

**PRIMEIRO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES  
ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

**RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA**

**EMISSÕES E REMOÇÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR  
CONVERSÃO DE FLORESTAS E ABANDONO DE TERRAS  
CULTIVADAS**

*Ministério da Ciência e Tecnologia*

**2006**

**PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

**MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
SERGIO MACHADO REZENDE

**SECRETÁRIO DE POLÍTICAS E PROGRAMAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**  
LUIZ ANTONIO BARRETO DE CASTRO

**EXECUÇÃO**

**COORDENADOR GERAL DE MUDANÇAS GLOBAIS DE CLIMA**  
JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ

**COORDENADOR TÉCNICO DO INVENTÁRIO**  
NEWTON PACIORNIK

# PRIMEIRO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

## RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA

### EMISSÕES E REMOÇÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR CONVERSÃO DE FLORESTAS E ABANDONO DE TERRAS CULTIVADAS

#### Elaborado por:

**FUNCATE Fundação para a Ciência Aeroespacial,  
Aplicações e Tecnologias**  
Av. Dr. João Guilhermino, 429 - 11º Andar  
12210-131-São José dos Campos - SP

#### CONSULTORES

Dr. Luiz Gylvan Meira Filho  
Dr. Niro Higuchi  
Dr. Wellington B. C. Delitti  
Dr. Everardo Valadares T. Sampaio  
Dra. Corina da Costa Freitas Yanasse  
Dr. Ricardo Leonardo Vianna Rodrigues

#### COLABORADORES

Dr. João Roberto dos Santos  
Dr. Dalton de Morison Valeriano  
Dr. Flávio Jorge Ponzoni  
Dr. Osman Fernandes da Silva  
Dr. Diógenes Salas Alves  
Dr. João Vianei Soares  
Dr. Yosio Edemir Shimabukuro  
Dr. Pedro Hernandez Filho  
Dra. Márcia Hirota  
Dr. João Vila dos Santos  
Dr. Trento Natali Filho  
Dr. Ricardo Braga  
Msc. Silvio Pereira Coimbra  
Msc. Maria Silvia Pardi Lacruz  
Eliana Maria Kallil Mello  
José Carlos Moreira  
Joaquim Godoy Filho

#### EXECUTORES

Dr. Elaine Cristina Cardoso Fidalgo - Coordinator  
Msc. Ulf Walter Palm  
Msc. José Roberto Osses  
Fernanda Aparecida Leite  
Jussara Starling de Medeiros  
Roberto Tavares  
Silvio Manoel S. Gonçalves  
Roberto Wilson de Oliveira Dias  
Pedro Alberto Bignelli  
Elaine de Assis Santos  
Sérgio Lopes Dousseau  
Glauco Turci  
Mauricio Braga Tranco  
Laryssa Lilian Lopes Varão Monteiro  
Andréa Franzoni  
Sandra Cristina Rodrigues  
Regina S. Sbruzzi  
Ana Paula Miranda  
Silvana Bassi  
Rodolfo Bassi  
Fernanda Cristina Baruel Lara  
Joaquim Laurentino Modesto  
Luciana Mara Corrêa Pereira  
Alexandre Augusto Barbosa  
Marco Antônio Carvalho Pessoa  
Flávia Cristina Aragão  
Márcia Cristina Passos Fonseca  
Valquíria Pereira Cabral Silva  
Marilice Camacho Arruda  
Graziela Roberta Amari  
Imagem Sensoriamento Remoto S/C Ltda.  
Geoambiente, Geologia e Sensoriamento Remoto S/C Ltda.  
Interface S/C Ltda ME  
Agrosat Sensoriamento Remoto Ltda.  
Nature Geotecnologias S/C Ltda.  
Tecmap Sensoriamento Remoto  
Orbital Arte Final

## **Publicação do Ministério da Ciência e Tecnologia**

*Para obter cópias adicionais deste documento ou maiores informações, entre em contato com:*

### **Ministério da Ciência e Tecnologia Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima**

Esplanada dos Ministérios Bloco E 2º Andar Sala 244

70067-900 - Brasília - DF

Telefone: 61-3317-7923 e 3317-7523

Fax: 61-3317-7657

e-mail: [cpmg@mct.gov.br](mailto:cpmg@mct.gov.br)

<http://www.mct.gov.br/clima>

#### **Revisão:**

Ricardo Leonardo Vianna Rodrigues

Newton Paciornik

Mauro Meirelles de Oliveira Santos

#### **Revisão Externa:**

Niro Higuchi INPA/MCT

Philip Fearnside INPA/MCT

Carlos Nobre INPE/MCT

Thelma Krug IAI/INPE/MCT

Luiz Gylvan Meira Filho IEA/USP

#### **Revisão de Editoração:**

Sofia Shellard

#### **Diagramação**

Pedro Renato Barbosa

A realização deste trabalho em 2004 só foi possível com o apoio financeiro e administrativo do:

### ***Fundo Global para o Meio Ambiente - GEF Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD***

*Projeto BRA/95/G31*

SCN Quadra 02 Bloco A - Ed. Corporate Center 7º Andar

70712-901 - Brasília - DF

Telefone: 61-3038-9300

Fax: 61-3038-9009

e-mail: [registry@undp.org.br](mailto:registry@undp.org.br)

[Http://www.undp.org.br](http://www.undp.org.br)

Agradecemos à equipe administrativa do GEF, do PNUD e do U.S. Country Studies Program e, em particular, a algumas pessoas muito especiais sem as quais a realização deste trabalho não teria sido possível: Emma Torres, Richard Hosier e Vesa Rutanen, todos do PNUD/Nova York; Cristina Montenegro, do PNUD/Brasil, de 1985 a 1999, por seu apoio e incentivo em todos os momentos; e Jack Fitzgerald e Robert K. Dixon, do U.S. Country Studies Program, que propiciaram o encaminhamento do programa. A todas essas pessoas, por sua liderança neste processo, nosso mais sincero agradecimento.

# Índice

	<b>Página</b>
Introdução	9
Sumário Executivo	11
1 Introdução	15
2 Metodologia	15
2.1 Estratificação por bioma	15
2.2 Estratificação por grau de antropismo	17
2.2.1 Subestratificação na Amazônia para a estimativa de regeneração	17
2.2.2 Subestratificação no Cerrado	18
2.2.3 Subestratificação na Caatinga	18
2.3 Cenas do Pantanal e da Mata Atlântica	19
2.4 Identificação das áreas de desflorestamento e regeneração	19
2.4.1 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) na Amazônia	19
2.4.2 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) no Cerrado	20
2.4.3 Desflorestamento bruto na Caatinga	20
2.4.4 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) no Pantanal	21
2.4.5 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) na Mata Atlântica	21
2.5 Dados de biomassa por tipo de vegetação	22
2.5.1 Dados de biomassa da Amazônia	22
2.5.2 Dados de biomassa do Cerrado	26
2.5.3 Dados de biomassa da Caatinga	26
2.5.4 Dados de biomassa do Pantanal	27
2.5.5 Dados de biomassa da Mata Atlântica	27
3 Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono	28
3.1 Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Amazônia	28

3.2	Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Cerrado	33
3.3	Integração dos dados de desflorestamento aos dados de densidade de carbono no bioma Caatinga	35
3.4	Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Pantanal	36
3.5	Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Mata Atlântica	37
4	Conclusão	38
5	Referências bibliográficas	40

## Índice de Figuras

	<b>Página</b>
Figura 1 – Limites dos biomas e cenas do sensor TM/Landsat	16
Figura 2 – Distribuição das amostras do Projeto RADAMBRASIL	22
Figura 3 – Histograma de valores de circunferência à altura do peito na Amazônia	24
Figura 4 – Histograma de valores de carbono na biomassa aérea na Amazônia	24
Figura 5 – Emissões por fontes e remoções por sumidouros no Brasil, por bioma, para o período 1988-1994	39

## Índice de Tabelas

	<b>Página</b>
Tabela 1 – Subestratificação do bioma Amazônia: número de cenas	17
Tabela 2 – Subestratificação do bioma Cerrado: número de cenas	18
Tabela 3 – Subestratificação do bioma Caatinga: número de cenas	19
Tabela 4 – Emissões líquidas no Brasil, por bioma, para o período 1988-1994	38



## INTRODUÇÃO

A questão do aquecimento global, difícil de ser compreendida por sua complexidade científica e a existência de poucos especialistas neste tema no Brasil, geralmente envolvidos com projetos considerados mais prioritários, tornam a elaboração do inventário brasileiro de emissões de gases de efeito estufa um esforço complexo e pioneiro.

Há, além dessas dificuldades, a falta de material disponível em português sobre o assunto, a falta de conhecimento sobre as obrigações brasileiras no âmbito da Convenção, a falta de recursos para estudos mais abrangentes e dúvidas sobre os benefícios que adviriam para as instituições envolvidas nesse processo.

Outra dificuldade encontrada é o fato de a mudança do clima não ser um tema prioritário nos países em desenvolvimento, cujas prioridades referem-se ao atendimento de necessidades urgentes, nas áreas social e econômica, tais como a erradicação da pobreza, a melhoria das condições de saúde, o combate à fome, a garantia de condições dignas de moradia, entre outras. Neste sentido, os países em desenvolvimento, como o Brasil, confrontam-se com padrões do século 21, antes mesmo de haverem superado os problemas do século 19. O Brasil, entretanto, é um país em desenvolvimento que possui uma economia muito complexa e dinâmica. É o quinto país mais populoso e de maior extensão do mundo, oitava economia mundial, grande produtor agrícola e um dos maiores produtores mundiais de vários produtos manufaturados, incluindo cimento, alumínio, produtos químicos, insumos petroquímicos e petróleo.

Em comparação com os países desenvolvidos, o Brasil não é um grande emissor no setor energético. Isso se deve ao fato de ser o Brasil um país tropical, com invernos moderados e por mais de 60% de sua matriz energética ser suprida por fontes renováveis. Mais de 95% da eletricidade brasileira é gerada por usinas hidrelétricas e há uma ampla utilização de biomassa (utilização de álcool nos veículos, uso do bagaço da cana-de-açúcar para a geração de vapor, uso de carvão vegetal na indústria siderúrgica, etc.). Além disso, programas de conservação de energia têm buscado, desde meados da década de 80, melhorar ainda mais a produção de energia e os padrões de consumo no Brasil.

Para que o Brasil cumprisse as obrigações assumidas no âmbito da Convenção, foi estabelecido um quadro institucional na forma de um Programa, sob a coordenação do Ministério da Ciência e Tecnologia, com recursos financeiros aportados pelo PNUD/GEF e apoio adicional do governo norte-americano. Buscou-se, durante a elaboração do inventário, por sua abrangência e especificidade, envolver diversos setores geradores de informação e a participação de especialistas de diversos ministérios, instituições federais, estaduais, associações de classe da indústria, empresas públicas e privadas, organizações não-governamentais, universidades e centros de pesquisas.

Por sua própria origem, a metodologia do IPCC adotada pela Convenção tem, como referência, pesquisas realizadas e metodologias elaboradas por especialistas de países desenvolvidos, onde as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis representam a maior parte das emissões. Em consequência, setores importantes para os países em desenvolvimento, como a agricultura e a mudança no uso da terra e florestas, não são tratados com a profundidade necessária. Portanto, os fatores de emissão *default* ou até mesmo a própria metodologia devem ser analisados com a devida cautela, uma vez que não refletem, necessariamente, as realidades nacionais. Em muitos casos, não há pesquisa no Brasil que permita avaliar os valores apresentados ou a própria metodologia proposta. Onde existem pesquisas foram encontrados, em alguns casos, valores significativamente discrepantes. A avaliação de emissões decorrentes do uso intensivo de biomassa no Brasil também não encontra apoio na metodologia, muito embora tais emissões, dado o caráter renovável da biomassa, não sejam contabilizadas nos totais nacionais.

A aplicação da metodologia do IPCC pelos países em desenvolvimento impõe a esses países um ajuste a um sistema para cuja elaboração pouco contribuíram. De qualquer modo, durante sua aplicação, não abdicamos do dever de exercer alguma influência, ainda que modesta, por exemplo, em relação à mudança de uso da terra e florestas. Deve-se levar em conta que o Brasil é um dos países que têm melhores e mais abrangentes sistemas de monitoramento permanente deste setor. Estudos pioneiros foram realizados em relação às emissões de gases de efeito estufa pela conversão de florestas em terras para uso agrícola, pelos reservatórios de hidrelétricas e por queimadas prescritas do cerrado. Cuidado deve ser tomado, também, ao se comparar os resultados totais de emissões por tipo de gás de efeito estufa. Diferenças metodológicas com outros inventários internacionais de emissões de gases de efeito estufa, em especial com alguns países desenvolvidos que não relatam adequadamente suas emissões, como, por exemplo, no caso de mudanças no uso da terra e florestas, impedem a simples comparação dos resultados.

No Brasil, a busca e coleta de informação não são adequadas por causa do custo de obtenção e armazenamento de dados e há pouca preocupação institucional com a organização ou fornecimento de informação, principalmente em nível local. Há, ainda, carência de legislação que obrigue as empresas a fornecer informações, em especial no que diz respeito às emissões de gases de efeito estufa. Por outro lado, muitas vezes, medições não se justificam para o inventário de emissões de gases de efeito estufa por si só, devido ao custo relativamente alto da medição, quando comparado a qualquer melhoria da precisão da estimativa.

Deve-se ter em conta que a elaboração de um inventário nacional é um empreendimento intensivo em recursos. Há que se estabelecer prioridades para realizar estudos e pesquisas de emissões nos setores e gases de efeito estufa principais, uma vez que a metodologia das estimativas e a qualidade dos dados podem melhorar com o tempo. Em virtude deste fato, os relatórios setoriais baseiam-se, normalmente, em trabalhos previamente feitos por diversas instituições nacionais.

Finalmente, é preciso lembrar que ao mesmo tempo em que a avaliação das emissões anuais por cada um dos países é importante para o dimensionamento das emissões globais e para a compreensão da evolução futura do problema das mudanças climáticas, as emissões anuais de gases de efeito estufa não representam a responsabilidade de um país em causar o aquecimento global, visto que o aumento da temperatura é função da acumulação das emissões históricas dos países, que elevam as concentrações dos diversos gases de efeito estufa na atmosfera. Para cada diferente nível de concentração de cada gás de efeito estufa, há uma acumulação de energia na superfície da Terra ao longo dos anos. Como é mencionado na proposta brasileira apresentada durante as negociações do Protocolo de Quioto (documento FCCC/AGBM/1997/MISC.1/Add.3), a responsabilidade de um país só pode ser corretamente avaliada se forem consideradas todas as suas emissões históricas, o conseqüente acúmulo de gases na atmosfera e o aumento da temperatura média da superfície terrestre daí resultante. Portanto, os países desenvolvidos, que iniciaram suas emissões de gases de efeito estufa a partir da Revolução Industrial, têm maior responsabilidade por causar o efeito estufa atualmente e continuarão a ser os principais responsáveis pelo aquecimento global por mais um século.

## Sumário Executivo<sup>1</sup>

Este relatório foi elaborado pela Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais - FUNCATE, conforme solicitação da Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima do Ministério de Ciência e Tecnologia, e apresenta as estimativas brasileiras das emissões antrópicas líquidas de CO<sub>2</sub> por mudanças de uso da terra (*i.e.*, balanço das emissões de CO<sub>2</sub> por conversão de florestas nativas em área de agricultura ou pastagens e das remoções de CO<sub>2</sub> da atmosfera por abandono de terras cultivadas) para o período de 1988 a 1994, com base no *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 1997).

É fruto de uma enorme combinação de esforços, devido à necessidade de se cruzar dados de áreas de desmatamentos e áreas em regeneração com dados sobre tipos de vegetação e densidades de biomassa para a vasta extensão territorial do país, abrangendo parcela significativa das florestas tropicais mundiais, incluindo a floresta amazônica. Este trabalho pioneiro certamente norteará futuros estudos do problema. O território brasileiro foi dividido em seis regiões: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica e Pampas. Essa divisão foi feita levando em consideração as características fisiográficas predominantes em cada região, e também a disponibilidade prévia de dados derivados de projetos de monitoramento ambiental, tais como o Projeto de Estimativa da Taxa Anual de Área de Desflorestamento Bruto da Amazônia Legal - PRODES, executado pela FUNCATE para o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), elaborado desde 1988 e o projeto da organização não governamental SOS Mata Atlântica, em conjunto com o INPE, de mapeamento dos remanescentes da Mata Atlântica e ecossistemas associados. A área dos Pampas, localizada no extremo Sul do país, não foi incluída no estudo devido às suas características campestres e ao equilíbrio estável de seus remanescentes florestais.

A metodologia do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima - IPCC (1997) parte do pressuposto que as emissões líquidas são iguais às mudanças de estoque de carbono na biomassa existente entre dois pontos no tempo. A metodologia desenvolvida neste estudo considerou o mesmo pressuposto. De acordo com a metodologia, as remoções naturais da floresta não são computadas, uma vez que a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima define mudança do clima como aquela que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana.

O ano base para este inventário é 1994, conforme estabelecido nas diretrizes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Decisão 10/CP.2 UNFCCC -1996). Embora fossem necessários dados sobre um período mínimo de dez anos, só a partir de 1988 houve disponibilidade, no Brasil, de dados mais confiáveis sobre a taxa do desflorestamento bruto da Amazônia Legal, cuja área cobre aproximadamente 59% do território do país. Optou-se, portanto, por utilizar dados mais confiáveis, embora abrangendo um período menor (1988 a 1994), para estimar as emissões líquidas de gases de efeito estufa por mudança de uso da terra. Exceção foi feita à estimativa referente ao bioma Mata Atlântica que, devido a disponibilidade de dados, compreendeu os anos de 1990 a 1995.

Para a estimativa das emissões líquidas de gases de efeito estufa no bioma Amazônia, buscou-se dados de área desflorestada, de área regenerada e respectivos valores de densidade de biomassa. Informações sobre

---

<sup>1</sup> Elaborado pela Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima

área de desflorestamento bruto foram obtidas do banco de dados do Projeto PRODES, o qual envolve, a cada ano, em média, a análise visual de 211 cenas do sensor TM/Landsat 5. Os dados de regeneração foram estimados através de interpretação visual sobre um conjunto de 44 cenas amostradas do sensor TM/Landsat 5 e extrapolados para o restante do bioma. Já o estoque de carbono original das fisionomias florestais do bioma Amazônia foi estimado por modelos estatísticos, desenvolvidos pelo Dr. Niro Higuchi (INPA), a partir dos dados de biomassa constantes do inventário florestal. A distribuição espacial das diferentes fisionomias florestais e o próprio inventário florestal são fruto do projeto RADAMBRASIL (Ministério das Minas e Energia, 1973-1983; IBGE, 1986-1987). Como o projeto RADAMBRASIL apenas inventariou as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 100 cm, aplicou-se uma correção para o conteúdo de carbono de cada unidade amostral, para incluir também as árvores com CAP inferior à 100 cm, bem como o carbono correspondente aos cipós e palmeiras. Não foi contabilizado o carbono contido nas raízes, pois a metodologia básica do IPCC prevê apenas a contabilização da parte aérea da biomassa (i.e. a emissão ou não de CO<sub>2</sub> correspondente a esse carbono dependerá do novo uso da terra e da quantidade de carbono que será incorporado ou não aos solos, não existindo, atualmente, informação que possibilite essa avaliação). Devido à ausência de amostras para alguns tipos de vegetação, e ainda devido à falta de padronização na legenda dos mapas, as classes de vegetação originais foram agrupadas por especialistas.

Convém ressaltar que as estimativas de emissões de CO<sub>2</sub> resultantes do desflorestamento na Amazônia, apresentadas neste trabalho, diferem de alguns outros estudos já publicados, em decorrência das seguintes características desses estudos: (1) as estimativas da taxa e extensão da área de desflorestamento na Amazônia, fornecidas anualmente pelo INPE, referem-se somente ao desflorestamento bruto; isto implica que as áreas de floresta regeneradas ou em estágio de regeneração, resultantes do abandono de áreas desflorestadas, não são contabilizadas. (2) as estimativas de biomassa aérea utilizadas resultam normalmente de estudos realizados em áreas de floresta primária ombrófila densa ou aberta, situadas próximo a Manaus ou Belém, onde o conteúdo de carbono é maior. Desta forma, as estimativas usuais tendem a superestimar as emissões de CO<sub>2</sub>, principalmente considerando que grande parte do desflorestamento na Amazônia ocorre em áreas de transição, onde o conteúdo médio de carbono é menor. No presente trabalho, foram estimadas as áreas já regeneradas (floresta secundária) ou em processo de regeneração, que, subtraídas das estimativas de desflorestamento bruto geraram as estimativas de desflorestamento líquido. Por outro lado, as estimativas de biomassa foram geradas para cada tipo de vegetação considerado no projeto RADAMBRASIL, baseadas em dados coletados em mais de 2500 sítios amostrados. Desta forma, aplicou-se, no cálculo das estimativas de emissões de CO<sub>2</sub>, conteúdo de biomassa diferenciado por tipo de vegetação.

Para o cálculo das emissões líquidas do bioma Cerrado levantou-se, através de interpretação visual sobre um conjunto de cenas amostradas do sensor TM/Landsat 5, as áreas desflorestadas e regeneradas por abandono de terras cultivadas. De 103 cenas consideradas no bioma Cerrado, foram analisadas 27, selecionadas por amostragem, conforme classes definidas de acordo com o grau de antropismo. Os dados de densidade média de carbono das fisionomias de Cerrado foram obtidos de pesquisas desenvolvidas por especialistas da Universidade de São Paulo (USP) (DELITTI e MEGURO, 1997). Os valores calculados de carbono por tipo de vegetação foram considerados representativos dos estoques originais, sob condições de vegetação primária e sem perturbação significativa.

Para o bioma Caatinga, as estimativas das emissões líquidas foram obtidas de forma similar ao bioma Cerrado, com a diferença que as áreas regeneradas não puderam ser estimadas porque a variação sazonal devida ao ciclo vegetativo dificulta a interpretação das imagens. Das 53 cenas consideradas no bioma Caatinga, foram analisadas 16, selecionadas por amostragem, e os resultados obtidos extrapolados para toda área. Da mesma forma que no bioma Cerrado, foi atribuído um valor médio de biomassa a cada classe fitofisionômica, conforme especialistas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (SAMPAIO, 1997).

Para o bioma Pantanal, foram estimadas, com o uso do sensor TM/Landsat 5, as áreas onde houve desflorestamento ou regeneração. Todas as 15 cenas que englobavam o bioma Pantanal foram consideradas. Suas classes originais foram agrupadas por especialistas de acordo com suas características comuns. A cada classe agrupada foi associado um valor médio de densidade de biomassa aérea com base nos dados da literatura.

Para o bioma Mata Atlântica, os dados foram fornecidos pela Fundação SOS Mata Atlântica para o período 1990-1995. Foram consideradas 70 cenas, das 80 que contêm fisionomia de Mata Atlântica. O bioma foi dividido em três classes de vegetação: mata, restinga e mangue. Para cada uma delas foram obtidas as áreas de desflorestamento e de regeneração no período. Os valores médios de biomassa atribuídos a cada uma dessas classes foram obtidos na literatura.

As emissões líquidas de CO<sub>2</sub> causadas pelas mudanças de uso da terra em todo o Brasil foram estimadas em 722 Tg CO<sub>2</sub>, para cada ano do período 1988-1994.

O bioma Amazônia foi responsável pela maior emissão média líquida de CO<sub>2</sub> no período (429 Tg CO<sub>2</sub>/ano), representando 59% das emissões líquidas totais. O bioma Cerrado foi o segundo mais relevante com emissão média líquida de 189 Tg CO<sub>2</sub>/ano, representando 26% das emissões líquidas totais. Os biomas do Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal contribuíram em menor escala (41 Tg CO<sub>2</sub>/ano, 36 Tg CO<sub>2</sub>/ano, e 27 Tg CO<sub>2</sub>/ano, respectivamente).

Estimou-se que as remoções anuais de CO<sub>2</sub> resultantes do processo de regeneração em todos os biomas considerados (exceto Caatinga) representaram 22% da emissão anual bruta de CO<sub>2</sub> que totalizou 920 Tg de CO<sub>2</sub>.

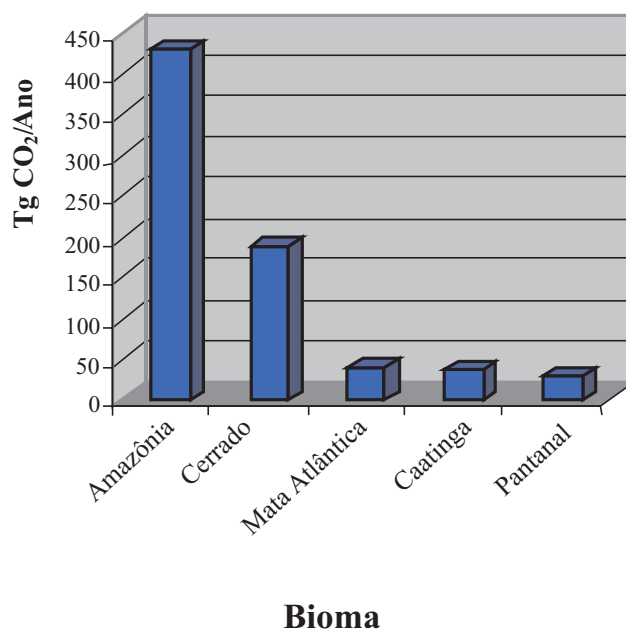
A Tabela I apresenta as emissões brutas, remoções e emissões líquidas de CO<sub>2</sub> por mudanças de uso da terra ocorridas no Brasil para os diversos biomas estudados, no período 1988-1994, sendo o gráfico das emissões líquidas apresentado na Figura I.

**Tabela I** - Emissões líquidas no Brasil, por bioma, para o período 1988-1994

Bioma	Emissões Brutas	Remoções	Emissões Líquidas	
	(Tg CO <sub>2</sub> /ano)	(Tg CO <sub>2</sub> /ano)	(Tg CO <sub>2</sub> /ano)	(%)
Amazônia	556,4	127,8	428,6	59
Cerrado	246,1	57,5	188,7	26
Mata Atlântica*	43,1	1,8	41,3	6
Caatinga	36,5	0,0	36,5	5
Pantanal	37,7	10,4	27,4	4
<b>TOTAL</b>	<b>919,9</b>	<b>197,4</b>	<b>722,5</b>	<b>100</b>

\*Período 1990-1995

**Figura I** – Emissões líquidas de CO<sub>2</sub> por mudanças de uso da terra ocorridas no Brasil, entre 1988 e 1994, por bioma





## 1 Introdução

Este relatório contém a estimativa das emissões nacionais por fontes e remoções por sumidouros resultantes da mudança de uso da terra e florestas, resultado da ação antrópica, sendo o relatório final do contrato estabelecido entre a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Esta estimativa é base para elaboração do inventário das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa não incluídos no Protocolo de Montreal, parte integrante da Comunicação Nacional Brasileira à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

A metodologia adotada para a elaboração do inventário é compatível com a desenvolvida pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*) e adotada pela Conferência das Partes para a Convenção (IPCC, 1995).

## 2 Metodologia

A metodologia empregada baseou-se na estimativa das áreas que apresentaram mudanças de uso da terra no período de aproximadamente seis anos e na estimativa da densidade de carbono de diferentes tipos de vegetação.

As mudanças de uso da terra foram identificadas a partir da interpretação visual de imagens de satélite na escala 1:250.000 e 30 (trinta) metros de resolução espacial. As imagens utilizadas são composições coloridas das bandas três, quatro e cinco do sensor TM do satélite Landsat 5.

O território do Brasil foi dividido em seis biomas, dos quais cinco foram analisados: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Mata Atlântica. O sexto bioma, que compreende a área dos Pampas no Sul do país, não foi incluído no estudo devido às suas características campestres e ao equilíbrio estável de seus remanescentes florestais.

O período adotado para este estudo foi fixado entre 1988 e 1994 em função da disponibilidade de dados de desflorestamento bruto, obtidos a partir de imagens de satélite, para o principal bioma, a Amazônia. Exceção foi feita para a Mata Atlântica, onde as estimativas de áreas remanescentes de Mata estavam disponíveis para o período 1990 - 1995.

### 2.1 Estratificação por bioma

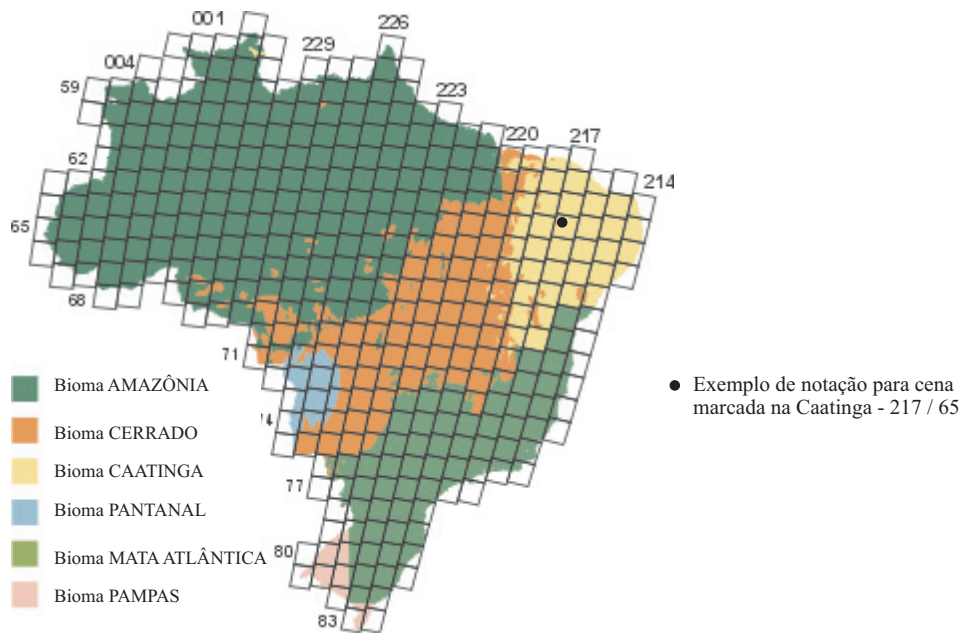
Os biomas Cerrado, Pantanal e Caatinga foram delimitados pelas suas características ecológicas e de biomassa. Para os biomas Amazônia e Mata Atlântica também foi considerada a existência dos estudos sobre a evolução de sua cobertura vegetal, quais sejam:

- projeto PRODES, executado pela FUNCATE para o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que apresenta levantamentos anuais sobre a evolução da taxa de área de desflorestamento bruto na região da Amazônia Legal Brasileira; e

- levantamento dos remanescentes florestais e de outros ecossistemas associados ao domínio da Mata Atlântica, realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica em intervalos de cinco anos.

Na Figura 1 são apresentados os limites dos biomas e as cenas do sensor TM/Landsat 5 que recobrem o território do Brasil.

**Figura 1** – Limites dos biomas e cenas do sensor TM/Landsat



O bioma Amazônia abrange a área definida como Amazônia Legal Brasileira, composta pelos Estados do Amazonas, Pará, Acre, Mato Grosso, Rondônia, Amapá, Roraima, Tocantins, Goiás (até o paralelo 13° Sul) e Maranhão (até o meridiano 44° Oeste).

O bioma Mata Atlântica abrange a área definida pela Fundação SOS Mata Atlântica, onde os remanescentes florestais do domínio da Mata Atlântica são mais significativos, sendo composta pelos Estados da Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, 1993).

O bioma Caatinga abrange a região fitoecológica da Savana Estépica delimitada no Mapa de Vegetação do Brasil (Fundação IBGE, 1993), incluídas as regiões de contato entre as fitofisionomias de Savana Estépica e outras. Parte dessa região sobrepõe-se à área do bioma Mata Atlântica, sendo considerada Mata Atlântica.

A área do bioma Pantanal tem seus limites definidos pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal da EMBRAPA, em Corumbá.

O bioma Cerrado compreende a região fitoecológica da Savana delimitada no Mapa de Vegetação do Brasil (Fundação IBGE, 1993), incluídas as regiões de contato entre as fitofisionomias de Savana e outras, com exceção daquelas já inseridas nos biomas Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal.



## 2.2 Estratificação por grau de antropismo

Devido ao elevado número de cenas do sensor TM que recobre a área dos cinco biomas de interesse e considerando que o antropismo não ocorre de forma homogênea sobre o território, adotou-se um levantamento amostral baseado na subestratificação segundo o grau de antropismo para a estimativa da regeneração da vegetação na Amazônia, da regeneração e do desflorestamento no Cerrado, e do desflorestamento na Caatinga. As estimativas de desflorestamento nos biomas Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica, assim como as estimativas de áreas em regeneração nos biomas Pantanal e Mata Atlântica, foram obtidas através da análise de todas as imagens TM/Landsat disponíveis.

O grau de antropismo foi estimado a partir da análise visual de todas as cenas TM que compõem os três biomas nos quais se realizou amostragem (Amazônia, Cerrado e Caatinga). Cenas que abrangem mais de um bioma foram consideradas na amostragem de ambos, exceto quando explicitamente mencionado.

### 2.2.1 Subestratificação na Amazônia para a estimativa de regeneração

Das 211 cenas TM contidas total ou parcialmente no bioma Amazônia, sete foram excluídas pela constante cobertura de nuvens; seis, por apresentarem antropismo zero até 1994 e duas foram incluídas integralmente no bioma Pantanal. Para as 196 restantes, o grau de antropismo foi calculado como a razão entre a área do desflorestamento bruto ocorrido até 1994 e a área original de floresta. Os valores encontrados foram agrupados em classes (subestratos) de grau de antropismo por cena. Em cada subestrato, amostras foram aleatoriamente selecionadas. O número de unidades amostrais para cada subestrato foi determinado a partir das informações de média e variância do grau de antropismo, com exceção da primeira e última classe. Para a primeira classe, o número de amostras foi fixado em 10% do total das cenas (oito cenas). Devido ao reduzido número de cenas associadas à última classe e por apresentar uma maior chance de ocorrência de regeneração, decidiu-se analisar a totalidade de cenas, excluindo-se duas que apresentaram excesso de cobertura de nuvens, totalizando dez cenas. Para algumas cenas, prejudicadas pela presença excessiva de nuvens em 1988 ou 1994, selecionou-se imagens úteis (com baixa ou nenhuma cobertura de nuvens) em datas próximas a esses anos. Na Tabela 1 são apresentados os intervalos de classe (subestratos), com o número total de cenas, e o número de cenas amostradas em cada classe. As cenas amostradas, por subestrato, e as datas das imagens interpretadas são apresentadas no Apêndice 1.1.

**Tabela 1** – Subestratificação do bioma Amazônia: número de cenas

Grau de antropismo (%)	Número total de cenas	Número de cenas amostradas
(0 - 1)	82	8
[1 - 5)	34	6
[5 - 10)	14	5
[10 - 20)	26	8
[20 - 30)	12	3
[30 - 55)	16	4
55	12	10
<b>TOTAL</b>	<b>196</b>	<b>44</b>

### 2.2.2 Subestratificação no Cerrado

Das 126 cenas TM contidas total ou parcialmente no bioma Cerrado, três foram excluídas por apresentarem antropismo zero até 1994, onze foram incluídas integralmente no bioma Amazônia e nove foram incluídas integralmente no bioma Pantanal. Para as 103 restantes, o grau de antropismo para cada cena foi obtido através da análise visual das imagens TM/Landsat 5 que recobrem a região, dos anos de 1992 e 1993, em escala 1:250.000. Esses valores foram agrupados em classes (subestratos) e, em cada subestrato, amostras foram aleatoriamente selecionadas.

O cálculo do número de amostras para cada um dos subestratos foi baseado na média e variância do grau de antropismo. Imagens com datas próximas aos anos de 1988 e 1994 foram utilizadas na ausência de imagens de boa qualidade nesses anos. Na Tabela 2 são apresentados os subestratos com o número total de cenas e o número de cenas selecionadas. As cenas amostradas por subestrato e as datas das imagens interpretadas são apresentadas no Apêndice 1.2.

**Tabela 2** – Subestratificação do bioma Cerrado: número de cenas

Grau de antropismo (%)	Número total de cenas	Número de cenas amostradas
(0 - 20]	7	2
(20 - 35]	7	4
(35 - 60]	14	4
(60 - 75]	9	4
(75 - 91]	23	6
(91 - 99]	41	5
(99 - 100]	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>27</b>

### 2.2.3 Subestratificação na Caatinga

Das 54 cenas TM contidas total ou parcialmente no bioma Caatinga, uma foi incluída integralmente no bioma Cerrado. Para as 53 restantes, o grau de antropismo para cada cena foi obtido da mesma forma que para o Cerrado. Os valores encontrados foram agrupados em classes (subestratos) de grau de antropismo e, em cada subestrato, amostras foram aleatoriamente selecionadas.

O cálculo do número de amostras para cada um dos subestratos foi baseado na média e variância do grau de antropismo. Imagens com datas próximas aos anos de 1988 e 1994 foram utilizadas na ausência de imagens de boa qualidade nesses anos. Na Tabela 3 são apresentados os subestratos com o número total de cenas e o número de cenas selecionadas. As cenas amostradas por subestrato e as datas das imagens interpretadas são apresentadas no Apêndice 1.3.

**Tabela 3** – Subestratificação do bioma Caatinga: número de cenas

Grau de antropismo (%)	Número total de cenas	Número de cenas amostradas
[5 - 40)	9	5
[40 – 70)	22	9
70	22	2
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>16</b>

### 2.3 Cenas do Pantanal e da Mata Atlântica

Para o bioma Pantanal foram consideradas todas as 15 cenas contidas total ou parcialmente no bioma. Imagens com datas não pertencentes aos anos de 1988 e 1994 foram utilizadas na ausência de imagens de boa qualidade nesses anos. Das 80 cenas contidas total ou parcialmente no bioma Mata Atlântica, cinco foram excluídas pela cobertura constante de nuvens, duas foram incluídas integralmente no bioma Cerrado, duas tinham sua área de Mata Atlântica também contida em uma cena vizinha (as cenas do sensor TM/Landsat 5 possuem uma zona de superposição) e uma não possuía dados disponíveis no trabalho do SOS Mata Atlântica, sendo consideradas 70 cenas. As cenas consideradas e as datas das imagens interpretadas para os biomas Pantanal e Mata Atlântica são apresentadas nos Apêndices 1.4 e 1.5.

### 2.4 Identificação das áreas de desflorestamento e regeneração

As áreas de desflorestamento e regeneração foram identificadas através da interpretação visual de imagens do sensor TM/Landsat 5 na escala 1:250.000 por fotointérpretes, e revisadas por consultores e especialistas com experiência em levantamentos de campo em cada bioma.

#### 2.4.1 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) na Amazônia

O levantamento das áreas de desflorestamento na Amazônia foi baseado nos dados do projeto PRODES dos anos 1988 e 1994. Esses dados referem-se ao desflorestamento bruto acumulado até esses anos e observado nas regiões de ocorrência de vegetação de porte florestal na Amazônia Legal Brasileira. Nessa, incluem-se também as áreas de Cerradão (Savana Arbórea Densa). O projeto PRODES também apresenta as áreas de água e nuvens, que são importantes para o estabelecimento da taxa anual do desflorestamento.

A expressão desflorestamento bruto refere-se à mudança na área de cobertura florestal de floresta para solo exposto. O desflorestamento bruto inclui todas as áreas desflorestadas até o ano em estudo independentemente de terem sido abandonadas e estarem em processo de regeneração. Desta forma, a mudança de cobertura de solo exposto para área em regeneração não é considerada no PRODES.

Para a estimativa das áreas de regeneração, as classes de interesse (identificadas a seguir) foram mapeadas com base na análise das imagens de satélite. As áreas correspondentes foram introduzidas em um sistema de informação geográfica. Obteve-se, dessa forma, a área de nuvens e de cada uma das seguintes classes:

- Desflorestamento 1988 (def88): as áreas onde o desflorestamento bruto foi observado nas imagens de 1988;

- Regeneração 1988 (reg88): as áreas onde a regeneração foi observada nas imagens de 1988;
- Desflorestamento 1994 (def94): as áreas onde o desflorestamento bruto foi observado nas imagens de 1994;
- Regeneração 1988 e Regeneração 1994 (reg88&reg94): as áreas onde a regeneração foi observada nas imagens de 1988 e 1994;
- Regeneração 1994 e Desflorestamento Líquido 1988 (reg94&def88&¬reg88): as áreas onde a regeneração foi observada nas imagens de 1994, em regiões onde se observou desflorestamento bruto (mas não regeneração) nas imagens de 1988; e
- Regeneração 1994 e Não Desflorestamento Bruto 1988 (reg94&¬def88): as áreas onde a regeneração foi observada nas imagens de 1994, em regiões onde não se observou o desflorestamento bruto nas imagens de 1988.

#### **2.4.2 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) no Cerrado**

A interpretação visual das imagens do bioma Cerrado resultou na delimitação das áreas de nuvens e das seguintes classes:

- Cerrado 1988 (cer88): as áreas onde se observou a presença de vegetação de porte florestal nas imagens de 1988;
- Desflorestamento Bruto 1994 (def94): as áreas de Cerrado 1988 que apresentaram desflorestamento bruto nas imagens de 1994; e
- Regeneração 1994 (reg94): as áreas que apresentaram regeneração nas imagens de 1994 e que não foram identificadas como Cerrado 1988.

Algumas cenas amostradas para o bioma Cerrado também pertencem ao bioma Amazônia (220/62, 220/63, 221/64, 224/71). Nesses casos, a interpretação das classes de Cerrado foi realizada somente dentro dos limites da área denominada no projeto PRODES como Não-Floresta, a qual engloba as fitofisionomias de padrão não-florestal.

Os resultados da interpretação visual foram inseridos em um sistema de informação geográfica.

#### **2.4.3 Desflorestamento bruto na Caatinga**

A interpretação visual das imagens do bioma Caatinga resultou na delimitação das áreas de nuvens e das seguintes classes:

- Caatinga 1988 (caa88): as áreas onde se observou a presença de vegetação de porte florestal nas imagens de 1988; e

- Desflorestamento Bruto 1994 (def94): as áreas de Caatinga 1988 que apresentaram desflorestamento bruto nas imagens de 1994.

Não foi possível delimitar as áreas de regeneração de Caatinga porque a variação sazonal devida ao ciclo vegetativo dificulta a interpretação das imagens dessa região. Avaliou-se que a delimitação das áreas de regeneração utilizando apenas as imagens TM poderia resultar em grandes erros.

Os resultados da interpretação visual foram inseridos em um sistema de informação geográfica.

#### **2.4.4 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) no Pantanal**

A interpretação visual das imagens do bioma Pantanal resultou na delimitação das áreas de nuvens e das seguintes classes:

- Pantanal 1988 (pa88): as áreas onde se observou a presença de vegetação de porte florestal nas imagens de 1988;
- Desflorestamento Bruto 1994 (def94): as áreas de Pantanal 1988 que apresentaram desflorestamento bruto nas imagens de 1994; e
- Regeneração 1994 (reg94): as áreas que apresentaram regeneração nas imagens de 1994 e que não foram identificadas como Pantanal 1988.

Os resultados da interpretação visual foram inseridos em um sistema de informação geográfica.

#### **2.4.5 Desflorestamento líquido (desflorestamento bruto - regeneração) na Mata Atlântica**

Do levantamento realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica, as classes de interesse para o presente estudo são:

- Desflorestamento de Mata: as áreas de Mata observadas em 1990 que apresentaram desflorestamento em 1995;
- Desflorestamento de Restinga: as áreas de Restinga observadas em 1990 que apresentaram desflorestamento em 1995;
- Desflorestamento de Mangue: as áreas de Mangue observadas em 1990 que apresentaram desflorestamento em 1995;
- Incremento de Mata 1995: as áreas em que se observaram desflorestamento em 1990 e regeneração de Mata em 1995;
- Incremento de Restinga 1995: as áreas em que se observaram desflorestamento em 1990 e regeneração de Restinga em 1995; e

- Incremento de Mangue 1995: as áreas em que se observaram desflorestamento em 1990 e regeneração de Mangue em 1995.

Os dados foram adquiridos em formato digital e inseridos no banco de dados do projeto.

## 2.5 Dados de biomassa por tipo de vegetação

A integração dos dados de desflorestamento e regeneração com os mapas de vegetação foi realizada com o objetivo de identificar o tipo de vegetação e, por conseguinte, a densidade de carbono de cada área desflorestada ou em regeneração.

Essa integração foi feita pela superposição, em um sistema de informação geográfica, de mapas com a delimitação das áreas de incremento de desflorestamento e de regeneração, com mapas fitoecológicos produzidos pelo projeto RADAMBRASIL (RADAMBRASIL, 1973-1983), na escala 1:1.000.000, contendo a delimitação dos diferentes tipos de vegetação.

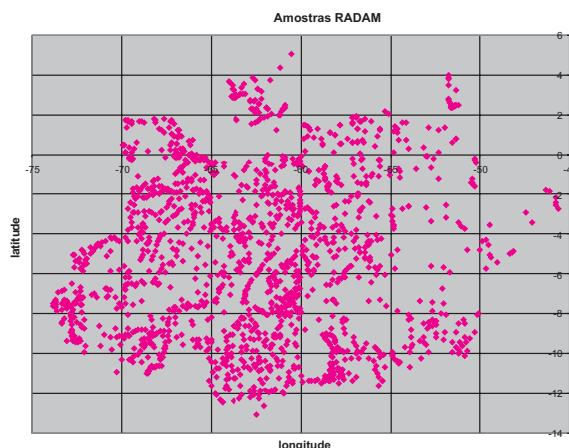
Isso foi feito para todos os biomas, exceto a Mata Atlântica. Sua exclusão deve-se ao fato dos mapas fitoecológicos do projeto RADAMBRASIL não estarem disponíveis para algumas regiões: Belo Horizonte, Paranapanema e Curitiba. Adicionalmente, os dados elaborados pela Fundação SOS Mata Atlântica já apresentam a identificação do tipo de vegetação alterada em função da mudança de uso da terra.

Os mapas fitoecológicos do projeto RADAMBRASIL utilizados são relacionados no Apêndice 2.

### 2.5.1 Dados de biomassa da Amazônia

Os dados de biomassa para o bioma Amazônia provêm do inventário florestal do projeto RADAMBRASIL, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o qual apresenta medidas da circunferência à altura do peito (CAP) e altura para cada árvore amostrada, agrupadas por unidade amostral, coordenadas geodésicas das unidades amostrais e indicação das folhas em escala 1:250.000 a que pertencem. A Figura 2 apresenta a distribuição das amostras do projeto RADAMBRASIL na Amazônia.

**Figura 2** – Distribuição das amostras do Projeto RADAMBRASIL



Para as florestas ombrófilas, as unidades amostrais compreendem uma área de um hectare (20 m x 500 m) e para as florestas estacionais, meio hectare (20 m x 250 m). No caso de florestas, as medidas foram tomadas para todas as árvores com valor de CAP maior ou igual a 100 cm (diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 31,83 cm).

As posições das unidades amostrais foram inseridas no banco de dados georreferenciado do projeto.

O valor do DAP foi utilizado para a estimativa da biomassa e do carbono presente em cada árvore das unidades amostrais empregando o modelo proposto por Higuchi *et al.* (1998):

$$\ln P = -1,754 + 2,665 \ln D \quad \text{para } 5 \text{ cm} \leq D < 20 \text{ cm}$$

$$\ln P = -0,151 + 2,170 \ln D \quad \text{para } D \geq 20 \text{ cm}$$

e

$$C = 0,2859 P$$

onde:

$P$  é a biomassa aérea da árvore (kg);

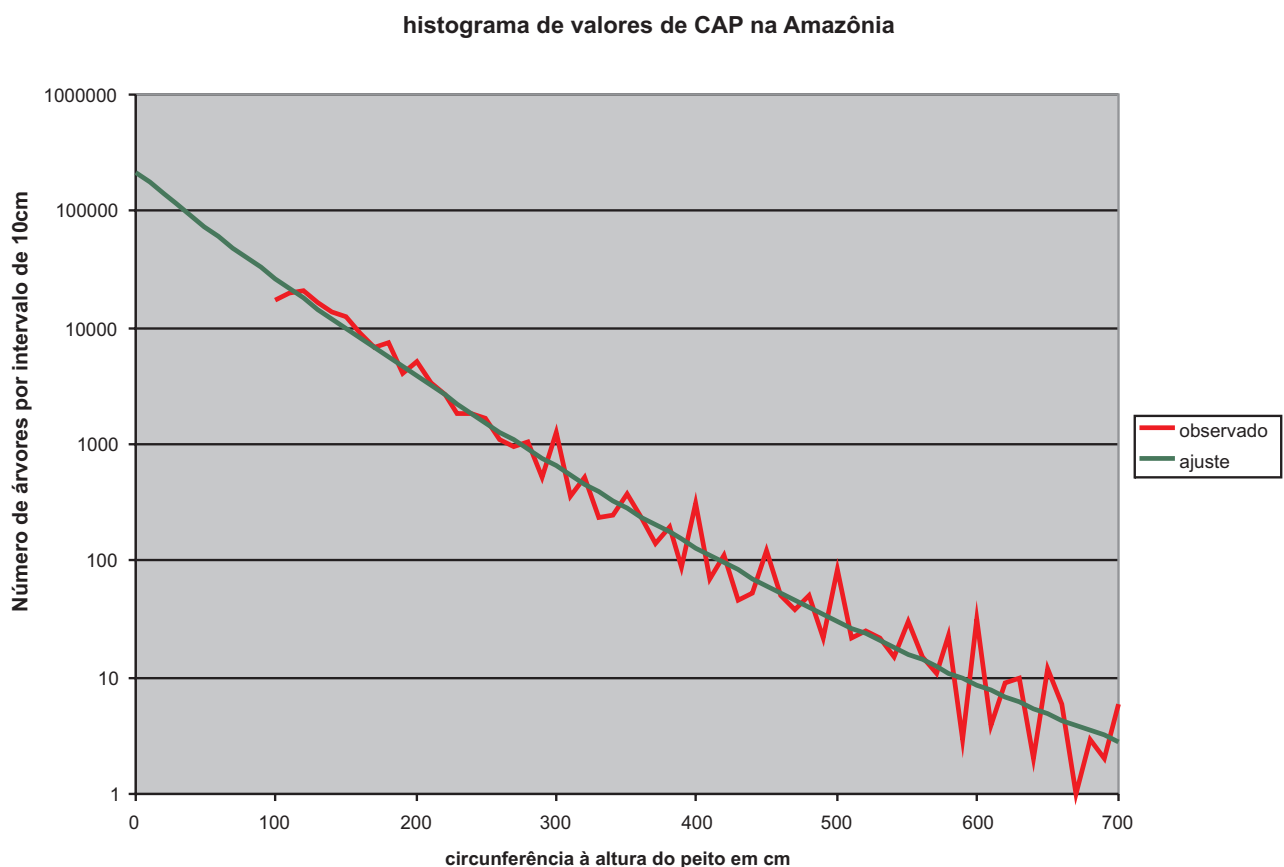
$D$  é o diâmetro à altura do peito (DAP) da árvore (cm); e

$C$  é o carbono contido na parte aérea da árvore (kg).

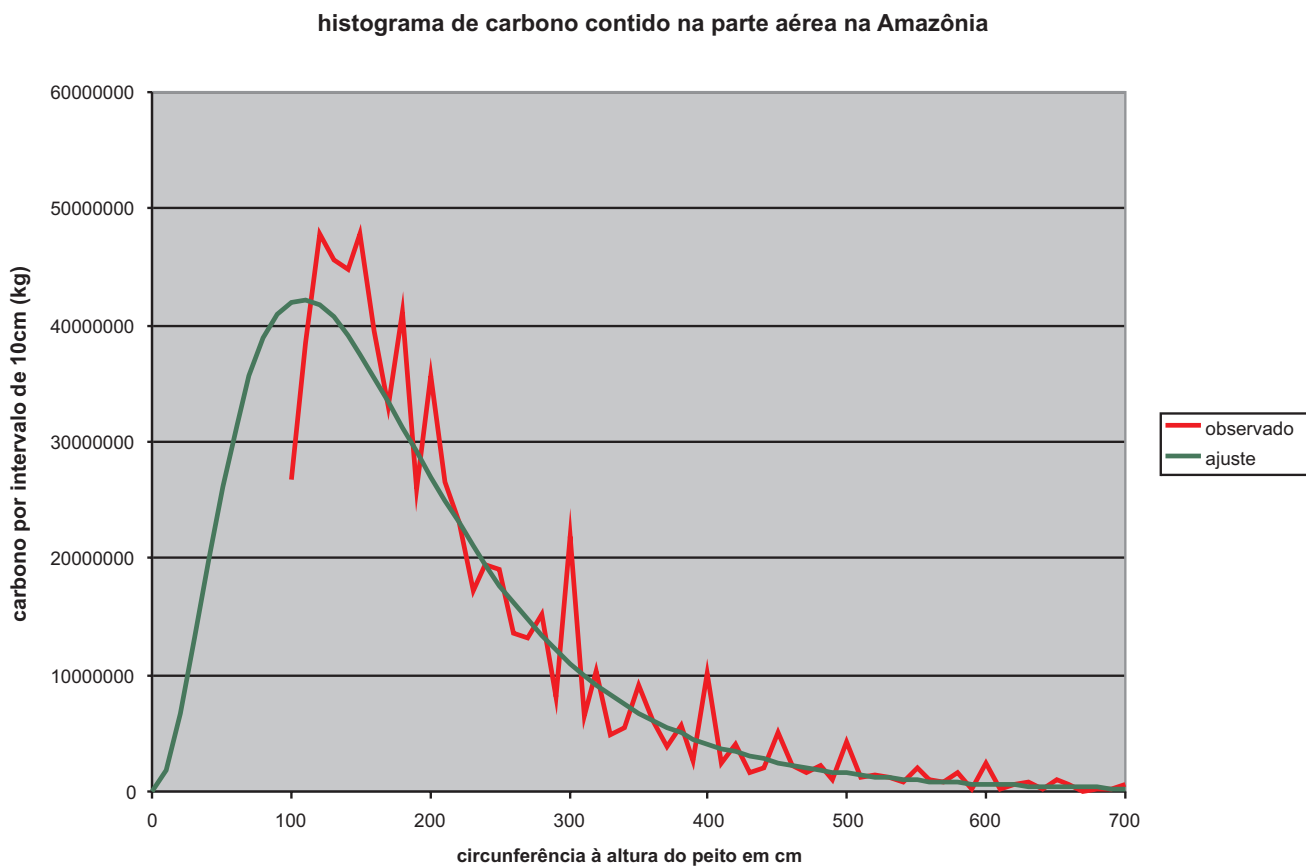
Para cada unidade amostral, o carbono de todas as árvores foi somado e dividido pela área da unidade, resultando na estimativa de densidade de carbono da amostra.

Aplicou-se uma correção para o conteúdo de carbono de cada unidade amostral, a fim de incluir as árvores com CAP inferior a 100 cm, baseando-se na extrapolação do histograma de circunferências das árvores na floresta amazônica do Projeto RADAMBRASIL (MEIRA FILHO, 2000). A Figura 3 e a Figura 4 apresentam os histogramas utilizados, obtendo-se o fator de extrapolação apresentado na equação (2.1).

**Figura 3 – Histograma de valores de circunferência à altura do peito na Amazônia**



**Figura 4 – Histograma de valores de carbono na biomassa aérea na Amazônia**





$$C(\text{total}) = 1,315698 C \quad (\text{CAP} > 100 \text{ cm}). \quad (2.1)$$

A validade desta extrapolação foi verificada pela comparação com o estudo (Higuchi, 2004) que analisa a quantidade de biomassa em áreas experimentais na Amazônia. Nesse estudo, a relação entre quantidade de biomassa aérea de todas as árvores com diâmetro à altura do peito menor que 20 cm e a biomassa aérea de todas as árvores com diâmetro à altura do peito maior que 20 cm variou entre 3% e 23%, dependendo da área, com valor médio de 10,1%. Por outro lado, aplicando-se a metodologia de Meira Filho para o mesmo ponto de corte de DAP=20cm, no lugar de CAP=100cm, obtém-se o valor de 9,4%, coerente com o valor verificado por Higuchi, dentro da precisão do estudo. Nesse mesmo estudo, Higuchi identifica valores adicionais médios de 2% para palmeiras e 1% para cipós. Esses valores foram adicionados ao fator da equação 2.1 para incorporar a estimativa de palmeiras e cipós, como sugerido por Fearnside (1994), obtendo-se a equação:

$$C(\text{total}) = 1,35 C \quad (\text{CAP} > 100 \text{ cm}). \quad (2.2)$$

Não foi contabilizado o carbono contido nas raízes, pois a metodologia básica do IPCC prevê apenas a consideração da biomassa aérea, sugerindo que o método seja refinado com a inclusão das raízes quando estudos sobre o destino do carbono nelas contido forem desenvolvidos. O estudo de Higuchi estima o valor médio de 21% de raízes em adição à biomassa aérea para as áreas avaliadas da Amazônia. Avalia-se que a emissão ou não de CO<sub>2</sub> correspondente a esse carbono dependerá da quantidade de carbono que será incorporado ou não aos solos, dependendo do novo uso da terra.

Devido à ausência de amostras para alguns tipos de vegetação, e ainda devido à falta de padronização na legenda dos mapas, as classes de vegetação originais foram agrupadas por especialistas florestais segundo as regras apresentadas no Apêndice 3.1.1.

Depois desse agrupamento, obteve-se a média de carbono na biomassa aérea, para cada tipo de vegetação considerado e em cada mapa de vegetação em escala 1:1.000.000, de acordo com as regras descritas a seguir, aplicadas em seqüência:

- 1) havendo amostras da classe agrupada no mapa, utilizou-se o valor médio da densidade de carbono das amostras da classe agrupada no mapa;
- 2) não havendo amostras da classe agrupada no mapa, utilizou-se a média da densidade de carbono da biomassa aérea da vegetação da mesma classe agrupada nos mapas vizinhos (no mínimo um e no máximo oito mapas);
- 3) não havendo dados para essa classe agrupada nos mapas vizinhos, utilizou-se a média de carbono da biomassa aérea da vegetação dessa classe agrupada em todos os mapas;
- 4) não havendo dados dessa classe agrupada em nenhum mapa, utilizou-se a média de carbono da biomassa aérea da vegetação em todos os mapas de uma classe agrupada que se assemelhe a essa;
- 5) no caso das áreas identificadas como desflorestamento ou como áreas em regeneração na cena TM/Landsat coincidirem com áreas de vegetação não florestal no mapa correspondente do

RADAMBRASIL, utilizou-se a média de densidade de carbono de todas as amostras do mapa RADAMBRASIL;

A densidade da biomassa aérea (em matéria seca) da savana arbórea foi obtida de valores publicados na literatura científica (vide referências para o Cerrado no item seguinte); utilizou-se o fator 0,48 (CARVALHO *et al.*, 1995) para converter essa densidade em densidade de carbono; esse procedimento foi utilizado devido ao pequeno número de amostras observadas no inventário florestal do RADAMBRASIL.

A densidade de carbono da parte aérea da vegetação por classe agrupada e por mapa de vegetação é apresentada no Apêndice 3.1.2.

### **2.5.2 Dados de biomassa do Cerrado**

Devido à falta de padronização das legendas dos mapas, as classes originais foram agrupadas por especialistas de acordo com suas características comuns. A cada classe agrupada foi associado um valor de densidade de biomassa aérea com base nos dados da literatura referentes ao Cerrado (GOODLAND, 1971; DELITTI, 1984; CESAR *et al.*, 1988, citados por DELITTI e MEGURO, 1997) e à Caatinga (SAMPAIO, 1997). A densidade de carbono foi obtida multiplicando-se a densidade de biomassa seca por um fator constante igual a 0,48 (CARVALHO *et al.*, 1995).

Foram utilizados os valores médios do inventário florestal do projeto RADAMBRASIL para as florestas ombrófilas e estacionais.

De forma similar às regras adotadas no bioma Amazônia, quando as cenas mostravam áreas de porte florestal e o mapa de vegetação do RADAMBRASIL apresentava as mesmas áreas como vegetações de porte não-florestal, empregou-se a média de densidade de carbono de todas as amostras do mapa de vegetação em que as áreas estavam contidas. Os agrupamentos das classes de vegetação e as correspondentes densidades de carbono são apresentados no Apêndice 3.2.

As densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, para cada volume do RADAMBRASIL, são apresentadas no Apêndice 3.3.

A cena 224/75 do TM/Landsat 5 sobrepõe-se a dois mapas: Campo Grande e Parana-panema. Uma vez que a folha Paranapanema não foi publicada, utilizou-se, para esta área, a densidade média de carbono obtida para a folha Campo Grande.

### **2.5.3 Dados de biomassa da Caatinga**

Para o bioma Caatinga, as classes originais foram agrupadas por especialistas e de acordo com suas características comuns. A cada classe agrupada foi associado um valor médio de densidade de biomassa aérea com base nos dados da literatura referentes ao Cerrado (GOODLAND, 1971; DELITTI, 1984; CESAR *et al.*, 1988, citados por DELITTI e MEGURO, 1997) e à Caatinga (SAMPAIO, 1997). A densidade de carbono foi obtida multiplicando-se a densidade de biomassa seca por um fator constante igual a 0,48 (CARVALHO *et al.*, 1995).

Utilizaram-se os valores médios do inventário florestal do projeto RADAMBRASIL para as florestas estacionais.

Como no Cerrado, quando as cenas mostravam áreas de porte florestal e o mapa de vegetação do RADAMBRASIL apresentava as mesmas áreas como vegetações de porte não-florestal, empregou-se a média de densidade de carbono de todas as amostras do mapa de vegetação em que as áreas estavam contidas.

O agrupamento das classes de vegetação e a correspondente densidade de carbono são apresentados no Apêndice 3.4.

As densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, para cada volume do RADAMBRASIL, são apresentadas no Apêndice 3.5.

#### **2.5.4 Dados de biomassa do Pantanal**

Para o bioma Pantanal, as classes originais foram agrupadas por especialistas de acordo com suas características comuns. A cada classe agrupada foi associado um valor médio de densidade de biomassa aérea com base nos dados da literatura referentes ao Cerrado (GOODLAND, 1971; DELITTI, 1984; CESAR *et al.*, 1988, citados por DELITTI e MEGURO, 1997). A densidade de carbono foi obtida multiplicando-se a densidade de biomassa seca por um fator constante igual a 0,48 (CARVALHO *et al.*, 1995).

Utilizaram-se os valores médios do inventário florestal do projeto RADAMBRASIL para as florestas estacionais.

Como nos demais biomas, empregou-se a média de todas as densidades de carbono do mapa em questão para se estimar a densidade de carbono associada ao desflorestamento e à regeneração observados em áreas que, segundo o mapa de vegetação do RADAMBRASIL, não correspondam a formações florestais.

O agrupamento das classes de vegetação e a correspondente densidade de carbono são apresentados no Apêndice 3.6.

As densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, para cada volume do RADAMBRASIL, são apresentadas no Apêndice 3.7.

#### **2.5.5 Dados de biomassa da Mata Atlântica**

As classes de vegetação do bioma Mata Atlântica adotadas neste trabalho foram aquelas definidas no relatório de remanescentes da Mata Atlântica e ecossistemas associados, publicado pela Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, a saber: mata, restinga e mangue.

A vegetação de Cerrado inserida no bioma Mata Atlântica não foi considerada no estudo da SOS Mata Atlântica, o que impossibilitou a análise da dinâmica dessas áreas na estimativa das emissões.

Os valores médios de biomassa atribuídos a cada uma dessas classes foram obtidos na literatura (DELITTI e BURGER, 1997, e SILVA, 1999). A densidade de biomassa seca foi convertida em densidade de carbono empregando-se um fator constante igual a 0,48 (CARVALHO *et al.*, 1995).

As densidades de carbono utilizadas são:

- Mata: 123,60 tC/ha para desflorestamento e remoção anual de 2,40 t C/ha por regeneração;
- Restinga: 61,80 tC/ha para desflorestamento e remoção anual de 1,44 t C/ha por regeneração; e
- Mangue: 31,39 tC/ha, tanto para desflorestamento como para a regeneração, considerando que a regeneração, de forma semelhante ao Cerrado, recompõe rapidamente a biomassa original.

### **3 Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono**

#### **3.1 Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Amazônia**

Para cada uma das 45 cenas amostradas do sensor TM/Landsat 5, a sobreposição dos mapas de vegetação com os mapas de desflorestamento e regeneração resultou em uma tabela contendo, para cada mapa e valor de densidade de carbono, as áreas de cada um dos temas descritos no item 2.4.1.

A emissão líquida foi obtida considerando-se as mudanças de natureza antrópica no estoque de carbono da cobertura vegetal. As possibilidades de transição entre os dois anos do estudo, (1988 e 1994, aproximadamente) seriam:

- **FF**: de floresta em 1988 para floresta em 1994 (irrelevante, visto que não apresenta mudanças no estoque);
- **FR**: de floresta em 1988 para regeneração em 1994;
- **FD**: de floresta em 1988 para desflorestamento (não regeneração) em 1994;
- **RF**: de regeneração em 1988 para floresta em 1994 (não observado porque o período é muito curto para a completa regeneração da floresta);
- **RR**: de regeneração em 1988 para regeneração em 1994;
- **RD**: de regeneração em 1988 para desflorestamento em 1994 (não considerado neste estudo);

- **DF**: de desflorestamento em 1988 para floresta em 1994 (não observado porque o período é muito curto para a completa regeneração da floresta);
- **DR**: de desflorestamento em 1988 para regeneração em 1994; e
- **DD**: de desflorestamento em 1988 para desflorestamento em 1994 (irrelevante, visto que não apresenta mudanças no estoque).

A transição **RD** será incluída em trabalhos futuros. A não-inclusão da transição **RD** neste primeiro trabalho introduz um viés negativo, na estimativa da emissão líquida, mas de difícil quantificação, pois depende do estágio de regeneração de cada área no ano de 1988.

Dentre as nove transições possíveis, foram então consideradas somente quatro, que tiveram suas áreas calculadas através das seguintes expressões:

$$FR = \text{reg94} \& \neg \text{def88};$$

$$FD = \text{def94} - \text{def88} - \text{reg94} \& \neg \text{def88};$$

$$DR = \text{reg94} \& \text{def88}; \text{ e}$$

$$RR = \text{reg88} \& \text{reg94}.$$

O resultado líquido das emissões por fontes e remoções por sumidouros associadas à mudança de uso da terra para as cenas amostradas da Amazônia foram calculadas empregando-se:

$$\text{emissão líquida} = \text{emissão bruta} - \text{remoção}$$

$$\text{emissão bruta} = \sum_j \frac{\sum_i \text{dens}_i \cdot FD_{ij} \cdot FR_{ij}}{t_j \cdot 10^6}$$

$$\text{remoção} = \sum_j \frac{\sum_i TXreg_i \cdot RR_{ij} \cdot DR_{ij} \cdot FR_{ij}}{10^6}$$

onde:

*emissão líquida*, *emissão bruta* e *remoção* (Tg C/ano);

*dens<sub>i</sub>* é a densidade de carbono da parte aérea da fisionomia vegetal *i* (t C/ha);

*FD*, *FR*, *DR* e *RR* são as áreas onde ocorreram as transições indicadas, por cena e fisionomia vegetal, no período (ha);

*TXreg<sub>i</sub>* é a taxa na qual o carbono é removido em função da regeneração da área de fisionomia vegetal *i* (t C/ha/ano);

$t_j$  é a diferença (em anos) entre as datas das imagens de satélite (TM/Landsat 5) da cena  $j$  utilizadas para 1988 e para 1994, corrigida em função da sazonalidade do desflorestamento, empregando-se o procedimento do projeto PRODES (INPE, 1992).

A correção do intervalo de tempo é necessária para considerar a relação entre as datas das imagens para cada cena analisada e os períodos normais de desmatamento em cada cena, e determinar quantos períodos de desmatamento de fato ocorreram entre as duas imagens. Isso é feito calculando, para cada data de imagem, a fração do desmatamento ocorrido naquele ano, que já estaria visível. O intervalo corrigido representa o número de desmatamentos anuais incluídos no intervalo real entre as duas imagens da cena.

Para a regeneração, foi assumida uma taxa anual de remoção de carbono constante, para todas as transições que identificam regeneração em 1994, independente de a área ter sido identificada como floresta, rebrota ou desflorestamento em 1988. Para as fisionomias vegetais com densidades de carbono superiores a 93 t C/ha, a taxa de remoção de carbono adotada foi 4,5 t C/ha/ano (HOUGHTON *et al.*, 2000). Para as densidades de carbono inferiores a 93 t C/ha, a taxa adotada foi o valor médio de 3,7 t C/ha/ano (ALVES *et al.*, 1997).

A conversão de densidade de biomassa seca para densidade de carbono foi feita empregando um fator constante igual a 0,48 (CARVALHO *et al.*, 1995).

O resultado líquido das emissões por fontes e remoções por sumidouros na área amostrada do bioma Amazônia foi:

$$\text{emissão líquida} = 51,8 \text{ Tg C/ano.}$$

O resultado representa a diferença entre a emissão causada pelo desflorestamento bruto, 66,9 Tg C/ano, e a remoção decorrente do processo de regeneração, 15,1 Tg C/ano.

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.1.1.

A extrapolação das cenas amostradas para o restante da Amazônia foi realizada utilizando-se o banco de dados do projeto PRODES que, conforme já mencionado, fornece estimativas da taxa de desflorestamento bruto, não descontando, das áreas desflorestadas, as áreas em processo de regeneração por abandono.

Seja  $FDp$  o incremento do desflorestamento bruto, resultado da diferença entre os levantamentos do projeto PRODES de 1994 e 1988. No presente estudo, esta variável equivale à soma das variáveis  $FR$  e  $FD$ . Considerou-se constante a frequência de ocorrência de regeneração por unidade de desflorestamento dentro de cada substrato na Amazônia. Desta forma, as variáveis  $FR/(FR+FD)$ ,  $FD/(FR+FD)$ , puderam ser extrapoladas dentro de cada substrato, assim como as variáveis  $DR/Def88$  e  $RR/Def88$ . Essas variáveis identificam a fração de áreas em regeneração dentro da área identificada como desflorestamento bruto no PRODES do ano de 1988.

As áreas de cada transição, nas cenas não amostradas, foram estimadas utilizando:

$$FRest = FDP \times FRm_k$$

$$FDest = FDP \times FDM_k$$

$$DRest = def88 \times DRm_k$$

$$RRest = def88 \times RRm_k$$

onde:

$FRest$  é a área estimada da transição FR em uma cena não amostrada;

$FDest$  é a área estimada da transição FD em uma cena não amostrada;

$DRest$  é a área estimada da transição DR em uma cena não amostrada;

$RRest$  é a área estimada da transição RR em uma cena não amostrada;

$FDP$  é o incremento de desflorestamento bruto obtido pela diferença dos levantamentos do PRODES de 1994 e de 1988.  $FDP$  é equivalente às transições  $FD$  e  $FR$  neste estudo, dado que o projeto PRODES inclui as áreas de regeneração no cômputo das áreas desflorestadas;

$def88$  é a área identificada como desflorestamento bruto em 1988 em cada cena não amostrada, sendo fornecida pelo levantamento do PRODES.

$FRm_k$  e  $FDM_k$  são fatores adimensionais determinados, para cada substrato  $k$ , por:

$$FRm_k = \frac{\sum_{j \text{ k}} FR_j}{\sum_{j \text{ k}} (FR_j + FD_j)}$$

$$FDM_k = \frac{\sum_{j \text{ k}} FD_j}{\sum_{j \text{ k}} (FR_j + FD_j)}$$

onde  $j$  varia conforme as cenas amostradas, para cada substrato  $k$ ;

$DRm_k$  e  $RRm_k$  são fatores adimensionais determinados, para cada substrato  $k$ , por:

$$DRm_k = \frac{\sum_{j \text{ k}} DR_j}{\sum_{j \text{ k}} def88_j}$$

$$RRm_k = \frac{\sum_{j \text{ k}} RR_j}{\sum_{j \text{ k}} def88_j}$$

onde  $j$  varia conforme as cenas amostradas, para cada substrato  $k$ .



O Apêndice 4.1.2 apresenta o resultado do cálculo dos fatores  $FRm$ ,  $FDm$ ,  $DRm$  e  $RRm$ , por substrato.

Para cada cena não amostrada, foi calculado um valor de densidade média de carbono, ponderando-se as densidades de carbono das fisionomias vegetais pelas suas respectivas áreas na cena. As densidades de carbono foram obtidas da forma descrita no item 2.5.1.

O resultado líquido das emissões por fontes e remoções por sumidouros associadas à mudança de uso da terra para as cenas não amostradas da Amazônia foi estimado empregando-se:

$$\text{emissão líquida} = \text{emissão bruta} - \text{remoção}$$

$$\text{emissão bruta} = \sum_j \frac{\text{densm}_j \cdot FDest_j \cdot FRest_j}{t_j \cdot 10^6}$$

$$\text{remoção} = \sum_j \frac{TXregm_j \cdot RRest_j \cdot DRest_j \cdot FRest_j}{10^6}$$

onde:

*emissão líquida*, *emissão bruta* e *remoção* (Tg C/ano);

*densm<sub>j</sub>* é a densidade de carbono média da cena *j* (t C/ha);

*FDest<sub>j</sub>*, *FRest<sub>j</sub>*, *DRest<sub>j</sub>* e *RRest<sub>j</sub>* são as áreas estimadas onde ocorreram as transições indicadas na cena *j* no período (ha);

*TXregm<sub>j</sub>* é a taxa na qual o carbono é removido em função da regeneração para a cena *j* (t C/ha/ano);

*t<sub>j</sub>* é a diferença em anos entre as datas das imagens de satélite (TM/Landsat 5) da cena *j* utilizadas para 1988 e para 1994, corrigida em função da sazonalidade do desflorestamento, empregando-se o procedimento do projeto PRODES (INPE, 1992) (ano).

A emissão para a área não amostrada do bioma Amazônia resultou em:

$$\text{emissão líquida} = 65,1 \text{ MtC.}$$

O resultado representa a diferença entre a emissão causada pelo desflorestamento bruto, 84,9 Tg C/ano, e a remoção causada pela regeneração, 19,8 Tg C/ano.

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.1.3.

Os resultados finais para a totalidade do bioma Amazônia foram:



*emissão bruta* = 151,7 Tg C/ano;

*remoção* = 34,9 Tg C/ano; e

*emissão líquida* = 116,9 Tg C/ano.

### 3.2 Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Cerrado

Para as cenas amostradas, os dados de desflorestamento e regeneração foram sobrepostos aos mapas de densidade de carbono e as emissões líquidas estimadas através de:

$$\textit{emissão líquida} = \textit{emissão bruta} - \textit{remoção}$$

$$\textit{emissão bruta} = \sum_j \frac{\textit{dens}_i \textit{def94}_{ij}}{t_j} 10^6$$

$$\textit{remoção} = \sum_j \frac{\textit{dens}_i \textit{reg94}_{ij}}{t_j} 10^6$$

onde,

*emissão líquida*, *emissão bruta* e *remoção* são calculados em MtC/ano;

*def94* e *reg94* são medidos em ha;

*dens<sub>i</sub>* é a densidade de carbono da fisionomia vegetal *i* (t C/ha);

*t<sub>j</sub>* é a diferença em anos entre as datas das imagens de satélite (TM/Landsat 5) da cena *j* utilizadas para 1988 e para 1994 (ano).

Para o emprego dessa expressão, considera-se que a regeneração no bioma Cerrado, no estágio em que é identificada através da interpretação das imagens de satélite, recompõe a densidade de carbono aos níveis originais.

Os resultados para as cenas amostradas foram:

*emissão bruta* = 22,5 Tg C/ano;

*remoção* = 5,1 Tg C/ano; e

*emissão líquida* = 17,3 Tg C/ano.

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.2.1.

A extrapolação dos resultados verificados para as cenas amostradas para as outras cenas do bioma Cerrado foi feita adotando-se o critério de que, para cada estrato, a fração de área desflorestada e regenerada em cada cena seria proporcional à área de cerrado original.

$$Def94_{est} = Cer \times Defm_k$$

$$Reg94_{est} = Cer \times Regm_k$$

onde  $Cer$  é a área original de cerrado na cena e  $Defm_k$  e  $Regm_k$  são fatores adimensionais determinados, para cada substrato  $k$ , por:

$$Defm_k = \frac{\sum_j def94_j}{\sum_j Cer_j}$$

$$Regm_k = \frac{\sum_j reg94_j}{\sum_j Cer_j}$$

onde  $j$  varia conforme as cenas amostradas, para cada substrato  $k$ .

Os resultados para as cenas não amostradas foram:

*emissão bruta* = 44,7 Tg C/ano;

*remoção* = 10,5 Tg C/ano; e

*emissão líquida* = 34,1 Tg C/ano.

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.2.2.

A emissão líquida e seus componentes para todo o bioma Cerrado foram:

*emissão bruta* = 67,1 Tg C/ano;

*remoção* = 15,7 Tg C/ano; e

*emissão líquida* = 51,5 Tg C/ano.

### 3.3 Integração dos dados de desflorestamento aos dados de densidade de carbono no bioma Caatinga

Para as cenas amostradas, os dados de desflorestamento foram sobrepostos aos mapas de densidade de carbono e as emissões estimadas através de:

$$emissão_j = \frac{dens_i \cdot def94_{ij}}{t_j} \cdot 10^6$$

onde,

*emissão* é medida em Tg C/ano;

*def94<sub>i</sub>* é medida em ha;

*dens<sub>i</sub>* é a densidade de carbono da fisionomia vegetal *i* (t C/ha);

*t<sub>j</sub>* é a diferença em anos entre as datas das imagens de satélite (TM/Landsat 5) da cena *j* utilizadas para 1988 e para 1994 (ano).

O resultado para as cenas amostradas foi:

$$emissão = 5,2 \text{ Tg C/ano.}$$

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.3.1.

A extrapolação dos resultados verificados para as cenas amostradas para as outras cenas do bioma Caatinga foi feita adotando-se o critério de que, para cada estrato, a fração de área desflorestada em cada cena seria proporcional à área de caatinga original.

$$Def94_{est} = Caa \times Defm_k$$

onde *Caa* é a área de caatinga original na cena e *Defm<sub>k</sub>* é um fator adimensional determinado, para cada substrato *k*, por:

$$Defm_k = \frac{def94_j}{Caa_j}$$

onde *j* varia conforme as cenas amostradas, para cada substrato *k*.

O resultado para as cenas não amostradas foi:

$$emissão = 4,7 \text{ Tg C/ano.}$$

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.3.2.

O total encontrado para o bioma Caatinga foi:

$$emissão = 10,0 \text{ Tg C/ano.}$$

### 3.4 Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Pantanal

Os dados de desflorestamento e regeneração foram sobrepostos aos mapas de densidade de carbono e as emissões líquidas estimadas através de:

$$emissão\ líquida = emissão\ bruta - remoção$$

$$emissão\ bruta = \sum_j \frac{\sum_i dens_i \cdot def94_{ij}}{t_j \cdot 10^6}$$

$$remoção = \sum_j \frac{\sum_i dens_i \cdot reg94_{ij}}{t_j \cdot 10^6}$$

onde,

*emissão líquida*, *emissão bruta* e *remoção* são calculados em MtC/ano;

*def94* e *reg94* são medidos em ha;

*dens<sub>i</sub>* é a densidade de carbono da fisionomia vegetal *i* (t C/ha);

*t<sub>j</sub>* é a diferença em anos entre as datas das imagens de satélite (TM/Landsat 5) da cena *j* utilizadas para 1988 e para 1994 (ano).

Os resultados foram:

$$emissão\ bruta = 10,3 \text{ Tg C/ano;}$$

$$remoção = 2,8 \text{ Tg C/ano; e}$$

$$emissão\ líquida = 7,5 \text{ Tg C/ano.}$$

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.4.

### 3.5 Integração dos dados de desflorestamento e regeneração aos dados de densidade de carbono no bioma Mata Atlântica

A emissão líquida foi estimada através de:

$$\text{emissão líquida} = \text{emissão bruta} - \text{remoção}$$

$$\text{emissão bruta} = \sum_j \frac{\text{dens}_i \cdot \text{def}_{ij}}{t_j} \cdot 10^6$$

$$\text{remoção} = \sum_j \frac{\text{TXreg}_i \cdot \text{reg}_{ij}}{10^6}$$

onde,

*emissão líquida*, *emissão bruta* e *remoção* são calculados em Tg C/ano;

*dens<sub>i</sub>* é a densidade de carbono da fisionomia vegetal *i* (mata, restinga ou mangue) (tC/ha);

*def<sub>ij</sub>* é o incremento da área de fisionomia vegetal *i* desflorestada na cena *j* no período 90-95 (ha);

*TXreg<sub>i</sub>* é a taxa de regeneração anual da área de fisionomia vegetal *i* (t C/ha/ano);

*reg<sub>ij</sub>* é o incremento da área de fisionomia vegetal *i* regenerada na cena *j* no período 90-95 (ha);

*t<sub>j</sub>* é a diferença em anos entre as datas das imagens de satélite (TM/Landsat 5) da cena *j* utilizadas para 1990 e para 1995 (ano).

Os resultados foram:

$$\text{emissão bruta} = 11,8 \text{ Tg C/ano};$$

$$\text{remoção} = 0,5 \text{ Tg C/ano}; \text{ e}$$

$$\text{emissão líquida} = 11,3 \text{ Tg C/ano}.$$

Os valores por cena TM/Landsat 5 são apresentados no Apêndice 4.5.

## 4 Conclusão

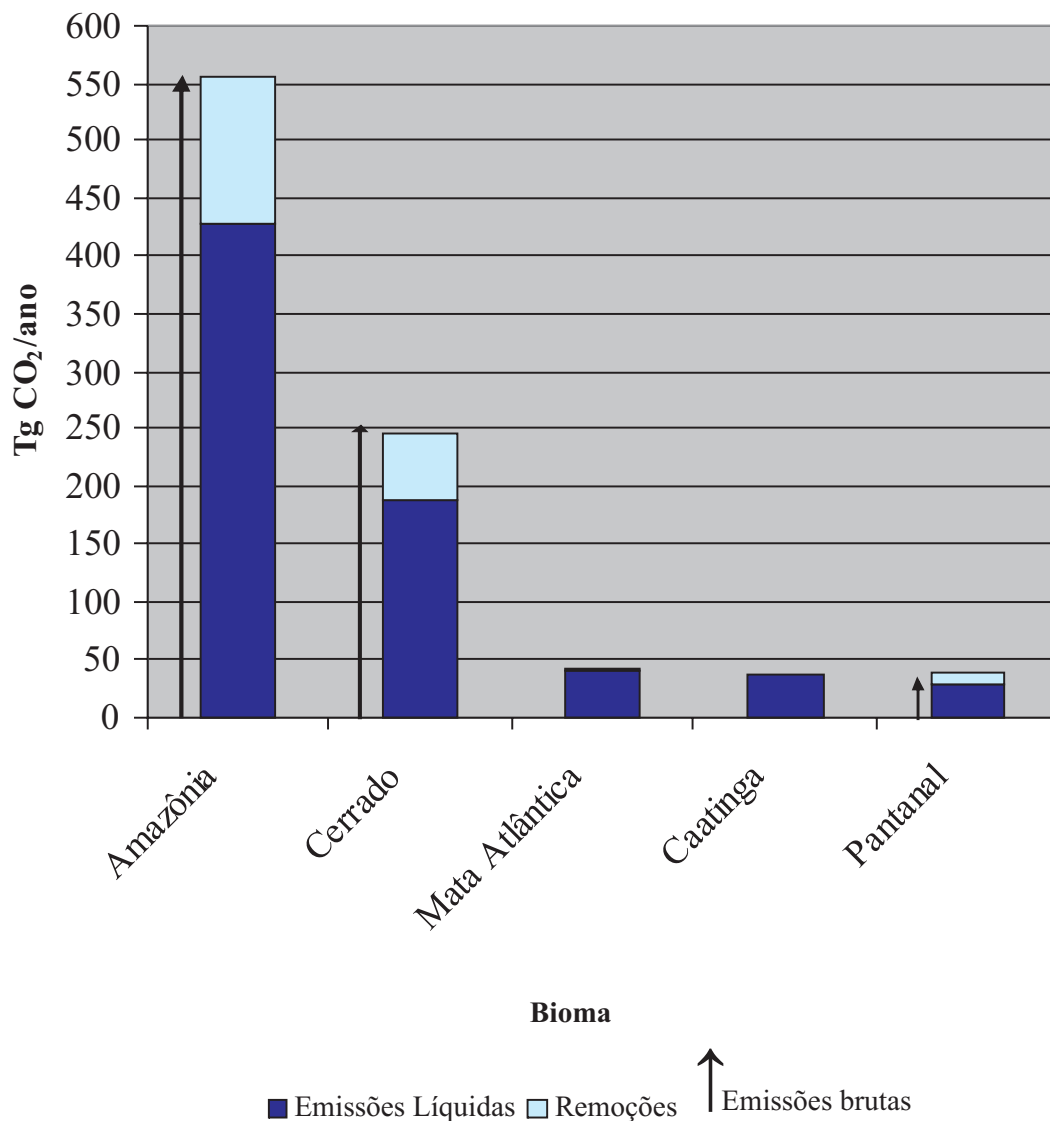
O resultado líquido das emissões por fontes e remoções por sumidouros associadas à mudança de uso da terra no Brasil, por bioma, conforme foram estimadas neste relatório para o período 1988-1994, é apresentado na Tabela 4 e Figura 5.

**Tabela 4** – Emissões líquidas no Brasil, por bioma, para o período 1988-1994

Bioma	Desflorestamento		Regeneração		Emissões Líquidas		
	Área (1988 - 1994)	Emissão Bruta	Área (1988 - 1994)	Remoção Anual			
	10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup>	(Tg C/ano)	10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup>	(Tg C/ano)	(Tg C/ano)	(Tg CO <sub>2</sub> /ano)	(%)
Amazônia - cenas amostradas	39,2	66,9	36,0	15,1	51,8	189,9	
Amazônia - cenas não amostradas	52,9	84,9	46,3	19,8	65,1	238,8	
<b>Amazônia</b>	<b>92,1</b>	<b>151,7</b>	<b>82,3</b>	<b>34,9</b>	<b>116,9</b>	<b>428,6</b>	<b>59</b>
Cerrado - cenas amostradas	28,6	22,5	6,6	5,1	17,3	63,6	
Cerrado - cenas não amostradas	60,1	44,7	11,1	10,5	34,1	125,1	
<b>Cerrado</b>	<b>88,7</b>	<b>67,1</b>	<b>17,7</b>	<b>15,7</b>	<b>51,5</b>	<b>188,7</b>	<b>26</b>
<b>Mata Atlântica*</b>	<b>4,6</b>	<b>11,8</b>	<b>2,0</b>	<b>0,5</b>	<b>11,3</b>	<b>41,3</b>	<b>6</b>
Caatinga - cenas amostradas	11,3	5,2	-	0,0	5,2	19,2	
Caatinga - cenas não amostradas	12,6	4,7	-	0,0	4,7	17,3	
<b>Caatinga</b>	<b>24,0</b>	<b>10,0</b>	<b>-</b>	<b>0,0</b>	<b>10,0</b>	<b>36,5</b>	<b>5</b>
<b>Pantanal</b>	<b>9,8</b>	<b>10,3</b>	<b>3,4</b>	<b>2,8</b>	<b>7,5</b>	<b>27,4</b>	<b>4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>219,2</b>	<b>250,9</b>	<b>105,5</b>	<b>53,8</b>	<b>197,1</b>	<b>722,5</b>	<b>100</b>

\* Período 1990-1995

**Figura 5** – Emissões por fontes e remoções por sumidouros no Brasil, por bioma, para o período 1988-1994



## 5 Referências Bibliográficas

- ALVES, D.S.; SOARES, J.V.; AMARAL, S.; MELLO, E.M.K.; ALMEIDA, S.A.S.; SILVA, O.F.; SILVEIRA, A.M., 1997. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, Western Brazilian Amazon, *Global Change Biology*, 3: 451-461.
- CARVALHO, J.A.; SANTOS, J.M.; SANTOS, J.C.; LEITÃO, M.M.; HIGUCHI, N., 1995. A tropical rainforest clearing experiment by biomass burn in the Manaus region. *Atmospheric Environment*, 29(17): 2301-2309.
- DELITTI, W.B.C.; BURGER, D.M., 1997. Biomassa de florestas atlânticas. In: FUNCATE. *Primeiro relatório de atividades referente ao contrato PNUD/FUNCATE - Projeto BRA/95/G31*. Anexo II, p. 82-94.
- DELITTI, W.B.C.; MEGURO, M., 1997. Biomassa da vegetação lenhosa do cerrado. In: FUNCATE. *Primeiro relatório de atividades referente ao contrato PNUD/FUNCATE - Projeto BRA/95/G31*. Anexo II, p. 95-103.
- FEARNSIDE, P.M. 1994. Biomassa das Florestas Amazônicas Brasileiras. In: *Seminário Emissão x Seqüestro de CO<sub>2</sub>*. Anais do Seminário, CVRD, Rio de Janeiro 1994.
- Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1993. *Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995: relatório*. São Paulo.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; MINETTE, L.; BIOT, Y., 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 28(2): 153-166.
- HIGUCHI, N. 2004. Above and belowground biomass allometry in the Brazilian Amazon. *Regional Amazon Forest Structure and Carbon Cycling Workshop*. New Orleans
- HOUGHTON, R.A.; SKOLE, D.L.; NOBRE, C.A.; HACKLER, J.L.; LAWRENCE, K.T.; CHOMENTOWSKI, W.H., 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, 403: 301-304.
- IBGE, 1993. *Mapa de vegetação do Brasil*. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro.
- INPE, 1992. Deforestation in Brazilian Amazonia. *Revista SELPER*, junho, 8(2):35-36.



IPCC, OECD, IEA, 1995. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Bracknell: UK.

IPCC, 2000. *Land Use, Land-Use Change, and Forestry*, Cambridge, UK

MEIRA FILHO, L.G., 2000. *Estimate of above-ground carbon stock in the Brazilian Amazon Forest*.  
Comunicação pessoal.

Projeto RADAMBRASIL. 1973-1983. *Levantamento de recursos naturais*. V. 1 a 31.

SAMPAIO, E. V. S. B., 1997. *Avaliação das biomassas vegetais da caatinga do Nordeste do Brasil*. In:  
FUNCATE. Primeiro relatório de atividades referente ao contrato PNUD/FUNCATE - Projeto  
BRA/95/G31. Anexo II, p. 104-136.

SILVA, L.F.F., 1999. *Biomassa de manguezal da Floresta de Itacuruçá, Baía de Sepetiba*. Rio de Janeiro.  
Comunicação pessoal, março.

# APÊNDICES

## Índice

	<b>Página</b>
APÊNDICE 1.1 – Cenas amostradas e datas das imagens interpretadas para o bioma Amazônia	45
APÊNDICE 1.2 – Cenas amostradas e datas das imagens interpretadas para o bioma Cerrado	46
APÊNDICE 1.3 – Cenas amostradas e datas das imagens interpretadas para o bioma Caatinga	47
APÊNDICE 1.4 – Cenas e datas das imagens interpretadas para o bioma Pantanal	48
APÊNDICE 1.5 – Cenas e datas das imagens interpretadas para o bioma Mata Atlântica	49
APÊNDICE 2 – Mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL utilizados	50
APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia	51
APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação	58
APÊNDICE 3.2 – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Cerrado e os correspondentes valores de densidade de carbono	65
APÊNDICE 3.3 – Densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, por volume do RADAM, para o bioma Cerrado	68
APÊNDICE 3.4 – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Caatinga e os correspondentes valores de densidade de carbono	69
APÊNDICE 3.5 – Densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, por volume do RADAM, para o bioma Caatinga	72
APÊNDICE 3.6 – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Pantanal e os correspondentes valores de densidade de carbono	73
APÊNDICE 3.7 – Densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, por volume do RADAM, para o bioma Pantanal	74
APÊNDICE 4.1.1 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 amostradas	75
APÊNDICE 4.1.2 – Fatores $RRm$ , $FDm$ , $FRm$ e $DRm$ utilizados no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas, calculados conforme o texto	76
APÊNDICE 4.1.3 – Emissões brutas, remoções e emissões líquidas no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas	77
APÊNDICE 4.2.1 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Cerrado para as cenas do sensor TM/Landsat 5 amostradas	81
APÊNDICE 4.2.2 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Cerrado para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas	82

APÊNDICE 4.3.1 – Emissões no bioma Caatinga para as cenas do sensor TM/Landsat 5 amostradas	84
APÊNDICE 4.3.2 – Emissões no bioma Caatinga para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas	85
APÊNDICE 4.4 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Pantanal para as cenas do sensor TM/Landsat	86
APÊNDICE 4.5 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Mata Atlântica para as cenas do sensor TM/Landsat	87

**APÊNDICE 1.1 – Cenas amostradas e datas das imagens interpretadas para o bioma Amazônia**

Substrato	Cena	Data 1988	Data 1994	Substrato	Cena	Data 1988	Data 1994
(0,1)	001 / 60	24/09/89	12/01/95	[20,30)	223 / 67	07/08/88	07/07/94
	001 / 63	07/08/89	24/08/95		224 / 66	02/09/89	15/08/94
	001 / 66	04/08/88	24/08/95		226 / 67	27/07/88	12/07/94
	002 / 65	26/07/88	27/07/94	[30,55)	221 / 64	11/07/89	29/08/95
	005 / 63	04/09/89	01/08/94		223 / 62	10/08/89	08/06/95
	230 / 64	12/09/89	09/08/94		223 / 63	22/07/88	23/07/94
	233 / 59	04/03/87	26/03/95	231 / 67	02/08/89	16/08/94	?55
	233 / 63	11/08/87	29/07/94	220 / 62	22/11/88	03/06/95	
005 / 66	14/08/87	30/06/94	220 / 63	31/07/87	22/08/95		
229 / 63	15/08/87	17/07/94	220 / 64	31/07/87	18/07/94		
230 / 67	12/09/89	09/08/94	222 / 64	16/08/88	01/08/94		
231 / 61	12/07/87	03/08/95	223 / 61	24/09/88	21/06/94		
232 / 65	08/07/89	07/08/94	223 / 64	22/07/88	11/08/95		
232 / 68	19/06/88	04/06/94	223 / 65	23/08/88	11/08/95		
[5,10)	225 / 64	04/07/88	05/07/94	223 / 66	23/08/88	08/06/95	
	225 / 68	20/07/88	19/06/94	224 / 71	18/09/89	15/06/95	
	227 / 63	06/08/89	22/07/95	228 / 70	10/08/88	13/07/95	
	229 / 67	20/08/89	17/07/94				
	229 / 68	14/07/87	02/08/94				
[10,20)	224 / 64	02/09/89	30/07/94				
	225 / 67	05/08/88	19/06/94				
	226 / 69	27/07/88	12/07/94				
	228 / 61	14/09/89	29/07/95				
	228 / 63	28/07/89	29/07/95				
	228 / 67	23/06/88	26/07/94				
	230 / 62	25/09/88	12/10/94				
232 / 66	19/06/88	07/08/94					

**APÊNDICE 1.2 – Cenas amostradas e datas das imagens interpretadas para o bioma Cerrado**

Substrato	Cena	Data 1988	Data 1994
(0-20]	219 / 63	28/09/88	15/10/94
	221 / 64	11/07/89	29/08/95
(20-35]	220 / 63	31/07/87	22/08/95
	220 / 67	06/09/89	07/11/94
	220 / 68	21/08/89	07/11/94
	220 / 69	02/08/88	07/11/94
(35-60]	220 / 62	22/11/88	03/06/95
	220 / 66	19/09/88	07/11/94
	221 / 69	25/08/88	25/07/94
	224 / 71	18/08/89	15/06/95
(60-75]	219 / 70	27/08/88	13/08/97
	222 / 67	16/08/88	18/09/94
	225 / 70	08/08/89	09/10/94
	226 / 75	12/08/88	10/06/94
(75-91]	219 / 69	12/09/88	15/10/94
	221 / 65	09/08/88	25/07/94
	222 / 70	01/09/88	18/09/94
	224 / 75	30/08/88	30/07/94
	225 / 75	09/11/88	09/10/94
	229 / 71	01/08/88	17/07/94
(91-99]	221 / 67	02/10/90	19/12/95
	222 / 71	01/09/88	04/10/94
	223 / 69	24/09/88	07/07/94
	223 / 70	25/07/89	20/03/95
	224 / 73	30/08/88	01/07/95
(99-100]	219 / 65	28/09/88	12/08/94
	222 / 73	03/10/88	17/08/94

**APÊNDICE 1.3** – Cenas amostradas e datas das imagens interpretadas para o bioma Caatinga

Substrato	Cena	Data 1988	Data 1994
[5,40)	216 / 66	20/08/88	19/05/94
	216 / 67	12/12/88	11/01/94
	219 / 62	12/09/88	09/06/94
	219 / 66	15/11/88	02/12/94
	219 / 67	30/10/88	31/10/94
[40,70)	215 / 66	07/02/89	20/11/94
	217 / 66	14/09/88	02/11/94
	217 / 67	25/05/88	02/11/94
	218 / 63	24/11/88	22/09/94
	218 / 64	24/11/88	22/09/94
	218 / 66	01/06/88	24/10/94
	218 / 67	23/10/88	09/11/94
	218 / 68	01/06/88	09/11/94
	218 / 69	25/01/88	09/11/94
70	215 / 65	30/07/88	26/01/96
	216 / 64	09/10/88	27/11/94

## APÊNDICE 1.4 – Cenas e datas das imagens interpretadas para o bioma Pantanal

Cenas	Data 88	Data 94
225 / 71	11/08/90	09/10/94
225 / 72	11/08/90	09/08/95
225 / 73	20/07/88	06/08/94
225 / 74	20/07/88	21/07/94
226 / 71	16/09/89	13/08/94
226 / 72	16/09/89	02/08/96
226 / 73	19/11/89	03/12/94
226 / 74	11/05/89	12/07/94
227 / 71	18/07/88	04/08/94
227 / 72	16/07/87	17/06/94
227 / 73	18/07/88	17/06/94
227 / 74	07/11/88	24/11/94
227 / 75	19/08/88	07/10/94
228 / 71	30/09/89	02/11/95
228 / 72	25/07/88	15/01/94



**APÊNDICE 1.5** – Cenas e datas das imagens interpretadas para o bioma Mata Atlântica

Cena	Data 90	Data 95	Cena	Data 90	Data 95
215 / 72	28/04/89	04/07/96	220 / 80	08/08/90	16/04/95
215 / 73	10/02/90	31/07/94	220 / 81	08/08/90	16/04/95
215 / 74	17/05/90	31/07/94	221 / 72	30/07/90	13/08/95
216 / 71	05/05/89	11/07/96	221 / 73	16/09/90	29/08/95
216 / 72	05/05/89	10/10/94	221 / 74	16/09/90	28/07/95
216 / 73	12/08/90	23/06/95	221 / 75	30/07/90	13/08/95
216 / 74	19/04/89	07/08/94	221 / 76	30/07/90	13/08/95
216 / 75	08/05/90	10/10/94	221 / 77	30/07/90	30/11/94
216 / 76	21/01/89	06/07/95	221 / 78	16/09/90	23/06/94
217 / 71	15/07/89	17/10/94	221 / 79	16/09/90	24/01/96
217 / 72	23/01/90	18/07/96	221 / 80	16/09/90	07/04/95
217 / 73	08/02/90	18/07/93	221 / 81	16/09/90	16/10/95
217 / 74	08/02/90	01/10/94	221 / 82	11/05/90	16/10/95
217 / 75	08/03/90	01/08/95	222 / 74	06/08/90	21/11/94
217 / 76	10/04/90	16/07/95	222 / 75	06/08/90	23/10/95
218 / 70	22/05/90	09/11/94	222 / 76	06/08/90	30/04/95
218 / 71	22/05/90	09/11/94	222 / 77	06/08/90	16/07/94
218 / 72	09/07/90	09/11/94	222 / 78	18/03/91	30/04/95
218 / 73	09/07/90	09/11/94	222 / 79	21/05/91	16/07/94
218 / 74	11/09/90	09/11/94	222 / 80	06/08/90	14/06/96
218 / 75	11/09/90	27/10/95	222 / 81	26/01/90	23/10/95
218 / 76	11/09/90	17/07/95	222 / 82	12/12/90	04/08/95
219 / 72	18/09/90	31/08/95	223 / 72	10/06/90	11/08/95
219 / 73	18/09/90	12/06/95	223 / 73	13/08/90	11/08/95
219 / 74	16/06/90	12/06/95	223 / 74	13/08/90	11/08/95
219 / 75	10/03/90	30/07/95	223 / 75	29/08/90	11/08/95
219 / 76	17/06/91	29/11/93	223 / 76	29/08/90	11/08/95
220 / 72	23/07/90	13/08/95	223 / 77	29/08/90	22/05/94
220 / 73	20/05/90	03/06/95	223 / 78	20/01/91	27/08/95
220 / 74	02/04/90	10/11/95	223 / 79	25/03/91	27/10/94
220 / 75	30/07/90	10/11/95	223 / 80	25/03/91	23/07/94
220 / 76	02/04/90	02/05/95	223 / 81	16/10/90	23/07/94
220 / 77	09/09/90	18/07/94	224 / 76	21/09/90	21/10/96
220 / 78	14/05/88	18/07/94	224 / 77	17/06/90	25/01/96
220 / 79	01/03/90	18/05/95	224 / 78	12/10/86	15/07/96

**APÊNDICE 2** – Mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL utilizados

VOLUME	MAPA	ÍNDICE INTERNACIONAL
Vol. 1	Rio São Francisco	SC-23
Vol. 2	Teresina	SB-23
Vol. 3	São Luís	SA-23
Vol. 4	Araguaia	SB-22
Vol. 5	Belém	SA-22
Vol. 6	Macapá	NA-22
Vol. 7	Tapajós	SB-21
Vol. 8	Boa Vista/ Roraima	NA/NB-20
Vol. 9	Tumucumaque	NA-21
Vol. 10	Santarém	SA-21
Vol. 11	Pico da Neblina	NA-19
Vol. 12	Rio Branco	SC-19
Vol. 13	Javari/ Contamana	SB/SC-18
Vol. 14	Iça	SA-19
Vol. 15	Juruá	SB-19
Vol. 16	Porto Velho	SC-20
Vol. 17	Purus	SB-20
Vol. 18	Manaus	SA-20
Vol. 19	Guaporé	SD-20
Vol. 20	Juruena	SC-21
Vol. 21	Fortaleza	SA-24
Vol. 22	Tocantins	SC-22
Vol. 23	Jaguaribe/ Natal	SB-24/25
Vol. 24	Salvador	SD-24
Vol. 25	Goiás	SD-22
Vol. 26	Cuiabá	SD-21
Vol. 27	Corumbá	SE-21
Vol. 28	Rio Apa (Campo Grande)	SF-21
Vol. 29	Brasília	SD-23
Vol. 30	Aracajú/ Recife	SC-24/25
Vol. 31	Goiânia	SE-22

**APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia**

ECOSSISTEMA	CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE AGRUPADA	
Floresta Ombrófila Densa	Aluvial	Floresta Densa, planície aluvial	Fdp	D
		Floresta Densa, planície aluvial periodicamente inundada	Fdp	
		Floresta Densa, planície aluvial permanentemente inundada	Fdg	Da
		Flor. Ombrófila Densa, aluvial	Da	
		Flor. Ombrófila Densa, aluvial, dossel emergente	Dae	Dse
		Floresta Densa dos terraços	Fdc	Fdt
	Floresta Densa das áreas sedimentares - platô	Fde		
	Floresta Densa das áreas sedimentares - alto platô	Fde		
	Floresta Densa, relevo aplainado	Fda		
	Terras Baixas	Floresta Densa, terras baixas, relevo ondulado	Fdo	Db
		Floresta Ombrófila Densa, terras baixas	Db	
		Floresta Densa, terras baixas, platôs	Fdb	
	Submontana	Floresta Densa, submontana, platô	Fdr	Ds
		Floresta Densa, submontana, relevo aplainado	Fdi	
		Floresta Densa, submontana, relevo aplainado	Fdn	
		Floresta Densa, submontana, relevo dissecado	Fdn	
		Floresta Densa, submontana, relevo ondulado	Fdi	
Floresta Densa, submontana, relevo dissecado		Fdi		
Floresta Densa, submontana, acidentado		Fdt		
Floresta Densa, submontana, relevo acidentado		Fdt		
Floresta Densa, submontana, relevo ondulado		Fds		
Floresta Densa, submontana, relevo dissecado		Fdu		
Floresta Ombrófila Densa, submontana		Ds		
Floresta Densa, submontana, baixas cadeias de montanhas		Fdt		
Submontana com Dossel Emergente		Floresta Ombrófila Densa, submontana, dossel emergente	Dse	
Submontana com Dossel Uniforme	Floresta Ombrófila Densa, submontana, dossel uniforme	Dsu	Dsu	
Montana	Floresta Densa, montana	Fdm	Dm	
	Floresta Densa, montana, relevo dissecado	Fdm		
	Floresta Ombrófila Densa, montana	Dm		
	Floresta Densa, montana	Fbm		
Alto-montana	Floresta Densa, montana, relevo dissecado	Fba	Dl	
	Floresta Ombrófila Densa, alto-montana	Dl		
Alto-montana com Dossel Uniforme			Dlu	

**APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia (cont.)**

ECOSSISTEMA		CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE AGRUPADA	
Floresta Ombrófila Aberta				A	
		Floresta Babaçual	Fsb	Fba	
		Floresta Aberta, aluvial, periodicamente inundada Floresta Aberta, aluvial Floresta Aberta, aluvial, permanentemente inundada Floresta Aberta, aluvial, planície Floresta Aberta, terraço aluvial	Fap Fap Fag Fag Fac	Fal	
		Floresta Aberta mista	Fal	Fap	
		Floresta Aberta latifoliada Floresta Aberta com palmeiras Floresta Aberta, superfície aplainada	Fal Fal Fal	Faa	
	Terras Baixas	Floresta Aberta, terras baixas, platô Floresta Aberta, terras baixas, relevo tabular Floresta Aberta, terras baixas, relevo dissecado Floresta Aberta, terras baixas, relevo ondulado	Fab Fab Faa Fao	Ab	
	Terras Baixas com Palmeiras	Floresta Ombrófila Aberta, terras baixas, com palmeiras	Abp	Abp	
	Terras Baixas com Cipó	Floresta Ombrófila Aberta, terras baixas, com cipós	Abc	Abc	
	10 Submontana	Floresta Aberta, relevo dissecado Floresta Aberta, submontana, relevo dissecado, com palmeiras Floresta Aberta, submontana, platô Floresta Aberta, submontana, relevo dissecado Floresta Aberta, submontana, relevo aplainado Floresta Aberta, submontana, relevo ondulado Floresta Aberta, submontana, relevo dissecado Floresta Aberta, submontana, relevo ondulado	Fan Fam Far Fau Fai Fai Fan Fas	As	
	Submontana com Palmeiras	Floresta Ombrófila Aberta, submontana, com palmeiras	Asp	Asp	
	Submontana com Cipó	Floresta Ombrófila Aberta, submontana, com cipós	Asc	Asc	
	Submontana com Bambu	Floresta Ombrófila Aberta, submontana, com bambus	Asb	Asb	
	Submontana com Sororoca	Floresta Ombrófila Aberta, submontana, com sororoca	Ass	Ass	
	Montana			Am	
	Montana com Palmeiras	Floresta Ombrófila Aberta, montana, com palmeiras	Amp	Amp	
	Montana com Cipó			Amc	
	Floresta Ombrófila Mista				M
		Aluvial			Ma
		Submontana	Floresta Ombrófila Mista, submontana	Ms	Ms
		Montana	Floresta Ombrófila Mista, montana	Mm	Mm
		Alto-montana	Floresta Ombrófila Mista, alto-montana	MI	MI

**APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia (cont.)**

ECOSSISTEMA	CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE AGRUPADA
			F
	Floresta Semidecidual, relevo aplainado Floresta Semidecidual, baixas cadeias de montanhas	Fsa Fsd	Fsa
	Aluvial	Flor. Estacional Semidecidual, aluvial	Fa
	Aluvial com Dossel Uniforme		Fau
	Aluvial com Dossel Emergente	Flor. Estacional Semidecidual, aluvial, dossel emergente	Fae
	Terras Baixas	Flor. Estacional Semidecidual, terras baixas	Fb
	Terras Baixas com Dossel Uniforme		Fbu
	Terras Baixas com Dossel Emergente	Flor. Estacional Semidecidual, terras baixas, dossel emergente	Fbe
	Submontana	Floresta Semidecidual, submontana, relevo dissecado Floresta Estacional Semidecidual, submontana	Fsn Fs
	Submontana com Dossel Uniforme		Fsu
	Submontana com Dossel Emergente	Floresta Estacional Semidecidual, submontana, dossel emergente	Fse
	Montana	Floresta Estacional Semidecidual, montana	Fm
	Montana com Dossel Uniforme		Fmu
	Montana com Dossel Emergente		Fma
			C
	Floresta Decidual latifoliada Floresta Decidual mista Floresta Decidual mista Floresta Decidual nanofoliada	Fla Flm Fnm Fna	Fla
	Aluvial		Ca
	Aluvial com Dossel Uniforme		Cau
	Terras Baixas	Floresta Estacional Decidual, terras baixas	Cb
	Terras Baixas com Dossel Uniforme		Cbu
	Terras Baixas com Dossel Emergente	Floresta Estacional Decidual, terras baixas, dossel emergente	Cbe
	Submontana	Floresta Estacional Decidual, submontana	Cs
	Submontana com Dossel Uniforme		Csu
	Submontana com Dossel Emergente	Floresta Estacional Decidual, submontana, dossel emergente	Cse
	Montana	Floresta Estacional Decidual, montana	Cm
	Montana com Dossel Uniforme		Cmu
	Montana com Dossel Emergente		Cme

**APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia (cont.)**

ECOSSISTEMA		CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE AGRUPADA
Campinarana				L
	Florestada	Formação Edáfica Arbórea Densa	Pcv	Ld
		Formação Edáfica Arbórea Densa, depressões	Pcv	
		Formação Edáfica Arbórea Densa, depressão,	Cad	
		Formação Edáfica Arbórea Densa, planície	Cap	
		Formação Edáfica Arbórea Densa, terraços	Cac	
		Formação Edáfica Arbórea Densa, relevo tabular	Cab	
		Formação Edáfica Arbórea Densa, relevo ondulado	Cao	
		Formação Edáfica Arbórea Densa, terraços e depressões	Per	
		Formação Edáfica Arbórea Densa, relevo residual	Per	
		Campinarana Arbórea Densa, relevo dissecado	Caa	
	Campinarana Arbórea Aberta, vale	Cbv		
	Florestada sem Palmeiras			Lds
	Florestada com Palmeiras			Ldp
	Arborizada	Formação Edáfica Arbórea Aberta	Ped	La
		Formação Edáfica Arbórea Aberta, depressões	Cbd	
		Campinarana Arbórea Aberta, planície	Cbp	
		Campinarana Arbórea Aberta, terraço	Cat	
		Campinarana Arbórea Aberta, relevo dissecado	Cba	
		Campinarana Arbórea Aberta, relevo ondulado	Cbo	
Campinarana Arbustiva, planície		Cup	Cup	
Campinarana Arbustiva, terraços		Cus		
Campinarana Arbustiva, depressão		Cud		
Campinarana Arbustiva, relevo tabular		Cub		
Arborizada sem Palmeiras			Las	
Arborizada com Palmeiras			Lap	
Gramíneo-Lenhosa	Campinarana Gramíneo-Lenhosa, depressão	Cgl	Lg	
Gramíneo-Lenhosa sem Palmeiras			Lgs	
Gramíneo-Lenhosa com Palmeiras			Lgp	

**APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia (cont.)**

ECOSSISTEMA		CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE AGRUPADA
Savana				S
	Florestada	Cerradão	Sc	Sd
		Savana Arbórea Densa	Sad	
		Savana Arbórea Densa	Sd	
	Arborizada	Campo Cerrado	Sr	Sa
		Savana Arbórea Aberta	Saa	
		Savana Arbórea Aberta	Sa	
	Arborizada sem Flor. de Galeria	Savana Arbórea Aberta sem floresta de galeria	Sas	Sas
	Arborizada com Flor. de Galeria	Savana Arbórea Aberta com floresta de galeria	Saf	Saf
	Parque	Cerrado Parque	Sp	Sp
		Savana Parque	Sp	
	Parque sem Flor. de Galeria	Savana Parque sem floresta de galeria	Sps	Sps
Parque com Flor. de Galeria	Savana Parque com floresta de galeria	Spf	Spf	
Gramíneo-Lenhosa	Savana Gramíneo-Lenhosa	Sm	Sg	
	Savana Gramíneo-Lenhosa	Sg		
	Campo	Sm		
Gramíneo-Lenhosa sem Flor. de Galeria	Savana Gramíneo-Lenhosa sem flor. de galeria	Sgs	Sgs	
Gramíneo-Lenhosa com Flor. de Galeria	Savana Gramíneo-Lenhosa com flor. de galeria	Sgf	Sgf	
Savana estéptica				T
	Florestada	Savana Estépica Arbórea Densa	Cd	Td
		Savana Estépica Arbórea Densa	Td	
	Arborizada	Savana Estépica Arbórea Aberta	Ca	Ta
	Arborizada sem Flor. de Galeria	Savana Estépica Arborizada sem floresta de galeria	Tas	Tas
	Arborizada com Flor. de Galeria	Savana Estépica Arborizada com floresta de galeria	Taf	Taf
	Parque	Savana Estépica Parque	Cp	Tp
	Parque sem Flor. de Galeria	Savana Estépica Parque sem floresta de galeria	Tps	Tps
	Parque com Flor. de Galeria	Savana Estépica Parque com floresta de galeria	Tpf	Tpf
	Gramíneo-Lenhosa	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa	Tg	Tg
	Gramíneo-Lenhosa sem Flor. de Galeria	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria	Tgs	Tgs
Gramíneo-Lenhosa com Flor. de Galeria	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa com floresta de galeria	Tgf	Tgf	

**APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia (cont.)**

ECOSSISTEMA		CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE AGRUPADA
Estepe				E
		Caatinga Arbórea Caatinga Arbustiva Estepe Arbórea Densa sem palmeiras Estepe Arbórea Densa com palmeiras Estepe Arbórea Aberta sem palmeiras Estepe Arbórea Aberta com palmeiras	Ea Eu Eds Edp Eas Eap	
	Arborizada			Ea
	Arborizada sem Flor. de Galeria			Eas
	Arborizada com Flor. de Galeria			Eaf
	Parque	Caatinga Parque Estepe Parque Estepe Parque sem palmeiras Estepe Parque com palmeiras	Ep Ep Eps Epp	Ep
	Parque sem Flor. de Galeria			Eps
	Parque com Flor. de Galeria			Epf
	Gramíneo-Lenhosa			Eg
	Gramíneo-Lenhosa sem Flor. de Galeria			Egs
	Gramíneo-Lenhosa com Flor. de Galeria	Estepe Gramíneo-Lenhosa com floresta de galeria	Eg	Egf
	Vegetação c/ Influência Marinha (Restinga)		Formação Pioneira - Restinga	Pr
Arbórea (pont. rochoso)		Formação Pioneira, influência marinha, restinga, arbórea	Pma	Pma
Arbustiva (das dunas)		Formação Pioneira, influência marinha, restinga, arbustiva	Pmb	Pmb
Herbácea (das praias)		Formação Pioneira, influência marinha, restinga, herbácea	Pmh	Pmh
Vegetação c/ Influência Fluviomarinha				Pf
	Arbórea (Maguezal)	Formação Pioneira - Manguezal Formação Pioneira Arbórea, influência marinha - Mangue Formação Pioneira Arbórea, influência fluviomarinha	Pm Pfm Pfm	Pfm
	Herbácea (Plan. Mar.)	Formação Pioneira Herbácea, influência fluviomarinha	Pfh	Pfh
		Form. Pioneira Herbácea, influência fluviomarinha, sem palmeiras	Phs	



**APÊNDICE 3.1.1 – Regras para o agrupamento das classes de vegetação do bioma Amazônia (cont.)**

ECOSSISTEMA	CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE ORIGINAL	SÍMBOLO DA CLASSE AGRUPADA	
Vegetação c/ Influência Fluvial e/ou Lacustre			Pa	
	Buritizal	Form. Pioneira, influência fluvial buritizal	Pfb	Pab
		Formação Pioneira Arbórea com palmeiras Formação Pioneira Arbórea sem palmeiras Formação Pioneira Arbórea, permanentemente inundada	Pp Pl Pal	Pal
	Arbustiva	Formação Pioneira Arbustiva Formação Edáfica Arbustiva palustre, depressão Formação Pioneira Arbustiva, periodicamente inundada Formação Edáfica Arbustiva, permanentemente inundada Formação Pioneira Arbustiva, depressão, permanentemente inundada Formação Pioneira Arbustiva, terraços Form. Pion. Arbustiva, infl. fluvial, com palmeiras	Pa Pau Pau Pae Pae Pac Pap	Paa
	Arbustiva sem Palmeiras	Form. Pioneira Arbustiva, influência fluvial, sem palmeiras Form. Pioneira Arbustiva, influência fluvial, sem palmeiras	Pfs Pas	Pas
	Arbustiva com Palmeiras			Pap
	Herbácea	Formação Pioneira Campestre Formação Edáfica Gramínea palustre, depressão Formação Pioneira Graminosa, permanentemente inundada Form. Pioneira Graminosa, depressão, permanentemente inundada Formação Pioneira Graminóide, influência fluvial	Pc Pag Pag Pag Phf	Ph
	Herbácea sem Palmeiras			Phs
	Herbácea com Palmeiras			Php
	Refúgio Montano		Refúgio Montano	rm
Arbustivo		Veg. Escleróf., submediterrâneo Refugio Carrasco Refugio Arbustivo Refugio Rosário - Secundária latifoliada	Vm Cr Rta RFsl	rmb
Herbáceo		Refúgio Tingua - Secundária mista Refúgio Montano Herbáceo	Tfsm rmh	rmh
		Refúgio Alto-Montano	rl	rl
Refúgio Alto-montano	Arbustivo	Refúgio Arbustivo Refúgio Alto-Montano Arbustivo	Va rlb	rlb
	Herbáceo	Refúgio Graminoso Refúgio Alto-Montano Herbáceo Refúgio Alto-Montano Herbáceo	Pg rlh rah	rlh
				Vs
Vegetação Secundária	Sem Palmeiras	Secundária latifoliada Vegetação Secundária sem palmeiras	Fsl Vss	Vss
	Com Palmeiras	Secundária mista Vegetação Secundária com palmeiras	Fsm Vsp	Vsp

**APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação**

Vol. RADAM (ref. original)	Símbolo da classe original	Regra		Densidade de carbono (tC/ha)
		Número	Complemento: Vol. RADAM ou classe similar	
1	Cs	4	Fsa	152,93
	Fa	4	Fsa	152,93
	Fs	4	Fsa	152,93
	Pap	1		101,75
	Phs	5		101,75
	Saf	6		15,39
	Sas	6		15,39
	Sd	6		28,67
	Spf	5		101,75
	Sps	5		101,75
	Vsp	3	Vol 8	51,29
	Vss	4	Vsp	51,29
	2	Fdp	2	Vol 5
Fam		2	Vol 4	112,49
Fsb		3	Vol 12/Vol 16/Vol 17	94,56
Fde		2	Vol 3/Vol 4/Vol 5	125,60
Fla-Fna-Fnm-Flm		4	Fsa	152,93
Pc		5		95,09
Sr		6		15,39
Sc		6		28,67
Sp		5		95,09
Vsm		3	Vol 8	51,29
Fsl		4	Vsp	51,29
3	Fsb	3	Vol 12/Vol 16/Vol 17	94,57
	Fde-Fdc-Fdb-Fdn-Fda	1		115,55
	Pc	5		115,55
	Pr-Pm	5		115,55
	RFsl	5		115,55
	Sr	6		15,39
	Sp	5		115,55
	Fsm	3	Vol 8	51,29
Fsl	4	Vsp	51,29	
4	Fdp	2	Vol 5	96,98
	Fdm	3	Vol 8/Vol 9/Vol 11	78,48
	Fdt	1		76,51
	Fam	1		112,49
	Fal	1		84,07
	Fdc-Fde-Fdn	1		120,40
	Vm	5		98,37
	Sr	6		15,39
	Sc	6		28,67
	Sp	5		98,37

As regras de número 1 a 6 são descritas no item 2.5.1 do relatório.

**APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação (cont.)**

Vol. RADAM (ref. original)	Símbolo da classe original	Regra		Densidade de carbono (tC/ha)
		Número	Complemento: Vol. RADAM ou classe similar	
5	Fdp	1		96,98
	Fdi-Fdr-Fdt	1		102,32
	Fam	2	Vol 4/Vol 7	116,27
	Fal	1		75,45
	Fdc-Fda-Fde-Fdb-Fdn	1		140,86
	Pa	5		103,90
	Pc	5		103,90
	Pm	5		103,90
	Sr	6		15,39
	Sp	5		103,90
	Fsl	4	Vsp	51,29
	6	Fdp	2	Vol 5
Fdt		1		134,91
Fde-Fdn-Fdb-Fdc		1		147,58
Pa		5		141,25
Pc		5		141,25
Pm		5		141,25
Cr		5		141,25
Sr		6		15,39
Sc		6		28,67
Sp		5		141,25
7	Fdp	2	Vol 5/Vol 16/Vol 17/Vol 18	129,77
	Fdr-Fdi-Fdt	1		119,73
	Fam	1		120,04
	Fal	1		114,73
	Fdc-Fdn-Fde-Fdb	1		112,55
	Fla	4	Fsa	152,93
	Pa	5		116,76
	Vm	5		116,76
	Sr	6		15,39
	Sc	6		28,67
	Sm	5		116,76
	Sp	5		116,76
Fsl	4	Vsp	51,29	

**APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação (cont.)**

Vol. RADAM (ref. original)	Símbolo da classe original	Regra		Densidade de carbono (tC/ha)
		Número	Complemento: Vol. RADAM ou classe similar	
8	Fdp	1		129,48
	Fdm-Fbm	1		108,82
	Fdt	1		82,34
	Fam	2	Vol 11	119,53
	Fal	2	Vol 9	63,14
	Fdn	1		93,77
	Fsn	4	Fsa	152,93
	Fsd	1		152,93
	Pa	5		113,99
	Pp-Pl	5		113,99
	Pfm	1		179,28
	Pc	5		113,99
	Sr	6		15,39
	Sm	5		113,99
	Sp	5		113,99
	Fsm	1		51,29
9	Fdm-Fbm	1		77,84
	Fdt-Fdr	1		130,77
	Fam	3	Vol 4/Vol 7/Vol 11	117,36
	Fal	1		63,14
	Fdc-Fdn	1		132,20
	Pa	5		100,99
	Sr	6		15,39
	Sc	6		28,67
	Sm	5		100,99
Sp	5		100,99	
10	Fdp	2	Vol 5/Vol 8/Vol 17/Vol 18	127,21
	Fdt-Fdr-Fdi	1		117,81
	Fam	2	Vol 4/Vol 7	116,27
	Fal	2	Vol 4/Vol 5/Vol 7/Vol 9	84,35
	Fda-Fdb-Fdn-Fde-Fdc	1		116,88
	Pa	5		117,34
	Pl	5		117,34
	Pc	5		117,34
	Vm	5		117,34
	Sr	6		15,39
	Sc	6		28,67
	Sp	5		117,34
	Fsl	4	Vsp	51,29
11	Fdm-Fba	1		48,78
	Fdt-Fdi	1		86,16
	Fam	1		119,53
	Fdn	1		112,36
	Pcv-Pcr	2	Vol 14	134,46
	Rta	5		91,71

**APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação (cont.)**

Vol. RADAM (ref. original)	Símbolo da classe original	Regra		Densidade de carbono (tC/ha)
		Número	Complemento: Vol. RADAM ou classe similar	
12	Fab-Fas-Ap-Fao-Faa	1		98,21
	Fdo	1		112,33
	Fds	2	Vol 13/Vol 16/Vol 17	104,27
	Fap-Fac	1		109,78
	Fan	1		94,45
	Fda-Fdb-Fdn	1		107,07
	Pap-Pau	5		104,37
	Pag	5		104,37
13	Ap-Fao-Faa	1		100,33
	Fdp	1		75,66
	Fdo	1		115,03
	Fdu	1		79,16
	Fac-Fag-Fap	1		104,14
	Fda-Fdb	1		118,04
	Cad	2	Vol 14	134,46
	Fsl	4	Vsp	51,29
14	Faa-Fab-Fas	1		132,70
	Fdp	1		103,78
	Fdm	2	Vol 8/Vol 11	77,48
	Fdu-Fds-Fdt	1		106,67
	Fac-Fap-Fag	1		111,55
	Fdc-Fda-Fdn-Fdb	1		116,37
	Cad-Cao-Cab-Cap-Cac	1		134,46
	Pae-Pap-Pau	5		117,59
	Pfm	2	Vol 8	179,28
	Pag	5		117,59
	Rta	5		117,59
15	Ap-Faa-Fab	1		114,57
	Fdp	2	Vol 13/Vol 14/Vol 16/Vol 17/Vol 18	120,31
	Fdo	1		117,04
	Fac-Fag-Fap	1		123,84
	Fda-Fdb-Fdc	1		115,21
	Pau	5		117,66

**APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação (cont.)**

Vol. RADAM (ref. original)	Símbolo da classe original	Regra		Densidade de carbono (tC/ha)
		Número	Complemento: Vol. RADAM ou classe similar	
16	Fab-Fas-Ap-Fao-Faa	1		110,90
	Fai-Far-Fau	1		104,35
	Fdp	1		139,74
	Fdo	1		204,40
	Fdt	1		122,42
	Fap-Fag-Fac	1		173,39
	Fal	1		95,98
	Fan	1		99,11
	Fdc-Fda-Fdn-Fdb	1		138,24
	Pau-Pap	5		132,06
	Pag	5		132,06
	Saa	6		15,39
	Sad	6		28,67
	Sg	5		132,06
	Sp	5		132,06
	Fsm	3	Vol 8	51,29
17	Fas-Fab-Faa-Fao	1		110,65
	Far	2	Vol 16	104,35
	Fdp-Fdg	1		132,33
	Fdo	1		105,87
	Fdr-Fdi-Fdt-Fds-Fdu	1		112,21
	Fap-Fac	1		103,53
	Fan	1		90,13
	Fdb-Fdc-Fda-Fdn	1		115,28
	Pau-Pap-Pac-Pae	5		110,00
	Pal	5		110,00
	Pfm	3	Vol 8	179,28
	Pag	5		110,00
	Saa	6		15,39
	Sad	6		28,67
	Sg	5		110,00
Sp	5		110,00	
18	Fas-Fab-Fao-Ap-Faa	1		97,27
	Fdp-Fdg	1		150,05
	Fdi-Fdu-Fds-Fdr-Fdt	1		82,19
	Fac-Fag-Fap	1		188,82
	Fan	2	Vol 17	90,13
	Fdc-Fdn-Fdb-Fda	1		117,69
	Cap-Cab-Cac-Cbv-Caa-Cao	2	Vol 14	134,46
	Pap-Pau	5		127,20
	Pal	5		127,20
	Pfm	2	Vol 8	179,28
	Pag	5		127,20
	Fsm	2	Vol 8	51,29
	Fsl	4	Vsp	51,29

**APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação (cont.)**

Vol. RADAM (ref. original)	Símbolo da classe original	Regra		Densidade de carbono (tC/ha)
		Número	Complemento: Vol. RADAM ou classe similar	
19	Abc	1		51,51
	Abp	1		81,42
	Abc	1		83,32
	Abp	1		140,14
	Dse	1		57,28
	Fae	4	Fsa	152,93
	Fse	4	Fsa	152,93
	Pfb	5		82,73
	Pfs	5		82,73
	Pfh	5		82,73
	Saf	6		15,39
	Sas	6		15,39
	Sd	6		28,67
	Spf	5		82,73
	Sps	5		82,73
	Vss	4	Vsp	51,29
20	Asc	1		75,44
	Asp	1		101,79
	Dse	1		79,28
	Fse	4	Fsa	152,93
	Pfs	5		85,50
	Saf	6		15,39
	Sas	6		15,39
	Sd	6		28,67
	Sps	5		85,50
22	Asc	1		65,18
	Asp	1		81,45
	Ass	1		34,19
	Dse	1		100,14
	Fae	4	Fsa	152,93
	Fse	4	Fsa	152,93
	Pap	5		70,24
	Pas	5		70,24
	Phs	5		70,24
	Saf	6		15,39
	Sas	6		15,39
	Sd	6		28,67
	Spf	5		70,24
	Sps	5		70,24
	Vsp	3	Vol 8	51,29
Vss	4	Vsp	51,29	

**APÊNDICE 3.1.2 – Densidade de carbono no bioma Amazônia por mapa e classe agrupada de vegetação (cont.)**

Vol. RADAM (ref. original)	Símbolo da classe original	Regra		Densidade de carbono (tC/ha)
		Número	Complemento: Vol. RADAM ou classe similar	
25	Cs	4	Fsa	152,93
	Fa	4	Fsa	152,93
	Fae	4	Fsa	152,93
	Fs	4	Fsa	152,93
	Fse	4	Fsa	152,93
	Pas	5		103,68
	Phs	5		103,68
	Saf	6		15,39
	Sas	6		15,39
	Sd	6		28,67
	Spf	5		103,68
	Sps	5		103,68
	26	Asc	2	Vol 20/Vol 22
Cs		4	Fsa	152,93
Dae		2	Vol 20/Vol 22	89,71
Fae		4	Fsa	152,93
Fse		4	Fsa	152,93
Pap		5		88,29
Pas		5		88,29
Phs		5		88,29
Saf		6		15,39
Sas		6		15,39
Sd		6		28,67
Spf		5		88,29
Sps		5		88,29
27	Cs	4	Fsa	152,93
	Fae	4	Fsa	152,93
	Saf	6		15,39
	Sas	6		15,39
	Sd	6		28,67
29	Cs	4	Fsa	152,93
	Fa	4	Fsa	152,93
	Fs	4	Fsa	152,93
	Pas	5		85,62
	Phs	5		85,62
	Saf	6		15,39
	Sas	6		15,39
	Spf	5		85,62
	Sps	5		85,62
	Vsp	3	Vol 8	51,29
	Vss	4	Vsp	51,29
31	Cs	4	Fsa	152,93
	Fa	4	Fsa	152,93
	Fs	4	Fsa	152,93
	Saf	6		15,39
	Sas	6		9,75
	Sd	6		28,67
	Sgf	5		100,98
	Sps	5		100,98



### APÊNDICE 3.2 – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Cerrado e os correspondentes valores de densidade de carbono

SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	VOLUME	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Fdp		Floresta Ombrófila Densa, planície aluvial	Floresta Ombrófila Densa, aluvial	118,22
Fde		Floresta Ombrófila Densa, áreas sedimentares - platô	Floresta Ombrófila Densa, áreas sedimentares	119,73
Fa		Floresta Estacional Semidecidual, aluvial	Floresta Estacional	152,93
Fae		Floresta Estacional Semidecidual, aluvial, dossel emergente		
Fbe		Floresta Estacional Semidecidual, terras baixas, dossel emergente		
Fs		Floresta Estacional Semidecidual, submontana		
Fse		Floresta Estacional Semidecidual, submontana, dossel emergente		
Fm		Floresta Estacional Semidecidual, montana		
Fla		Floresta Estacional Decidual latifoliada		
Flm		Floresta Estacional Decidual mista		
Fnm		Floresta Estacional Decidual mista		
Fna		Floresta Estacional Decidual nanofoliada		
Cb		Floresta Estacional Decidual, terras baixas		
Cbe		Floresta Estacional Decidual, terras baixas, dossel emergente		
Cs		Floresta Estacional Decidual, submontana		
Cm		Floresta Estacional Decidual, montana		
Cmu		Floresta Estacional Decidual, montana, dossel uniforme		
Fes_Vsp		Vegetação secundária em Floresta Estacional Semidecidual com palmeiras		
Fes_Vss		Vegetação secundária em Floresta Estacional Semidecidual sem palmeiras		
Sc		Cerradão	Savana Arbórea Densa	28,67
Sd		Savana Arbórea Densa		
Sfe_SN		Ecótono em área de contato Savana/Floresta Estacional		
SN		Ecótono em área de contato Savana/Floresta Estacional		
Sfe_Sas		Savana Arbórea Aberta em área de contato Savana/Floresta Estacional		
Sfe_Sd		Savana Arbórea Densa em área de contato Savana/Floresta Estacional		
Sfe_Vsp		Vegetação Secundária em área de contato Savana/Floresta Estacional		
Efe_Vsp		Vegetação Secundária em área de contato Savana Estépica /Floresta Estacional		

**APÊNDICE 3.2** – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Cerrado e os correspondentes valores de densidade de carbono (cont.)

SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Sr	Campo Cerrado	Savana Arbórea Aberta	15,39
Sas	Savana Arbórea Aberta sem floresta de galeria		
Saf	Savana Arbórea Aberta com floresta de galeria		
Pap	Formação Pioneira Arbustiva, influência fluvial, com palmeiras		
Fsl	Vegetação Secundária latifoliada		
Vss	Vegetação Secundária sem palmeiras		
Fsm	Vegetação Secundária mista		
Vsp	Vegetação Secundária com palmeiras		
SEN	Ecótono em área de contato Savana/ Estepe/Floresta Estacional		
SE	Ecótono em área de contato Savana /Estepe		
EN	Ecótono em área de contato Estepe/Floresta Estacional		
Tap	Refúgio Tianguá		
Tap_Ap	Agropecuária em área do Refúgio Tianguá		
Td	Savana Estépica Arbórea Densa	Savana Estépica Densa	33,75
Eds	Estepe Arbórea Densa sem palmeiras		
Tas	Savana Estépica Arborizada sem floresta de galeria	Savana Estépica Aberta	20,25
Ea	Caatinga arbórea		
Eas	Caatinga Arbórea Aberta sem palmeiras		
Eap	Caatinga Arbórea Aberta com palmeiras		
Pm	Formação Pioneira – Manguezal	Mangue arbóreo	98,40
SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Ac	Área de Cultura	Vegetação do tipo não-florestal	Média das densidades de carbono do volume do RADAM correspondente  (ver Apêndice 3.3)
Acc	Área de Cultura Cíclica		
Accfes	Área de Cultura Cíclica		
Accs	Área de Cultura Cíclica		
Agua	Identificado como água pelo RADAM e como florestas nas imagens de satélite.		
Ap	Área de Pastagem		
Apfed	Área de Pastagem		
Apfes	Área de Pastagem		
Aps	Área de Pastagem		
Apse	Área de Pastagem		
Caa_Epp	Estepe Parque com Palmeiras		
Dn	Dunas		
Ep	Estepe Parque		
Epp	Estepe Parque com Palmeiras		
Eu	Caatinga Arbustiva		
Fsb	Floresta Babaçal		
Pas	Formação Pioneira Arbustiva, influência fluvial, sem palmeiras		
Pc	Formação Pioneira aluvial campestre		
Pfh	Formação Pioneira Herbácea, influência fluvial		
Phs	Formação Pioneira Herbácea, influência fluvial, sem palmeiras		

**APÊNDICE 3.2** – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Cerrado e os correspondentes valores de densidade de carbono (cont.)

SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Pr	Formação Pioneira – Restinga	Vegetação do tipo não-florestal	Média das densidades de carbono do volume do RADAM correspondente  (ver Apêndice 3.3)
Re	Reflorestamento com Eucalipto		
Rm	Refúgio Ecológico Montano		
Sgf	Savana Gramíneo-Lenhosa com floresta de galeria		
Sgs	Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria		
Sp	Cerrado Parque		
Spf	Savana Parque com floresta de galeria		
Sps	Savana Parque sem floresta de galeria		
St	Ecótono em área de contato Savana/Savana Estépica		
Ste	Ecótono em área de contato Savana/Savana Estépica		
Tec_Acc	Área de Cultura Cíclica		
Tec_Eap	Estepe Arbórea Aberta com palmeiras em Área de Tensão Ecológica		
Tec_Eds	Estepe Arbórea Densa sem palmeiras em Área de Tensão Ecológica		
Tec_Epp	Estepe Parque com palmeiras em Área de Tensão Ecológica		
Tec_Sas	Savana Arbórea Aberta sem floresta de galeria em Área de Tensão Ecológica		
Tgs	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria		
Tpf	Savana Estépica Parque com floresta de galeria		
Tps	Savana Estépica Parque sem floresta de galeria		

**APÊNDICE 3.3** – Densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, por volume do RADAM, para o bioma Cerrado

Volume	Densidade de carbono
	(t C/ha)
Vol 01	60,47
Vol 02	83,66
Vol 03	55,74
Vol 19	83,88
Vol 21	20,36
Vol 22	50,46
Vol 23	43,20
Vol 24	59,74
Vol 25	92,59
Vol 26	68,83
Vol 27	93,16
Vol 28	91,61
Vol 31	84,43

**APÊNDICE 3.4** – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Caatinga e os correspondentes valores de densidade de carbono

SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Fs	Floresta Estacional Semidecidual, submontana	Floresta Estacional	152,93
Fm	Floresta Estacional Semidecidual, montana		
Cs	Floresta Estacional Decidual, submontana		
Cm	Floresta Estacional Decidual, montana		
Cmu	Floresta Estacional Decidual, montana, dossel uniforme		
Sc	Cerradão	Savana Arbórea Densa	28,67
Sd	Savana Arbórea Densa		
SN	Ecótono em área de contato Savana/Floresta Estacional	Savana Arbórea Aberta	15,39
Sr	Campo Cerrado		
Sas	Savana Arbórea Aberta sem floresta de galeria		
Saf	Savana Arbórea Aberta com floresta de galeria		
Eds	Estepe Arbórea Densa sem palmeiras	Savana Estépica Arbórea Densa	33,75
Edp	Estepe Arbórea Densa com palmeiras		
Ea	Estepe Arbórea	Savana Estépica Arbórea Aberta	20,25
Eap	Estepe Arbórea Aberta com palmeiras		
Eas	Estepe Arbórea Aberta sem palmeiras		
SEN	Ecótono em área de contato Savana/Estepe/Floresta Estacional		
SE	Ecótono em área de contato Savana/Estepe		
SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Ac	Área de Cultura	Vegetação do tipo não-florestal	Média das densidades de carbono do volume do RADAM correspondente  (ver Apêndice 3.5)
Ac_Aberta	Área de Cultura		
Ac_Caa	Área de Cultura		
Ac_Sem	Área de Cultura		
Acc	Área de Cultura Cíclica		
Acce	Área de Cultura		
Acp	Área de Cultura Permanente		
Agua	Identificado como água pelo RADAM e como florestas nas imagens de satélite.		
Ap	Área de Pastagem		
Apee	Área de Pastagem		
Caa_Acc	Área de Cultura Cíclica		
Caa_Ap	Área de Pastagem		
Caa_Epp	Estepe Parque com Palmeiras		
Caa_Eps	Estepe Parque sem palmeiras		
Cer_Rm	Refúgio Ecológico Montano		
Cer_Sgs	Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria		
Dn	Dunas		
Efe_Acc	Área de Cultura Cíclica		
Efe_Acc_C	Área de Cultura Cíclica		
Efe_Acc_V	Área de Cultura Cíclica		
Efe_Ap	Área de Pastagem		
Efe_En	Contato Estepe/Floresta Estacional		

**APÊNDICE 3.4** – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Caatinga e os correspondentes valores de densidade de carbono (cont.)

SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	Classes de vegetação de porte não florestal, segundo RADAM, mas identificadas como florestas nas imagens de satélite	Volume RADAM (ref. original)	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Efe_Vsp	Vegetação Secundária em área de contato Savana Estépica /Floresta Estacional	Vegetação do tipo não-florestal	Média das densidades de carbono do volume do RADAM correspondente  (ver Apêndice 3.5)
Efe_Vss	Vegetação secundária sem palmeiras em área de contato Estepe/Floresta Estacional		
En	Contato Estepe/Floresta Estacional		
Enfee	Contato Estepe/Floresta Estacional		
Ep	Estepe Parque		
Epp	Estepe Parque com palmeiras		
Eps	Estepe Parque sem palmeiras		
Eu	Caatinga arbustiva		
Fed_Acc	Área de Cultura Cíclica em Floresta Densa		
Fed_Vss	Vegetação Secundária sem palmeiras em Floresta Densa		
Fes_Acc	Cultura Cíclica em área de Floresta Estacional Semidecidual		
Fes_Ap	Pastagem em área de Floresta Estacional Semidecidual		
Fes_Vsp	Vegetação secundária em Floresta Estacional Semidecidual com palmeiras		
Fes_Vss	Vegetação secundária em Floresta Estacional Semidecidual sem palmeiras		
Foa_Acc	Cultura Cíclica em área de Floresta Estacional Decidual Latifoliada		
Foa_Vsp	Vegetação Secundária com palmeiras em área de Floresta Estacional Decidual Latifoliada		
Foa_Vss	Vegetação Secundária sem palmeiras em área de Floresta Estacional Decidual Latifoliada		
Fop_Pas	Formação Pioneira Arbustiva, influência fluvial, sem palmeiras		
Fop_Pfm	Formação Pioneira Arbórea - Mangue		
Fsm	Vegetação Secundária mista com palmeiras		
Fsm/Sem	Vegetação Secundária mista com palmeiras		
Pap	Formação Pioneira Arbustiva, influência fluvial, com palmeiras		
Pas	Formação Pioneira Arbustiva, influência fluvial, sem palmeiras		
Pc	Formação Pioneira aluvial campestre		
Pfm	Formação Pioneira Arbórea - Mangue		
Phs	Formação Pioneira Herbácea – influência fluvial, sem palmeiras		
Pm	Formação Pioneira – Mangue		
Pmb	Formação Pioneira – Restinga Arbustiva		
Pmh	Formação Pioneira – Restinga Herbácea		
Pr	Formação Pioneira - Restinga		
Re	Reflorestamento de Eucalipto		
Rm	Refúgio Ecológico Montano		
Rms	Refúgio Ecológico Montano		
Sec	Contato Savana/Estepe		
Sefe_Ap	Pastagem em área de contato Savana/Floresta Estacional		
Sefe_Sen	Contato Savana/Floresta Estacional		
Sfe_Ap	Pastagem em área de contato Savana/Floresta Estacional		
Sfe_Sgs	Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria		
Sfe_Vsp	Vegetação Secundária em área de contato Savana/Floresta Estacional		
Sp	Savana Parque		

**APÊNDICE 3.4** – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Caatinga e os correspondentes valores de densidade de carbono (cont.)

SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Sps	Savana Parque sem floresta de galeria	Vegetação do tipo não-florestal	Média das densidades de carbono do volume do RADAM correspondente  (ver Apêndice 3.5)
Tap_Ap	Agropecuária em área do Refúgio Tianguá		
Tec_Ap	Área de Pastagem		
Tec_Epp	Estepe Parque com palmeiras em Área de Tensão Ecológica		
Tec_Se	Contato Savana/Estepe		
Tec_Sgs	Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria		
Vsp	Vegetação Secundária com palmeiras		
Vsp_Aberta	Vegetação Secundária com palmeiras		
Vsp_Sem	Vegetação Secundária com palmeiras		
Vss	Vegetação Secundária sem palmeiras		

**APÊNDICE 3.5** – Densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, por volume do RADAM, para o bioma Caatinga

Volume	Densidade de carbono
	(t C/ha)
Vol 01	64,57
Vol 02	21,44
Vol 03	17,82
Vol 21	23,11
Vol 23	23,92
Vol 24	41,12
Vol 29	60,83
Vol 30	23,49



### APÊNDICE 3.6 – Regras de agrupamento das classes de vegetação do bioma Pantanal e os correspondentes valores de densidade de carbono

SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Fa	Floresta Estacional Semidecidual, aluvial	Floresta Estacional	152,93
Fae	Floresta Estacional Semidecidual, aluvial, dossel emergente		
Fb	Floresta Estacional Semidecidual, terras baixas		
Fbe	Floresta Estacional Semidecidual, terras baixas, dossel emergente		
Fs	Floresta Estacional Semidecidual, submontana		
Fse	Floresta Estacional Semidecidual, submontana, dossel emergente		
Cb	Floresta Estacional Decidual, terras baixas		
Cbe	Floresta Estacional Decidual, terras baixas, dossel emergente		
Cs	Floresta Estacional Decidual, submontana		
Cse	Floresta Estacional Decidual, submontana, dossel emergente		
Sd	Savana Arbórea Densa	Cerradão	28,67
Sas	Savana Arbórea Aberta sem floresta de galeria	Campo Cerrado 1	6,96
Spf	Savana Parque com floresta de galeria		
St	Ecótono em área de contato Savana/Savana Estépica		
Saf	Savana Arbórea Aberta com floresta de galeria	Campo Cerrado 2	8,79
Td	Savana Estépica Arbórea Densa	Campo Cerrado 3	10,54
Tas	Savana Estépica Arborizada sem floresta de galeria		
SÍMBOLO DAS CLASSES ORIGINAIS	CLASSE ORIGINAL	CLASSE AGRUPADA	DENSIDADE DE CARBONO (t C/ha)
Ac	Área de Cultura	Vegetação do tipo não-florestal	Média das densidades de carbono do volume do RADAM correspondente  (ver Apêndice 3.7)
Acc	Área de Cultura Cíclica		
Accfes	Área de Cultura Cíclica		
Agua	Identificado como água pelo RADAM e como florestas nas imagens de satélite.		
Ap	Área de Pastagem		
Apfes	Área de Pastagem		
Aps	Área de Pastagem		
Apse	Área de Pastagem		
Pap	Formação Pioneira Arbustiva, influência fluvial, com palmeiras		
Sgf	Savana Gramíneo-Lenhosa com floresta de galeria		
Sgs	Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria		
Sps	Savana Parque sem floresta de galeria		
Tgf	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa com floresta de galeria		
Tgs	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria		
Tpf	Savana Estépica Parque com floresta de galeria		
Tps	Savana Estépica Parque sem floresta de galeria		

**APÊNDICE 3.7** – Densidades médias de carbono, ponderadas pelas áreas das diversas fisionomias vegetais, por volume do RADAM, para o bioma Pantanal

Volume	Densidade de carbono
	(t C/ha)
Vol 25	88,51
Vol 26	63,19
Vol 27	92,10
Vol 28	100,00
Vol 31	71,22

### APÊNDICE 4.1.1 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 amostradas

órbita / ponto	substrato	intervalo de tempo corrigido	FD	FR	RR	DR	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	% classe	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
001 / 60	0 a 1	5,39	2,45	1,43	5,44	0,22	95,64	31,94	63,70
001 / 63	0 a 1	6,18	0,67	0,34	0,99	0,64	22,19	8,89	13,30
001 / 66	0 a 1	7,21	6,34	0,51	1,26	1,11	103,17	12,91	90,26
002 / 65	0 a 1	6,01	1,35	0,29	0,31	0,31	32,77	4,09	28,68
005 / 63	0 a 1	4,69	0,02	0,09	0,11	0,03	2,74	1,01	1,74
230 / 64	0 a 1	4,77	1,63	1,10	1,64	1,01	65,69	16,87	48,81
233 / 59	0 a 1	8,00	1,34	0,26	0,04	0,01	19,20	1,40	17,80
233 / 63	0 a 1	6,86	9,42	2,22	8,69	1,49	201,46	55,83	145,63
005 / 66	1 a 5	6,51	16,13	2,17	1,13	0,32	290,22	16,27	273,95
229 / 63	1 a 5	6,68	7,67	1,16	11,20	0,07	153,53	55,94	97,59
230 / 67	1 a 5	4,77	18,07	8,13	7,34	4,29	601,29	88,93	512,36
231 / 61	1 a 5	8,24	7,12	0,28	2,77	0,44	90,32	15,00	75,33
232 / 65	1 a 5	5,33	7,15	1,00	7,87	2,82	131,79	50,26	81,53
232 / 68	1 a 5	5,83	35,96	2,06	1,29	1,07	577,36	17,92	559,43
225 / 64	5 a 10	6,00	87,07	19,10	13,38	5,84	1.666,89	153,65	1.513,25
225 / 68	5 a 10	5,65	55,25	8,08	27,97	12,02	1.641,44	200,83	1.440,61
227 / 63	5 a 10	5,87	47,67	3,61	2,01	9,92	1.027,31	69,86	957,45
229 / 67	5 a 10	4,62	65,11	9,11	5,89	4,36	1.741,78	84,92	1.656,86
229 / 68	5 a 10	7,21	111,21	14,88	4,98	6,22	1.780,59	105,11	1.675,47
224 / 64	10 a 20	4,72	177,32	57,87	20,20	23,49	5.479,01	437,26	5.041,75
225 / 67	10 a 20	5,48	67,37	8,91	20,01	14,05	1.815,54	187,16	1.628,38
226 / 69	10 a 20	5,83	70,55	66,44	43,34	20,41	2.687,92	552,13	2.135,79
228 / 61	10 a 20	5,48	54,09	20,44	58,65	19,89	1.490,84	433,93	1.056,91
228 / 63	10 a 20	6,01	87,45	13,19	7,78	19,91	1.942,42	183,31	1.759,11
228 / 67	10 a 20	6,36	108,94	20,06	8,38	10,11	1.471,19	144,94	1.326,26
230 / 62	10 a 20	6,03	26,65	8,27	45,04	19,19	671,90	319,91	351,98
232 / 66	10 a 20	6,53	70,54	9,41	11,43	14,31	1.350,57	154,16	1.196,41
223 / 67	20 a 30	5,74	20,30	1,45	3,02	1,69	233,10	22,92	210,17
224 / 66	20 a 30	4,84	170,17	22,04	50,65	47,13	2.485,47	443,34	2.042,13
226 / 67	20 a 30	5,83	125,98	46,48	16,72	42,46	1.971,07	407,87	1.563,20
221 / 64	30 a 55	6,40	16,90	73,98	53,87	95,76	1.740,92	982,87	758,05
223 / 62	30 a 55	5,66	77,61	24,32	162,18	41,71	2.132,26	979,18	1.153,09
223 / 63	30 a 55	6,00	204,27	26,99	66,09	47,63	4.734,54	632,06	4.102,48
231 / 67	30 a 55	5,15	284,83	29,36	8,19	30,36	6.715,09	305,58	6.409,51
220 / 62	55 a 100	6,10	8,37	14,04	16,56	27,32	301,29	249,07	52,23
220 / 63	55 a 100	8,18	5,22	54,53	125,46	116,22	478,35	1.185,88	-707,53
220 / 64	55 a 100	6,89	34,11	27,34	19,86	35,79	420,59	311,97	108,62
222 / 64	55 a 100	5,83	81,05	42,58	223,91	127,04	1.773,15	1.587,61	185,54
223 / 61	55 a 100	5,29	53,09	14,52	179,79	121,38	1.040,98	1.216,58	-175,60
223 / 64	55 a 100	7,16	267,90	112,41	190,81	129,33	6.067,30	1.918,50	4.148,80
223 / 65	55 a 100	6,86	371,06	75,05	25,66	126,71	7.259,09	1.009,46	6.249,63
223 / 66	55 a 100	6,16	139,29	7,66	15,01	25,92	1.451,79	183,38	1.268,41
224 / 71	55 a 100	5,17	8,60	0,27	4,33	2,79	89,11	28,34	60,77
228 / 70	55 a 100	6,68	42,37	5,93	20,63	26,98	819,27	215,28	603,99
<b>Total</b>			<b>3.055,66</b>	<b>859,36</b>	<b>1.501,89</b>	<b>1.239,76</b>	<b>66.868,15</b>	<b>15.084,32</b>	<b>51.783,83</b>

**APÊNDICE 4.1.2** – Fatores  $RRm$ ,  $FDm$ ,  $FRm$  e  $DRm$  utilizados no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas, calculados conforme o texto

Substrato	$RRm$	$FDm$	$FRm$	$DRm$
% classe	não-dimensional			
0 a 1	0,2461	0,7881	0,2119	0,0642
1 a 5	0,1784	0,8615	0,1385	0,0508
5 a 10	0,0875	0,8699	0,1301	0,0619
10 a 20	0,1313	0,7642	0,2358	0,0864
20 a 30	0,0830	0,8189	0,1811	0,1077
30 a 55	0,1192	0,7905	0,2095	0,0885
55 a 100	0,1254	0,7405	0,2595	0,1128

### APÊNDICE 4.1.3 – Emissões brutas, remoções e emissões líquidas no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas

órbita / ponto	subestrato	densidade média de carbono	intervalo de tempo corrigido	<i>FDest</i>	<i>FRest</i>	<i>RRest</i>	<i>DRest</i>	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	% classe	t C/ha	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
001 / 57	0 a 1	106,46	6,49	0,35	0,09	0,04	0,01	7,33	0,65	6,68
001 / 58	0 a 1	107,96	5,49	0,30	0,08	0,70	0,18	7,57	4,35	3,22
001 / 59	0 a 1	100,53	5,63	1,04	0,28	0,05	0,01	23,53	1,53	22,00
001 / 61	0 a 1	127,08	5,39	0,29	0,08	0,25	0,07	8,63	1,79	6,84
001 / 62	0 a 1	131,50	7,28	8,92	2,40	9,82	2,56	204,39	66,49	137,90
001 / 64	0 a 1	114,75	4,98	0,24	0,07	0,06	0,02	7,14	0,65	6,49
001 / 65	0 a 1	116,92	4,45	2,23	0,60	0,62	0,16	74,43	6,21	68,22
002 / 57	0 a 1	108,82	5,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,36	0,02	0,35
002 / 59	0 a 1	110,12	6,00	0,15	0,04	0,00	0,00	3,52	0,18	3,34
002 / 60	0 a 1	115,42	5,66	2,95	0,79	0,21	0,05	76,20	4,75	71,46
002 / 61	0 a 1	119,00	6,00	0,77	0,21	0,29	0,07	19,48	2,57	16,91
002 / 62	0 a 1	114,93	4,67	0,55	0,15	1,33	0,35	17,06	8,23	8,83
002 / 63	0 a 1	116,84	4,98	2,76	0,74	1,60	0,42	82,26	12,40	69,86
002 / 64	0 a 1	117,17	4,98	1,39	0,37	0,47	0,12	41,39	4,37	37,02
003 / 59	0 a 1	123,38	4,98	2,75	0,74	0,68	0,18	86,44	7,18	79,26
003 / 60	0 a 1	128,58	6,00	3,37	0,91	0,95	0,25	91,57	9,48	82,09
003 / 61	0 a 1	117,38	4,41	0,06	0,01	0,00	0,00	1,86	0,07	1,80
003 / 63	0 a 1	116,65	5,27	1,05	0,28	0,00	0,00	29,48	1,27	28,21
003 / 64	0 a 1	116,78	5,00	0,42	0,11	0,11	0,03	12,59	1,12	11,47
003 / 65	0 a 1	116,28	5,00	2,38	0,64	1,34	0,35	70,09	10,50	59,59
003 / 67	0 a 1	99,64	6,01	7,91	2,13	2,28	0,59	166,39	22,49	143,90
004 / 59	0 a 1	128,22	4,62	1,17	0,32	0,00	0,00	41,32	1,42	39,90
004 / 60	0 a 1	121,34	9,00	6,88	1,85	3,11	0,81	117,77	25,98	91,78
004 / 61	0 a 1	116,88	5,01	0,24	0,07	0,04	0,01	7,23	0,50	6,74
004 / 62	0 a 1	114,75	7,00	4,57	1,23	0,21	0,06	95,08	6,74	88,34
004 / 63	0 a 1	116,38	8,46	5,13	1,38	1,73	0,45	89,53	16,03	73,50
004 / 64	0 a 1	115,77	6,40	0,85	0,23	2,91	0,76	19,50	17,53	1,97
004 / 65	0 a 1	116,34	5,00	3,40	0,91	0,48	0,12	100,40	6,83	93,57
004 / 67	0 a 1	99,42	5,19	0,95	0,26	0,00	0,00	23,06	1,15	21,92
005 / 59	0 a 1	120,72	5,59	0,70	0,19	0,05	0,01	19,09	1,13	17,96
005 / 60	0 a 1	112,41	5,00	0,10	0,03	0,22	0,06	2,95	1,37	1,57
005 / 64	0 a 1	108,60	4,69	0,40	0,11	0,15	0,04	11,86	1,34	10,51
005 / 67	0 a 1	102,63	4,34	0,25	0,07	0,00	0,00	7,43	0,30	7,13
006 / 64	0 a 1	100,59	5,04	0,38	0,10	0,27	0,07	9,54	1,98	7,56
006 / 66	0 a 1	101,40	5,04	0,65	0,17	0,04	0,01	16,50	1,01	15,48
223 / 68	0 a 1	62,62	5,56	6,12	1,64	0,00	0,00	87,41	6,08	81,32
223 / 69	0 a 1	69,86	5,56	0,42	0,11	0,00	0,00	6,76	0,42	6,34
225 / 66	0 a 1	60,45	7,21	0,46	0,12	2,75	0,72	4,90	13,30	-8,41
225 / 70	0 a 1	45,44	9,71	0,76	0,20	0,00	0,00	4,49	0,75	3,74
226 / 59	0 a 1	146,25	9,95	4,06	1,09	2,01	0,52	75,77	16,31	59,46
226 / 64	0 a 1	91,22	9,20	3,86	1,04	0,46	0,12	48,51	5,96	42,56
226 / 65	0 a 1	98,22	7,21	2,85	0,77	0,02	0,01	49,24	3,59	45,66
226 / 66	0 a 1	82,13	7,04	2,02	0,54	0,21	0,05	29,92	2,97	26,95
227 / 58	0 a 1	147,20	5,66	1,75	0,47	0,07	0,02	57,68	2,53	55,16
227 / 59	0 a 1	142,25	4,93	4,92	1,32	0,07	0,02	179,98	6,34	173,65

**APÊNDICE 4.1.3** – Emissões brutas, remoções e emissões líquidas no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas (cont.)

órbita / ponto	substrato	densidade média de carbono	intervalo de tempo corrigido	<i>FDest</i>	<i>FRest</i>	<i>RRest</i>	<i>Drest</i>	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	% classe	t C/ha	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
227 / 60	0 a 1	132,62	6,00	0,86	0,23	0,05	0,01	24,09	1,30	22,79
227 / 64	0 a 1	115,84	8,24	6,52	1,75	2,13	0,55	116,22	19,94	96,28
228 / 59	0 a 1	128,43	5,00	0,74	0,20	0,21	0,06	24,12	2,10	22,02
228 / 60	0 a 1	119,74	5,15	0,45	0,12	0,08	0,02	13,39	1,02	12,38
228 / 66	0 a 1	70,00	7,39	8,55	2,30	2,74	0,71	102,73	21,28	81,45
229 / 59	0 a 1	126,48	4,00	0,76	0,20	0,00	0,00	30,35	0,92	29,44
229 / 60	0 a 1	124,18	5,48	1,39	0,37	0,20	0,05	40,00	2,80	37,20
229 / 64	0 a 1	117,75	7,04	10,41	2,80	0,46	0,12	220,98	15,20	205,78
229 / 65	0 a 1	113,66	6,68	2,47	0,66	0,96	0,25	53,29	8,45	44,84
229 / 66	0 a 1	89,55	7,52	7,11	1,91	0,26	0,07	107,36	8,29	99,08
230 / 59	0 a 1	128,27	8,00	1,63	0,44	2,03	0,53	33,22	13,47	19,75
230 / 60	0 a 1	124,27	7,58	2,60	0,70	0,29	0,08	54,04	4,79	49,25
230 / 66	0 a 1	109,99	7,74	3,55	0,95	1,24	0,32	63,95	11,33	52,62
231 / 60	0 a 1	112,71	6,53	7,06	1,90	2,44	0,64	154,67	22,36	132,31
231 / 65	0 a 1	121,97	6,18	2,58	0,69	4,30	1,12	64,70	27,52	37,18
232 / 56	0 a 1	108,82	6,00	0,25	0,07	0,14	0,04	5,71	1,07	4,64
232 / 61	0 a 1	116,38	9,08	1,35	0,36	0,93	0,24	21,98	6,91	15,07
232 / 62	0 a 1	118,49	6,01	4,61	1,24	2,82	0,73	115,28	21,55	93,73
232 / 63	0 a 1	135,01	4,80	4,59	1,23	2,09	0,54	163,93	17,39	146,54
232 / 64	0 a 1	118,61	6,01	4,40	1,18	2,63	0,69	110,22	20,24	89,99
233 / 57	0 a 1	84,90	5,00	3,32	0,89	0,45	0,12	71,50	5,41	66,09
233 / 58	0 a 1	91,01	8,00	7,94	2,13	1,39	0,36	114,60	14,39	100,21
233 / 60	0 a 1	127,83	5,99	0,33	0,09	0,11	0,03	8,86	1,04	7,82
233 / 61	0 a 1	126,55	4,99	0,83	0,22	0,45	0,12	26,76	3,54	23,22
233 / 62	0 a 1	122,19	4,98	1,18	0,32	2,33	0,61	36,58	14,64	21,94
233 / 64	0 a 1	117,99	5,50	1,16	0,31	0,04	0,01	31,51	1,62	29,89
233 / 65	0 a 1	115,08	4,98	3,36	0,90	2,46	0,64	98,45	18,03	80,41
233 / 66	0 a 1	118,62	5,83	10,30	2,77	2,75	0,72	265,92	28,05	237,87
233 / 68	0 a 1	120,85	4,48	3,09	0,83	0,00	0,00	105,85	3,74	102,11
003 / 62	1 a 5	114,91	6,63	4,54	0,73	8,49	2,42	91,23	52,39	38,84
003 / 66	1 a 5	100,08	6,01	11,73	1,89	4,65	1,33	226,70	35,37	191,33
003 / 68	1 a 5	99,36	6,01	1,81	0,29	1,25	0,36	34,67	8,51	26,16
004 / 66	1 a 5	100,63	7,56	24,47	3,93	18,03	5,14	378,03	121,98	256,05
005 / 65	1 a 5	109,50	6,86	15,57	2,50	14,67	4,18	288,49	96,11	192,37
006 / 65	1 a 5	103,46	5,65	7,57	1,22	2,80	0,80	160,84	21,67	139,17
222 / 66	1 a 5	31,43	6,00	11,46	1,84	1,64	0,47	69,68	14,60	55,08
222 / 67	1 a 5	27,35	6,11	0,26	0,04	0,00	0,00	1,33	0,15	1,17
223 / 71	1 a 5	69,32	5,41	0,13	0,02	0,00	0,00	1,93	0,08	1,86
224 / 60	1 a 5	104,33	4,72	15,16	2,44	1,71	0,49	388,86	20,87	367,99
225 / 63	1 a 5	119,68	5,48	6,45	1,04	16,17	4,61	163,49	98,19	65,30
225 / 65	1 a 5	83,83	7,79	88,41	14,21	3,89	1,11	1.104,39	71,09	1.033,30
226 / 63	1 a 5	111,07	6,27	29,52	4,75	15,61	4,45	607,01	111,64	495,37
227 / 65	1 a 5	115,58	6,01	26,01	4,18	2,99	0,85	580,57	36,10	544,47
227 / 66	1 a 5	63,95	6,01	16,18	2,60	11,76	3,35	199,82	65,54	134,28
228 / 64	1 a 5	116,55	6,36	24,23	3,89	5,66	1,61	515,32	50,28	465,04

### APÊNDICE 4.1.3 – Emissões brutas, remoções e emissões líquidas no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas (cont.)

órbita / ponto	substrato	densidade média de carbono	intervalo de tempo corrigido	<i>FDest</i>	<i>FRest</i>	<i>RRest</i>	<i>Drest</i>	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	% classe	t C/ha	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
228 / 65	1 a 5	110,77	7,89	21,74	3,49	1,90	0,54	354,29	26,68	327,61
229 / 58	1 a 5	121,81	5,36	1,15	0,19	0,00	0,00	30,38	0,83	29,55
229 / 61	1 a 5	117,07	6,84	12,30	1,98	3,82	1,09	244,37	31,00	213,37
230 / 61	1 a 5	117,28	7,24	7,39	1,19	3,59	1,02	139,00	26,08	112,92
230 / 65	1 a 5	115,37	6,36	22,79	3,66	4,06	1,16	479,85	39,94	439,90
231 / 57	1 a 5	100,99	5,43	0,42	0,07	0,00	0,00	9,11	0,31	8,81
231 / 63	1 a 5	120,03	7,21	5,49	0,88	3,67	1,05	106,00	25,21	80,79
231 / 64	1 a 5	124,96	8,07	35,14	5,65	8,92	2,54	631,61	76,98	554,63
231 / 66	1 a 5	136,74	6,18	11,32	1,82	4,14	1,18	290,67	32,13	258,54
231 / 69	1 a 5	70,97	5,15	12,76	2,05	0,54	0,15	204,12	10,14	193,98
232 / 57	1 a 5	100,09	5,64	2,69	0,43	0,87	0,25	55,51	6,98	48,53
232 / 60	1 a 5	128,63	10,00	11,07	1,78	0,04	0,01	165,29	8,26	157,03
002 / 66	5 a 10	105,92	6,63	40,97	6,13	13,43	9,50	752,47	130,73	621,74
223 / 70	5 a 10	68,91	6,00	0,97	0,15	0,00	0,00	12,82	0,54	12,28
225 / 69	5 a 10	125,64	6,51	65,24	9,76	1,01	0,72	1.447,50	51,67	1.395,83
228 / 62	5 a 10	117,05	8,87	36,39	5,44	25,47	18,02	552,01	220,18	331,82
230 / 63	5 a 10	114,71	5,77	10,01	1,50	29,34	20,76	228,69	232,19	-3,50
231 / 59	5 a 10	91,40	6,43	31,39	4,69	38,05	26,92	512,95	257,77	255,18
232 / 59	5 a 10	108,05	7,00	42,35	6,33	21,89	15,49	751,38	196,72	554,66
232 / 69	5 a 10	78,73	6,18	11,93	1,78	18,88	13,36	174,76	125,88	48,89
233 / 67	5 a 10	119,84	6,18	42,47	6,35	24,49	17,32	946,65	216,71	729,94
001 / 67	10 a 20	105,17	5,83	68,90	21,26	33,84	22,27	1.626,45	348,19	1.278,26
221 / 66	10 a 20	34,54	5,65	0,22	0,07	41,43	27,26	1,79	254,41	-252,62
223 / 60	10 a 20	99,85	5,81	7,82	2,41	49,03	32,26	175,95	376,69	-200,74
224 / 61	10 a 20	98,79	9,07	21,59	6,66	27,01	17,77	307,79	231,51	76,28
224 / 62	10 a 20	128,80	9,07	65,81	20,31	6,45	4,24	1.223,04	139,53	1.083,51
224 / 63	10 a 20	124,99	5,87	88,38	27,28	31,36	20,63	2.462,56	356,68	2.105,88
225 / 62	10 a 20	136,61	6,00	49,36	15,23	0,00	0,00	1.470,59	68,54	1.402,05
226 / 61	10 a 20	108,81	7,00	17,51	5,40	44,84	29,50	356,17	358,84	-2,66
226 / 62	10 a 20	131,94	6,90	20,88	6,44	15,23	10,02	522,55	142,61	379,94
226 / 68	10 a 20	144,04	5,83	91,87	28,35	56,69	37,30	2.970,48	550,52	2.419,96
227 / 61	10 a 20	90,48	6,00	40,56	12,52	52,12	34,29	800,46	366,03	434,43
227 / 62	10 a 20	122,31	6,71	29,50	9,10	38,66	25,44	703,60	329,40	374,20
227 / 68	10 a 20	107,35	5,65	81,25	25,08	47,74	31,41	2.020,17	469,05	1.551,11
228 / 69	10 a 20	68,31	7,71	34,17	10,54	49,66	32,68	396,17	343,66	52,51
229 / 62	10 a 20	117,63	7,49	34,69	10,71	28,12	18,50	712,99	257,99	454,99
231 / 58	10 a 20	99,42	5,00	6,46	1,99	2,55	1,68	168,14	28,03	140,12
231 / 62	10 a 20	114,56	6,48	15,99	4,93	67,69	44,54	369,89	527,24	-157,36
232 / 58	10 a 20	100,23	7,00	84,26	26,00	54,22	35,67	1.578,81	521,54	1.057,28
002 / 67	20 a 30	103,35	6,01	90,32	19,97	6,81	8,84	1.896,65	160,31	1.736,34
224 / 67	20 a 30	68,54	5,16	158,48	35,04	95,94	124,41	2.570,46	944,94	1.625,53
224 / 68	20 a 30	84,69	5,84	114,39	25,29	16,62	21,55	2.025,63	234,79	1.790,83
227 / 69	20 a 30	107,63	5,37	85,82	18,98	50,91	66,02	2.100,53	611,61	1.488,93
228 / 68	20 a 30	113,54	5,65	190,80	42,19	18,89	24,50	4.682,05	385,15	4.296,90
229 / 69	20 a 30	69,08	5,83	51,10	11,30	10,58	13,72	739,40	131,68	607,71

**APÊNDICE 4.1.3** – Emissões brutas, remoções e emissões líquidas no bioma Amazônia para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas (cont.)

órbita / ponto	substrato	densidade média de carbono t C/ha	intervalo de tempo corrigido ano	<i>FDest</i> 10 <sup>3</sup> ha	<i>FRest</i> 10 <sup>3</sup> ha	<i>Rrest</i> 10 <sup>3</sup> ha	<i>DRest</i> 10 <sup>3</sup> ha	emissão bruta Gg C/ano	remoção Gg C/ano	emissão líquida Gg C/ano
229 / 71	20 a 30	82,47	5,83	48,15	10,65	17,86	23,16	831,76	191,16	640,61
230 / 68	20 a 30	109,84	6,01	112,33	24,84	37,60	48,77	2.507,02	500,44	2.006,58
232 / 67	20 a 30	109,30	5,83	114,37	25,29	46,36	60,12	2.618,27	592,96	2.025,31
002 / 68	30 a 55	108,30	6,63	33,85	8,97	42,98	31,90	699,48	377,31	322,17
222 / 63	30 a 55	113,57	6,14	106,81	28,30	39,00	28,94	2.499,30	433,07	2.066,22
222 / 65	30 a 55	89,35	5,83	28,54	7,56	73,95	54,88	553,38	504,67	48,71
224 / 65	30 a 55	90,64	6,36	221,12	58,59	15,09	11,20	3.986,23	314,05	3.672,18
224 / 69	30 a 55	85,50	6,84	108,98	28,88	0,00	0,00	1.723,23	106,85	1.616,38
224 / 70	30 a 55	52,01	5,84	36,66	9,72	6,19	4,59	413,06	75,85	337,21
226 / 70	30 a 55	49,67	6,18	27,13	7,19	22,12	16,42	275,79	169,21	106,58
227 / 67	30 a 55	70,79	6,86	340,06	90,11	17,87	13,26	4.439,25	448,58	3.990,68
227 / 70	30 a 55	70,31	6,00	96,40	25,54	7,47	5,55	1.428,95	142,69	1.286,26
229 / 70	30 a 55	101,85	5,83	134,59	35,66	8,42	6,25	2.974,26	226,47	2.747,79
230 / 69	30 a 55	110,11	6,01	169,65	44,96	0,41	0,31	3.931,82	205,53	3.726,30
231 / 68	30 a 55	102,83	6,18	240,88	63,83	5,97	4,43	5.070,13	334,05	4.736,08
221 / 63	55 a 100	108,40	5,94	42,42	14,87	223,90	201,41	1.045,42	1.980,78	-935,36
222 / 61	55 a 100	95,08	5,74	30,46	10,67	213,88	192,41	681,36	1.876,34	-1.194,98
<b>Total</b>				<b>4.248,19</b>	<b>1.046,34</b>	<b>2.010,46</b>	<b>1.568,99</b>	<b>84.880,75</b>	<b>19.766,68</b>	<b>65.114,08</b>



### APÊNDICE 4.2.1 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Cerrado para as cenas do sensor TM/Landsat 5 amostradas

órbita / ponto	substrato	intervalo de tempo	Def94	Reg94	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	% classe	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
219 / 63	0 a 20	6,05	45,11	6,29	278,63	73,77	204,86
221 / 64	0 a 20	6,13	31,62	17,72	381,59	222,92	158,67
220 / 63	20 a 35	8,06	29,94	75,86	146,69	430,62	-283,93
220 / 67	20 a 35	5,17	30,00	4,66	273,77	37,43	236,33
220 / 68	20 a 35	5,21	42,67	27,59	307,67	192,00	115,67
220 / 69	20 a 35	6,26	117,80	32,18	516,62	223,93	292,69
220 / 62	35 a 60	6,53	12,60	4,04	157,40	43,25	114,15
220 / 66	35 a 60	6,13	53,39	28,56	257,10	101,19	155,92
221 / 69	35 a 60	5,91	59,32	3,64	572,83	41,86	530,97
224 / 71	35 a 60	5,82	293,85	8,64	1.205,55	26,43	1.179,12
219 / 70	60 a 75	8,96	58,66	49,68	426,82	159,08	267,74
222 / 67	60 a 75	6,09	88,37	51,72	307,57	155,27	152,29
225 / 70	60 a 75	5,17	145,46	49,64	745,75	318,28	427,46
226 / 75	60 a 75	5,83	232,74	12,31	2.275,12	128,72	2.146,40
219 / 69	75 a 91	6,09	119,54	13,59	1.413,20	116,75	1.296,45
221 / 65	75 a 91	5,96	54,57	16,36	292,53	90,92	201,61
222 / 70	75 a 91	6,05	147,89	15,21	688,96	72,09	616,87
224 / 75	75 a 91	5,91	58,90	16,92	891,53	269,97	621,56
225 / 75	75 a 91	5,91	157,24	27,00	2.463,43	431,52	2.031,91
229 / 71	75 a 91	5,96	83,23	1,56	1.585,64	29,72	1.555,93
221 / 67	91 a 99	5,21	17,49	22,29	83,92	150,25	-66,34
222 / 71	91 a 99	6,09	160,69	9,54	2.132,14	100,51	2.031,63
223 / 69	91 a 99	5,78	165,96	43,12	947,25	579,73	367,53
223 / 70	91 a 99	5,65	214,17	62,80	1.758,23	658,80	1.099,43
224 / 73	91 a 99	6,83	364,86	28,52	1.399,66	168,72	1.230,93
219 / 65	99 a 100	5,87	15,63	12,89	86,05	64,00	22,04
222 / 73	99 a 100	5,87	61,53	17,68	870,57	244,59	625,98
<b>Total</b>			<b>2.863,21</b>	<b>660,02</b>	<b>22.466,21</b>	<b>5.132,32</b>	<b>17.333,89</b>

**APÊNDICE 4.2.2** – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Cerrado para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas

órbita / ponto	substrato	<i>Def94est</i>	<i>Reg94est</i>	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	% classe	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
218 / 63	0 a 20	0,18	0,06	1,56	0,70	0,86
218 / 64	0 a 20	6,37	1,99	54,85	24,65	30,20
218 / 67	0 a 20	5,45	1,71	46,89	21,07	25,82
219 / 62	0 a 20	17,07	5,34	146,87	66,00	80,87
219 / 67	0 a 20	64,63	20,22	556,13	249,92	306,21
219 / 64	20 a 35	18,39	11,71	103,88	73,77	30,11
219 / 68	20 a 35	62,30	39,65	351,82	249,85	101,97
227 / 68	20 a 35	3,02	1,92	17,05	12,11	4,94
217 / 68	35 a 60	3,52	0,38	18,39	1,78	16,61
217 / 69	35 a 60	0,13	0,01	0,70	0,07	0,63
217 / 70	35 a 60	0,98	0,10	5,10	0,49	4,61
218 / 69	35 a 60	43,74	4,68	228,84	22,20	206,64
218 / 71	35 a 60	47,87	5,13	250,46	24,30	226,17
220 / 64	35 a 60	94,67	10,14	495,29	48,05	447,25
220 / 65	35 a 60	117,16	12,55	612,95	59,46	553,49
223 / 64	35 a 60	1,13	0,12	5,89	0,57	5,32
227 / 72	35 a 60	4,67	0,50	24,42	2,37	22,06
229 / 67	35 a 60	6,49	0,70	33,96	3,29	30,67
216 / 68	60 a 75	13,69	4,26	97,90	19,85	78,05
218 / 70	60 a 75	35,96	11,18	257,08	52,12	204,96
218 / 72	60 a 75	23,24	7,23	166,19	33,69	132,50
221 / 66	60 a 75	148,10	46,06	1.058,84	214,67	844,16
229 / 70	60 a 75	16,09	5,00	115,06	23,33	91,73
218 / 62	75 a 91	0,41	0,06	4,86	0,67	4,19
218 / 68	75 a 91	2,54	0,37	30,00	4,13	25,86
219 / 66	75 a 91	44,96	6,56	530,81	73,16	457,65
220 / 70	75 a 91	94,60	13,80	1.116,74	153,91	962,83
221 / 68	75 a 91	99,69	14,54	1.176,79	162,19	1.014,61
221 / 70	75 a 91	120,02	17,51	1.416,78	195,26	1.221,52
221 / 73	75 a 91	0,96	0,14	11,39	1,57	9,82
222 / 68	75 a 91	126,12	18,40	1.488,90	205,20	1.283,69
226 / 69	75 a 91	32,48	4,74	383,43	52,84	330,58
226 / 70	75 a 91	90,23	13,17	1.065,22	146,81	918,41
226 / 72	75 a 91	21,37	3,12	252,32	34,77	217,54
227 / 66	75 a 91	1,21	0,18	14,27	1,97	12,30
227 / 74	75 a 91	0,44	0,06	5,18	0,71	4,47
228 / 69	75 a 91	58,64	8,56	692,27	95,41	596,86
229 / 69	75 a 91	81,84	11,94	966,18	133,16	833,02
230 / 68	75 a 91	9,63	1,40	113,67	15,67	98,01
230 / 69	75 a 91	5,37	0,78	63,36	8,73	54,62
214 / 64	91 a 99	2,10	0,38	14,37	3,77	10,60
215 / 63	91 a 99	0,16	0,03	1,10	0,29	0,81
215 / 64	91 a 99	2,06	0,37	14,12	3,70	10,42
215 / 68	91 a 99	11,25	2,03	77,02	20,20	56,82
219 / 71	91 a 99	226,00	40,71	1.547,53	405,91	1.141,62
219 / 72	91 a 99	97,65	17,59	668,66	175,38	493,27

## APÊNDICE 4.2.2 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Cerrado para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas (cont.)

órbita / ponto	substrato	<i>Def94est</i>	<i>Reg94est</i>	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	% classe	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
219 / 73	91 a 99	0,14	0,02	0,94	0,25	0,70
220 / 71	91 a 99	199,13	35,87	1.363,52	357,64	1.005,88
220 / 72	91 a 99	151,17	27,23	1.035,13	271,51	763,62
221 / 71	91 a 99	228,64	41,18	1.565,57	410,64	1.154,93
221 / 72	91 a 99	202,01	36,38	1.383,24	362,81	1.020,43
222 / 64	91 a 99	104,04	18,74	712,39	186,85	525,53
222 / 65	91 a 99	115,53	20,81	791,05	207,49	583,56
222 / 66	91 a 99	199,99	36,02	1.369,40	359,18	1.010,22
222 / 69	91 a 99	252,21	45,42	1.726,95	452,97	1.273,98
222 / 72	91 a 99	237,23	42,73	1.624,42	426,07	1.198,34
223 / 66	91 a 99	101,36	18,26	694,07	182,05	512,02
223 / 67	91 a 99	141,69	25,52	970,17	254,47	715,70
223 / 68	91 a 99	125,56	22,62	859,77	225,51	634,26
223 / 71	91 a 99	248,20	44,70	1.699,52	445,77	1.253,74
223 / 72	91 a 99	242,23	43,63	1.658,64	435,05	1.223,59
223 / 73	91 a 99	143,63	25,87	983,50	257,97	725,54
223 / 74	91 a 99	43,89	7,91	300,53	78,83	221,70
223 / 75	91 a 99	70,66	12,73	483,83	126,90	356,92
224 / 67	91 a 99	16,67	3,00	114,15	29,94	84,21
224 / 68	91 a 99	37,59	6,77	257,40	67,52	189,89
224 / 69	91 a 99	136,86	24,65	937,10	245,80	691,31
224 / 70	91 a 99	241,74	43,54	1.655,25	434,16	1.221,09
224 / 72	91 a 99	235,34	42,39	1.611,44	422,67	1.188,77
224 / 74	91 a 99	241,76	43,54	1.655,44	434,21	1.221,23
224 / 76	91 a 99	64,98	11,70	444,93	116,70	328,22
225 / 69	91 a 99	55,49	9,99	379,96	99,66	280,30
225 / 76	91 a 99	50,82	9,15	347,98	91,27	256,71
227 / 69	91 a 99	40,70	7,33	278,70	73,10	205,60
227 / 70	91 a 99	83,78	15,09	573,69	150,47	423,21
228 / 70	91 a 99	128,20	23,09	877,81	230,24	647,57
<b>Total</b>		<b>6.005,84</b>	<b>1.112,95</b>	<b>44.661,58</b>	<b>10.537,47</b>	<b>34.124,11</b>

**APÊNDICE 4.3.1** – Emissões no bioma Caatinga para as cenas do sensor TM/Landsat 5 amostradas

órbita / ponto	substrato	intervalo de tempo	Def94	emissão
	% classe	ano	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano
216 / 66	5 a 40	5,74	69,99	275,95
216 / 67	5 a 40	5,08	63,13	285,82
219 / 62	5 a 40	5,74	28,09	96,02
219 / 66	5 a 40	6,05	26,53	180,80
219 / 67	5 a 40	6,00	70,09	721,32
215 / 66	40 a 70	5,78	93,05	346,39
217 / 66	40 a 70	6,13	84,29	297,55
217 / 67	40 a 70	6,44	82,62	319,31
218 / 63	40 a 70	5,83	57,68	224,22
218 / 64	40 a 70	5,83	174,38	611,66
218 / 66	40 a 70	6,40	36,65	168,84
218 / 67	40 a 70	6,05	34,44	161,74
218 / 68	40 a 70	6,44	77,48	408,62
218 / 69	40 a 70	6,79	81,36	665,61
215 / 65	70 a 100	7,49	102,01	294,78
216 / 64	70 a 100	6,12	48,99	179,39
<b>Total</b>			<b>1.130,78</b>	<b>5.238,03</b>

**APÊNDICE 4.3.2** – Emissões no bioma Caatinga para as cenas do sensor TM/Landsat 5 não amostradas

órbita / ponto	substrato	<i>Def94</i>	emissão
	% classe	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano
219 / 71	5 a 40	1,70	10,29
220 / 63	5 a 40	2,66	16,09
220 / 67	5 a 40	3,51	21,23
220 / 68	5 a 40	7,59	45,90
215 / 64	40 a 70	86,80	385,20
216 / 63	40 a 70	33,58	149,02
216 / 65	40 a 70	89,70	398,09
217 / 64	40 a 70	89,06	395,22
217 / 70	40 a 70	0,45	1,99
218 / 65	40 a 70	87,64	388,95
218 / 70	40 a 70	10,64	47,24
219 / 64	40 a 70	67,46	299,37
219 / 68	40 a 70	32,40	143,79
219 / 69	40 a 70	14,40	63,92
219 / 70	40 a 70	6,52	28,95
220 / 62	40 a 70	23,61	104,76
226 / 74	40 a 70	0,71	3,13
214 / 64	70 a 100	22,10	69,39
214 / 65	70 a 100	57,09	179,29
214 / 66	70 a 100	60,31	189,38
214 / 67	70 a 100	24,57	77,15
215 / 63	70 a 100	0,79	2,48
215 / 67	70 a 100	69,36	217,82
215 / 68	70 a 100	40,38	126,81
216 / 68	70 a 100	54,56	171,34
217 / 62	70 a 100	11,74	36,88
217 / 63	70 a 100	74,89	235,19
217 / 65	70 a 100	75,76	237,90
217 / 68	70 a 100	57,10	179,33
218 / 62	70 a 100	38,39	120,57
218 / 71	70 a 100	5,92	18,60
219 / 63	70 a 100	49,59	155,74
219 / 65	70 a 100	58,05	182,31
226 / 75	70 a 100	0,91	2,85
227 / 75	70 a 100	0,37	1,15
231 / 57	70 a 100	1,57	4,92
232 / 57	70 a 100	2,94	9,25
<b>Total</b>		<b>1.264,83</b>	<b>4.721,49</b>

**APÊNDICE 4.4** – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Pantanal para as cenas do sensor TM/Landsat

órbita / ponto	intervalo de tempo	Def94	Reg94	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
225 / 71	4,16	143,62	5,95	1.007,05	23,93	983,12
225 / 72	4,99	146,15	56,40	1.005,34	440,32	565,02
225 / 73	6,05	141,31	193,87	699,72	1.427,97	-728,25
225 / 74	6,00	120,81	11,84	1.184,23	128,57	1.055,66
226 / 71	4,91	35,72	36,07	390,19	203,71	186,47
226 / 72	6,88	10,53	5,91	134,37	67,59	66,78
226 / 73	5,04	1,54	0,00	16,84	0,00	16,84
226 / 74	5,17	39,84	0,00	713,75	0,00	713,75
227 / 71	6,05	143,61	9,85	1.920,42	156,77	1.763,64
227 / 72	6,92	6,77	1,04	53,78	6,08	47,70
227 / 73	5,91	18,39	3,46	379,18	69,01	310,17
227 / 74	6,05	9,37	0,00	158,51	0,00	158,51
227 / 75	6,13	13,73	0,00	248,24	0,00	248,24
228 / 71	6,09	149,41	17,55	2.383,00	305,67	2.077,33
<b>Total</b>		<b>980,82</b>	<b>341,94</b>	<b>10.294,62</b>	<b>2.829,64</b>	<b>7.464,97</b>

**APÊNDICE 4.5 – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Mata Atlântica para as cenas do sensor TM/Landsat**

órbita / ponto	intervalo de tempo	Def95	Reg95	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
215 / 72	7,18	22,67	0,00	390,01	0,00	390,01
215 / 73	4,47	4,37	0,11	112,36	0,26	112,10
215 / 74	4,21	1,84	0,17	51,17	0,40	50,77
216 / 71	7,18	3,08	0,00	52,97	0,00	52,97
216 / 72	5,43	6,33	0,98	144,15	2,36	141,79
216 / 73	4,86	10,44	2,21	265,33	5,31	260,02
216 / 74	5,30	11,69	2,32	267,88	5,57	262,31
216 / 75	4,42	44,88	5,02	1.251,99	12,04	1.239,96
216 / 76	6,45	0,51	0,00	7,99	0,00	7,99
217 / 72	6,48	3,19	0,29	60,83	0,69	60,14
217 / 73	3,44	0,20	0,30	7,10	0,73	6,37
217 / 74	4,64	11,80	0,42	314,05	1,00	313,05
217 / 75	5,40	20,18	0,91	462,00	2,19	459,80
217 / 76	5,26	8,76	0,51	204,52	1,23	203,29
218 / 70	4,47	0,16	0,00	4,32	0,00	4,32
218 / 71	4,47	0,03	0,00	0,92	0,00	0,92
218 / 72	4,34	1,73	0,01	49,24	0,02	49,22
218 / 73	4,34	2,23	0,00	63,57	0,00	63,57
218 / 74	4,16	10,84	0,00	321,83	0,00	321,83
218 / 75	5,13	22,58	0,40	544,51	1,01	543,49
218 / 76	4,85	1,88	0,83	47,86	1,99	45,86
219 / 73	4,73	0,21	0,00	5,46	0,00	5,46
219 / 74	4,99	2,64	0,00	65,37	0,00	65,37
219 / 75	5,39	7,98	1,03	182,97	2,47	180,49
219 / 76	2,45	0,35	0,00	17,43	0,00	17,43
220 / 73	5,04	1,08	0,00	26,56	0,00	26,56
220 / 74	5,61	2,30	0,00	50,60	0,00	50,60
220 / 75	5,28	1,10	1,98	25,67	4,68	20,99
220 / 76	5,08	1,10	0,73	26,66	1,75	24,91
220 / 77	3,85	15,71	8,19	503,05	19,66	483,38
220 / 78	6,18	23,86	12,16	375,64	29,19	346,45
220 / 79	5,21	34,15	8,56	808,98	20,54	788,43
220 / 80	4,69	5,08	12,22	134,05	29,32	104,72
220 / 81	4,69	0,67	2,73	17,27	6,56	10,71
221 / 72	5,04	0,03	0,01	0,64	0,03	0,61
221 / 73	4,95	1,05	0,65	26,12	1,56	24,57
221 / 74	4,86	3,05	0,00	77,59	0,00	77,59
221 / 75	5,04	0,93	0,11	22,73	0,25	22,47
221 / 76	5,04	2,55	2,09	62,46	5,01	57,44
221 / 77	4,34	23,71	12,98	675,71	31,16	644,56
221 / 78	3,77	9,28	35,34	304,31	84,80	219,51
221 / 79	5,36	8,88	21,53	204,98	51,66	153,32
221 / 80	4,56	8,50	6,50	230,64	15,60	215,05
221 / 81	5,08	5,20	5,12	123,54	12,30	111,24
221 / 82	5,43	6,79	2,02	138,22	4,84	133,37
222 / 74	4,29	4,60	0,29	132,34	0,71	131,64

**APÊNDICE 4.5** – Emissões líquidas, emissões brutas e remoções no bioma Mata Atlântica para as cenas do sensor TM/Landsat (cont.)

órbita / ponto	intervalo de tempo	Def95	Reg95	emissão bruta	remoção	emissão líquida
	ano	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	Gg C/ano	Gg C/ano	Gg C/ano
222 / 75	5,21	2,43	1,34	57,58	3,21	54,38
222 / 76	4,73	2,11	2,42	55,25	5,80	49,45
222 / 77	3,94	9,71	7,16	304,51	17,17	287,34
222 / 78	4,12	22,21	6,36	666,73	15,27	651,47
222 / 79	3,15	3,93	3,39	154,20	8,14	146,06
222 / 80	5,86	5,73	0,00	121,00	0,00	121,00
222 / 81	5,74	9,24	8,02	199,04	19,25	179,79
222 / 82	4,64	3,63	3,29	96,60	7,88	88,71
223 / 72	5,17	0,01	0,00	0,29	0,00	0,29
223 / 73	4,99	0,66	0,00	16,25	0,00	16,25
223 / 74	4,99	2,65	0,00	65,50	0,00	65,50
223 / 75	4,95	4,30	0,02	107,48	0,04	107,44
223 / 76	4,95	5,21	1,57	130,10	3,76	126,34
223 / 77	3,73	4,88	11,30	161,61	27,11	134,50
223 / 78	4,60	14,17	2,88	380,71	6,91	373,80
223 / 79	3,59	2,04	2,67	70,05	6,41	63,64
223 / 80	3,33	3,77	0,00	140,04	0,00	140,04
223 / 81	3,77	3,53	0,21	115,87	0,49	115,38
224 / 76	6,08	2,11	0,92	42,80	2,20	40,60
224 / 77	5,61	0,57	3,45	12,51	8,28	4,24
224 / 78	9,76	0,11	0,83	1,37	2,00	-0,64
<b>Total</b>		<b>463,14</b>	<b>204,52</b>	<b>11.763,11</b>	<b>490,83</b>	<b>11.272,28</b>



## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Expressamos nossa mais profunda gratidão ao Prof. José Israel Vargas, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de 1992 a 1999, por compartilhar conosco seus conhecimentos e suas idéias sobre as questões da mudança do clima e por sua incessante orientação e incentivo. Estendemos nosso agradecimento ao Prof. Luiz Carlos Bresser Pereira, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia de janeiro a julho de 1999 e ao Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de agosto de 1999 a 2002. Agradecemos, ainda, ao Dr. Roberto Amaral, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de janeiro de 2003 a janeiro de 2004 e ao Dr. Eduardo Campos, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de janeiro de 2004 a julho de 2005. Nosso mais sincero agradecimento a Luiz Gylvan Meira Filho, ex-Presidente da Agência Espacial Brasileira e ex-Vice-Presidente do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC, por sua orientação intelectual e seu apoio.