

Estoque de Carbono em Ecossistemas Naturais da Amazônia Legal Brasileira

República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Marcus Vinícius Pratini de Moraes

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Márcio Fontes de Almeida

Presidente

Alberto Duque Portugal

Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast

José Honório Acarini

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria–Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal

Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Bonifácio

José Roberto Rodrigues Peres

Diretores-Executivos

Embrapa Roraima

Eduardo Alberto Vilela Morales

Chefe Geral

Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Miguel Amador de Moura Neto

Chefe Adjunto de Administração



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 0101 – 9805
Dezembro, 2002

Documentos

12

**Estoque de Carbono em Ecossistemas Naturais
da Amazônia Legal Brasileira**

Haron Abraham Magalhães Xaud

Boa Vista, Roraima
2002

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Embrapa Roraima

Rod. BR-174 Km 08 - Distrito Industrial Boa Vista-RR

Caixa Postal 133

69301-970 - Boa Vista - RR

Telefax: (095) 626.7018

e_mail: sac@cpafrr.embrapa.br

www.cpafr.embrapa.br

Comitê de publicações:

Presidente: Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Secretária-Executiva: Maria Aldete J. da Fonseca Ferreira

Membros: Antônia Marlene Magalhães Barbosa

Haron Abraham Magalhães Xaud

José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior

Oscar José Smiderle

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira

Editoração: Maria Lucilene Dantas de Matos

1ª edição

1ª Impressão (2002): 300

Normalização Bibliográfica: Maria José Borges Padilha

XAUD, H. A. M. Estoque de Carbono em Ecossistemas Naturais da Amazônia Legal Brasileira. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002. 15p. (Embrapa Roraima. Documentos, 12).

ISSN: 0101-9805

1. Floresta. 2. Desmatamento. 3. Carbono; 4. Brasil; 5. Amazônia.
I. Embrapa Roraima

CDD. 634.90981

Autor

Haron Abraham Magalhães Xaud

Eng. Agrônomo, M.Sc, Pesquisador Embrapa Roraima, Rod. BR 174,
km 8, Distrito Industrial, caixa postal 133,
CEP 69301-970, Boa Vista – RR
haron@cpafrr.embrapa.br

Sumário

Introdução.....	5
Amazônia Legal Brasileira.....	6
Dimensões Legais da Amazônia.....	6
Desflorestamento na Amazônia.....	7
Biomassa da vegetação amazônica.....	8
Emissões de gases do efeito Estufa na Amazônia.....	11
Considerações finais.....	13
Referências Bibliográficas.....	13

Estoque de Carbono em Ecossistemas Naturais da Amazônia Legal Brasileira

Haron Abraham Magalhães Xaud

1- INTRODUÇÃO

Tendo em vista a preocupação mundial a respeito das medidas para controle das emissões de carbono, é necessário que sejam conhecidas as quantidades de carbono estocadas nos ecossistemas naturais amazônicos, pois, uma vez alterada a cobertura natural, o estoque presente sofre uma dinâmica diferenciada de liberação e retenção de carbono que pode afetar o clima global devido a magnitude da região.

Ao se tratar desta questão no Brasil, as florestas tropicais têm um papel muito bem marcado: a) pelo fato deste tipo de sistema ocupar uma área ampla ainda intacta; b) pela alta concentração de biomassa por unidade de área e, portanto, de carbono estocado e; c) pelos altos índices de desmatamento que vêm sendo medidos ano a ano.

O enfoque desse documento será dado à área compreendida pela que hoje se denomina como Amazônia Legal Brasileira (ver Lei Complementar Nº 31 de 11.10.1977 e anteriores). Quer seja pelo paradigma da biodiversidade, quer seja pelo paradigma das emissões de gases do efeito estufa e por outros fatores participantes do controle do clima global, a Amazônia Legal representa o bioma ao qual a comunidade científica e líderes mundiais dão a maior ênfase na atualidade porque é a região que possui as maiores áreas de florestas tropicais do planeta com possibilidades de influenciar o clima global.

Este trabalho foi elaborado com base em revisão de literatura. Seus objetivos específicos constituem-se em:

- a) apresentar resumidamente as áreas dos ecossistemas que integram a região analisada e respectivas áreas alteradas;
- b) discutir o estoque e a emissão de carbono para a região;

- c) apresentar e discutir os trabalhos mais significativos produzidos (ou em produção) sobre o tema;
- d) analisar pontos de estrangulamento das pesquisas relacionadas aos cálculos de biomassa e emissões de gases do efeito estufa, propondo possíveis caminhos para potencialização de esforços intra-instituição (Embrapa) e Inter-instituições (parcerias).

2- AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

2.1 – Dimensões gerais da Amazônia

A Amazônia é um bioma que se estende por países como Brasil, Peru, Bolívia, Colômbia, Suriname, Equador, Guiana Francesa, Venezuela e Guiana, compreendendo um território contínuo com cerca de 7,6 milhões de km².

A Amazônia Legal Brasileira ocupa uma área de cerca de 5 milhões de km², representando aproximadamente 66% do território nacional, abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso e parte dos estados de Tocantins Goiás e Maranhão. Desta área, cerca de 4 milhões de km² (80%) relacionam-se à fisionomia florestal (INPE, 2000).

Já para Fearnside et al. (1990), sua superfície florestada original a ser considerada representa aproximadamente 4,2 milhões de km² e a cobertura de cerrados, cerca de 800.000 km². (Tabela 1)

Tabela 1. Vegetação original da Amazônia Legal por Estado

Estado	Vegetação Original		Área do Estado
	Floresta	Cerrado	
Acre	152.589	-	152.589
Amapá	99.525	42.834	142.359
Amazonas	1.562.488	5.465	1.567.953
Maranhão	139.215	121,017	139.336
Mato Grosso	572.669	308.332	881.001
Pará	1.180.004	66.829	1.246.833
Rondônia	215.259	27.785	243.044
Roraima	173.282	51.735	225.017
Tocantins/Goiás	100.629	169.282	269.911
TOTAL	4.195.660	793.279	4.988.939

Para entendimento e dimensionamento de problemas de emissões de gases do efeito estufa, aproximações ou incertezas pequenas, interferem pouco nas discussões básicas. Porém, isto se torna mais preocupante em termos de quantificação dos valores totais de emissões quando se tem por objetivo a geração de informação técnica estratégica para tomada de decisão.

Gerando informações sobre áreas de ecossistemas amazônicos a partir do mapa do IBGE/IBDF de 1988 na escala 1:5.000.000, Fearnside & Ferraz (1995) chegaram às seguintes dimensões: $3,8 \times 10^6 \text{ km}^2$ para vegetação florestal e $0,7 \times 10^6 \text{ km}^2$ para vegetação não florestal. A área total da Amazônia Legal considerada neste foi da ordem de $4,5 \times 10^6 \text{ km}^2$, diferindo em cerca de $- 0,5 \times 10^6 \text{ km}^2$ para o mesmo objeto exposto em Fearnside et al. (1990), o que equivale a uma variação de 10 % sobre o dado "área".

Metodologias diferenciadas para cálculo de áreas originais e atuais de classes de vegetação da Amazônia, bem como uso de bases cartográficas diferentes, são fatores que geram divergência nas estimativas. Outro fator que altera sensivelmente as estimativas é a inclusão de algumas classes de vegetação (ecótonos e vegetações de transição) ora na categoria floresta, ora em não floresta.

Utilizando o mapa do IBGE/IBDF (1988), Fearnside e Ferraz (1995), dentre 28 classes de vegetação, interpretaram 19 delas como florestais, o restante (9) foi enquadrado como não florestais. Ecótonos, áreas de tensão ecológica e contatos, com exceção do conjunto formado por Savana + Savana Estépica, foram todos enquadrados na categoria "florestas".

Já Barbosa (2001) procedeu separação diferente. Este último autor incluiu alguns ecossistemas, considerados "florestais" por Fearnside (1995; 1997), como abertos ou "não florestais". Foi o caso de campinas, campinaranas e formações pioneiras. O somatório destas áreas diferentemente classificadas, calculado com base nos trabalhos acima citados, é da ordem de 91.000 km^2 . Os trabalhos isoladamente não estão incorretos. Mas é necessário observar estas nuances caso se pretenda realizar a integração destes dados.

2.2 - Desflorestamento na Amazônia

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem analisando dados de desflorestamento na Amazônia a partir de imagens de satélites da série Landsat, desde 1974. A partir de 1988 os levantamentos passaram a ser gerados anualmente.

Segundo INPE (2000), a extensão do desflorestamento bruto até agosto de 1998 era de 551.782 km², cerca de 13,8 % da área de floresta original e 11,04 % da área total da Amazônia Legal. A taxa média anual de desflorestamento bruto de 1977 até 1988 foi de 21.130 km². Esta taxa só foi superada nos anos 1994/1995, com 29.059 km² ao ano.

Os estados que tiveram os maiores somatórios nas contribuições em área bruta desflorestada até 1999 foram: 1º- Pará (188.372 km²), 2º- Mato Grosso (131.808 km²), 3º- Maranhão (100.590 km²), 4º- Rondônia (53.275 km²), 5º- Amazonas (28.866 km²). Em termos percentuais, com base nas áreas florestadas de Fearnside et al. (1990) e áreas brutas desflorestadas expostas em INPE (2000), os estados que mais alteraram sua cobertura florestal foram: 1º- Maranhão (72 %), 2º- Tocantins/Goiás (26 %), 3º- Rondônia (25 %), 4º- Mato Grosso (23 %), 5º-Pará (16 %).

No ano de 1990 (89/90), tomado como referência para os cálculos de emissões de gases do efeito estufa (GEE's) na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças de Clima – UN-FCCC, a área desflorestada na Amazônia Legal foi de 13.810 km² (INPE, 2000; Fearnside, 2001).

2.3 – Biomassa da vegetação amazônica

Biomassa é definida como a quantidade total de matéria-orgânica viva em árvores, acima do solo, expressa como toneladas de matéria seca por unidade de área (Brown, 1997). Na realidade esta definição está muito voltada para os casos de estudo de florestas.

Segundo Barbosa (2001), o tapete herbáceo de savanas, cuja dinâmica é estudada em várias partes do mundo devido às questões relacionadas à sua queima periódica, é um fator de controvérsias nos cálculos de biomassa destes ecossistemas, principalmente em áreas onde é realizada mais de uma queimada por ano.

O mais comum na literatura é encontrar o termo “biomassa” associado a uma ou mais especificações para uma definição mais clara: biomassa verde acima do solo; biomassa seca acima do solo; biomassa seca de raízes; biomassa seca morta acima do solo, etc. Estas variações e qualificações do termo são necessárias para uma melhor compreensão e dimensionamento dos componentes que integram “biomassa”. Assim, a definição do termo conforme exposta em Brown (1997) para utilização em estudos de mudanças globais, parece inadequada.

A variação fisionômica e estrutural da vegetação é acompanhada de uma variação em sua biomassa. Santos et al. (1998) determinaram que a média de biomassa seca em amostras de savana de Roraima (região de Alto Alegre) variou de 4,86 t/ha para fisionomias com domínio de estrato herbáceo de gramíneas, até 20,15 t/ha para aquelas com domínio de árvores. Xaud (1998), determinou valores entre 2,5 t/ha e 21,88 t/ha para os mesmos ecossistemas. Barbosa (2001) apresentou uma revisão de trabalhos que avaliaram biomassa seca pré e pós-queima de formações savânicas em diversas regiões do mundo, reinterpretando o método adotado pelos diferentes autores e, tentando expressar o melhor caminho para o cálculo de emissão de GEE provenientes da queima e decomposição da biomassa de savanas no norte amazônico. A menor biomassa observada pela revisão do referido autor foi para savanas graminosas na Zâmbia (2,4 t/ha) e o maior valor (36,7 t/ha) foi obtido para o cerrado “stricto sensu” do Brasil central.

Santos et al. (1998), citam para a área de floresta primária na região de Comodoro (MT) – Vilhena (RO), para indivíduos com DAP igual ou maior que 10 cm, uma biomassa viva seca acima do solo no valor de $207 \pm 57,78$ t/ha. Pardi Lacruz e Santos (1997) em Caxiuanã (PA) determinaram para os mesmos parâmetros de inventário em floresta primária, 368,97 t/ha.

Xaud (1998) determinou em inventários na região de Alto-Alegre (RR), valores entre 143,7 t/ha e 247,8 t/ha de biomassa em florestas primárias de contato (média de 194,7 t/ha), medindo árvores com DAP a partir de 10 cm. Segundo Brasil (1975) estas florestas foram classificadas como Estacionais Semidecíduais das áreas submontanas; às vezes, formando contato com Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Aberta Submontana com palmeiras. Por estarem localizadas em região de contato, vizinhas à áreas savânicas, sujeitas a um clima com períodos secos extensos (4-6 meses), era de se esperar que estas formações apresentassem uma biomassa menor que florestas densas da região mais central da Amazônia.

Victória et al. (1991) citou alguns trabalhos para também dar uma noção de como variam as florestas em relação à biomassa viva acima do solo: em áreas próximas a Manaus os valores foram de 370 t/ha e 508 t/ha em Klinge e Rodrigues (1974) e Klinge et al. (1975), respectivamente; em área do projeto Jari, Jordan e Russel (1983) estimaram biomassa total em 350 t/ha; em levantamento na área de Tucuruí, Cardenas et al. (1982) estimaram biomassa de 356 t/ha.

Em termos de determinação de biomassa para os ecossistemas que integram a Amazônia Legal Brasileira, trabalhos de diversos autores, como citados anteriormente, têm sido referência. Porém, acredito que o estado da arte em relação aos cálculos de biomassa (e emissão de GEE's) para Amazônia Legal esteja sintetizado em Fearnside (2000; 2001). Mesmo entendendo que as incertezas sobre alguns parâmetros ainda sejam (possivelmente) significativas.

A partir de ajustes¹ nos cálculos de biomassa para florestas da Amazônia Brasileira, Fearnside (2001) conclui sobre os seguintes valores:

- florestas maduras não exploradas para madeira apresentam em média 463 t/ha (biomassa total média, incluindo biomassa morta acima do solo (28 t/ha) e biomassa abaixo do solo (109 t/ha);
- a biomassa média de florestas não exploradas para madeira, originalmente presentes nas áreas desmatadas em 1990, ficou em 433 t/ha; variação devido à concentração do desmatamento nos limites sul e oriental da Amazônia onde a biomassa é mais baixa que na parte central;
- ajustando este valor e considerando a exploração madeireira, as áreas desmatadas em 1990 apresentaram uma biomassa total média de 406 t/ha (249 t/ha = biomassa viva acima do solo; 59 t/ha = biomassa morta acima do solo; e, 98 t/ha = biomassa debaixo do solo.)

Ainda carecem de melhor discussão os seguintes pontos relacionados à biomassa da vegetação contida na Amazônia Legal:

- a) Distribuição espacial dos pontos amostrais: seguindo a linha de raciocínio utilizada em Nelson (1994) quanto à distribuição dos pontos de coleta botânica na Amazônia, averiguar a hipótese de o mesmo fato estar acontecendo em relação aos inventários básicos (FAO e RADAMBRASIL) utilizados nas últimas estimativas de Fearnside.
- b) A maioria dos inventários utilizados para as estimativas de biomassa não contém dados para biomassa de árvores abaixo de 10 cm de DAP, biomassa morta acima do solo e biomassa no solo. A extrapolação de dados para estes aspectos ainda é

¹ Maior número de pontos amostrados (2.954), provenientes de FAO (10%) e RADAMBRASIL (90 %); ajustes em relação à densidade de madeira e biomassa abaixo do solo; ajustes em relação à área ocupada por cada ecossistema; e, valores de desflorestamento gerados por ecossistema.

um ponto crítico devido à variação da biomassa dos ecossistemas florestais amazônicos e de suas condições edafo-climatológicas.

- c) Área ocupada por cada ecossistema: IBAMA, INPE e INPA devem tentar chegar a um consenso sobre as áreas de cada ecossistema. Este é um dado crítico para ponderação da biomassa para toda a Amazônia Legal, bem como análises sobre os impactos do desmatamento.

3 – EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA NA AMAZÔNIA

A quantidade de CO₂ lançada na atmosfera pelas queimadas e sua significância nos processos globais, tem sido tema de freqüentes discussões. O CO₂ contribui com 50 % dos efeitos conseqüentes do aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera. Deste CO₂, 80% tem sua origem na queima de combustíveis fósseis e 20 % se originam da queima de florestas tropicais de países em desenvolvimento (Victória et al., 1991).

A forma como são calculadas as emissões pode ter grande efeito sobre o impacto atribuído ao desmatamento (Fearnside, 2001). Um exemplo claro desta afirmação pode ser visto em Victória et al. (1991). Na revisão apresentada sobre o tema, os autores encontraram variações de até 60 vezes para alguns parâmetros em algumas referências citadas. Foram mencionados também trabalhos de Brown e Lugo (1982) e Fearnside (1987) que obtiveram valores discrepantes trabalhando sobre “praticamente a mesma base de dados”. Neste caso, Victória et al. (1991) apontam como inapropriada a metodologia de cálculo utilizada por Brown e Lugo (1982) para a determinação de biomassa, concordando com os resultados de Fearnside (1987).

O exposto realça a existência de divergências entre metodologias de cálculo de biomassa, e, ao mesmo tempo, imprime a necessidade de constante revisão das estimativas, sempre que os dados disponíveis tornam-se mais bem trabalhados e mais precisos.

Victória et al. (1991) abordam o fato de que a partir da década de 1970 a Amazônia começou a ser ocupada desordenadamente, vindo a ter vastas áreas de florestas tropicais consumidas pelo fogo. Os autores elucidam que uma das maneiras de se estimar as emissões de CO₂ seria relacionada ao produto dos fatores: a) área desmatada; b) biomassa estocada (carbono); c) fator de conversão de carbono orgânico em CO₂. A partir de um fator de conversão unitário, que representaria a queima completa

de toda uma área desmatada, seria determinado o que poderia ser chamada de "emissão potencial" de CO₂ para uma determinada área.

Este cálculo, aparentemente simples, trabalha com valores de grandes dimensões. Somente o dado "área desmatada" é da ordem de 500.000 km², ou 50 milhões de hectares (INPE, 2000). A biomassa estimada para cada hectare também tem valores elevados por se tratar de uma fisionomia dominante de florestas tropicais. Ou seja, uma variação no cálculo da biomassa da ordem de 10 %, para valores hipotéticos de biomassa de 300 e 330 t/ha geraria uma diferença no cálculo potencial de emissão da ordem de 1.500 milhões de toneladas de biomassa, ou 750 milhões de t C.

Visando gerar estimativas para emissões de carbono com um menor erro, Fearnside (1995; 1997; 2000; 2001) vem introduzindo nos cálculos, parâmetros de grande relevância, conforme visto no item anterior sobre biomassa.

Fearnside (2001) atualiza estimativas anteriores (Emissões Líquidas Comprometida e Balanço Anual) e incorpora ajustes para: densidade de madeira, biomassa debaixo do solo, biomassa do cerrado (considerando desflorestamento de 5.000 km²), liberação de carbono do solo, eficiência de queimadas, formação de carvão, e estimativas de emissões por outros usos do solo (hidrelétricas, pastagens, etc.). Para o ano base de 1990, suas conclusões são as seguintes:

- a) Para Emissão Líquida Comprometida, que representa "as quantias líquidas de gases de efeito estufa que serão emitidos ao longo prazo como resultado do desmatamento feito em um determinado ano", os valores foram: 934 milhões de t CO₂; 1,3-1,5 t de CH₄; 30-37 milhões de t de CO e 0,07-0,018 milhão de t de N₂O. Isto equivale a 267-278 milhões de t de carbono equivalente a carbono de CO₂ (para Global Warming Potential de 100 anos –do IPCC).
- b) Para Balanço Anual de emissões Líquidas em 1990, que representa os fluxos líquidos em um único ano na região como um todo, os valores foram: 1189-1204 milhões de t de CO₂; 2,1-2,4 milhões de CH₄; 37,4-45,7 milhões de t CO e 0,16-0,25 milhão de t de N₂O.
- c) "Devido às taxas de desmatamento terem diminuído nos três anos que precederam 1990, o balanço anual de desmatamento (excluindo a exploração madeireira) é mais alto que a emissão líquida comprometida".

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto de incertezas embutidas nos cálculos de biomassa acumula as incertezas primárias gerando um resultado que pode estar comprometido em termos de confiabilidade. O fator área da Amazônia Legal já não deveria mais variar entre as instituições e pesquisadores que estão trabalhando com a emissão de GEE's na Amazônia.

Em relação às áreas originais e alteradas dos ecossistemas, deve-se buscar um maior consenso na comunidade científica. Neste sentido as metodologias e escalas de trabalho são fatores determinantes na obtenção dos resultados e deveriam ser melhor trabalhadas e discutidas para que possam ser integradas sem conflitos para que as estimativas para Amazônia Legal e Brasil como um todo possam ser mais consistentes.

O estado da arte da quantificação de biomassa na Amazônia Legal e de emissões de carbono, está bem sintetizado em Fearnside (2000; 2001) com dados básicos importantes sendo disponibilizados por IBGE/IBDF (1988), INPE (projeto PRODES em diversas atualizações).

Uma exploração mais rigorosa do banco de dados já montados, transferidos para ambiente de Sistema de Informação Geográfica, manipulado por equipe multidisciplinar interagências, poderia alavancar rapidamente os resultados já alcançados, visando a geração de estimativas ainda mais precisas.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R.I. Savanas da Amazônia: emissão de gases do efeito estufa e material particulado pela queima e decomposição da biomassa acima do solo, sem a troca do uso da terra, em Roraima, Brasil. Tese de Doutorado. Manaus: INPA/UA. 2001. 212p.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. 428p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 8).

BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO-Forest Resources Assessment. 1997. 57p. (FAO Forestry Paper, 134)

FEARNSIDE, P.M. Emissões de gases do efeito estufa oriundas da mudança do uso da terra na Amazônia Brasileira. In: 7a. Reunião Especial da SBPC: Amazônia no Brasil e no Mundo. Manaus-AM. 25-27 de abril de 2001. São Paulo: SBPC, 2001. CD-ROM: ISBN 85-86957--03-8. 2001.

FEARNSIDE, P.M. O potencial do setor florestal brasileiro para mitigação do efeito estufa sob o "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo" do Protocolo de Kyoto. In: Moreira, A.G.; Schwartzman, S. eds. As mudanças climáticas e os ecossistemas brasileiros. Brasília: IPAM/WHRC, 2000. p.59-74.

FEARNSIDE, P.M. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v.90, n.1, p.59-87, 1997.

Fearnside, P.M.; Ferraz, J. A conservation gap analysis of Brazil's amazonian vegetation. *Conservation Biology*, v.9, n.5, p.1134-1147, Oct. 1995.

Fearnside, P.M.; Tardin, A.T.; Meira Filho, L.G. Deforestation rate in Brazilian Amazon. 1990. 8p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite / Monitoring of the brazilian amazon forest by satellite: 1998-1999. São José dos Campos: INPE, abr. 2000. <<http://www.inpe.br>>

NELSON, B.W. Inventário florístico e fisionômico da Amazônia: tendência de amostragem nos herbários e o potencial do sensoriamento remoto. Tese de Doutorado. INPA/FUA, Manaus, 1994.

PARDI LACRUZ, M.S.; SANTOS, J.R. dos. Contribución de la percepción remota en la estratificación de bosque húmedo (SE Amazonia, Brasil). XI World Forestry Congress – IUFRO. Antalya, Turkey. CDROM.

SANTOS, J.R. dos; LACRUZ, M.S.P.; ARAÚJO, L.S. de.; XAUD, H.A.M. El processo de quema de biomassa de bosque tropical y de sabanas em la Amazônia Brasileira :

experiências de monitorio com datos ópticos y de microondas. *Serie Geográfica*, v.7, p.97-108, 1998.

VICTÓRIA, R.L.; BROWN, I.F.; MARTINELLI, L.A.; SALATI, E. A Amazônia brasileira e seu papel no aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. In: Val, A.L.; Figliuolo, R.; Felberg, E. eds. *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus: INPA, 1991. p.9-20

XAUD, M.R. Avaliação de dados TM/LANDSAT e SAR-JERS na caracterização da cobertura vegetal e distribuição de fitomassa em área de contato floresta/savana no Estado de Roraima, Brasil. *Dissertação de Mestrado*. INPE, São José dos Campos, 1998. 151p.



Roraima