



Padrões de Assentamento Caboclo no Baixo Amazonas: Análise Temporal de Imagens de Satélite para estudos de Ecologia Humana de Populações da Amazônia

E. S. Brondizio, E. F. Moran, P. Mausel, and Y. Wu

Reprinted from: **Anais do VII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto
1:16-26 (1993)**

PADROES DE ASSENTAMENTO CABOCLO NO BAIXO AMAZONAS: ANALISE TEMPORAL DE IMAGENS DE SATELITE (Landsat TM) PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA HUMANA DE POPULACOES DA AMAZONIA.*

**Eduardo S. Brondizio¹ & Emilio F. Moran²
Paul Mousel & You Wu³**

1 Indiana University: PhD Program, School of Public and Environmental Affairs, and Anthropological Center for Training and Research in Global Environmental Change. Student Building 130, Bloomington, IN, 47405, USA, Tel/fax (812)8553000

Ebrondiz@UCS.Indiana

2 Indiana University: Anthropological Center for Training and Research in Global Environmental Change, Student Building 130, Bloomington, IN, 47405, USA, Tel/fax (812)8553000, Moran@ucs.Indiana

3 Indiana State University: Dept. of Geography and Geology, Terre Haute, IN, 47809, USA, Tel (812) 2372254

Abstract. Landsat TM images from 1985 and 1991 were analysed to produce land use maps for the corresponding area of three Caboclo populations living on the Amazon estuary at Ponta de Pedras, PA, Marajo Island. A Parametric Maximum-Likelihood classifier was used for a hybrid classification on Erdas (ver.7.4) and Multispec (ver. June 92). Data on subsistence economy for the three populations, geo-referenced information collected with GPS and spectral modeling were combined for correlation with land use changes. The paper also discusses the potential use of remote sensing and GIS on human ecology studies in the Amazon.

* O texto nao contem acentuacao por limitacoes do processador de textos.

1 - INTRODUCAO

A importancia e potencialidade do sensoriamento remoto orbital em pesquisa antropologica tem sido cada vez mais salientada e motivada tanto por cientistas sociais quanto por ecologistas [Conant (-1990), Behrens (1990), NASA (1990), Reining (1978)]. Dentre as inumeras oportunidades que o sensoriamento remoto oferece ao estudo eminentemente interdisciplinar de ecologia humana, neste caso de populacoes Amazonicas, podemos salientar: i) inserir variacoes temporais e espaciais decorrentes do uso da terra num contexto ecologico, socio-economico e cultural; ii) contribuir para uma analise de explicacoes multi-factorial, quantitativa e comparativa nos processos de intensificacao do uso da terra e crescimento populacional; iii) oferecer uma escala de trabalho que compatibiliza a analise ao nivel local aos processos ecologicos e economicos regionais. Este processo de mutua fertilizacao entre sensoriamento remoto e ecologia humana tem se fortificado com o avanco de instrumentos como sistemas de informacoes geograficas que pode propiciar um plataforma de processamento de dados de diferentes naturezas.

Entretanto, embora tao falado, a incorporacao de dados socio-economicos e culturais num sistema de informacoes geograficas nao tem

recebido um esforco sistematico de pesquisa capaz de superar as conhecidas deficiencias teoricas e metodologicas. Estas limitacoes podem ser observadas na ausencia de uma literatura basica capaz de criar protocolos comuns de pesquisa, possibilitando um aproveitamento efetivo destes dois poderosos instrumentos a nivel interdisciplinar [Morren, (1990), Moran et al (no prelo), (1990)].

O presente trabalho pretende contribuir para neste processo, discutindo a metodologia utilizada para analisar os processos de mudanca no padrao de subsistencia de tres populacoes caboclas do Baixo Amazonas e suas implicacoes na transformacao da paisagem local atraves do uso da terra. Em paralelo, nos fazemos uso de conceitos baseados em "ecologia da paisagem" para representar a interface entre processos sociais e ambientais [Turner (1989) Forman (1987)]. Uma abordagem deste tipo nos permite considerar a heterogeneidade espacial e temporal do uso da terra integrando estes processos na dinamica ambiental da paisagem regional. Por exemplo, a integracao analitica entre a proporcao de areas de cultivo, sucessao secundaria, desmatamento, dispersao do assentamento e insercao da economia local ao mercado regional podem ser relacionados a dinamica presente nos modos de subsistencia e seus

resultantes nos padroes de uso da terra.

Embora seja a maior populacao nativa nao-indigena da Amazonia, as populacoes caboclas tem sido frequentemente negligenciadas tanto em politicas governamentais como pela academia. De maneira geral, o Caboclo deriva do processo de detribalizacao, depopulacao e miscigenacao das populacoes indigenas que habitavam as varzeas entre os seculos XVI e XVIII. Eles misturam cultura, sangue e economia entre indios, Portugueses colonizadores e nordestinos descendentes de escravos Africanos trazidos como forca de trabalho para a Amazonia. Os poucos estudos sobre Caboclos tem salientado a importancia do seu sistema adaptativo que combina praticas de manejo ambiental a possibilidades de insercao ao mercado regional, possibilitando a exploracao economica de produtos locais inaccessiveis ao limitado contexto ocidental de exploracao de produtos florestais (Brondizio e Siqueira 1992, Parker 1985, Moran 1974). Basicamente, a economia Cabocla se apoia na diversificacao das atividades de subsistencia e na exploracao integrada de diferentes compartimentos ambientais - agricultura de corte e queima na terra firme e varzea, extrativismo e coleta, pesca e caca, manejo florestal entre outros. Tem sido cada vez mais reconhecido que o estudo das variacoes existentes na economia das populacoes caboclas pode contribuir com novas experiencias sobre manejo de recursos naturais adaptado a diversidade ambiental e social da Amazonia.

Por variar seus padroes de subsistencia combinando oportunidades de mercado ao manejo de recursos naturais, populacoes caboclas, mesmo que vizinhas, apresentam uma grande diversidade nos padroes de uso da terra que sao perceptíveis através da análise espacial e temporal do uso da terra. Com isto é possível verificar relações de causa-efeito entre variáveis antropicas e naturais perceptíveis ao nível da paisagem como: - composicao e estrutura das comunidades vegetais, - dinamica sucessional da vegetacao, e na heterogenidade da cobertura vegetal. Neste trabalho estes processos sao verificados a partir de recursos como modelagem espectral e espacial de uma imagem temporal Landsat TM, levantamento florestico-estrutural da vegetacao e pesquisa etnografica.

2-AREA DE ESTUDO

A area de estudo esta localizada na regioa estuarina do Baixo Amazonas, municipio de Ponta de Pedras, Ilha do Marajo. E' uma regioa de transicao entre dois macro-ambientes, a Floresta Ombrofila Densa

e os Campos de Marajo'. Este ultimo nao e' encontrado na area de estudo, ainda que por vezes seja confundido com os enclaves de Campo Cerrado ali presentes [Pires (1983)].

De maneira geral, as formacoes vegetais mais expressivas encontradas na regioa sao: 1- Floresta Ombrofila Aluvial, tambem conhecida como Floresta de Varzea; 1.1- Acaizais, formacao antropogenica com dominancia de Euterpe oleracea; 2- Floresta Ombrofila de Platos, tambem conhecida como Floresta de Terra Firme; 2.1- Capoeira Latifoliada, encontrada em diversos estagios de sucessao; 3- Campo Cerrado, apresentando variacoes segundo a elevacao do terreno (alto e baixo); 3.1- Cerrado Imperata, Campo Cerrado com dominancia de Imperata brasiliensis na cobertura do solo; 4- Mangue, dominado por Rizophora mangle L. var. Racemosa Meyer), incluindo area de "Aningal" dominada por Aninga (Montrichardia arborencis) e Aturia (Drepanocarpus lunatos Schott.); 5- Floresta de Transicao, ocorrendo na transicao entre Floresta e Campo Cerrado.

As tres populacoes consideradas neste trabalho estao assentadas no municipio de Ponta de Pedras, conforme as areas demarcadas na figura 1 (Imagem TM Landsat 1991). Elas sao denominadas como: Rio Marajo-acu, Igarape do Paricatuba, Praia Grande. Desde 1989 estas populacoes vem sendo estudadas por um grupo multi-disciplinar e multi-institucional (Museu Paraense Emilio Goeldi-CNPq, Indiana University, USP) com o objetivo de testar a eficiencia adaptativa de tres estrategias distintas de organizacao social, assentamento, subsistencia e impacto ambiental do uso da terra de populacoes ribeirinhas do estuario do Amazonas [Murrieta et al (1989), Murrieta et al (no prelo), Brondizio e Neves (1992), Moran et al (no prelo)]. 1-

A populacao do Rio Marajo-acu apresenta um do meio ribeirinho Caboclo, com casas dispersas entre 50 e 1000 metros ao longo do rio. A economia esta centralizada na extracao e comercio do fruto do acai (Euterpe oleracea) que vem se intensificando na ultima decada devido a demanda de centros urbanos como Belem. A agricultura de corte e queima vem sendo paulatinamente abandonada em funcao do fortalecimento da economia do acai. A pesca de peixe e camarao ocupa um papel importante na subsistencia, seguida da coleta e extrativismo de frutos, oleos e materias primas tanto nas Florestas como nos Campos Cerrados. 2-A populacao do Igarape' do Paricatuba apresenta o padrao de subsistencia Caboclo mais diversificado (por isso algumas vezes denominado como "tradi-

cional") quando comparado com as populações de Marajo-acu e Praia Grande. O padrão de assentamento se assemelha ao do Rio Marajo-acu, porém ocorre próximo as cabeceiras do igarapé, mais próximo das áreas de terra firme e com menores distâncias entre as unidades domésticas (20 a 300 metros). Esta população concentra suas atividades de subsistência na agricultura de corte e queima de terra firme e varzea e na produção de açaí. O fato da agricultura de corte e queima ainda representar parte fundamental na sua economia distingue esta população da maioria das populações do Baixo Amazonas onde esta atividade vem sendo paulatinamente abandonada. A pesca de peixe e camarão ocupa um papel importante na economia local, assim como a caça, coleta e extrativismo de frutos, óleos e matérias primas tanto nas Florestas como nos Campos Cerrados.

3-A população de Praia Grande representa a quase completa alteração do padrão Caboclo por influência de fatores externos. Atualmente esta população está assentada na terra firme sendo as casas conectadas por estrada. Incentivada e financiada pela diocese da igreja Católica local, a população vem se organizando desde os anos 60 na forma de cooperativa agrícola, cujas atividades se baseiam na agricultura mecanizada de feijão, arroz e milho, pecuária de corte e cultivo de cocos. Embora em menor escala, o açaí também faz parte da economia da comunidade, assim como a pesca de peixe e camarão, o extrativismo e coleta de frutos, óleos e matérias prima e a produção de carvão.

3-MATERIAIS E METODOS

Na análise temporal de mudança no uso da terra das três populações foram utilizadas duas imagens Landsat TM, respectivamente de Junho de 1985 e Julho de 1991 (órbita/ponto 224/61). As imagens mencionadas, além de outras (1984, 1987, 1988, 1992) foram adquiridas junto ao INPE. O tamanho das imagens utilizada para cada população foi: Marajo-acu 185 x 173 pixels; Paricatuba 131 x 113 pixels; Praia Grande 147 x 116 pixels. Dois programas de tratamento digital de imagens, Erdas 7.5 e Multispec (versão Jun.92), respectivamente em plataformas Unix e Macintosh, foram utilizados. As imagens foram registradas pixel-a-pixel para compor uma imagem multi-temporal de 14 canais. Para possibilitar uma análise temporal baseado em padrões espectrais a imagem de 1991 sofreu correção atmosférica baseada nos valores coletados na imagem de 1985. Para isto foi escolhida uma área de floresta de terra firme onde não ocorreram mudanças (corte, extrativismo) entre os dois anos.

A imagem multi-temporal foi submetida a geocorreção através de um mapa base 1:100.000 - IBGE 1984, projeção UTM. Desta maneira, dados de campo coletados com GPS - "Global Positioning System" (Magellan, NAV 1000-PRO) puderam ser ajustados a imagem permitindo um calibração da análise espectral aos dados colhidos através de inventários da vegetação e entrevistas com moradores locais sobre a história de uso da terra. Como parte de um projeto mais abrangente, estão sendo executados os mesmos procedimentos descritos acima (registrar, geocorriger e correção atmosférica) para as imagens de 1984, 1987, 1988, 1992.

De junho a julho de 1992, intenso trabalho de campo foi conduzido na área de estudo. Áreas representativas de cada formação vegetal presente na chave de classificação foram escolhidas (repetição de 3) de acordo com: representatividade no padrão de uso do solo, distribuição na imagem e disponibilidade de informações sobre a história de uso e manejo. Todas as formações vegetais foram levantadas com vistas a determinar a composição florística e respectivas frequência, densidade, dominância (área basal), porcentagem de cobertura do solo, altura do primeiro galho, e altura total. Foram inventoriadas um total de 27 áreas entre vegetações naturais e antropogênicas. Em paralelo, dados etnográficos foram coletados sobre: uso passado da área, tempo de abandono (capoeiras), e tecnologia de cultivo e manejo (açaizal).

A incorporação destes dados as imagens de satélite seguiu os seguintes passos (gráfico 1):

- 1- Geração de uma base geo-referenciada a partir dos pontos coletados com o uso de um Global Positioning System (GPS-Magellan NAV 1000-PRO). Esta base foi gerada em Arc-info 3.4 através da converção de "waypoints" (GPS) em formato Arc-info efetuada utilizando o programa "Magellan Post-processing Software".
- 2- As informações referentes a cada "waypoint" foram armazenadas em DBase IV, recebendo a mesma identificação presente na base criada em ArcInfo. Utilizando-se de "waypoints" coletados em todas as unidades domésticas, os dados de subsistência e demografia já processados e armazenados em Dbase VI puderam ser acessados permitindo uma ampla pesquisa socio-econômica interligada geograficamente a imagem Landsat TM.
- 3- A base de "waypoints" foi convertida para formato Erdas 7.5 e registrada sobre a imagem multi-temporal Landsat TM. Tal registro permite que as informações de cada "waypoint" sejam utilizadas como base para uma classificação super-

visionada multi-temporal. As classificações foram convertidas para formato ArcInfo possibilitando a criação de um sistema de informações geográficas atrelado a um banco de dados com informações demográficas e de subsistência.

A metodologia para análise temporal de mudanças na vegetação seguiu os seguintes passos: 1- Classificação independente da imagem correspondente a cada população (Marajo-acu, Paricatuba e Praia Grande). Inicialmente foram desenvolvidas classificações não-supervisionadas de alta dimensão (40 - 60 classes). As classes foram analisadas através de seus valores estatísticos (média, variância, co-variância) para serem relacionadas as informações de vegetação e história de uso da terra levantadas em campo. Em paralelo, valores estatísticos foram coletados nos polígonos demarcados de acordo com as coordenadas colhidas a campo com o uso de GPS. Antes de uma classificação supervisionada ser iniciada, a imagem foi submetida a uma análise de "separação de bandas" (separability) para determinação da combinação de bandas mais apropriada para a área. Foram selecionados os canais 2, 3, 4 e 5. As classes selecionadas de acordo com as estatísticas espectrais foram submetidas a um classificador "Gaussian maximum-likelihood", pixel a pixel para ambas as imagens (1985, 1991).

2- Para a construção uma "matrix de mudança" foi utilizado o programa "Algebra" disponível em Erdas 7.5, onde as classificações referentes a cada data (1985 e 1991) foram subtraídas umas das outras. Este procedimento permite verificar a transformação de uma classe em outra num determinado intervalo de tempo. Por exemplo, verificar a área de "floresta" convertida em "sucessão secundária inicial" entre 1985 e 1991, ou a transformação da área de "sucessão secundária inicial" em 1985 para "sucessão secundária intermediária" em 1991.

Para maiores detalhes sobre o desenvolvimento de assinaturas espectrais para as classes de interesse ver trabalho dos mesmos autores publicado nestes mesmos Anais (VI SBSR).

4 - RESULTADOS

As classificações temáticas das imagens de 1985 e 1991 correspondentes a cada população são apresentadas respectivamente: Paricatuba - Imagens 1 e 2; Praia Grande - Imagens 3 e 4; Marajo-acu - Imagens 5 e 6. As respectivas legendas e porcentagem total de cobertura de cada classe estão representadas na Tabela 1. As tabelas 2 (Paricatuba), 3 (Praia Grande) e 4 (Marajo-acu) indicam a porcentagem de transformação entre as

áreas classificadas em 1985 para as áreas classificadas em 1991. As tabelas foram separadas de acordo com dois macro-ambientes: Terra Firme e Varzea. Desta maneira, assumimos que estes são os dois ambientes principais onde atividades de subsistência são perceptíveis pela a análise do padrão de uso da terra. As atividades de subsistência, conforme expostas no Gráfico 1, englobam somente aquelas possíveis de serem detectadas na vegetação. Não estão incorporadas atividades de pesca, caça e extrativismo também praticadas pelas populações. As tabelas 2, 3 e 4 indicam o quanto uma determinada classe mapeada em 1985 contribuiu para a área total das classes mapeadas em 1991. Na próxima sessão iremos discutir a possível origem de cada área no contexto do uso da terra de cada população.

De maneira geral, as transformações na vegetação resultantes no uso da terra podem ser diferenciados por quatro processos básicos: 1- Sucessão secundária de roca de corte e queima - as rocas de corte e queima geralmente são de ciclos de 2 a 3 anos. Para o preparo das áreas são utilizados Floresta de Terra Firme e capoeiras em diferentes idades, porém de preferência em idade avançada. O tamanho médio das áreas é de 2500 m². 2-Sucessão secundária de agricultura convencional - São áreas de cultivo de longo a médio prazo, sustentadas por fertilizantes. Se distingue da roca de corte e queima não só pelo tempo de rotação, mas pela forma espacial das áreas de cultivo. 3-Sucessão secundária em pastagem - São áreas de sucessão mais lenta, geralmente caracterizado pelo aparecimento de arbustos esparcos e palmeiras. As palmeiras como Maximiliana maripa e Astrocaryum vulgare passam a dominar a área quando nestas são utilizadas fogo para limpeza, processo este muito comum na região. 4-Acaizal - Os acaizais indicam a transformação da floresta de varzea através do manejo agro-florestal. A tecnologia de manejo agroflorestal para formação de acaizal envolve basicamente: A-Corte seletivo de espécies florestal não desejáveis; B- Corte seletivo de espécies do sub-bosque e lianas; C- Desbaste das touceiras de acai; D- Plantio de mudas e sementes. Árvores produtivas são selecionadas para coleta de sementes e mudas. E- Capina anual do terreno.

Os processos de sucessão secundária proveniente de agricultura foram discriminados em três estágios: Sucessão secundária inicial (S.S.1), sucessão secundária intermediária (S.S.2) e sucessão secundária avançada (S.S.3). Tais estágios foram discriminados a partir da análise conjunta da história de uso da terra, discriminação da assinatura

GRAFICO 1

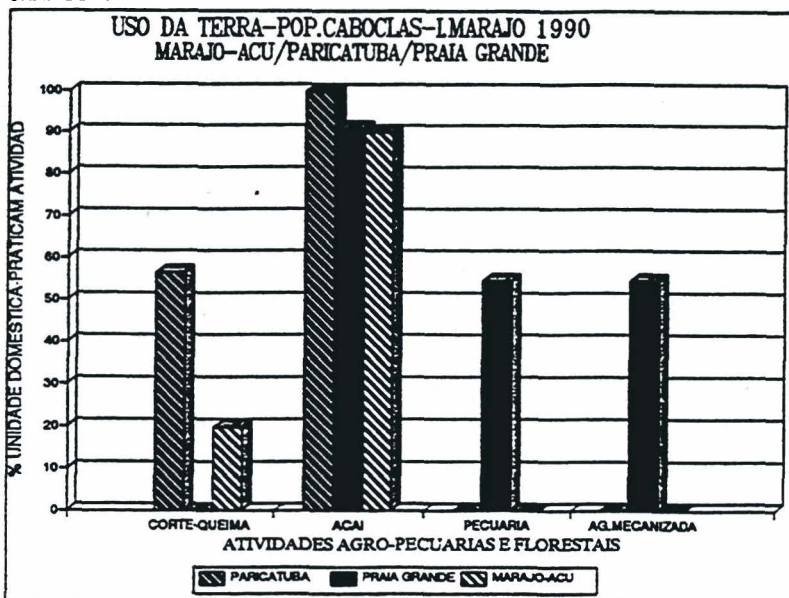


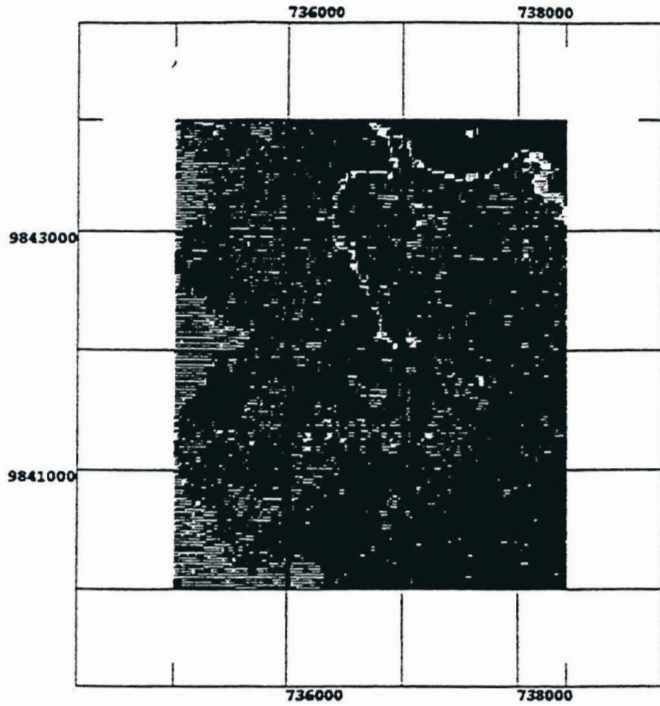
TABELA 1

TABELA DE MUDANCAS 1985 - 1991

CLASSES	PARICATUBA			PRAIA GRANDE			MARAJO-ACU		
	%-1985	%-1991	% 85-91	%-1985	%-1991	% 85-91	%-1985	%-1991	% 85-91
1 AGUA	4.4	4.6	0.2	17.7	21.4	3.7	22.9	21.4	-1.5
2 FLORESTA DE TERRA FIRME	36.4	37.5	1.1	1.9	2.8	0.9	10.1	9.4	-0.7
3 FLORESTA DE VARZEA	23.2	20.8	-2.4	3.5	3.3	-0.2	32.9	40.1	7.2
4 ACAIZAL	7.7	7.9	0.2	3.1	4.7	1.5	10.7	10.3	-0.4
5 "MARSH" E MANGUE	2.9	2.6	-0.3	3.5	2.1	-1.4	5.7	6.1	0.4
6 SOLO EXPOSTO	2.6	1.4	-1.2	9.2	8.9	-0.3	1.7	0.9	-0.9
7 PASTAGEM	1.6	0.2	-1.4	14.5	3.5	-11.0	0.4	0.8	0.3
8 PASTO-PALMEIRAS-ARBUSTOS	0.2	0.2	-0.0	7.3	6.3	-0.9	0.0	0.0	-0.0
9 COCAL PLANTADO	0.1	0.3	0.1	2.1	3.1	1.0	0.0	0.0	-0.0
10 S.SEC. INICIAL	2.5	0.6	-1.9	9.8	11.5	1.9	0.9	0.4	-0.4
11 S.SEC. INTERMEDIARIA	5.8	1.6	-4.3	17.9	12.9	-5.0	3.9	0.5	-3.4
12 S.SEC. AVANCADA	7.5	16.7	9.2	6.8	16.4	9.5	6.8	6.3	-0.5
13 CERRADO (COTA ALTA)	3.7	2.7	-1.1	1.4	1.3	-0.1	1.4	2.0	0.6
14 CERRADO (COTA BAIXA)	0.0	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
15 CERRADO "IMPERATA"	1.3	0.9	-0.4	1.4	1.6	0.2	1.4	0.7	-0.7

Imagem 1

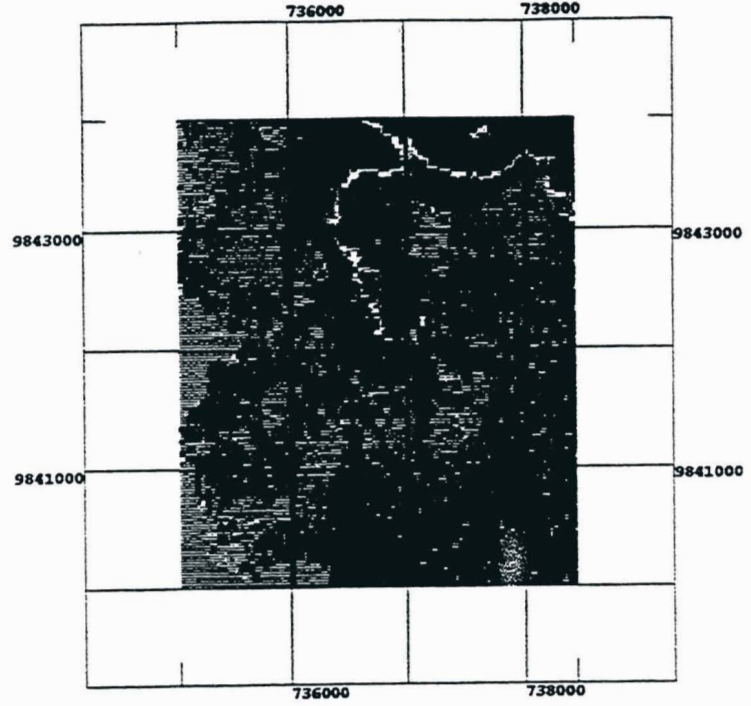
U.L.: 735044, 9843937



L.R.: 738434, 9840007

iImagem 2

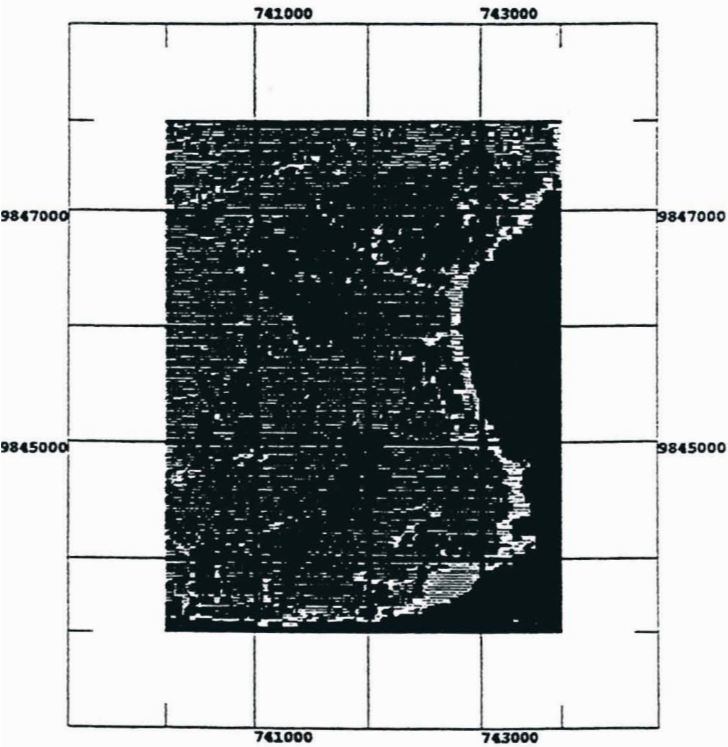
U.L.: 735044, 9843937



L.R.: 738434, 9840007

Imagem 3

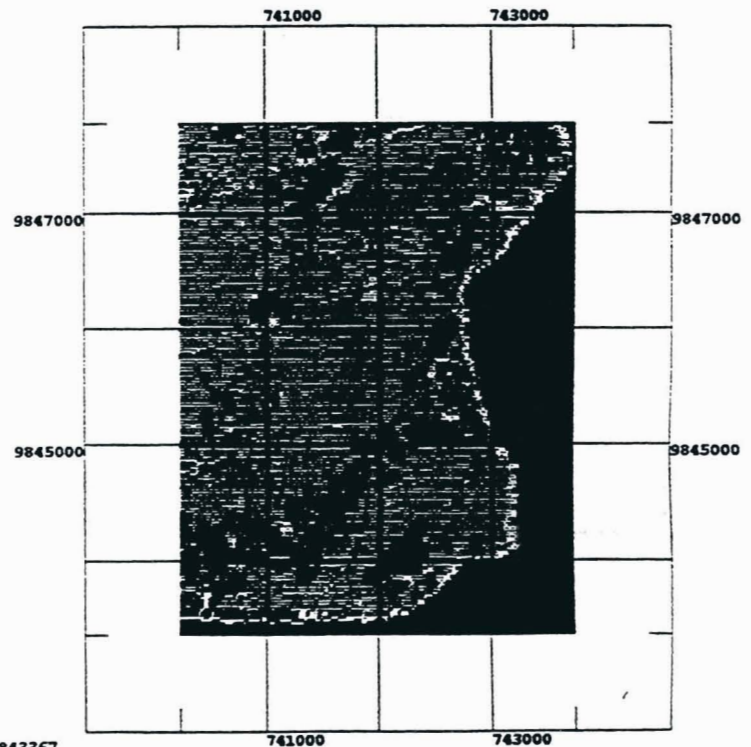
U.L.: 740234, 9847777



L.R.: 743714, 9843367

Imagem 4

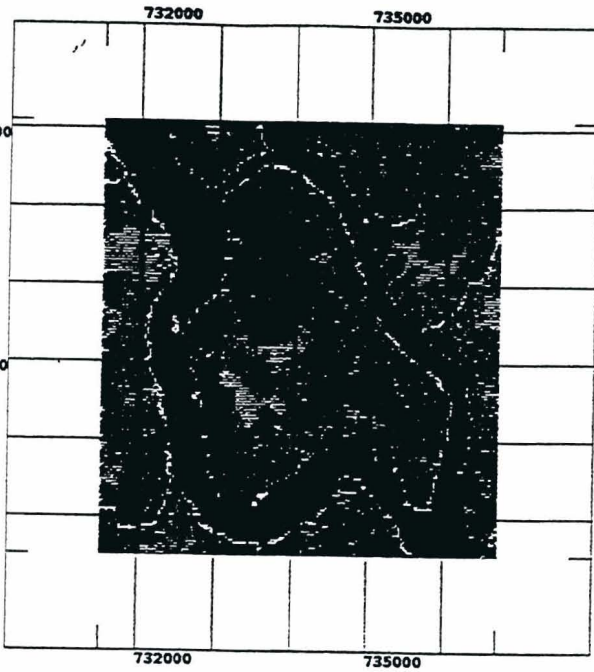
U.L.: 740234, 9847777



L.R.: 743714, 9843367

Imagem 5

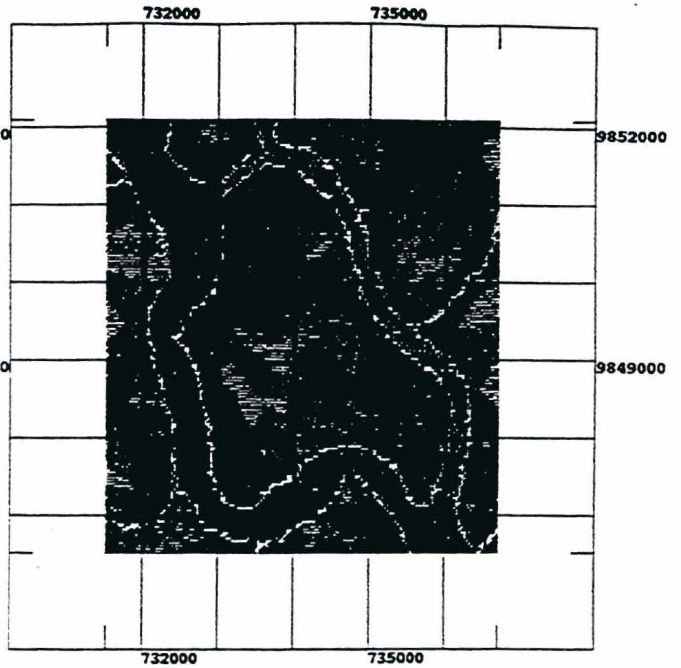
U.L.: 731504, 9852097



L.R.: 736694, 9846547

Imagem 6

U.L.: 731504, 9852097



L.R.: 736694, 9846547

TABELA 5

ASSINATURA ESPECTRAL DE CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA
RESPOSTAS ESPECTRAIS (MEDIA) EM VALORES DIGITIS - TM 2-5

CLASSES	BANDA 2	BANDA 3	BANDA 4	BANDA 5
AGUA	34.8	35.8	32.1	10.1
FLORESTA DE TERRA FIRME	30.5	24.8	81.7	55.4
FLORESTA DE VARZEA	30.5	28.4	71	46.9
ACAIZAL (Euterpe oleracea)	30.9	28.9	77.6	46.3
ANINGAL E MANGUE	32.8	32.9	52.36	32.6
SOLO EXPOSTO	45.5	52.5	60.9	107.9
PASTO	39	35.8	98	115
PASTO C/ PALMEIRAS E ARBU	37	34.1	96.7	112.5
S.S. INICIAL	36.1	35	95.9	100.9
S.S. INTERMEDIARIA	35.9	31.8	93.6	92.6
S.S. AVANÇADA	32.6	26.3	91.7	71.2
CERRADO (COTA ALTA)	31.7	33.9	44	69.8
CERRADO (COTA BAIXA)	33.2	35	55.5	78.1
CERRADO "IMPERATA"	32.3	31.4	65.6	61.5

espectral e inventario in loco da vegetacao. Estes tres estagios correspondem as idades aproximadas entre S.S.1 - 0 a 5 anos, S.S.2 - 5 a 10 anos, S.S.3 - > 10 anos. De acordo com nossos testes capoeiras acima de 15 anos apresentam uma assinatura espectral dificilmente diferenciada da Floresta de Terra Firme.

A tabela 5 mostra os valores digitais ajustados utilizados para determinacao das assinaturas espectrais das formacoes vegetais. Modelagem espectral envolve basicamente caracteristicas como: absorcao de clorofila nos canais "visivel", reflectancia do mesofilo no "infra-proximo", absorvcao da agua (e umidade)

plantas e no ambiente no "infra-vermelho medio". No entanto, outros parametros sao utilizados para diferenciacao entre estagios sucessorios ou areas manejadas como e' o caso do Acaizal. Fatores como a porcentagem de cobertura do solo, estrutura e densidade da vegetacao derivados de um inventario da vegetacao in loco permitem incorporar elementos como sombreamento e "ratio" de regeneracao que sao fundamentais para um melhor entendimento da reflectancia e absorcao de energia no "infra-vermelho proximo". Estes elementos sao importantes para explicar mudancas na absorcao de "infra-vermelho proximo" quando estes se alteram por efeito "armadilha" ocasionado por sombreamento devido estratificacao da vegetacao.

O presente trabalho esta inserido em um projeto maior voltado para a analise da diversidade ambiental e social e suas relacoes com o uso da terra em diferentes regioes da Amazonia. Nossa outra area de estudo esta localizada na regio a oeste de Altamira onde projetos de colonizacao foram implantados na decada de 70. Nesta area, estao sendo analisadas 5 imagens Landsat TM (1985, 1987, 1988, 1991, 1992), levantamento da vegetacao (22 areas foram amostradas em trabalho de campo em maio e julho de 1992) e dados etnograficos.

5 - DISCUSSOES E COMENTARIOS FINAIS

As matrizes de mudanca entre classes (Tabelas 2, 3 e 4) permitem associar as atividades de uso da terra a mudanca na cobertura vegetal de cada area. Em paralelo, tambem e' possivel verificar algumas inconsistencias nas classificacoes de cada ano. Por exemplo, como explicar a mudanca entre uma area classificada como Solo Exposto em 1985 para Floresta de Terra Firme em 1991. Tais mudancas podem estar associada a classificacao de areas de borda entre floresta e areas desmatadas que sofrem

efeitos de sombra da floresta. Outras areas com possiveis problemas na classificacao sao as areas que foram classificadas como Floresta de Terra Firme em 1985, porem em 1991 como Sucessao Secundaria Avancada. Estas areas podem ser o resultado de erros ao classificar Sucessao Secundaria Avancada em 1985 como Floresta de Terra Firme. Sucessao Secundaria Avancada apresenta um comportamento espectral similar a Floresta de Terra Firme a partir de aproximadamente 15 anos de regeneracao [(Moran et al (no prelo))]. Transformacao de areas entre Solo Exposto para Pastagem, e vice versa, podem estar associadas a menor densidade na cobertura do solo ou a um periodo mais seco diferenciando um ano do outro. Na regio da Varzea, variacoes na area classificada podem ocorrer devido a presenca de mare'. Sendo uma regio estuarina, esta area sofre a influencia da mare' (variacao 4 metros) duas vezes ao dia.

A matriz de mudanca na area de Paricatuba mostra alguns detalhes caracteristicos de areas de rotacao de agricultura de corte e queima. Aparentemente existe um menor numero de rocas em 1991 e um aumento da area de Sucessao Secundaria Inicial em areas ocupadas com rocas em 1985. Existe tambem um aumento consideravel nas areas de Sucessao Secundaria Intermediaria e Avancada entre os dois anos, representando areas de repouso no processo de rotacao de rocas. A Floresta de Terra Firme nao sofreu nenhum tipo de intervencao em 77 % de sua area entre os dois anos. Porem a abertura de floresta para novas rocas pode ser verificada nas colunas referentes a sucessao secundaria (1, 2 e 3). Na area da varzea, novos Acaizais foram formados a partir do manejo de Floresta de Varzea (66.4 %) e na interface entre a floresta e Mangue (8.4 %). Por outro lado, algumas areas de Acaizais que sao mostradas como abandonadas representam um aumento na densidade de especies florestais, principalmente no sub-bosque, por falta de manejo. Este fato ocorre com a queda na produtividade de acaizais muito antigos.

A matriz de mudanca na area de Praia Grande traz indicadores importantes dos processos economicos por que vem passando a populacao local nos ultimos anos. Baseada na implantacao de projetos extensivos de agro-pecuarios, a cooperativa formada pelos moradores locais com o auxilio da igreja catolica promoveu intensos desmatamentos nos anos 60 e 70. Em 1985 apenas 29.2 hectares foram mapeados como Floresta de Terra Firme. Devido a falencia dos projetos pecuarios, imensas areas de Pastagem presentes em 1985 foram abandonadas se tornando areas de Sucessao

Secundaria Inicial em 1991. O uso de queimadas para limpeza dos pastos propiciou o aparecimento de Pastagem com Palmeiras, dominadas por Maximiliana maripa e Astrocaryum vulgare, espécies com estratégias de dispersão bem adaptadas ao fogo (43.8 %). Áreas utilizadas para cultivo na década de 70 foram abandonadas foram mapeadas como Sucessão Secundária Avançada em 1991. Estes dados indicam que a proposta inicial de cooperativa de implantar um modelo agro-pecuario convencional não foi bem sucedida. As áreas de pastagem e cultivo foram reduzidas dando lugar a sucessão secundária em diferentes estágios e padrões (223 hectares em 1985 para 64 hectares em 1991). Com o declínio das atividades agro-pecuárias houve um aumento no manejo de Acaizais (47.3 hectares em 1985 para 71.7 hectares em 1991).

A matriz de mudança na área do Marajoacu indica poucas mudanças na área de Floresta de Terra Firme (84.9 % não alterado entre 1985 e 1991). As áreas de solo exposto diminuíram de 60 para 26 hectares. Porém parece haver um uso maior das áreas de capoeira em estágio Intermediário e Avançado. O número de unidades domésticas que praticam agricultura de corte e queima na área tem diminuído em função da intensificação das atividades ligadas ao manejo de Acaizais (incluindo comércio). A área total de Acaizais sofreu pouca alteração (307 hectares em 1985 para 288 hectares em 1991).

As imagens Landsat TM representam um poderoso instrumento de trabalho para o estudo de ecologia humana na Amazônia. O avanço de metodologias que permitam uma melhor conexão entre dados socio-econômicos e mapeamentos temáticos da cobertura vegetal e uso da terra vão contribuir para uma nova era na análise das relações entre o homem, sua economia e tecnologia e o ambiente Amazônico. Para isto estudos interdisciplinares precisam ser cada vez mais incentivados de maneira a criar protocolos comuns de pesquisa entre ciências como a antropologia, a ecologia, a geografia e tecnologias como o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas. Não só populações caboclas e indígenas, mas os colonos recém chegados à Amazônia oferecem a oportunidade para estudos desta natureza, que em última análise podem propiciar subsídios para modelos de desenvolvimento mais apropriados às realidades ambientais e sociais da região.

6 - AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste projeto tem sido financiado pela National Science Foundation (SES 91-00526) ao projeto "Amazon Deforestation and Carbon Cycling: Taking into account Heterogeneity, Succession and Patchiness"; e pelo Midwestern Center of the National Institute for Global Environmental Change (NIGEC) para o investigador principal Emilio Moran. Pesquisas anteriores foram efetuadas com suporte do CNPq e Museu Goeldi (403534/90-9; 150043/90-2) ao projeto "Antropologia Ecológica de Populações Caboclas do Baixo Amazonas: Subsistência e Adaptação".

Os autores devem agradecimentos especiais aos mateiros/taxonomistas Lucival Marinho e Jair da Costa, ambos funcionários da Embrapa/Cpatu - Belém e ao Dr. Mario Dantas, Embrapa-CPAF-Acre, pelo valioso trabalho junto aos levantamentos botânicos efetuados na área; e a Andrea Dalledone Siqueira e Fabio de Castro pelos valiosos comentários ao texto. A responsabilidade das opiniões expressadas neste trabalho é somente dos autores e não das fontes financiadoras.

7 - REFERÊNCIAS CITADAS

- Behrens C.A. 1990. Applications of satellite image processing to the analysis of Amazonian cultural ecology. Anais da Conferência "Applications of Space Age Technology in Anthropology", Jonh C. Stennis Space Center.
- Brondizio, E. & Neves, W. 1992. A percepção do ambiente natural por parte de populações caboclas do Estuário do Amazonas: uma experiência piloto através do método de trilhas pre-fixadas. Trabalho apresentado no Simposio "Uma estratégia Latino Americana para Amazonia" Marco 1992, São Paulo.
- Brondizio, E. & Siqueira, A. 1992. O Habitante Esquecido: o Caboclo no contexto Amazônico. São Paulo em Perspectiva (187-192) Fundação Seade, São Paulo.
- Conant, F. 1990. 1990 and Beyond: Satellite Remote Sensing and Ecological Anthropology in The Ecosystem Approach in Anthropology. From Concept to Practice. Emilio Moran ed. The Univ. Of Michigan Press, Ann Arbor.
- FIBGE 1984. Base Cartográfica 1:100.000, Folha Ponta de Pedras.

Forman R. 1987. The Ethics of Isolation, the Spread of Disturbance, and Landscape Ecology. In Landscape Heterogeneity and Disturbance, M. Turner, ed. Springer-Verlag, New York, pp.213-229.

Moran, E., Brondizio, E., Mausel, P. Wu, Y. (no prelo). Deforestation in Amazonia: Land use change from ground and satellite level perspectives. Bioscience .

Moran, E. 1990. A Ecologia Humana das Populacoes da Amazonia. Vozes, Petropolis.

Moran, E. 1990. Ecosystem Ecology in Biology and Anthropology: A critical assessment. in The Ecosystem Approach in Anthropology. From Practice to Concept. Emilio Moran ed.(3-40). The Univ. Of Michigan Press, Ann Arbor.

Moran, E. 1974. The Adaptative System of the Amazon Caboclo. in Man in the Amazon. Charles Wagley ed. Univ. of Florida Press, Gainesville.

Morren G.E.B. 1990. New technology and regional studies in human ecology: A Papua New Guinea example. Trabalho apresentado no Simposio "Applications of Space-Age Technology in Anthropology", John C.Stennis Space Center, 28 de novembro de 1990.

Murrieta, R., Brondizio, E., Siqueira, A., Moran, E. (no prelo). Estrategias de subsistencia da comunidade de Praia Grande, Ilha do Marajo. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, serie Antropologia.

Murrieta, R., Brondizio, E., Siqueira, A., Moran, E. 1990. Estrategias de subsistencia de uma populacao ribeirinha da ilha do Marajo. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, serie Antropologia, 5: 147-163.

NASA 1990. Anais do Simposio "Applications of Space-Age Technology in Anthropology". John Stennis Space Center.

Parker, E. 1985. The Amazon Caboclo: an introduction and overview. in The Amazon Caboclo: Historical and Contemporary Perspectives. Sutlive V., Althuser N., Zamora M. &

Kerns V. eds. Virginia, Williansburg.

Pires, J.M. 1983. Tipos de vegetacao da Amazonia. Public. Avulsas Mus. Paraense Emilio Goeldi. Belem, 20: 179-202.

Prance, G. 1980. A terminologia dos tipos de florestas amazonicas sujeitas a inundacoes. Acta Amazonica 10: 495-504.

Radam 1974. Radar da Amazonia. Departamento Nacional de Minas e Energias. DNPM.

Reining, P 1979. Challenging Desertification in West Africa: Insights from Landsat into Carrying Capacity, Cultivation, and Settlement Sites in Upper Volta and Niger. Athens: Center for International Studies, Ohio University.

Turner, M. 1989. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. Annual Review of Ecological Systems. 20: 171-197.

ACT Publications 1993

No. 93-01

Mausel, P., Y. Wu, Y. Li, E.F. Moran, and E.S. Brondizio. "Spectral Identification of Successional Stages following Deforestation in the Amazon." *Geocarto International* 8(4):61-81.

No. 93-02

Moran, E. F. "Managing Amazonian Variability with Indigenous Knowledge" In *Tropical Forests, People and Food: Biocultural Interactions and Applications to Development*. C.M. Hadlik et al. (eds.). Pp. 753-765. Paris: UNESCO/Parthenon Publ. Vol. 15 in Man and the Biosphere Series.

No. 93-03

Moran, E.F. "Deforestation and Land Use in the Brazilian Amazon." *Human Ecology* 21:1-21.

No. 93-04

Moran, E.F., E.S. Brondizio, P. Mausel, and Y. Li. "Assinaturas Espectrais Diferenciando Etapas de Sucessao Secundaria no Leste Amazonico" *Anais do VII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 2: 202-209.

No. 93-05

Brondizio, E.S., E.F. Moran, P. Mausel, and Y. Wu. "Padroes de Assentamento Caboclo no Baixo Amazonas: Analise Temporal de Imagens de Satelite para estudos de Ecologia Humana de Populacoes da Amazonia". *Anais do VII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* 1: 16-26.

No. 93-06

Brondizio, E.S., E.F. Moran, P. Mausel, and Y. Wu. "Dinamica na Vegetacao do Baixo Amazonas: Analise temporal do Uso da Terra integrando imagens Landsat TM, levantamentos florísticos, e etnograficos" . *Anais do VII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* 2: 38-46.

No. 93-07

Moran, E.F. "Minimum Data for Comparative Human Ecological Studies: Examples From Studies in Amazonia." *Advances in Human Ecology* 2:187-209.