

UMA METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE DESFLORESTAMENTO POR TIPO DE VEGETAÇÃO NA AMAZÔNIA, USANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

JUSSARA DOLFINI DE OLIVEIRA
DIÓGENES SALAS ALVES

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa postal 515
12201-010 São José dos campos, SP, Brasil
jussara@dpi.inpe.br
dalves@dpi.inpe.br

Abstract: Brazilian Legal Amazonia is a 5,000,000 km² region with different types of forests and savannas, that has been affected by human activity. Land use changes, and, particularly, deforestation, are considered to represent an important contribution to the anthropogenic emissions of greenhouse gases (GHG) caused by the transfer of the different amounts of carbon stored in different types of vegetation to the atmosphere in the form of GHG. This paper presents a GIS-based methodology for calculating the incidence of deforestation among the different types of vegetation for the Amazon region. It was developed for the *Amazonia* Information system, a georeferenced data base developed at INPE, that gathers maps of the deforested areas, vegetation types and other types of data.

Key-words - GIS, deforestation, GHG emissions, *Amazonia* Information System

1. Introdução

As florestas tropicais, dentre as quais incluem-se as formações florestais da Amazônia Brasileira, comumente chamada de Amazônia Legal, constituem um grande reservatório de carbono no planeta. A Amazônia Legal com aproximadamente 5.000.000km², vem sofrendo grandes transformações ocasionadas por atividades antrópicas que estão transformando regiões de florestas em áreas destinadas à agricultura e pastagens, além das atividades extrativistas que têm contribuído para alteração do meio ambiente.

Muitos estudos estão sendo realizados na direção de mostrar que o desflorestamento da Amazônia pode contribuir para o chamado efeito estufa, através da queima de biomassa e também da destruição e consequente decomposição da vegetação que fixa carbono através do processo de fotossíntese.

Observações pormenorizadas têm indicado que o CO₂ da atmosfera vem aumentando, sendo as principais causas deste aumento atribuídas à queima de combustíveis fósseis e à destruição de florestas (Brown et al., 1989). O CO₂ da atmosfera está fortemente correlacionado ao mecanismo do balanço de energia do planeta, sendo que a floresta amazônica representa aproximadamente 20% do reservatório de carbono, em termos de biomassa, do planeta (Salati e Ribeiro, 1979).

Ultimamente, segundo Brown et al. (1989), muitos pesquisadores vêm utilizando modelos globais de carbono e discutindo a significância do desflorestamento tropical e de outras alterações no uso da terra, além da queima de combustíveis fósseis. Porém, existem incertezas nos resultados destes modelos que persistem em dois pontos: a biomassa (ou conteúdo de carbono) das florestas tropicais e as proporções das alterações no uso da terra.

O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) vem avaliando o desflorestamento na

Amazônia Legal, onde as estimativas mais recentes correspondem à agosto de 1991, e apresentam o valor de 426.400km² incluindo áreas inundadas por hidroelétricas e desflorestamentos antigos (INPE, 1992). Com isto está se criando uma base de dados georeferenciada que consiste no sistema de informações Amazônia (Alves et al., 1992). O sistema Amazônia é a base para uma série de estudos sobre as consequências de impactos do desflorestamento induzido pelo homem, sobre os diferentes processos físicos. Portanto, dispõe-se de dados para avaliar as proporções das alterações no uso da terra provocadas pela ação antrópica, nas datas avaliadas pelo INPE.

Deve-se considerar, no entanto, a importância de obter dados precisos e compreensivos sobre as proporções e a distribuição do desflorestamento, ou ainda, como o desflorestamento está incidindo nos diferentes tipos de vegetação da Amazônia e consequentemente associar tais valores à diferentes quantidades de biomassa.

Diante do exposto, propõe-se uma metodologia para quantificar o desflorestamento por tipo de vegetação na Amazônia Legal, utilizando técnicas de sistemas de informações geográficas e cartografia.

2. Dados do sistema de informações Amazônia

Para obter dados georeferenciados sobre desflorestamento, o INPE começou a desenvolver o sistema de informações Amazônia (Alves et al., 1992), um SIG que integra dados de desflorestamento e vários outros tipos de dados para o estudo de alterações na região amazônica. O sistema Amazônia é baseado no SGI desenvolvido pelo INPE (de Souza et al., 1990) o qual manipula dados vetoriais (p. ex., limites administrativos) e dados raster ou varredura (tais como imagens de satélite), além de permitir a aquisição, manipulação, armazenamento e saída dos dados.

2.1. Dados de desflorestamento e fisionomia florestal

Cada projeto, segundo a terminologia adotada no SGI refere-se a uma carta 1:250.000 do Mapa Índice de Referência (MIR), conforme as convenções do mapeamento sistemático no país, e é coberto por 2, 3, 4 ou 5 cenas dos satélites Landsat 4/5 do Sistema Universal de Referência (WRS).

No processo de interpretação de uma cena é criado um "overlay" caracterizando áreas de desflorestamento, domínios de floresta e não floresta. As informações interpretadas nas imagens são transferidas para o referencial da cada carta através de pontos de controle e na projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), tendo como atributo a órbita/ponto da imagem utilizada, a data de passagem da mesma e o Estado a qual pertence. Posteriormente estas informações são digitalizadas e passam por um processo de geração de carta no SGI.

Cada cena corresponde, no projeto, a um plano de informação (PI) com informações de desflorestamento, que quando são justapostas formam uma carta de 1^ox1,5^o como mostra a figura 1.

As figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, as imagens (WRS/TM) do recobrimento da Amazônia (229 imagens) e as cartas 1:250.000 e 1:1.000.000, segundo as convenções do mapeamento sistemático (334 e 28 cartas, respectivamente).

2.2. Dados de vegetação

As informações referentes à cobertura vegetal são provenientes da digitalização dos mapas de vegetação, gerados pelo projeto RadamBrasil em escala 1:1.000.000 e projeção Cônica Conforme de Lambert.

Estes mapas cobrem a Amazônia legal com 28 folhas que obedecem o corte da cartografia no país e foram gerados através da interpretação de mosaicos semicontrolados de imagens de radar, na escala 1:250.000 e de trabalhos de campo (IBGE, 1982).

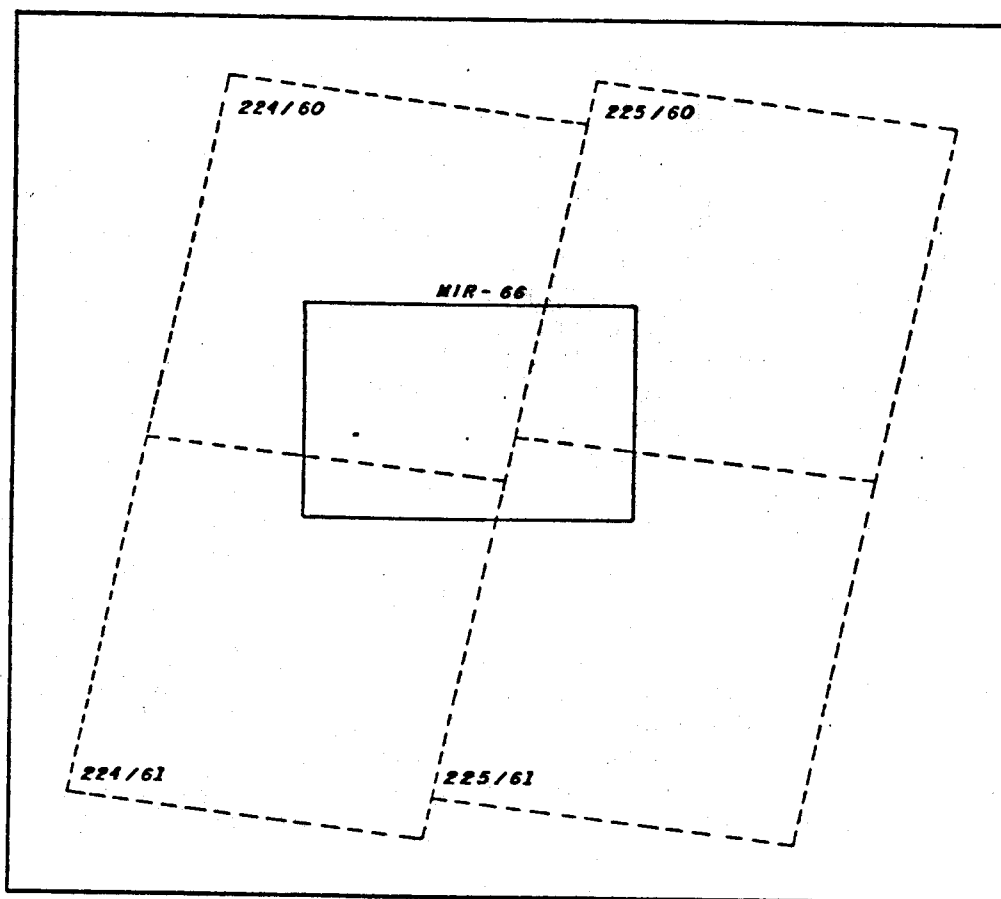


Figura 1: Exemplo de uma folha 1:250.000 (MIR 66) com as cenas Landsat TM

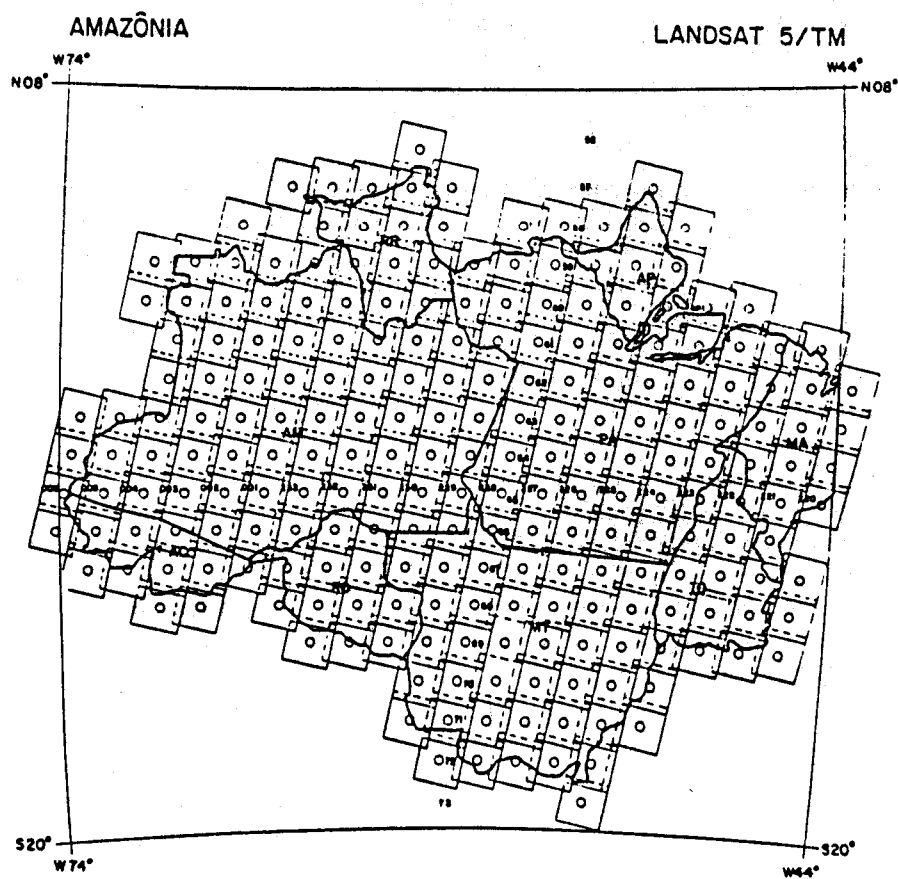


Figura 2: Recobrimento da Amazônia com imagens Landsat TM

Estão delimitadas no mapa de vegetação, regiões fitoecológicas bem distintas pelos caracteres fisionômico-ecológicos, ou seja, com um maior detalhamento de classes em relação aos mapas produzidos pelo INPE.

3. Área de estudo

A área selecionada para teste da metodologia corresponde à folha ao milonésimo SB20 Purus, localizada entre as latitudes 4° e 8° S e longitudes 60° e 66° WGr.

4. Métodos

Os dados provenientes do sistema de informações Amazônia foram utilizados para definição da metodologia, sendo todo o processamento realizado no SGI.

Para definição das etapas metodológicas, foram necessárias algumas considerações cartográficas e de limitações do sistema a ser usado:

- os dados de desflorestamento e vegetação apresentam-se originalmente em escalas e projeções diferentes;

- grande parte das funções de manipulação no SGI são realizadas em formato raster;

- o grande volume de dados a ser processado, principalmente se for considerada a aplicabilidade da metodologia para toda a região da Amazônia Legal.

Com base nas colocações efetuadas acima, o procedimento metodológico foi definido, sendo adotadas para o desenvolvimento do trabalho.

Embora a projeção de Lambert não seja a mais adequada para a quantificação de áreas e sim para a manutenção de ângulos e consequentemente a forma de pequenas áreas, Deetz e Adams (1921) demonstraram que o erro apresentado para o cálculo de áreas é aceitável. Sendo assim, os dados de desflorestamento passaram de projeção UTM e escala 1:250.000 para projeção de Lambert e escala 1:1.000.000 e sem qualquer processo de generalização, uma vez que o intuito é a quantificação total do desflorestamento por tipo de vegetação.

Considerando que as funções de manipulação a serem usadas no SGI trabalham com dados no formato raster, torna-se necessária a definição da resolução mais adequada para a conversão de dados no formato vetorial para raster. Como os polígonos de desflorestamento são da ordem de 1mm^2 e sabendo que quanto melhor a resolução, melhor será a delimitação dos polígonos (Burrough, 1986), optou-se por utilizar uma resolução em torno de $0,5\text{mm}^2$ na escala 1:250.000.

No entanto, para bem delimitar os polígonos de desflorestamento, utilizando resolução adequada, a imagem a ser gerada para a área de $4^{\circ}\times 6^{\circ}$ extrapola o limite máximo de linhas e colunas atualmente aceito pelo SGI. Desta forma, ao invés de degradar a resolução, optou-se por particionar a área de estudo em módulos menores, que permitissem a utilização da resolução proposta. Assim, trabalhando em módulos de $2^{\circ}\times 3^{\circ}$ foi possível a utilização da máxima resolução aceita pelo SGI para este tamanho de área, ou seja, $110\text{m}\times 110\text{m}$.

A resolução adotada deve obrigatoriamente ser a mesma para os dados de vegetação, onde os polígonos são grandes, sendo este um fator limitante do SGI, o qual só aceita a integração de dados raster que tenham a mesma resolução.

A partir desta etapa o processamento pôde ser totalmente elaborado através de funções especificamente desenvolvidas para o sistema de informações Amazônia e também de funções já existentes no SGI.

- Processamento dos dados de desflorestamento:

Através da função "TGEO", foi efetuada a conversão de projeção UTM-Lambert. Este procedimento permitiu, ao utilizar o mesmo PI de saída quando desejado, que os dados de desflorestamento inicialmente em vários PIs que compunham um módulo de $1^{\circ}\times 1,5^{\circ}$ fossem mosaicados em módulos de $2^{\circ}\times 3^{\circ}$, formando um único PI de desflorestamento.

- Processamento dos dados de vegetação:

O mapa de vegetação, originalmente cobrindo uma área de $4^{\circ}\times 6^{\circ}$, foi particionado em quatro módulos de $2^{\circ}\times 3^{\circ}$.

a) Através da função "CRIAMASC" foram geradas automaticamente quatro máscaras de $2^{\circ}\times 3^{\circ}$;

b) Utilizando-se das máscaras, através da função "RECORTE", o dado original de vegetação foi recortado gerando quatro Pls de $2^{\circ}\times 3^{\circ}$ contendo informações de vegetação.

- Integração dos dados:

Antes de realizar a integração dos dois grupos de dados, os oito Pls (quatro de desflorestamento e quatro de vegetação) passam pela conversão de formato vetorial para raster, gerando oito Pls imagens com resolução de $110\text{m}\times 110\text{m}$ cada um.

De posse das imagens geradas, a integração dos dados realiza-se através da função "TABCRUZ2", gerando uma tabela com informações de áreas desflorestadas por tipo de vegetação.

5. Considerações finais

É pertinente fazer algumas considerações metodológicas preliminares a respeito dos módulos já processados:

- Foram constatados deslocamentos de um dado em relação ao outro, devido à diferenças de geometria interna entre os dados. Tal fato pode ser constatado ao verificar que: a) nos módulos onde existem rios de margem dupla, ocorreu a incidência de polígonos de desflorestamento em manchas de água, e b) ao realizar a sobreposição dos Pls de fisionomia florestal gerados pelo projeto Amazônia, juntamente com os dados equivalentes mapeados pelo projeto RadamBrasil, pode-se verificar nitidamente o deslocamento de polígonos morfologicamente iguais.

- Uma vez que o projeto Amazônia só apresenta o desflorestamento mapeado em sistemas de fisionomia florestal, é de se esperar que não haja nenhum polígono de desflorestamento em áreas de savana, por exemplo. Do total já processado é possível notar que há uma concordância relativamente alta a este respeito.

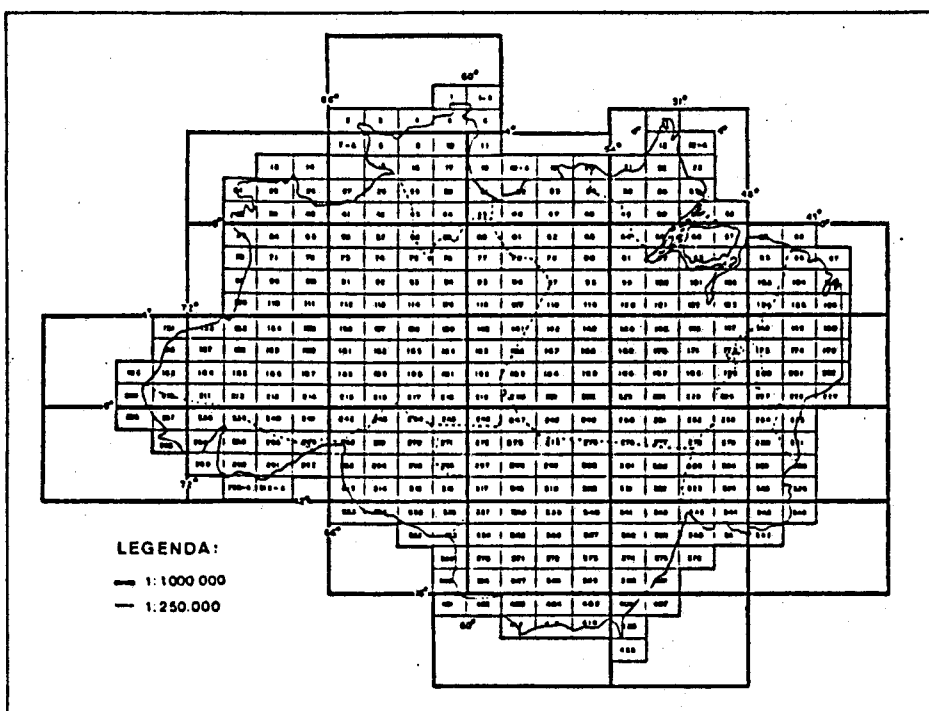


Figura 3: Cartas 1:250.000 e 1.1.000.000 que recobrem a Amazônia

- Embora um SIG possa ser considerado uma ferramenta poderosa para integração de dados de fontes diferentes, ainda não dispõe de recursos para avaliar a precisão dos produtos resultantes. Esta situação torna-se mais complexa quando não se dispõe de dados com informações da verdade terrestre, para efetuar qualquer tipo de análise estatística, como é o caso da Amazônia. Espera-se, porém, que o resultado encontrado com a metodologia proposta, depois de estar totalmente avaliado, possa ser utilizado para toda região amazônica contribuindo para uma primeira avaliação de impactos ocasionados pelo desflorestamento em ecossistemas de biomassa elevada.

Souza, R.C.M.; Câmara Neto, G.; Alves, D.S. O desenvolvimento de sistemas de informação geográfica e de processamento de imagens no INPE. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, São Paulo, SP, 23-25 maio, 1990. Anais. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990, v. 1, p. 168-173.

Referências

Alves, D.S.; Meira Filho, L.G.; d'Alge, J.C.L.; Mello, E.K.; Medeiros, J.S.; Santos, J.R.; Oliveira, J.D.; Moreira, J.C.; Tardin, A.T. The Amazonia Information System. In: ISPRS, Washington, agosto, 1992. Archives. Washington, 1992, v.28, p.259-266.

Brown, S.; Gillespie, A.J.R.; Lugo, A.E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. Forest Science, 35(4): 881-902. 1989

Burrough, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessmet.** Oxford, Clarendon Press, 1986. 193 p.

Deetz, C.; Adams, O. Elements of map projection. Washington, U.S.G.S., 1921. 163p. (special publication no 68).

Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). **Dados de desflorestamento para a Amazônia Legal**, 1992.(Pre-print).

IBGE (Instituto brasileiro de geografia e Estatística) **Relatório do Projeto de Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro, 1982.

Salati, E.; Ribeiro, M.N.G. Floresta e clima. Suplemento Acta Amazônica, 9(4): 15-22, 1979.