores o uso do solo, o desmatamento e as queimadas.

Estudos do LBA (2006) na Amazônia, têm verificado que o processo de savanização da floresta existe e pode ser acelerado em resposta ao regime de desmatamentos e às queimadas, que juntos estão corroborando para as alterações climáticas (aumento das emissões de gases de efeito estufa). Essa ação do homem, além da queima de combustíveis fósseis, desequilibra o ciclo do carbono, pois faz com que haja muito carbono dissolvido na atmosfera, favorecendo o efeito estufa e o aumento da temperatura no planeta. E os desmatamentos e as queimadas praticadas na Amazônia têm efeitos que repercutem por todo o planeta.

O uso do fogo é tido como uma ferramenta para avanço da fronteira agrícola e da pecuária. Nas terras indígenas é tradicionalmente utilizado como técnica de caça e formação de roças para subsistência. Conforme Miranda *et al.* (2002), o uso do fogo pelas populações indígenas explicaria em parte, a redução das áreas florestais frente aos cerrados, no processo de savanização antropogênica.

A dinâmica das queimadas está associada a regimes sazonais de chuva. Em épocas de menor precipitação e com o balanço hídrico dos solos em déficit, a vegetação utiliza-se de mecanismos de tolerância à seca, como a perda parcial das folhas para diminuição da transpiração por redução de área foliar. A região amazônica apresenta um período de seca, de duração variável, que facilita o uso do fogo pelas populações indígenas e rurais. A prática das queimadas ocorre com maior facilidade nas áreas de cerrados. E nos limites das áreas de cerrados, o fogo pode atingir as bordas das áreas de floresta. Os mecanismos que regulam esse processo podem estar relacionados aos métodos tradicionais de uso da terra, ao manejo de pastagens, ao uso do fogo como técnica de caça etc.

A frequência com que ocorrem queimadas em áreas de cerrados pode aumentar a probabilidade do fogo entrar na floresta, cuja maioria das espécies vegetais não possuem adaptações ecofisiológicas de tolerância e resistência a queimadas, não havendo rápida recuperação após a perturbação, ao contrário das savanas. Assim, queimadas em savanas, próximas a florestas, podem facilitar a sua expansão. Os principais fatores que controlam a permanência, expansão e retração das savanas amazônicas são a precipitação pluviométrica anual e a frequência de queimadas em função de épocas secas (acúmulo de biomassa seca).

4. As imagens de satélite e os cerrados do Pará

As imagens de satélite vêm contribuir na avaliação da situação atual e na dinâmica da vegetação em decorrência de ações antrópicas, principalmente através do monitoramento das terras. A análise baseada em geoinformação otimiza a quantificação direta dos fenômenos relacionados à expansão e à retração de determinada classe de vegetação.

Os cerrados e as pastagens no norte do Pará na região de Tiryiós pelas imagens de satélite LandSat (MIRANDA e COUTINHO, 2004), apresentam um padrão textural com menos rugosidade do que as áreas florestais, com uma tonalidade

rósea a avermelhada. A intensificação do uso pecuário dos cerrados, dificulta separar o que na origem era um cerrado e hoje apresenta-se como campo cerrado. As áreas queimadas na região dos índios Tiryiós são facilmente identificáveis, e aparecem em preto ou em tonalidades muito escuras. Em casos de queimadas descontroladas e em pastagens extensivas, as manchas apresentam uma forma bastante variável e irregular (queimadas em áreas de cerrado).

As florestas tropicais densas, conforme Miranda e Coutinho (2004), aparecem com diferentes tonalidades de verde (desde o verde escuro até tons mais amarelados), apresentando padrões texturais lisos ou rugosos, dependendo da uniformidade do dossel.

As savanas amazônicas são ambientes naturais e muito ameaçadas na Amazônia devido à suscetibilidade pela ação do homem, principalmente, com o uso das queimadas com frequência variável, em áreas abertas como os campos voltados para a agricultura e pecuária, podendo possibilitar a perda da biodiversidade regional. Assim, visando a geração de parâmetros de análise que possibilitem nortear a dinâmica deste ecossistema no extremo norte do Estado do Pará (savana dos Tiryiós), fez-se um estudo relacionando os mosaicos de unidades de vegetação que formam a grande paisagem da savana dos Tiryiós, em duas datas, com o intuito de entender a evolução dos tipos vegetacionais ao longo de vinte anos.

II – Objetivos e Hipótese

1- Avaliar e quantificar a dinâmica espacial dos cerrados e da vegetação florestal na região dos Tiryiós no Parque Indígena do Tumucumaque, norte do Estado do Pará, entre os anos de 1986 e 2005.

2- Analisar a dinâmica espacial das queimadas ocorridas e a frequência de fogo entre 1998 e 2006, estimando a área queimada.

3 – Detectar, identificar e qualificar as relações espaciais entre as queimadas e a dinâmica da vegetação, procurando identificar os principais fatores associados como a variação altimétrica da área de estudo.

Hipótese: Para um intervalo de 20 anos, as áreas de progressão e regressão dos cerrados mapeados com o uso de classificação digital supervisionada das imagens orbitais Landsat (resolução de 30 metros), estão associadas à ocorrência de focos de queimadas amostrados por meio dos dados NOAA/AVHRR.

III – Material e Métodos

1. Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada ao norte do Pará, dentro do Parque Indígena do Tumucumaque (Figura 1), mais especificamente a área que compreende a Savana dos Tiriýós (55° 34' 2,10" a 57° 31' 28,89" W; 0° 32' 31,45" a 2° 21' 30,12" N). Pela análise da Imagem de Satélite Landsat, a savana corresponde a solo exposto e vegetação rala, ou seja, área de vegetação não-florestada, onde se localizam as aldeias indígenas dos Tiriýós.

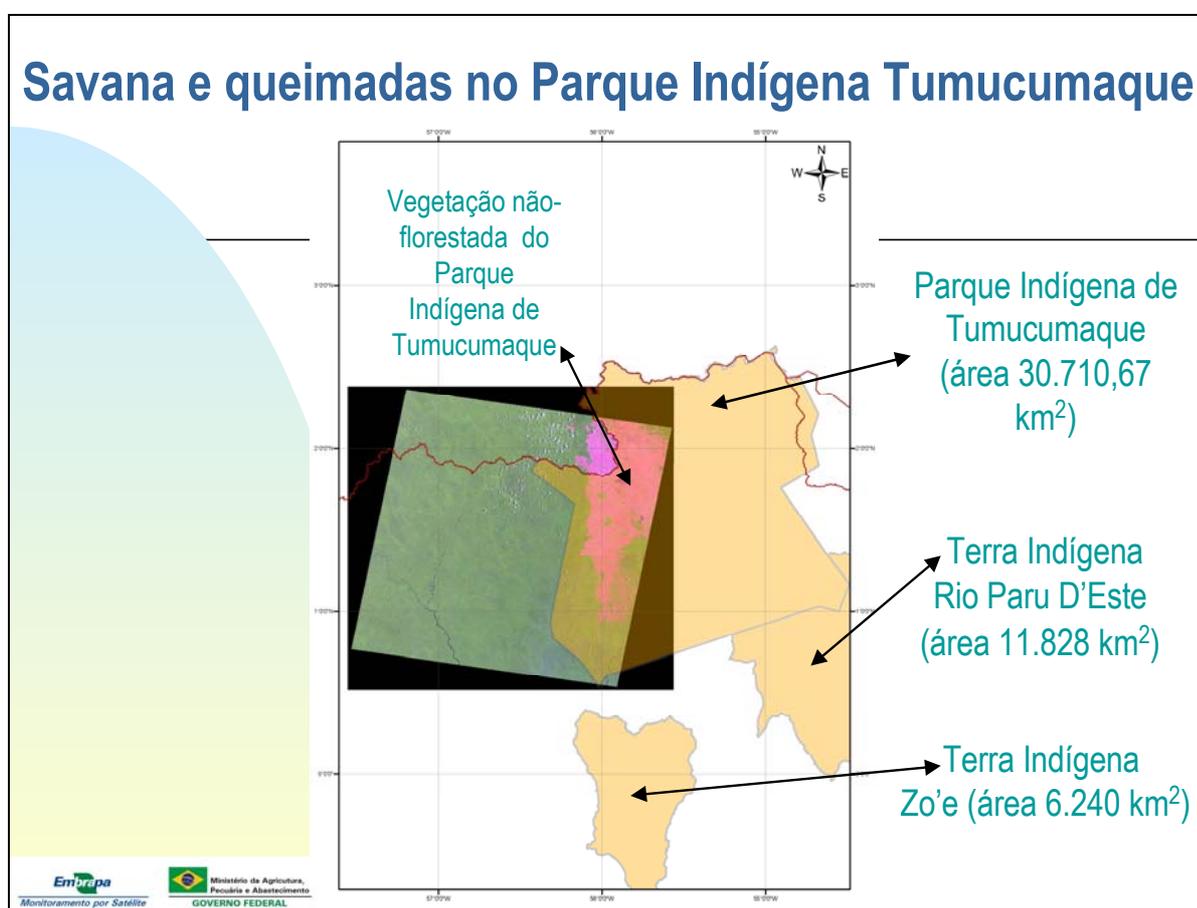


Figura 1. Terras Indígenas e área de estudo no Parque Indígena de Tumucumaque, PA.

2. Povos indígenas na área de estudo

Na Amazônia Legal existem 403 terras indígenas que ocupam 20,67% de sua área total (SOCIOAMBIENTAL, 2006). Só no Estado do Pará são 41 Terras Indígenas (253.212,8 km²), o que corresponde a 20,21%. Essas Terras

Indígenas somadas às Unidades de Conservação perfazem 367.927,0 km², correspondendo a 29,36% da superfície do Estado do Pará (Socioambiental, 2006).

Os Tiriýós, originários de etnias que ocupavam a região do Caribe e não de origem Tupi-Guarani, são os principais índios que habitam a área de estudo (norte do Parque Indígena de Tumucumaque), ao longo dos rios Paru D'Este e Cuxaré. As suas aldeias espalham-se também além da fronteira do Brasil, no Suriname (FAPESP, 1998). São ao todo 550 (MAGNO e AMARAL, 1998) a 900 Tiriýós no Brasil (ACT Brasil, 2006; Socioambiental, 2006) e 1400 indivíduos no Suriname (ACT Brasil, 2006). Conforme a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2003), a população indígena do norte do Pará é de 1476 índios. Vivem ao lado deles outros 300 índios de outras duas etnias: Katxuyiana e Ewaroyana. Os três grupos costumam se misturar (MAGNO e AMARAL, 1998). São 19 aldeias e a maior é a Missão, onde ficam 400 índios e padres franciscanos. A sociedade é matriarcal onde a poligamia é considerada natural (MAGNO e AMARAL, 1998). Falam a língua Tiriýó do tronco Caribe. Vivem em uma região de difícil acesso (fronteira considerada a mais isolada do Brasil), sendo que o único meio de entrada à área é o avião. Os primeiros contatos com os não-índios foram em 1960, quando os franciscanos foram para a região, e também através dos militares. Atualmente, a principal pressão que ameaça a integridade social e ambiental na região de estudo do Tumucumaque é a atividade de mineração.

3. A vegetação da área de estudo

A Savana dos Tiriýós insere-se na mesorregião do Baixo Amazonas do Estado do Pará e toma parte dos municípios de Óbidos e Oriximiná (Figura 2). Em pesquisas recentes (LBA, 2006) constatou-se, próximo à região, padrão de precipitação semelhante ao do cerrado central do Brasil. Esta região onde está Tiriýós é caracterizada por apresentar savanas a partir do médio ao alto curso dos rios Trombetas (Arimamba e Tiriós) e Paru, até atingir a Serra do Tumucumaque e as bordas do Suriname e da Guiana Francesa.

Pelos mapas (Folhas NA / NB. 21) do projeto RADAMBRASIL (1975), o entorno da área de estudo apresenta as seguintes regiões: Savana (sub-região da Savana de Tiriýós, sub-região dos Campos de Rio Branco, e sub-região da Superfície Dissecada do Médio Surumu); região de Savana-Estépica (sub-região da Superfície Dissecada do Alto Surumu); região das Formações Pioneiras (sub-região das Formações Pioneiras do Rio Cuminá); região da Floresta Tropical Densa (sub-região Montanhosa de Tumucumaque; sub-região das Baixas Cadeias de Montanhas do Complexo Guianense; sub-região da Plataforma Residual do Amapá; sub-região da Superfície Dissecada do Granito Mapuera; sub-região da Superfície Dissecada do Complexo Guianense; sub-região do Planalto Sedimentar Roraima; sub-região da Planície Aluvial do Marapi; e sub-região da Superfície Arrasada do Pará/Amapá); região da Floresta Tropical Aberta (sub-região da Superfície Dissecada do Complexo Guianense); região da Floresta Tropical

Estacional Semidecidual (sub-região das Baixas Cadeias de Montanhas do Complexo Guianense); e Áreas de Tensão Ecológica (contato Floresta/Savana; contato Formações Pioneiras/Floresta; e contato Savana/Floresta Estacional).



Figura 2. Localização da área de estudo na mesorregião do Baixo Amazonas - PA.

A caracterização dos ecossistemas da sub-região das savanas de Tiriyós (com aproximadamente 7.358 km²), seguindo o RADAMBRASIL (1975) e o sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992), é: **a) ecossistema de savana arbórea aberta** - localizada na parte sul (Sa - cerrado típico, estrato arbóreo de 3 a 6 m) situada principalmente em altitudes inferiores a 600 m, ocupando um mosaico de solos do tipo Latossolo e Podzólico; **b) ecossistema de savana arbórea densa** - localizada na parte central e sul (estrato arbóreo de 10 a 15 m) da sub-região; **c) ecossistema de savana-parque** - localizada na parte norte e noroeste da sub-região e pequenas ocorrências na parte sul (Sp - cerrado parque, estrato arbóreo de 2 a 4 m); **d) ecossistema de savana gramíneo-lenhosa** (Sg - campo limpo e campo sujo, sem estrato arbóreo e/ou sem expressão). Quando as savanas estão situadas principalmente em altitudes superiores a 600 - 800 m, sob mosaico de solos Litólicos e Quartzo Leitoso, ocorrem: savana

estépica gramíneo-lenhosa (Tg – campo limpo e campo sujo, sem estrato arbóreo e/ou sem expressão); savana estépica parque (Tp – cerrado parque, estrato arbóreo de 2 a 4 m); e savana estépica arbórea (Ta – cerrado típico, estrato arbóreo de 3 a 6 m).

4. O clima na área de estudo

A área de estudo apresenta clima equatorial quente e úmido (Clima Tropical Chuvoso sub-tipo = Am4), sendo a temperatura média anual de 25,6°C a 27,9°C. Pelo mapa da distribuição das Estações Pluviométricas da ANEEL no Estado do Pará, descrito em Moraes *et. al.*(2005), as Estações mais próximas da área de estudo são Porto Trombetas e Sete Varas, cujo registro das médias de precipitação são 1569 mm e 1890 mm na estação chuvosa, e 506 mm e 566 mm na estação seca, respectivamente. Os meses menos chuvosos são setembro, outubro e novembro, e os meses mais chuvosos são abril, maio e junho. Apresenta Umidade Relativa do Ar de 75-85% (média anual). A Insolação média anual é de 2000 horas.

5. A hidrografia da área de estudo

O Estado do Pará é dividido em sete regiões, de acordo com os recursos hídricos, sendo que a área de estudo pertence à região Calha-Norte, mais especificamente a sub-região Nhamundá-Trombetas (Figuras 3 e 4).

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

Região Calha Norte:

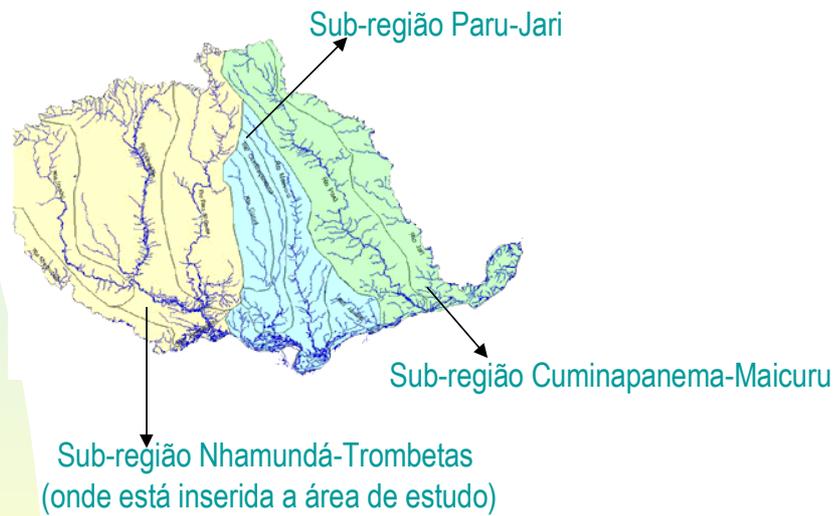


Figura 3. Região Calha-Norte no norte do Estado do Pará.

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

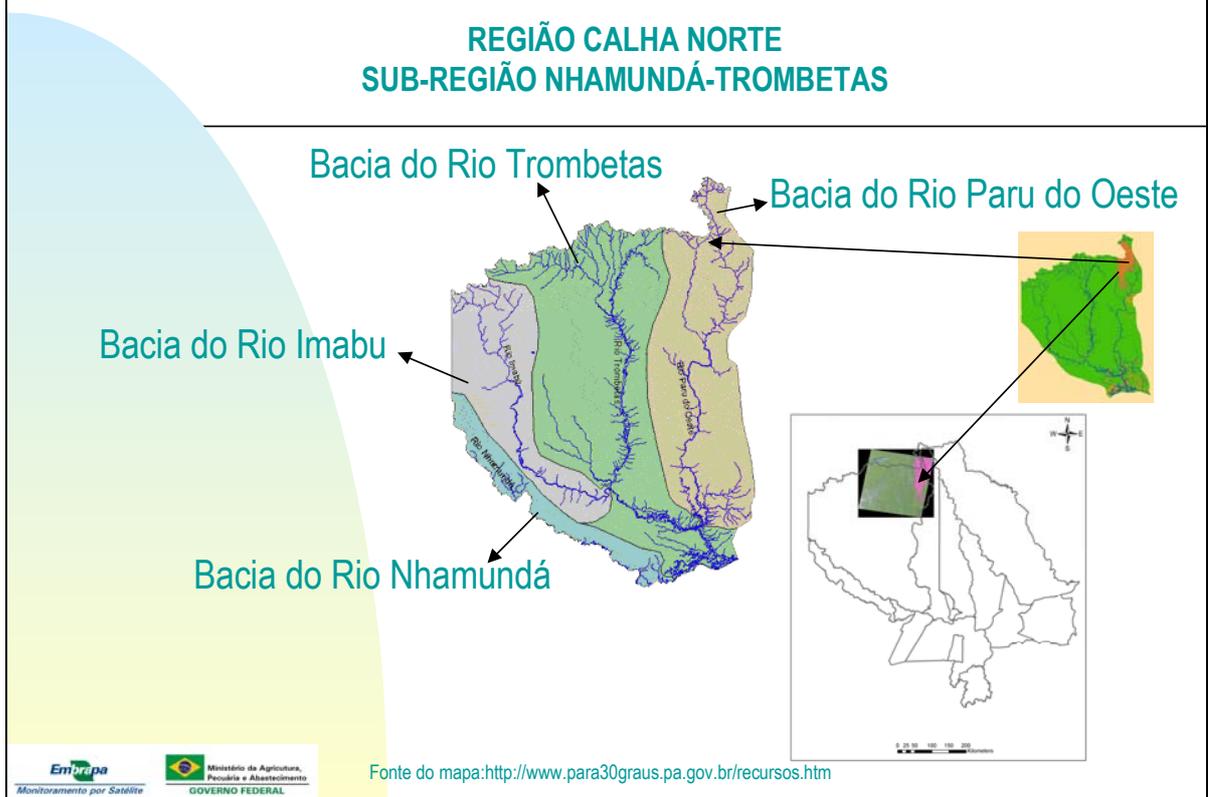


Figura 4. Sub-região Nhamundá-Trombetas da região Calha-Norte.

6. As imagens e os dados de satélite utilizados

O presente trabalho tomou como base de estudo a cena 229-59 do Satélite Landsat TM 5 e ETM+ 7 (escala 1:250.000 com resolução de 30 metros), nos anos de 1986 e 2005 (Figuras 5 e 6), a qual contém a maior área de cerrado do lado brasileiro. A cena apresenta 180 x 180 km, ou seja, 32.400 km². A área da Savana dos Tiriyós (cerrado) é de aproximadamente 7.358 km² (RADAMBRASIL, 1975).

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

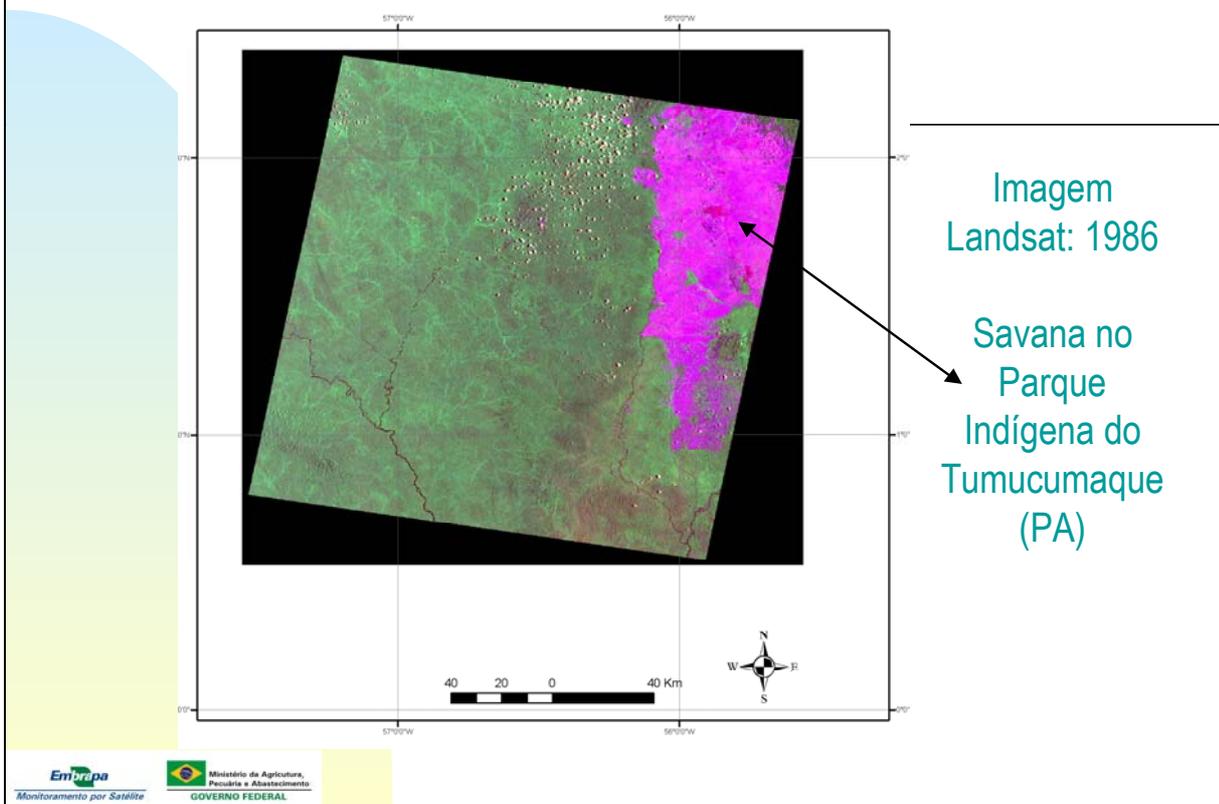


Figura 5. Cena 229-59 da Imagem de Satélite Landsat TM 5 da área de estudo do ano 1986.

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

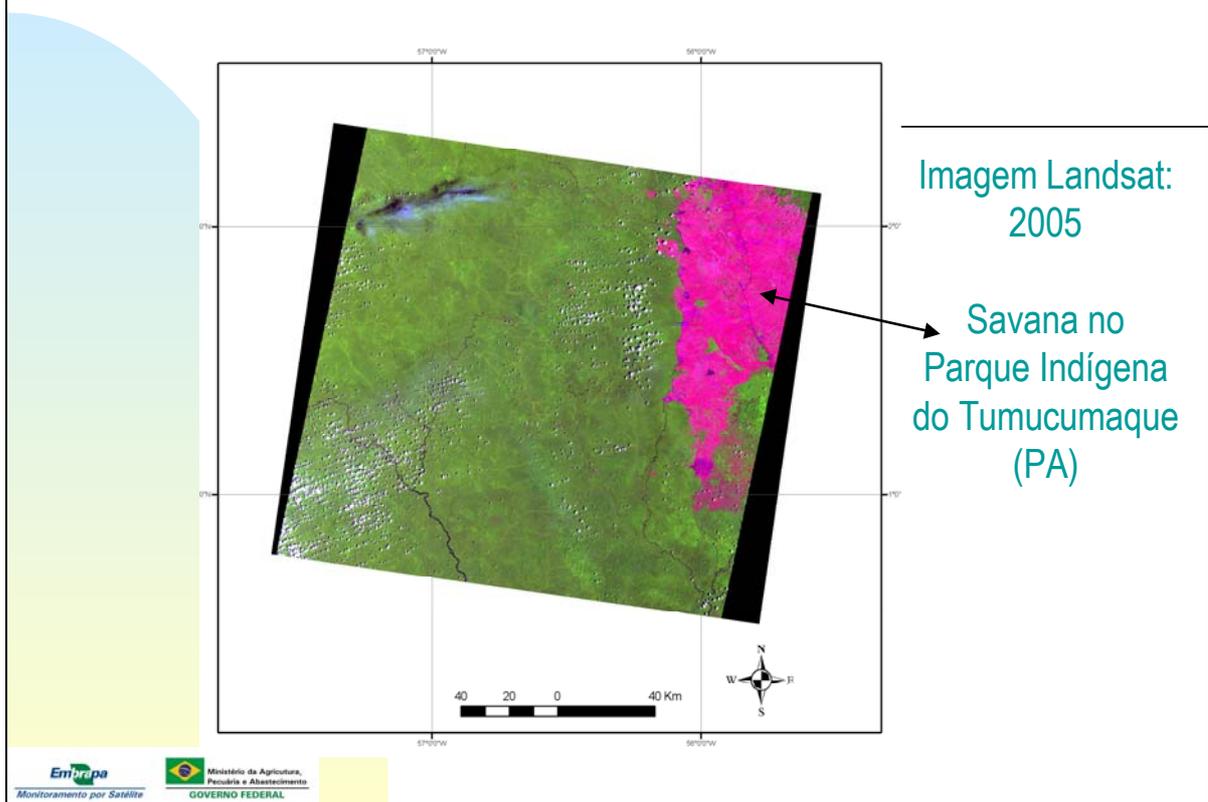


Figura 6. Cena 229-59 da Imagem de Satélite Landsat ETM+ 7 da área de estudo do ano 2005.

Primeiramente, procedeu-se o registro das imagens usando o software Erdas Imagine, e por meio do mesmo, a classificação supervisionada. Utilizaram-se as amostras de treinamento, dividindo-as nas seguintes classes: floresta densa; área que, pela Imagem de Satélite Landsat, expressa feições características de solo exposto, mas sabe-se que trata-se de savana com vegetação rala sem distinção de ecossistemas; áreas de rios e corpos d'água; nuvens; fumaça e sombra. Após a classificação, nos anos de estudo (1986 e 2005), fez-se o cruzamento das imagens de satélite pelo método de intersecção das imagens, usando o software ArcGIS. Obtiveram-se as áreas comuns, consideradas áreas de savana, as áreas correspondentes à expansão e as áreas de retração entre os anos de 1986 e 2005.

Quanto ao monitoramento das queimadas na área de estudo, fez-se uso do sistema que utiliza imagens geradas a partir do sensor AVHRR "Advanced Very High Resolution Radiometer" a bordo dos satélites meteorológicos NOAA, cuja recepção e tratamento é realizado pelo INPE (MIRANDA *et.al*, 2006). Assim, foram gerados arquivos de polígonos no formato *shp* nos quais a área da cena 229-59, em cada ano, foi dividida em células de 3 x 3 km, nas quais foram

totalizadas as queimadas detectadas diariamente pelo sensor AVHRR do satélite norte-americano NOAA-12 (passagem noturna).

Os padrões espaciais e temporais das queimadas permitiram a identificação dos locais e a frequência das queimadas (tempo entre duas queimadas na mesma área) entre 1998 e 2006 em toda a cena 229-59 e fora, no entorno da savana.

Obteve-se o modelo digital de elevação SRTM da área equivalente à da cena da Imagem de Satélite Landsat na qual insere-se a área de estudo, baseado em metodologia descrita em Miranda *et al.* (2005). A variação altimétrica foi de 171 a 871 m, ou seja, há uma diferença de 700m (Figuras 7 e 8).

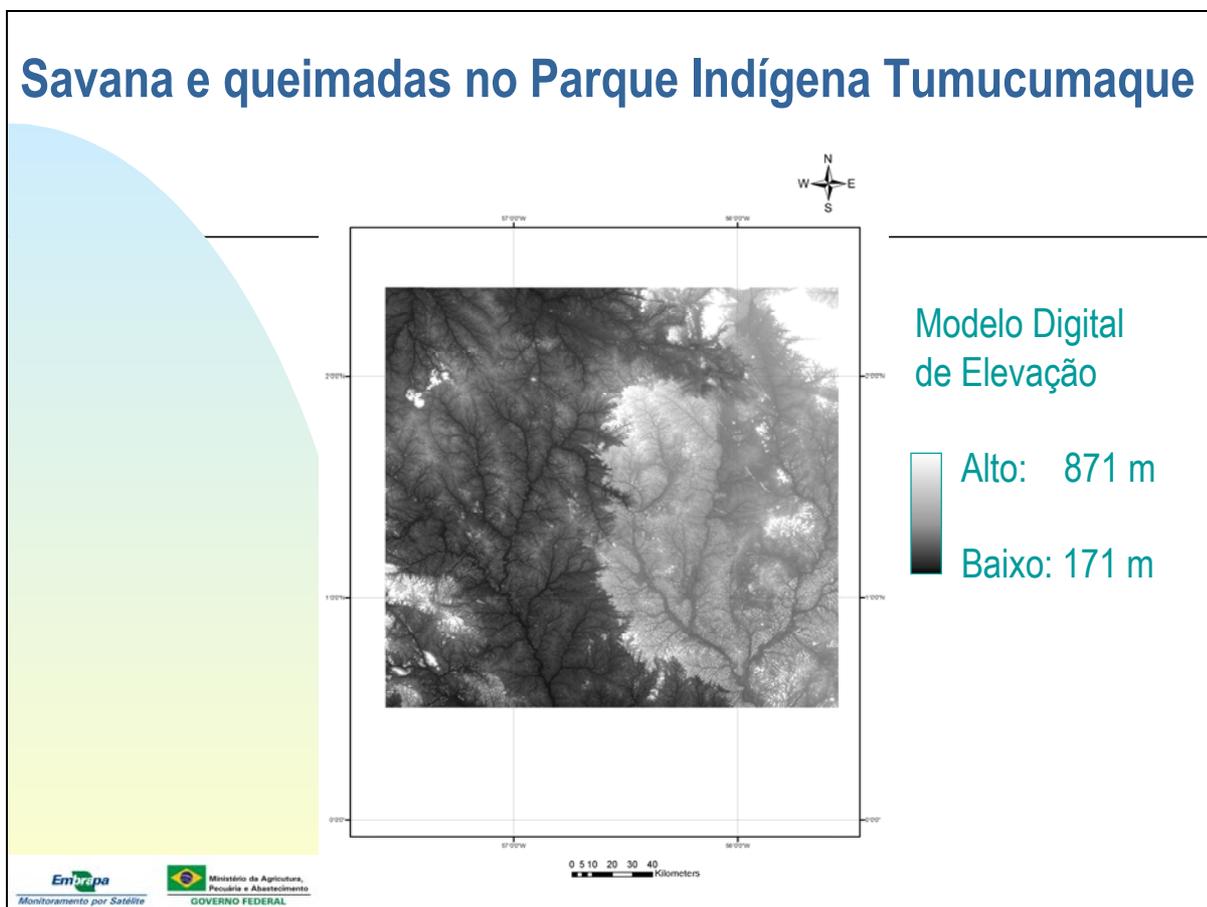


Figura 7. Modelo Digital de Elevação da área de estudo (norte do Pará fronteira com o Suriname).

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

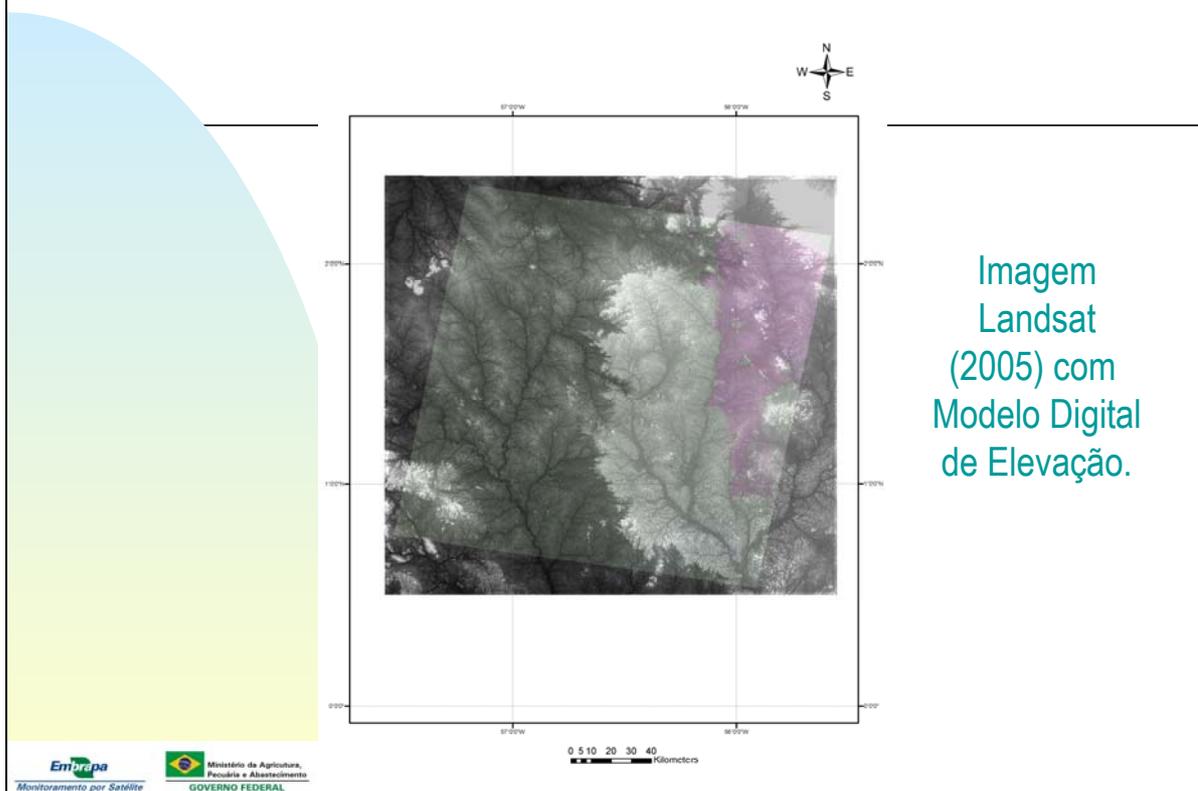


Figura 8. Cena da Imagem de Satélite Landsat ETM + 7 da área de estudo sobre o Modelo Digital de Elevação.

IV - Resultados e Discussão

A área comum de savana (cerrado), obtida pela classificação supervisionada nos anos de 1986 e 2005, foi de 4.109,72 km²(Figura 9). Os resultados gerados, além de permitir avaliar o grau de proteção das formações vegetais da Floresta e Cerrado, também possibilitaram obter as características gerais da dinâmica da vegetação entre os anos.

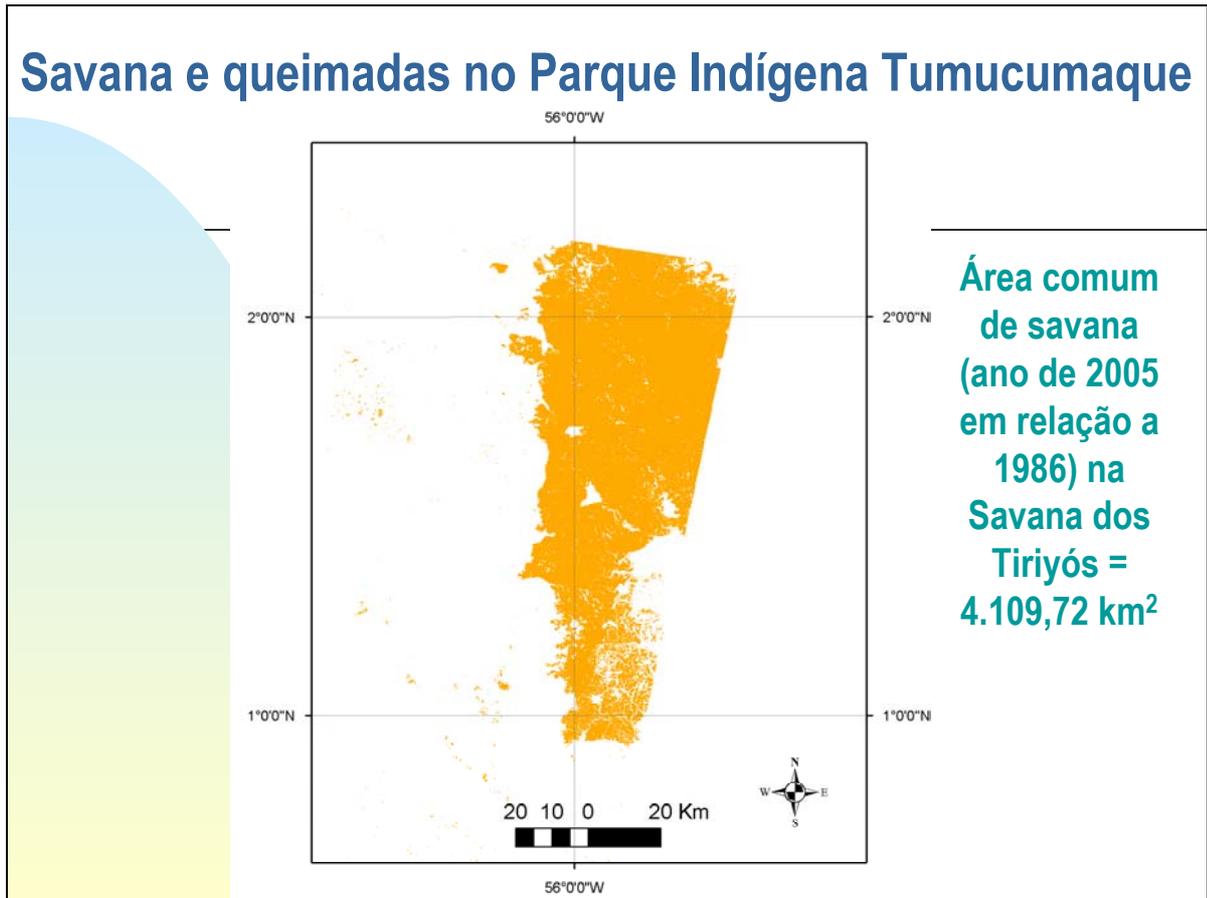


Figura 9. Área de savana comum às Imagens de Satélite nos anos de 1986 e 2005.

O valor obtido mostra que, da área total da cena (32.400 km²), 12,7% ficou com cobertura permanente de cerrado e 87,3% de floresta densa e áreas de tensão ecológica (contato floresta/savana), rios e corpos d'água.

A área correspondente à retração e à expansão da savana, entre 1986 e 2005, foi de 287,28 km² (Figura 10) e 151,8 km² (Figura 11), respectivamente. Portanto, houve no cômputo geral uma área com retração de cerrado de 135,48 km², no intervalo de 20 anos.

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

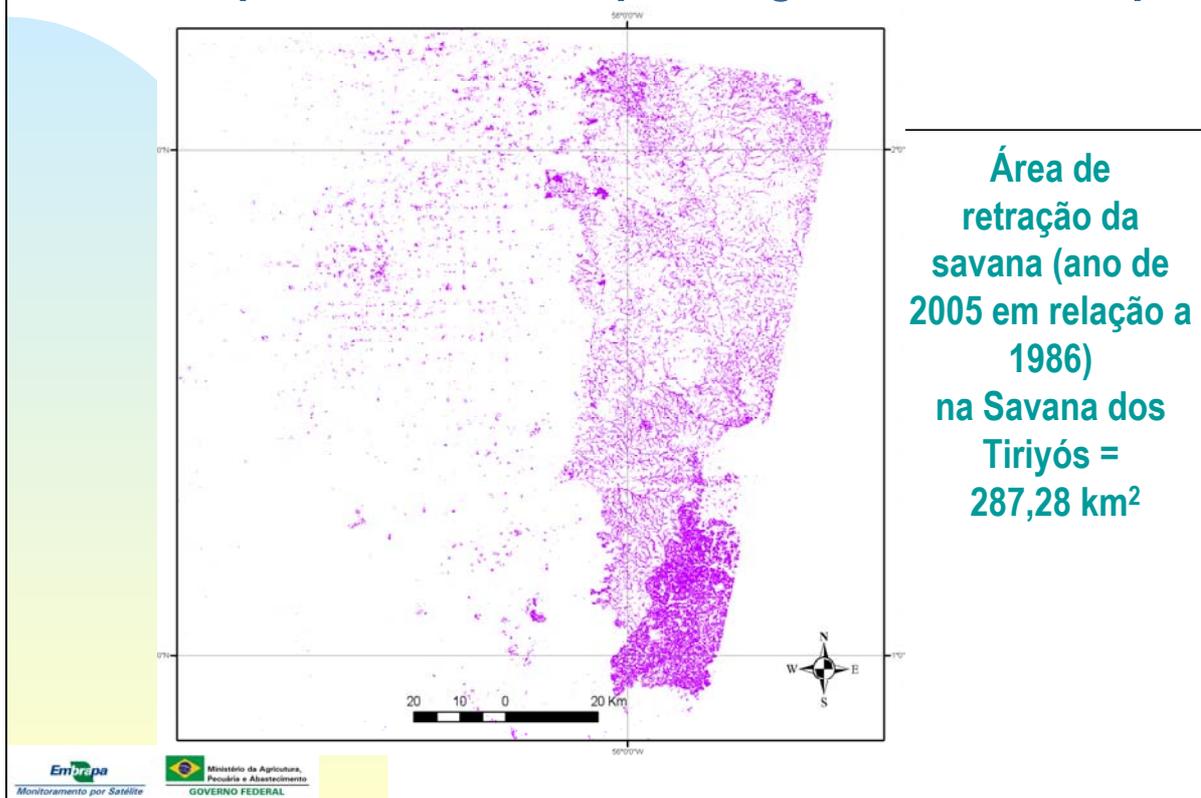


Figura 10. Área de retração de savana nos anos de 1986 e 2005.

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

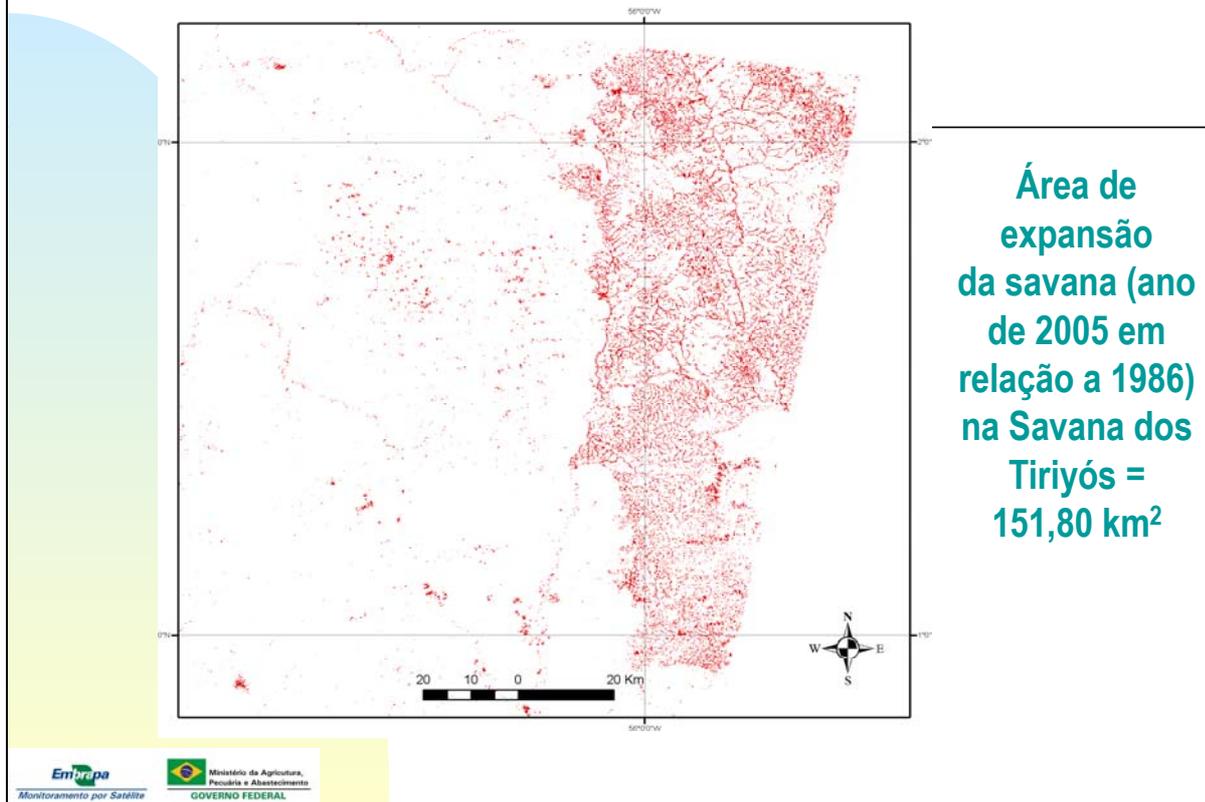


Figura 11. Área de expansão de savana nos anos de 1986 e 2005.

Nas Figuras 12, 13 e 14 há a incidência dos focos de queimadas e freqüência das queimadas de agosto de 1998 a outubro de 2006 onde a savana permaneceu constante, onde regrediu (área de retração) e expandiu (área de expansão), respectivamente.

No total, ocorreram 1128 focos de queimadas ao longo dos nove anos nas três cenas de Imagem de Satélite (228-58 228-59 e 229-59), dentro do Brasil. Desse total, 77% dos focos foram sobre área integral de savana, menos na savana do Suriname, a qual não se teve acesso aos dados; 13,4% dos focos sobre a Floresta Ombrófila Densa; e 9,6% dos focos sobre as áreas de contato (Floresta/Savana). Somente dentro da cena 229-59 foram detectados 886 focos de queimadas, ou seja, 78,5% do total.

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

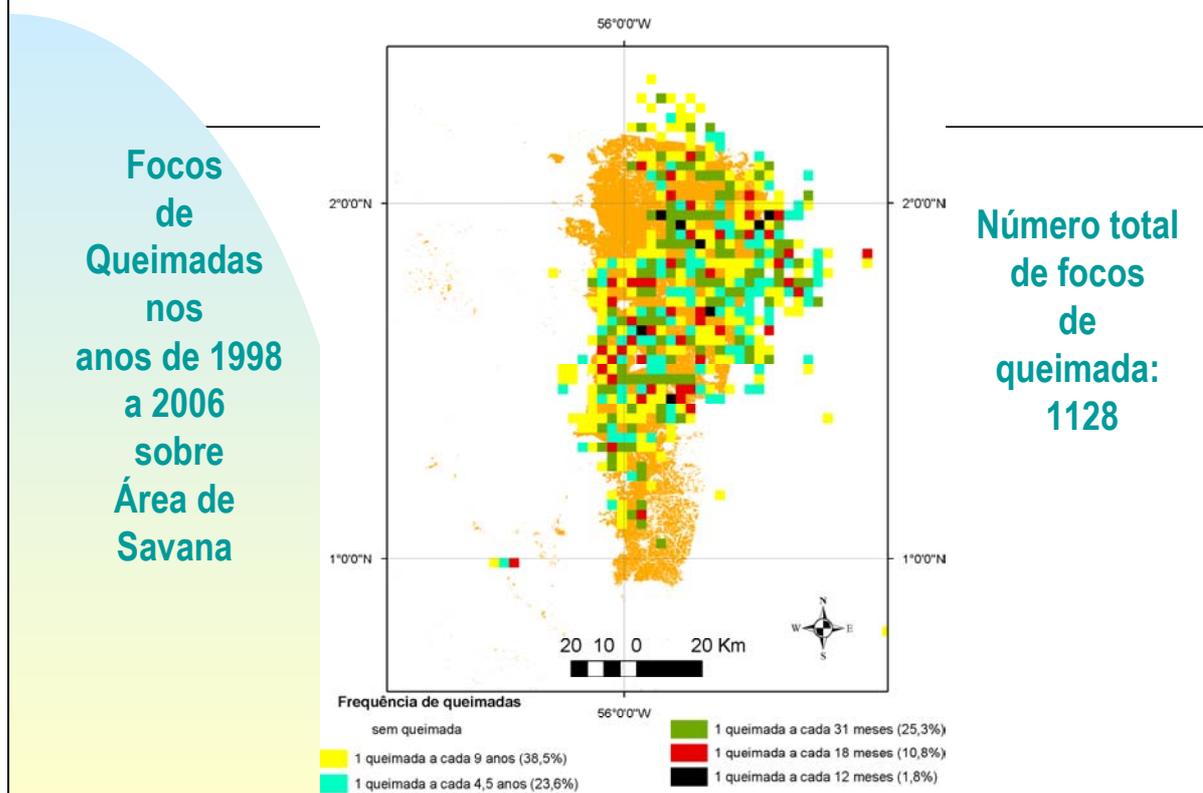


Figura 12. Área de savana comum na região nos anos de 1986 e 2005 e frequência de queimadas de 1998 a 2006 em toda savana.

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

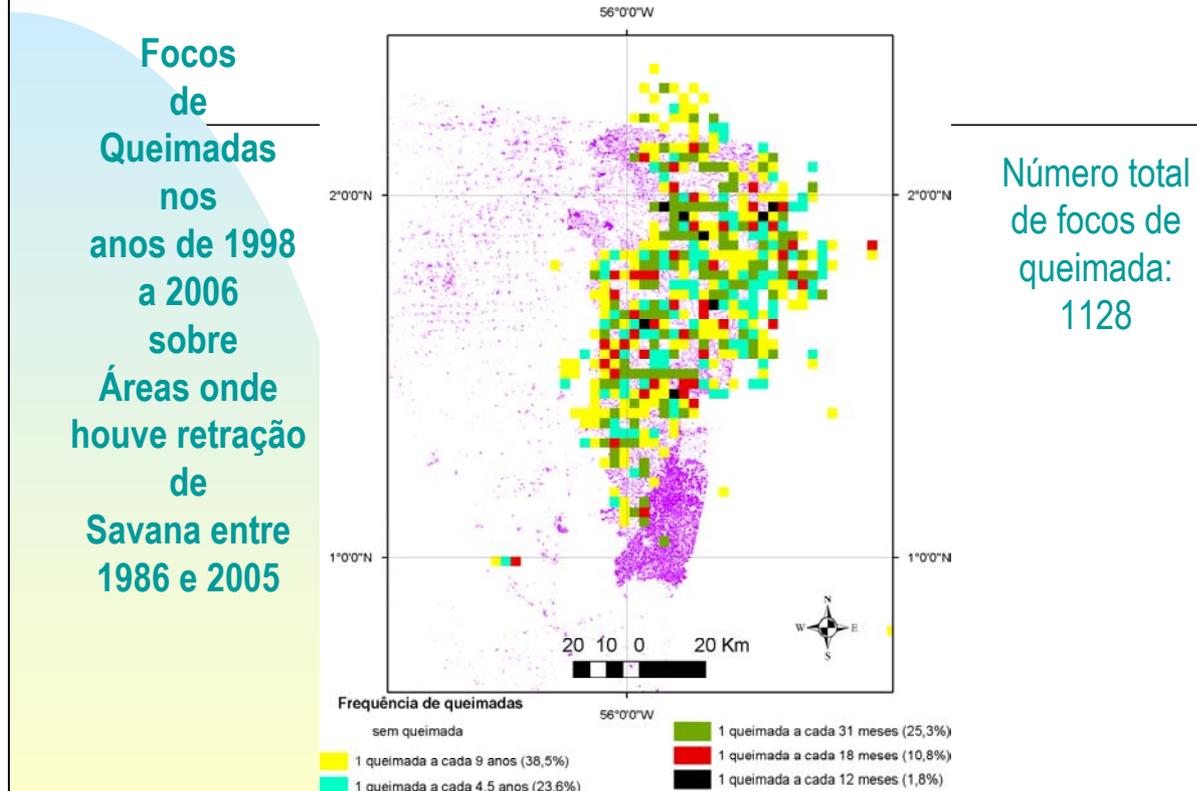


Figura 13. Área de retração de savana nos anos de 1986 e 2005 e freqüência de queimadas de 1998 a 2006 em toda a savana.

Savana e queimadas no Parque Indígena Tumucumaque

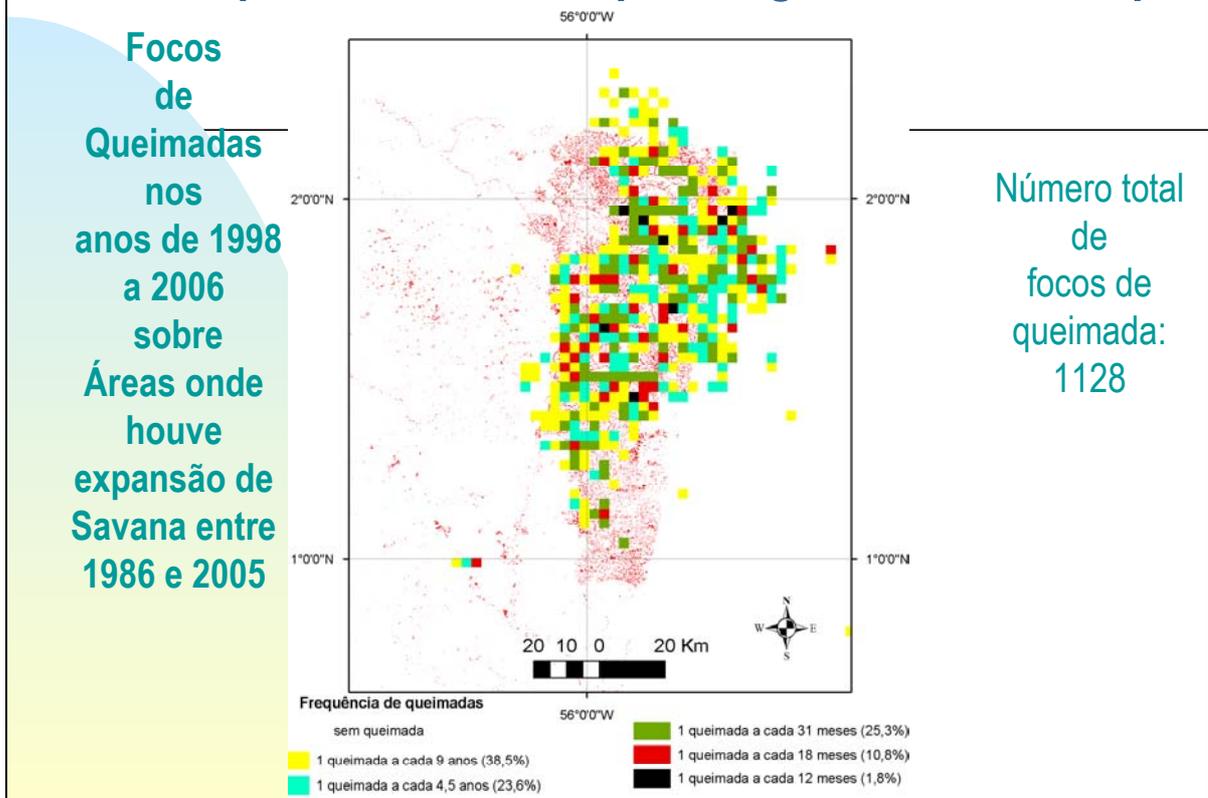


Figura 14. Área de expansão de savana nos anos de 1986 e 2005 e frequência de queimadas de 1998 a 2006 em toda a savana.

Analisando os resultados, verificou-se que 38,5% da área queimada de savana apresentaram um foco de queimada (calor) em nove anos. Ainda, 23,6% da área sofreram queimada a cada 4,5 anos, 25,3% a cada 31 meses (média), 10,8% a cada 18 meses (média) e 1,8% a cada ano (média), sendo a reincidência anual de queimada em 72 km² de savanas (menos as do Suriname). Esse baixo valor de área total queimada sob queima anual ocorre, entre outros motivos, devido a condições naturais. O mesmo local queimado em um ano não queima no ano que se segue, pois, conforme a fitofisionomia da savana, não há acúmulo suficiente de matéria seca combustível (RODRIGUES *et al.*, 2002).

O regime de queimada em uma região é basicamente o que influencia a composição e a dinâmica da vegetação. O regime de queimada inclui a frequência da queima, a época da queimada (começo, meio ou final da seca, ou início das chuvas), tipo de fogo (fogo sobre herbáceas ou sobre arbóreas, diferem quanto à altura da chama) e extensão do fogo, queima em mosaico ou em forma contínua, conforme a cobertura vegetal (WHELAN, 1995). Assim, no caso, 62,1% das queimadas ocorreram na área de estudo com frequência acima de 4 anos e meio, sendo considerada uma baixa frequência. E geralmente, a baixa frequência de queimadas em savanas favorece a expansão de vegetação

arbórea-arbustiva em detrimento da vegetação herbácea-arbustiva que sofre retração. Na área de estudo, em 20 anos, houve uma retração da savana de 135,48 km² favorecida pela baixa frequência de queimada.

As condições climáticas das savanas (TRAPNELL, 1993) são favoráveis à queimada, pois estas apresentam a condição de seca em determinada época do ano (deficiência hídrica), alta temperatura média do ar, alta taxa fotossintética das gramíneas C4 e conseqüente acúmulo de biomassa (KLINK, 1992).

Os valores de área queimada e freqüência de fogo em savanas são dependentes da tipologia (estrutura) vegetal e da posição altimétrica. Quanto menor a densidade de árvores e maior a quantidade de estruturas gramíneas em regiões de alta altimetria, maior será a porcentagem de área queimada (BARBOSA e FEARNside, 2004). A estimativa de área total queimada na região de estudo (cena 229-59) foi de no máximo 4.086 km², para o período de nove anos, mas a mesma área pode ter sido queimada mais de uma vez, conforme a freqüência de queima no local. Os focos de queimadas dentro da área de estudo concentraram-se nas savanas (cerrados) e preferencialmente sobre as savanas de maior altitude.

Barbosa e Fearnside (2004) determinaram a média ponderada de 38% (27-85%) de área total queimada anualmente para as savanas amazônicas situadas em Roraima, sendo que para as savanas estépicas (campo limpo) houve queimadas todo ano, em 85% da área. Os autores enfatizaram a necessidade de associar os resultados de área queimada com suas respectivas tipologias para evitar equívocos de se considerar um único valor para todos os ecossistemas das savanas amazônicas. A freqüência média de fogo foi de 2,5 anos.

No entorno à região de estudo, apesar das chuvas serem abundantes durante a estação chuvosa, conforme Moraes *et al.* (2005), constata-se a ocorrência de deficiência hídrica, pela normal climatológica, durante o período menos chuvoso (setembro a novembro), que deu margem à maior concentração de focos de queimadas de setembro a novembro, pelo acúmulo de biomassa seca. Nos anos de 1999 a 2005, os focos de queimadas ocorreram de forma concentrada nos meses de setembro, outubro e novembro de cada ano analisado, sendo de no mínimo 78,3% (2001) a 89,4% (2004) do total dos focos. Na região, os meses mais chuvosos começam em abril e vai até junho.

Existem influências mútuas entre clima e floresta amazônica, como a ação do fenômeno *El Niño* que provoca seca na Amazônia. Mas as mudanças climáticas em curso e o conseqüente aquecimento em escala global, regional e local estão intensificando as secas da Amazônia que, associadas a ações antropogênicas locais como desmatamentos e queimadas, que também alteram o mecanismo das chuvas, tornam provável um cenário de aceleração da savanização na região amazônica. O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) registrou no mês de agosto de 2006 para o Estado Pará 33.139 focos de calor, sendo 1.801 em Unidades de Conservação e 1.925 em Terras indígenas.

Geralmente, o efeito do fogo promove o estabelecimento de espécies que ocupam as savanas e inibe o crescimento de espécies arbóreas de florestas. Assim, as condições climáticas envolvendo nível de precipitação pluviométrica, temperaturas médias elevadas altas, sazonalidade cíclica (anos mais secos) e a presença freqüente do fogo nas savanas e nas florestas do entorno, favorecem o processo de savanização que é natural e lento, quando não é acelerado pelas mudanças climáticas. A capacidade de rebrota de espécies de savana após a queima é maior, assim como o seu estabelecimento em áreas recém queimadas, quando comparadas às espécies de florestas.

Na Savana dos Tiriýós, os índios também costumam atear fogo anualmente em suas terras para a caça e roça, e na renovação das pastagens para a criação de búfalos (MAGNO e AMARAL, 1998; Socioambiental, 2006). A principal finalidade da queimada nas pastagens naturais consiste na remoção do capim rejeitado pelo gado (macega), o que proporciona rebrota das gramíneas com maior palatabilidade e valor nutritivo (RODRIGUES *et al.*, 2002). Assim, conforme RADAMBRASIL (1975), a possibilidade de que as savanas, principalmente as savanas parque, venham a ser invadidas por espécies de florestas é praticamente eliminada.

V - Conclusão

As queimadas são consideradas um importante fator de pressão para o avanço das savanas amazônicas (cerrados) e mudança na cobertura e uso da terra na área de Savanas dos Tiriýós. A análise das Imagens de Satélite dos anos de 1986 e 2005, mostrou que, para a área selecionada, houve uma retração em área de cerrado maior que a sua expansão. Essa retração da savana, de 135,48 km², foi favorecida pela baixa frequência de queimadas na região. Assim, no caso, 62,1% das queimadas que ocorreram na área de estudo com frequência acima de 4 anos e meio, sendo considerada uma baixa frequência. A baixa frequência de queimadas em savanas favorece geralmente, a expansão de vegetação arbórea-arbustiva em detrimento da vegetação herbácea-arbustiva que sofre retração.

Pela ocorrência de queimadas observada nos mapas, que se mostraram concentradas nas áreas savanas (sem avanço às florestas do entorno que não foram desmatadas) e pela baixa frequência das queimadas, pôde-se verificar que essas condições colaboraram para a falta de expansão das áreas de cerrado.

Estudos mais específicos, abrangendo as condições climáticas locais e as realidades culturais e sócio-econômicas da população indígena dos Tiriýós, devem ser realizados para que haja um conhecimento melhor dos potenciais de mudança e suas tendências.

VI - Referências

AB' SABER, A. N. Problemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n. 53, 2005.

AB' SABER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: out. 2006.

ACT BRASIL (AMAZON CONSERVATION TEAM). **Trabalho de mapeamento etnográfico é elogiado por lideranças indígenas no Suriname**. Disponível em: <<http://www.actbrasil.org.br/index.php>>. Acesso em: out. 2006.

ADA (AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA). Disponível em: <<http://www.ada.gov.br/amazonia.asp>>. Acesso em: out. 2006.

ARRUDA, M. **Ecossistemas Brasileiros**. Brasília: IBAMA, 2001. Disponível em: <www.ibama.br>. Acesso em: nov. 2006.

BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. **Área queimada e frequência de fogo em savanas do extremo norte da Amazônia brasileira**. 2004, 23 p. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/Mss%20preprints/art_tese_area%2004-w%20figs.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2006.

BARBOSA, R. I.; NASCIMENTO, S. P. do; AMORIM, P.A F. de; SILVA, R.F. da. Notes on the woody composition of a vegetation physiognomy of the Roraima's savannas, Brazilian Amazonia. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 19, n. 2, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 3 nov. 2006.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta. Bot. Bras**, v. 20, n. 1, p. 13-26, 2006.

EVA, H. D.; HUBER, O (Ed). **Proposição para definição dos limites geográficos da Amazônia (A Proposal for defining the geographical boundaries of Amazonia)** Luxembourg: European Communities, 2005. 38 p.

FAPESP. Índios do Brasil. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 29, mar. 1998. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/>>. Acesso em: out. 2006.

FISCH, G.; MARENGO, J. A; NOBRE, C. A . **Clima da Amazônia**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/fish.html>>. Acesso em: out. 2006.

FLORESTAS. **A Amazônia**. Disponível em: <http://www.amazonialegal.com.br/textos/fantasticos/Fantasticos_Floresta.htm>. Acesso em: nov. 2006.

FUNASA (FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE). **Dados de 2003**. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/>>. Acesso em: nov. 2006.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/>>. Acesso em: nov. 2006.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Manual Técnico da Vegetação Brasileira. **Manuais Técnicos em Geociências, 1**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p.

INPA (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA). Disponível em: <www.inpa.gov.br>. Acesso em: 4 nov. 2006.

INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS). Disponível em: <www.inpe.gov.br>. Acesso em: 3 nov. 2006.

KLINK, C. A. **A comparative Study of the Ecology of Native and Introduced African Grasses of the Brazilian Savannas**. Harvard University: Cambridge, 1992. 206 p. Ph.D.Thesis.

LBA (LARGE SCALE BIOSPHERE-ATMOSPHERE EXPERIMENT IN AMAZÔNIA). Disponível em: <<http://lba.cptec.inpe.br/lba/site/>>. Acesso em: nov. 2006.

MAGNO, A. B; AMARAL, S. Os índios Tiriyós. Os filhos do deus Kuiuri. **Correio Brasiliense Web**: 500 anos de Brasil. 29 nov. 1998. Disponível em: <<http://www2.correioweb.com.br/hotsites/500anos/indios-tiriyos/29-11-98-1.htm>>. Acesso em: out. 2006.

MCT (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA). Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/7332.html>>. Acesso em: nov. 2006.

MIRANDA, E. E. de; MORAES, A. V. de C. de; OSHIRO, O. T. **Queimadas na Amazônia Brasileira em 2005**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, abr. 2006. 19 p. (Comunicado Técnico, 18).

MIRANDA, E. E. de; COUTINHO, A. C. (Coord.). **Brasil Visto do Espaço**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 2 dez. 2006.

MIRANDA, E. E. de; HOTT, M.C.; GUIMARÃES, M. **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 4 nov. 2006.

MIRANDA, E. E. de; CAPUTI, E.; DORADO, A. J. **Monitoramento orbital das queimadas em áreas indígenas e Unidades de conservação no Brasil em 2001**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. 16 p. (Comunicado Técnico, 8).

MORAES, B. C. *et al.* Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 35, n. 2, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 1 nov. 2006.

PRANCE, G.T. Islands in Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, Series B, Biological Sciences, v. 351, p. 823-833, 1996.

RADAMBRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha NA. 21. Tumucumaque e parte NB. 21; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1975. 370 p.: ilust., 6 mapas (Levantamento de Recursos Naturais, 9).

RODRIGUES, C. A. G.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. **A Queima controlada no Pantanal.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 23 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 35).

SIVAM (SISTEMA DE MONITORAMENTO DA AMAZÔNIA). Disponível em: <<http://www.sivam.gov.br/INDEX.HTM>>. Acesso em: nov. 2006.

SOCIOAMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/pib/epi/tiriyo/tiriyo.shtm>>. Acesso em: nov. 2006.

TRAPNELL, C. G. Savanna fires and seasonal temperatures: a case for research? **Environmental Conservation**, v. 20, n. 2, p. 168-170, 1993.

TORRES, D. J. **Amazônia inusitada contra Amazônia devastada.** Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/lanternaverde/numerovintequatro1.htm>>. Acesso em: nov. 2006.

VIEIRA, I. C. G.; FERREIRA, L. V.; HOMMA, A. K. O. Programa de C&T para recuperação de áreas alteradas no arco do desmatamento da Amazônia. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (Relatório Final). 2006. 108 p. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/documentos/Relatorio_final-SBPC-Amazonia.pdf>. Acesso em: nov. 2006.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas.** Brasília: Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília (Tese de Doutorado), 389 p., 2006.

WHELAN, R. J. **The Ecology of Fire.** Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 346 p.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 - Parque São Quirino
CEP 13088-300, Campinas-SP - Brasil
Fone (19) 3256-6030 Fax (19) 3254-1100
<http://www.cnpm.embrapa.br> sac@cpnm.embrapa.br