5.8 A cobertura e o uso do solo nas comunidades da Resex do Baixo - Juruá

Na Reserva Extrativista do Baixo Juruá, criada em 2001, vivem aproximadamente 750 pessoas, agrupadas em 11 comunidades que se localizam nas calhas dos rios Juruá, Andirá e Igarapé do Branco; 6 comunidades estão distribuídas ao longo do rio Juruá (Botafogo, Antonina, Vai-Quem-Quer, Morada Nova, Arati, Forte da Graça I e II) ; 4 comunidades, no rio Andirá (São Francisco, 8 Voltas, Escondido e Cumarú); e, no Igarapé do Branco, apenas uma comunidade, que leva o mesmo nome do rio. Essas comunidades são consideradas populações tradicionais.

A infra-estrutura nestas comunidades varia um pouco entre si. Cinco das 11 comunidades possuem escola municipal ou áreas reservadas à educação, com turmas de 1° a 4°série e até 7° série na comunidade de Antonina, que é freqüentada pelas comunidades vizinhas que não possuem escola. Os jovens que desejam continuar os estudos são obrigados a mudar para a cidade de Juruá, sede do município.

A maioria das comunidades possui um pequeno gerador de energia elétrica (chamado pelos moradores de “motor de luz”, movido a óleo diesel), que garante o fornecimento de, no máximo, três horas de energia elétrica por noite, entre às 18h30 e às 21h30.

No que diz respeito à moradia, em algumas comunidades as famílias estão sendo assistidas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) por meio de uma experiência pioneira na implantação da política nacional de reforma agrária em Unidades de Conservação. Em 1999, um convênio assinado entre o INCRA e o IBAMA possibilitou aos moradores de Reservas Extrativistas (RESEX), Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Florestas Nacionais (FLONAS), de serem reconhecidos como assentados, pois se verificou que não havia diferença de perfil entre os assentados dos projetos agro-extrativistas que o INCRA vinha criando desde 1987 e os moradores das UC’s de uso direto. O primeiro convênio celebrado foi na RESEX do Médio Juruá, no município de Carauari /AM.

Dados do INCRA de agosto de 2005 mostram que seis reservas extrativistas e duas florestas nacionais já tinham adquirido o *status* de projetos de reforma agrária. São elas: RESEX do Médio Juruá, em Carauari; RESEX do Baixo Juruá, em Juruá; RESEX Auati-Paraná, em Fonte Boa; RESEX Rio Jutaí, em Jutaí; FLONA de Tefé, em Tefé, RESEX do Lago do Capanã- Grande, em Manicoré; RESEX Catuá-Ipixuna, em Coari e FLONA de Humaitá, em Humaitá.

Para ser reconhecido oficialmente como assentado, o morador deve atender ao perfil estabelecido no Estatuto da Terra (1964): não pode ter renda mensal familiar superior a três salários mínimos provenientes de atividades não agrícolas, não pode ser funcionário público, aposentado, pensionista, nem empresário.

Assim, em algumas comunidades, famílias receberam do INCRA o crédito implantação, que se divide na modalidade instalação (R$ 2.400,00 para a compra de alimentos e equipamentos de trabalho) e na modalidade habitação (R$ 5.000,00 para construção de uma casa), como pode ser observado na figura 29. O crédito implantação modalidade instalação é um empréstimo a fundo perdido. Já o crédito implantação modalidade habitação deve ser pago em até 20 anos, com três anos de carência e desconto de 50% para pagamento em dia.

Fig.29- Modelo da "casa nova" viabilizada pelo Incra e Ibama por meio de crédito habitação. Com. Igarapé do Branco.

A melhoria das condições de moradia foi relatada pelos comunitários que avaliaram positivamente o processo de reforma agrária no qual estão inseridos. O modelo da casa nova pode ser parcialmente modificado por cada família, desde que elas construam um banheiro dentro da casa e mantenham a arquitetura da fachada. Os próprios comunitários avaliaram essa exigência da aparência externa comum como uma estratégia de construir um aspecto distintivo do assentamento em relação às comunidades do entorno que não pertencem à RESEX e também como uma forma de identificar automaticamente as áreas beneficiadas pela política nacional de reforma agrária, onde o INCRA está atuando em conjunto com o IBAMA.

As chamadas populações tradicionais da RESEX do Baixo Juruá, de acordo com a definição de Diegues (1996), caracterizam-se basicamente pelo não uso de trabalho assalariado; produção independente em pequena escala, baseada no uso equilibrado dos recursos naturais renováveis e no conhecimento dos ciclos biológicos, transmitidos de geração em geração e baixa densidade populacional.

As estratégias de subsistência econômicas dos moradores das comunidades da RESEX estão baseadas principalmente na agricultura familiar, com destaque ao cultivo de pequenas roças de mandioca para a produção de farinha e a criação de animais de pequeno porte. Após separar um montante para o consumo, apenas o excedente produzido é comercializado em Juruá, seja diretamente ou por meio de atravessadores que vivem ou passam nas comunidades em barcos recreio, conhecido como regatões.

Como visto anteriormente, algumas classes que foram definidas para gerar a classificação por árvore de decisão tiveram a necessidade de serem agrupadas devido a sua similaridade espectral, o que não interferiu na discriminação e contabilização das modalidades de cobertura e uso do solo da RESEX. Na figura 30 abaixo são apresentadas as características das três principais classes de uso do solo geradas pelo classificador, bem como suas características espectrais e suas descrições quanto a modalidade de uso do solo encontrado na visita as áreas das comunidades.

Classe de uso do solo	Aparência dos alvos na composição R(5)G(4)B(3)	Característica da área	Imagem da área
DESMATE		Áreas recém-desmatadas / roçados novos	
AGROPASTORIL		Pequenas pastagens/ roçados antigos	
FLORESTA SECUNDÁRIA		Sucessão florestal/ agrosilvicultura	

Fig.30- Características das 3 principais classe de uso do solo nas comunidades da Resex

A seguir, no gráfico da figura 31, é apresentada a área total das modalidades de uso do solo para cada comunidade da RESEX do Baixo Juruá, em hectares.

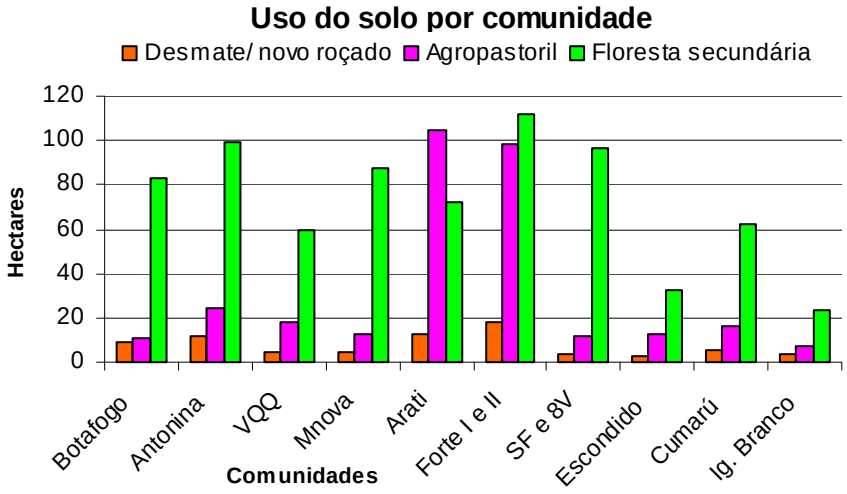

Fig.31- Área total em hectares das modalidades de uso do solo por comunidade.

Observa-se que apenas duas comunidades (Arati e Forte das Graças I e II) diferenciaram-se do padrão de uso do restante das comunidades da RESEX, onde a modalidade agropastoril apresentou valores de cobertura cinco vezes maior que as outras oito comunidades. Este fato está relacionado à proximidade das comunidades com a sede do município e também por ser uma das comunidades mais antigas que se tem registro (relatos de que na década de 40 residiam ali famílias que exploravam um antigo seringal).

Segundo informações de comunitários, alguns conflitos por causa da criação de gado e também por religião aconteceram nos anos 80 na comunidade do Forte das Graças, a qual, em meados de 1985, foi dividida em duas (Forte das Graças I e II) por causa destes episódios. Estas duas comunidades podem ser consideradas melhor estruturadas se comparadas com as outras, possuindo escola, posto de saúde, água encanada em algumas casas, alguns barcos, possuem geradores de energia e até painel de geração de energia solar.

A comunidade de Arati é a que está localizada mais próxima da sede Juruá e também apresentou uma área de cobertura de aproximadamente 100 hectares na modalidade agropastoril, onde estão inseridos os pastos e roçados antigos. As visitas de campo mostraram que aproximadamente 90% destas áreas são de pasto, ocorrendo poucos roçados, sendo esta uma comunidade totalmente voltada à criação de gado. Relatos de pessoas envolvidas no processo de criação da RESEX indicam que os moradores desta localidade nunca estiveram de acordo com a criação da mesma, talvez por não apresentarem características extrativistas.

Como nas demais comunidades no Estado do Amazonas, alguns moradores apresentaram queixas em comum. Entre as queixas estão a falta de um atendimento eficiente de saúde. Os comunitários enfermos de malária ou com verminoses, por exemplo,

tem que enfrentar pelo menos uma viagem de 9 horas de “rabeta” (motor de 2 HP’s) para recorrer à rede pública hospitalar na cidade de Juruá, como é o caso de Cumarú e de todas as comunidades situadas no rio Andirá e no Igarapé do Branco, sendo esta última a mais distante da cidade.

Também se verificou uma escassa rede de comunicação entre as comunidades, sendo que apenas duas delas possuem um sistema de radiofonia ligado com a sede da Associação, na cidade de Juruá. Também não há sinal que permita o uso de telefones celulares e em apenas três comunidades existe telefone público.

5.8.1 Áreas sob influência das comunidades

Neste tópico, serão apresentadas as áreas de cobertura e uso do solo para a área de influência de cada comunidade da Reserva Extrativista do Baixo Juruá. Esta área de influência foi delimitada por um hexágono de aproximadamente 1.400 hectares e que teve como centro o ponto médio da distância entre uma determinada comunidade e a sua área de uso mais distante (roçado mais distante, por exemplo). Assim, pode-se comparar a intensidade de uso do solo de cada comunidade tendo como referência uma área de influência em comum.

De acordo com a legenda apresentada na figura 30, foram analisadas considerando a porcentagem de cobertura e uso do solo.as seguintes comunidades:

Comunidade Botafogo (Figura 32); Antonina (Figura 33); Vai-Quem-Quer (Figura 34); Morada Nova (Figura 35); Arati (Figura 36); Forte das Graças I e II (Figura 37); São Francisco e Oito Voltas (Figura 38); Escondido (Figura 39); Cumarú (Figura 40) e Igarapé do Branco (Figura 41).

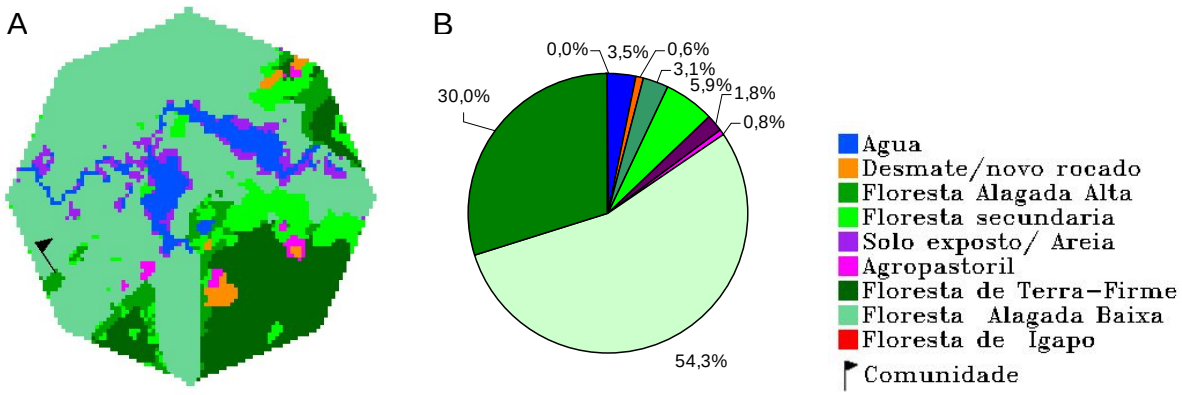

Fig.32- Comunidade do Botafogo. (a) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (b) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

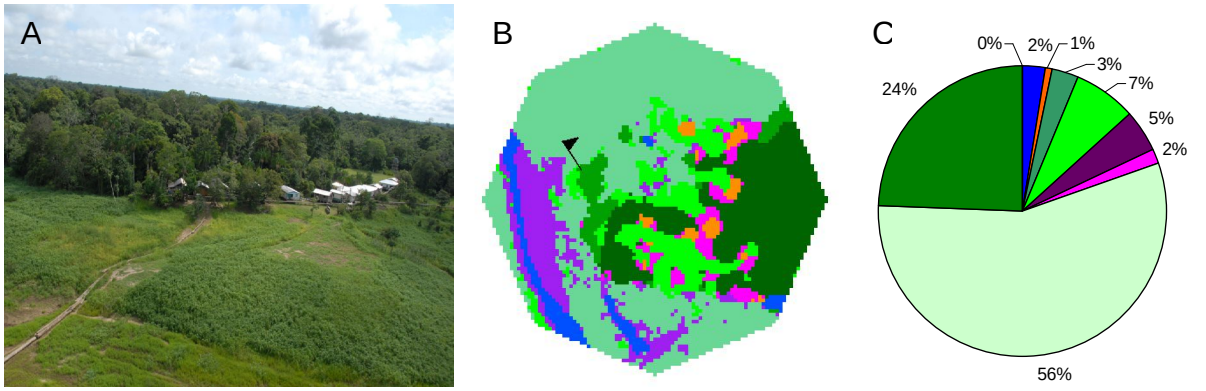

Fig.33- Comunidade de Antonina. (a) Fotografia aérea (10/10/2007), (b) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (c) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

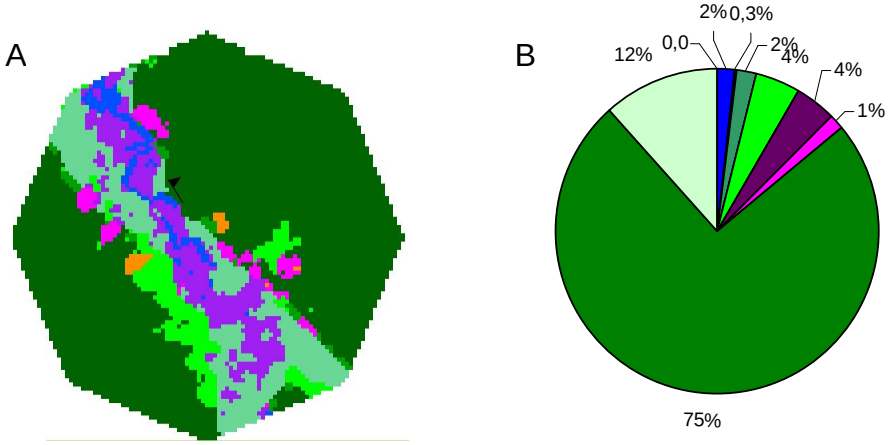

Fig.34- Comunidade Vai-Quem-Quer. (a) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (b) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

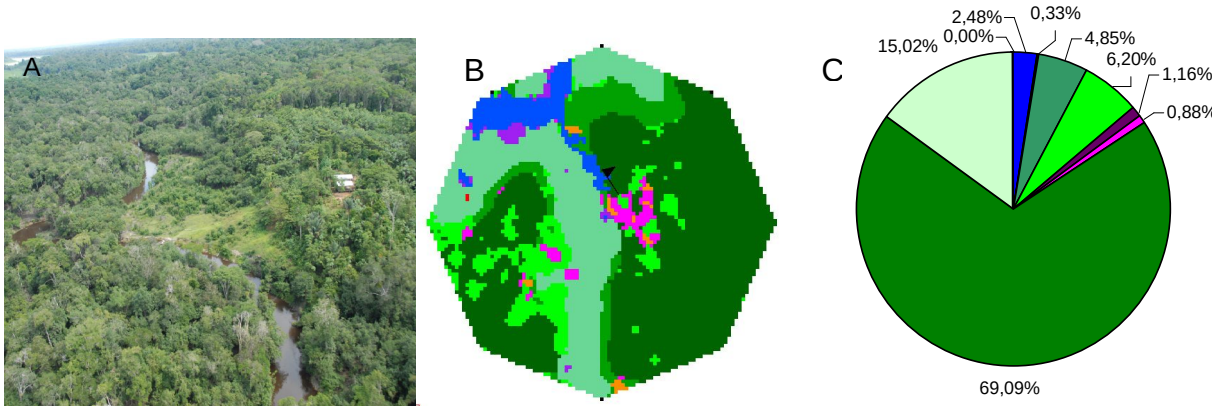

Fig.35- Comunidade Morada Nova. (a) Fotografia aérea (10/10/2007), (b) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (c) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência.

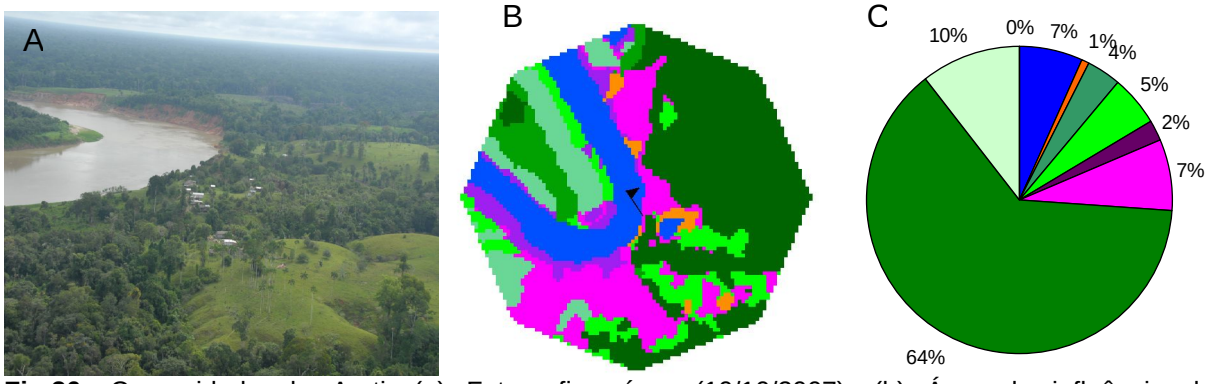

Fig.36- Comunidade de Arati. (a) Fotografia aérea (10/10/2007), (b) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (c) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

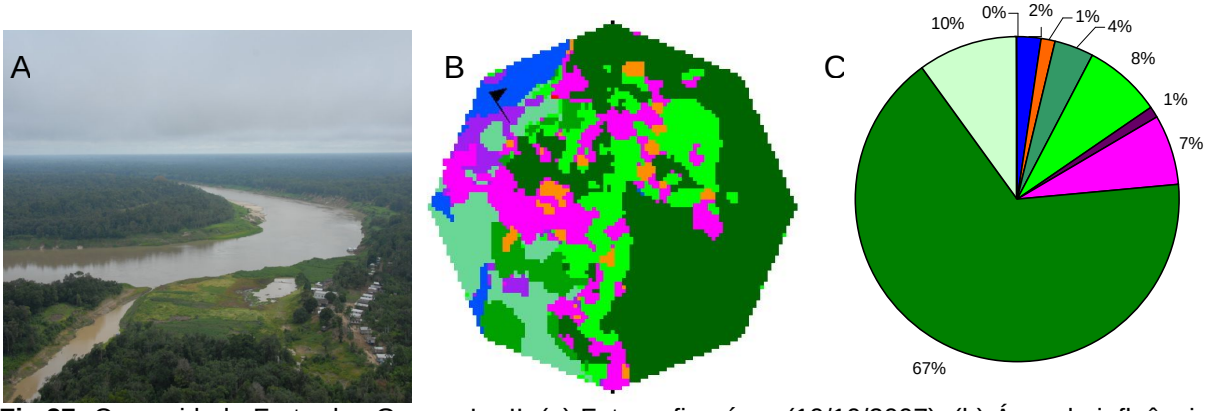

Fig.37- Comunidade Forte das Graças I e II. (a) Fotografia aérea (10/10/2007), (b) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (c) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

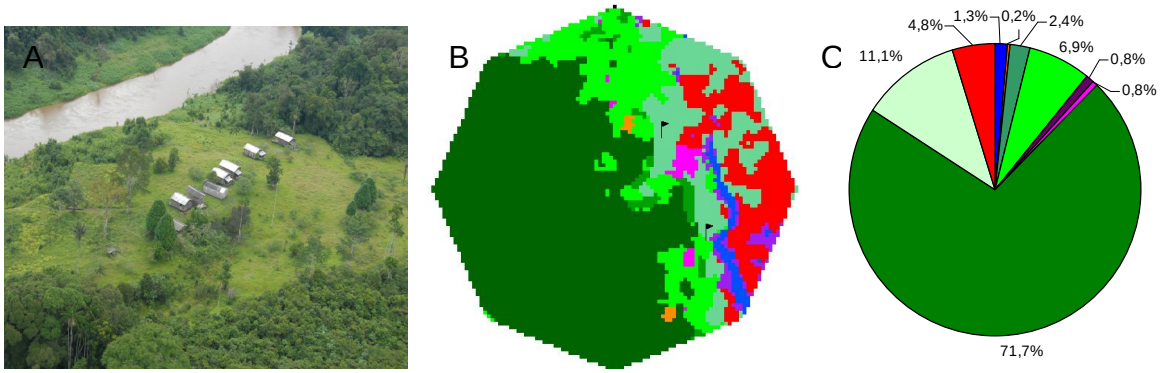

Fig.38- Comunidade de São Francisco e 8 Voltas. (a) Fotografia aérea (10/10/2007), (b) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (c) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

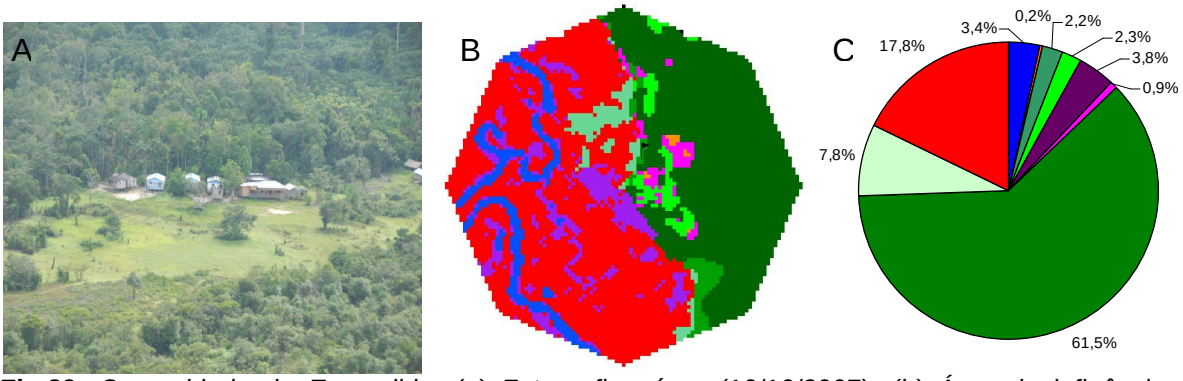

Fig.39- Comunidade do Escondido. (a) Fotografia aérea (10/10/2007), (b) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (c) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

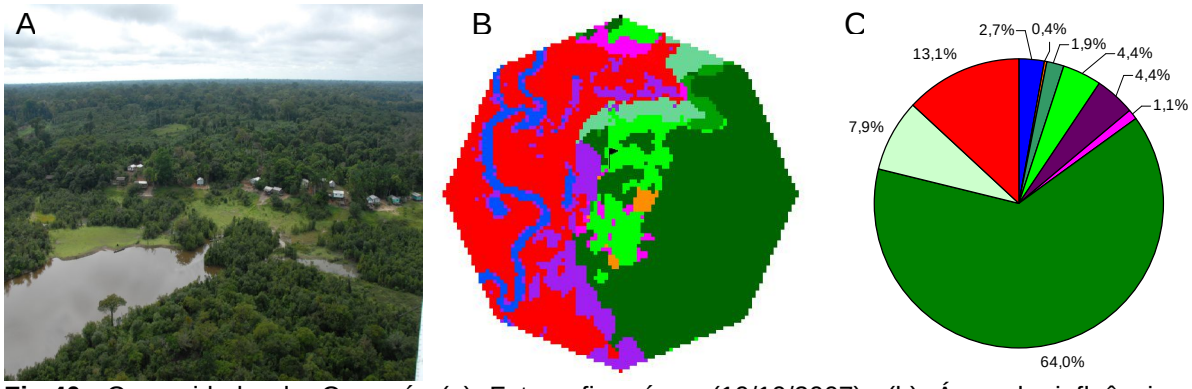

Fig.40- Comunidade do Cumarú. (a) Fotografia aérea (10/10/2007), (b) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (c) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

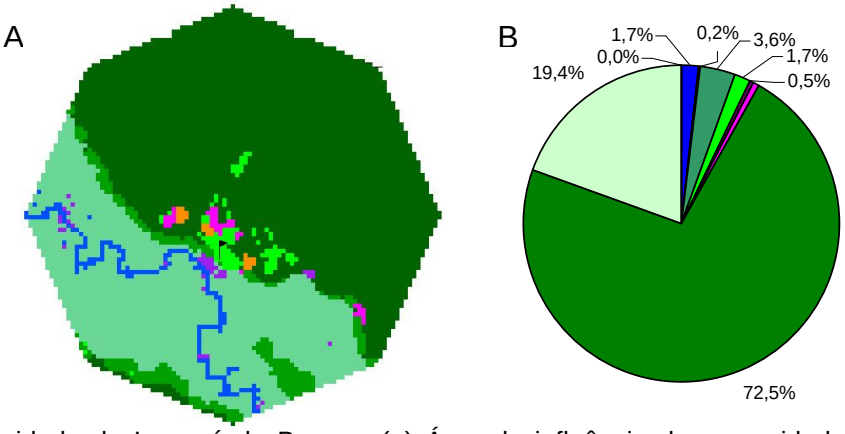

Fig.41- Comunidade do Igarapé do Branco. (a) Área de influência da comunidade (1.400ha) e (b) porcentagem ocupada por cada classe dentro da área de influência

5.9 Identificação de áreas para manejo florestal sustentável na Resex

O levantamento estrutural da floresta primária de Terra-Firme foi realizado por meio da alocação sistemática de 82 subunidades amostrais em 13 transectos distribuídos sistematicamente próximo as comunidades da Reserva Extrativista do Baixo Juruá, como pode ser visto na figura 42.

Fig.42- Distribuição dos transectos ao longo a RESEX.

As variáveis biométricas analisadas nesta pesquisa foram área basal (AB), Volume (Vol), Peso (P) e Carbono (C), considerando todos os indivíduos levantados nas subunidades das amostras (10.630 indivíduos no total). A área basal foi computada como sendo a somatória das áreas transversais de todas as árvores expressa em m²/ha. A estimativa de biomassa fresca acima do solo foi realizada pelo método indireto, com aplicação da equação proposta por Higuchi *et al.* (1997). O volume total de cada indivíduo, expresso em m3, foi obtido pela equação proposta por Higuchi *et al.* (1997). Na tabela 10 abaixo são apresentados os valores médios por hectare das variáveis analisadas.

Tab.11- Valores médios por hectare dos parâmetros biométricos nos transectos

Transecto	Comunidade	Volume (m³/ha)	AB (m²/ha)	Peso (t/ha)	C (t/ha)
1	BOTAFOGO	354,5	27,7	535,7	160,7
2	ANTONINA	316,7	24,9	477,4	143,2
3	VAI-QUEM-QUER	395,6	31,1	595,9	178,8
4	MORADA NOVA	348,8	27,3	530,5	159,2
5	SOCÓ	360,5	28,2	549,1	164,7
6	FORTE	316,1	24,7	479,0	143,7
7	LAGO GRANDE	358,5	27,9	543,8	163,1
8	S. FRANCISCO	375,2	28,8	576,8	173,0
9	8 Voltas	357,2	27,8	542,1	162,6
10	ESCONDIDO	348,7	27,1	528,4	158,5
11	CUMARU	349,0	26,9	534,5	160,4
12	TERRA CACHORRO	328,3	25,5	497,6	149,3
13	IG.BRANCO	338,3	26,0	520,2	156,1

A análise dos resultados obtidos para as variáveis área basal, volume, biomassa e carbono nos 13 transectos, considerando indivíduos com DAP>10 cm, mostraram uma pequena amplitude de valores entre as unidades amostrais, isso permite afirmar que as mesmas encontram-se dentro de uma mesma unidade fitofisionômica, como pode ser melhor visualizado no gráfico abaixo (Figura 43).

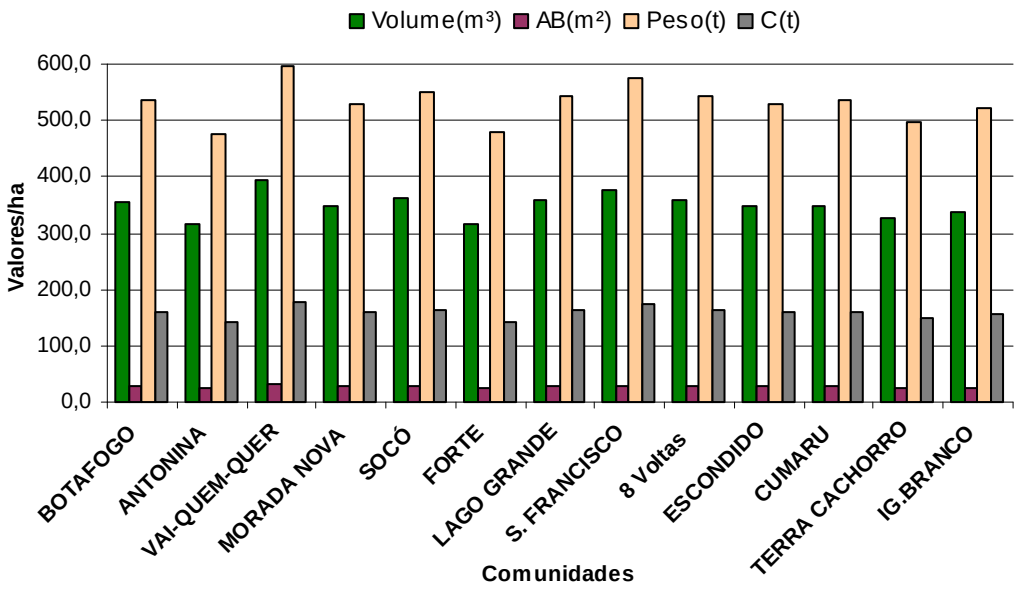

Fig.43- Valores médios por hectare dos parâmetros biométricos por comunidade.

No intuito de se definir duas áreas de aproximadamente de 2.000ha cada, destinadas ao desenvolvimento de práticas de manejo florestal sustentável na RESEX e auxiliar os órgãos competentes e as comunidades extrativistas na escolha destas áreas, foram cruzados os planos de informações gerados pela análise das imagens de sensoriamento remoto e os dados biofísico obtidos das amostras de inventário florestal.

Foi estabelecido que a localização geográfica destas unidades de manejo teria que ser distribuída de forma que atendesse a todas as comunidades da reserva, ou seja, uma unidade de manejo para atender as comunidades localizadas na porção norte da reserva e a outra localizada mais ao sul. Posteriormente, escolheu-se a comunidade cujo volume médio por hectare tenha sido o maior entre todas as comunidades amostradas; neste caso, a Comunidade Vai-Quem-Quer, que obteve um volume médio de 395,6 m³/há, foi eleita como a área em que será instalada a “unidade de manejo florestal 1“, localizada na porção norte da RESEX do Baixo Juruá.

Na escolha da segunda unidade de manejo, não foi levado em conta o volume de madeira apresentado na amostragem e sim uma área que atendesse às comunidades da porção sul de RESEX, mais especificamente as localizadas no Rio Andirá. Dentre estas comunidades, a do Cumarú mostrou-se a mais apta a ser escolhida, pelo grande interesse

demonstrado pelo líder da comunidade em que se desenvolvessem ali as práticas de manejo florestal sustentável.

Deste modo, foram utilizados os planos de informações gerados até aqui para sugerir e delimitar as áreas onde poderão vir a ser implantadas as unidades de manejo florestal na RESEX do Baixo Juruá. Assim, foi sobreposta a imagem de declividade gerada a partir dos dados SRTM com a imagem da classificação final por árvore de decisão e, visualmente, foram delimitadas as duas áreas de 2.000 hectares cada nas proximidades das comunidades escolhida. O cruzamento dos dois planos de informação (declividade x imagem classificada) possibilitou definir as áreas que eram de Floresta de Terra-Firme e que tivessem uma declividade menor que 2% (Figuras 44 e 45).

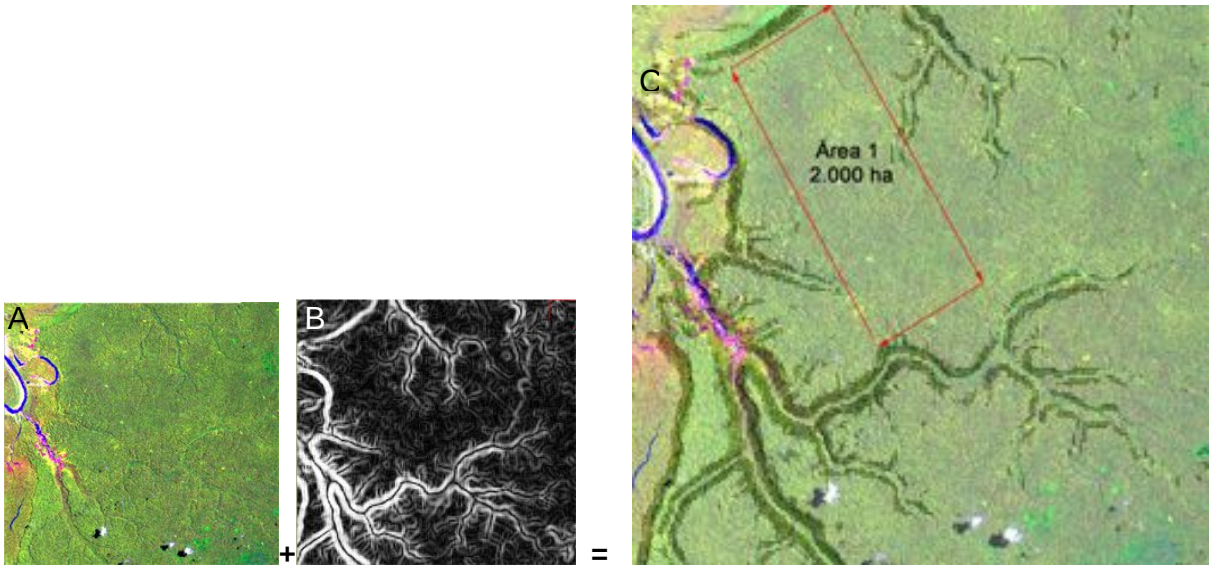

Fig.44- Proposta de localização da Unidade de Manejo Florestal na Comunidade Vai-Quem-Quer. (a) Classificação por árvore de decisão, (b) Mapa de declividade (SRTM) e (c) cruzamento dos dois planos de informações anteriores (a+b).

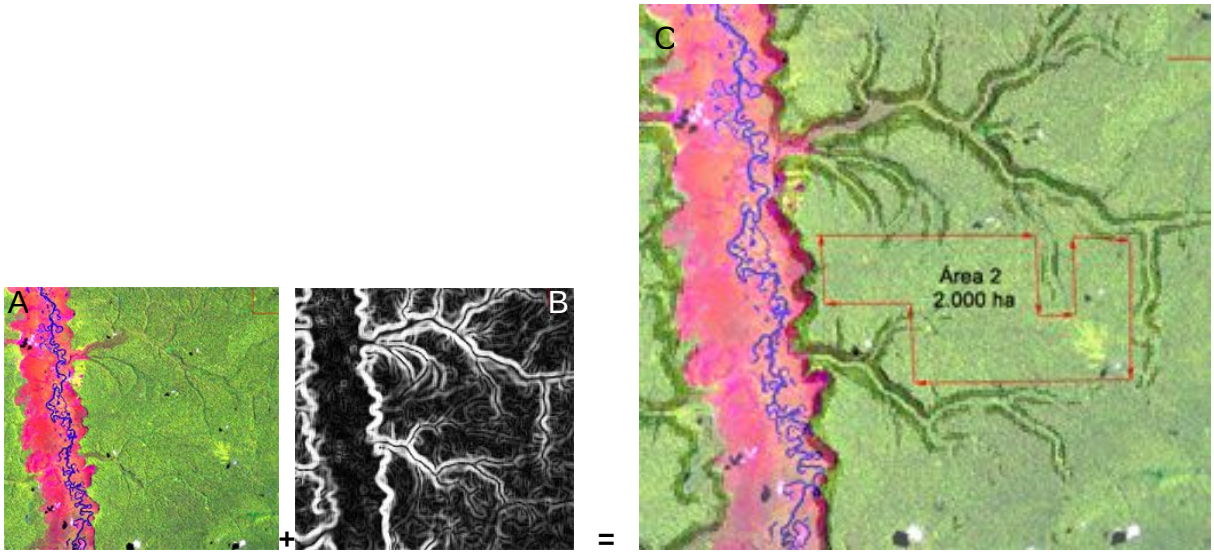

Fig.45- Proposta de localização da Unidade de Manejo Florestal na Comunidade Cumarú. (a) Classificação por árvore de decisão, (b) Mapa de declividade (SRTM) e (c) cruzamento dos dois planos de informações anteriores (a+b).

5.10 Detecção e mapeamento de áreas afetadas por distúrbios naturais

As análises da cena 01/62 do Landsat/TM-5 de 04-09-2005 revelaram a presença de algumas áreas características com alta radiância na banda TM-4 (infravermelho próximo). Tal padrão espectral é típico de floresta secundária jovem na região amazônica e está relacionado com o grande número de espécies pioneiras de crescimento rápido como as Cecropiáceas e Vismias, formando um dossel denso e quase que totalmente uniforme.

Nesta análise, atentou-se para uma área localizada nas proximidades da cidade de Juruá (zona rural), apresentando características espectrais semelhantes as das florestas secundárias jovens; porém, com uma geometria diferente do padrão regional e área de cobertura relativamente maior do que normalmente é encontrado na região, como pode ser visto na figura 46.

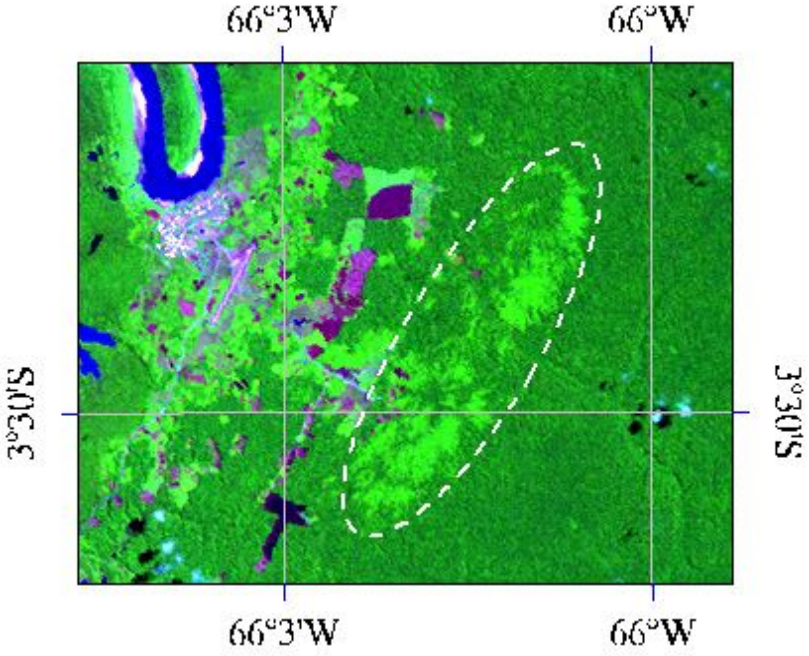

Fig.46- Área localizada na zona rural da cidade de Juruá/AM detectada na cena Landsat/TM 01/62 de 04/09/2005

A partir daí, em pesquisa informal realizada em campo, foram coletados alguns relatos dos moradores da cidade que diziam ter formado um “grande tempo” nas proximidades daquela área, em meados do ano 2000. Este termo esta relacionado a uma grande tempestade ocorrida naqueles dias e é desta maneira que grande parte dos moradores da região se referem as fortes chuvas de verão.

De acordo com explicações em livros convencionais, rajadas de vento descendentes estão associadas a nuvens *Cumulus ninbus* altas. Na Amazônia, estas nuvens apresentam suas partes mais altas deslocadas para oeste devido à prevalência de troca de ventos (Alísios); estas porções mais altas “derrubam” a chuva através da camada de ar seco, produzindo um movimento descendente da coluna de ar ao seu redor. A precipitação

evapora à medida que passa pela camada seca, resfriando a coluna de ar e tornando-a mais densa, fazendo acelerar o movimento convectivo descendente.

Os ventos prevalentes influenciam a coluna convectiva de ar em tal extensão que ela se movimenta na direção oeste e, quando impacta com a floresta, causa o formato típico dos eventos conhecidos por *Blowdowns* (Nelson & Amaral, 1994). Os *blowdowns* são maiores e mais freqüentes em uma faixa norte-sul que se estende da Venezuela, passando pela região central do Estado do Amazonas até os estados de Rondônia e Acre, no Brasil. A cidade de Manaus está situada dentro do "coração da zona de alta freqüência de *Blowdowns*".

A concentração destes ventos destrutivos não pode ser explicada somente pela formação de nuvens *Cúmulus ninbus* convectivos, já que essas ocorrem em toda a bacia amazônica. Um outro sistema convectivo organizado em larga-escala e conhecido como linhas de tempestade também podem explicar a concentração de ventos convectivos na região central da Amazônia, como foi sugerido por Mofien & Kousky (1965) e Cohen (1989). Segundo estes autores, estas linhas de tempestade formam-se na costa do Oceano Atlântico e propagam-se em direção oeste pela Amazônia a uma taxa de 10 graus de longitude por dia, atingindo a parte central na tarde do dia seguinte. No entanto, a maioria destas linhas de tempestade não penetram muito na região, não ultrapassando os 66 graus de longitude oeste.

A cidade de Juruá (AM) está situada a aproximadamente 66°04' de longitude oeste, sendo que a parte central da área que apresentou características espectrais semelhantes as das florestas em regeneração após eventos de *Blowdown* está localizada na longitude 66°01' W, aproximadamente. Ambas muito próximas dos limites verificados por Mofien & Kousky (1965), de 66° W.

Deste modo, foram efetuadas buscas em algumas imagens da cena 01/62 referentes as datas citadas pelos moradores como prováveis épocas de ocorrência da tempestade da cidade de Juruá, em meados do ano 2000, no intuito de encontrar a data aproximada do acontecimento. Na figura 47, é apresentado um recorte da cena 01/62 do Landsat/TM de 25/11/2000, em que pode ser observada a época aproximada de ocorrência do distúrbio natural.

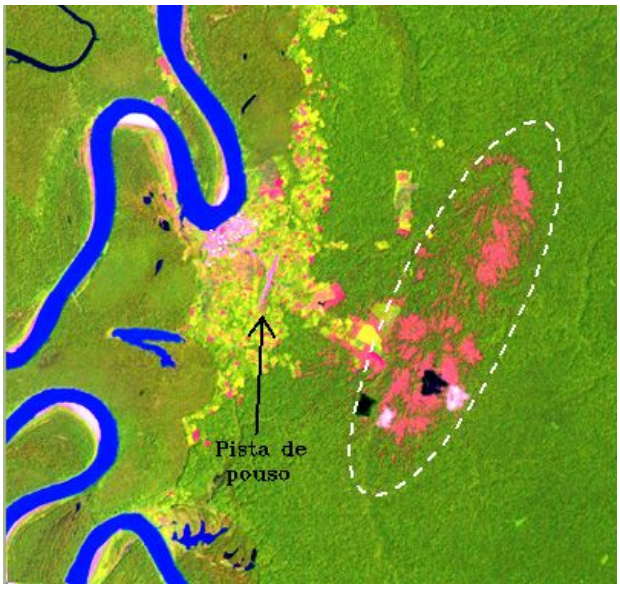

Fig.47- Recorte da cena 01/62 do Landsat/TM de 25/11/2000 indicando, na elipse em branco, a área afetada por distúrbio natural blowdown. Para efeito de comparação, a seta preta indica a pista do aeroporto de Juruá/AM.

Na figura 47 acima, observa-se as grandes proporções deste evento se comparado com a pista de pouso do aeroporto de Juruá. Estima-se que a área atingida diretamente pelo *Blowdown* do Baixo Juruá tenha aproximadamente 420 ha. A área compreendida pela elipse branca mede aproximadamente 900 ha e pode ser considerada como área que foi afetada indiretamente pelo distúrbio.

Segundo Fugita (1985), além da área diretamente afetada pelos ventos convectivos descendentes, acelerações adicionais do vento convectivo podem penetrar por diversos quilômetros a partir da ponta mais distante da área principal do *blowdown*, como pode ser observado abaixo na figura 48.

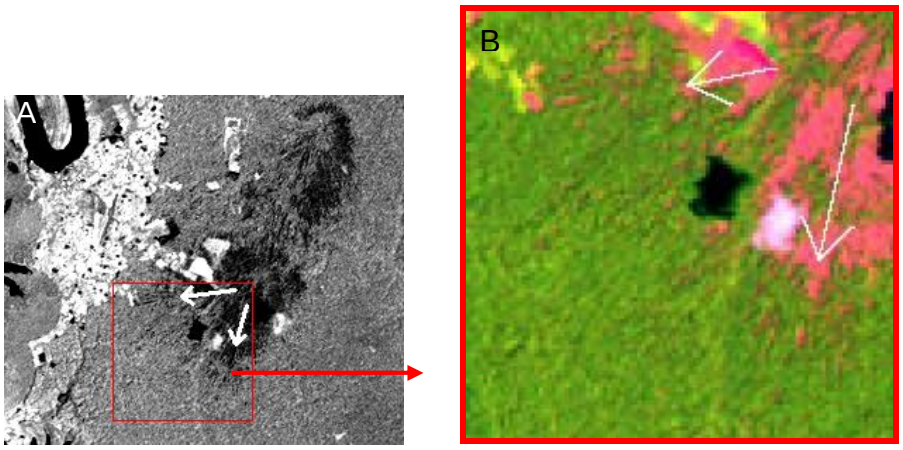

Fig.48- As setas brancas indicam uma possível trajetória seguida por estes micro-ventos rotatórios e mostram, no final destas trajetórias, as porções mais distantes do centro de impacto.

Estas acelerações adicionais ocorrem se vórtices de ar em forma de “anéis de fumaça” se formam ao redor da coluna de ar descendente, que, ao entrar em contato com a superfície quebram-se em pequenos segmentos conhecidos como ”*rotor microburst*”, os quais são empurrados para frente como numa explosão. Isso leva estes micro-ventos rotatórios a penetrar em alta velocidade sobre a superfície do solo ou do dossel (Figura 48-b).

Como pode ser observado nas imagens, este grande evento detectado nas proximidades da cidade do Juruá é aproximadamente do tamanho de sua área urbana. Outros eventos desta magnitude causados por ventos destrutivos no oeste e na Amazônia central já foram descritos na literatura ou relatados por moradores e viajantes da região amazônica. Nelson & Amaral (1994), citam dois casos de *blowdowns* nas proximidades da cidade de Tefé (AM), em que os eventos detectados seriam maiores que o próprio centro urbano desta cidade. Outro caso citado foi um *blowdown* de aproximadamente 1 km quadrado que ocorreu entre 1986 e 1989 a apenas 4 km da área do aeroporto que serve de apoio aos campos de petróleo de Urucu (AM). Eventos como estes podem ser considerados riscos eminentes para o transporte de produtos por navegação e aviação nessas áreas.

A Figura 49 nos mostra uma seqüência de recortes das cenas do Landsat/TM5 na composição RGB543 e suas respectivas datas de aquisição. Esta seqüência nos permite inferir sobre o provável período de ocorrência do evento próximo a cidade de Juruá, entre os anos de 1997 e 2000, e a conseqüente recuperação da floresta (ano 2005).

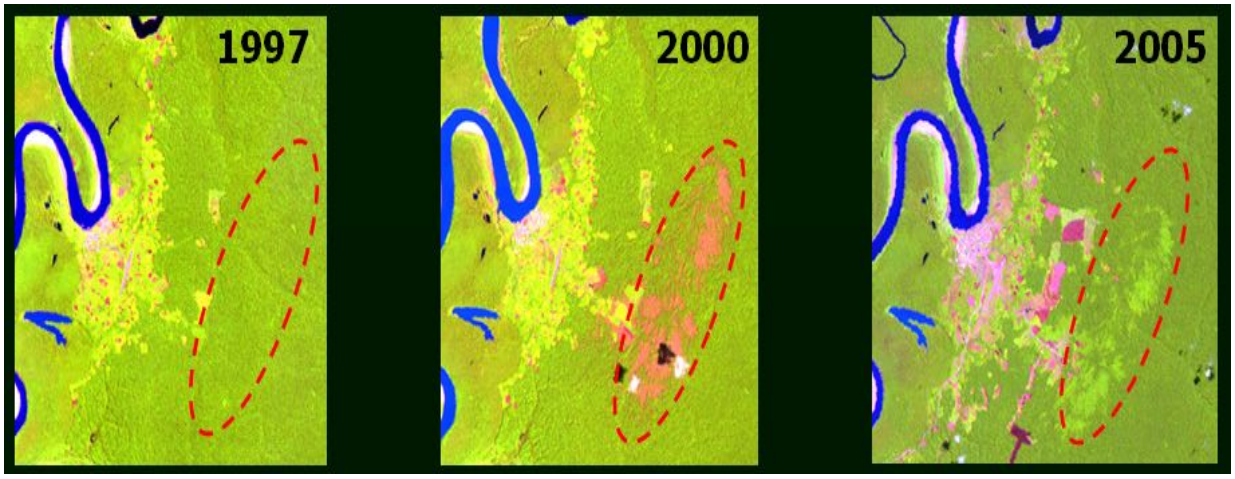

Fig.49- Seqüência de recortes das cenas Landsat/TM5 na composição RGB543. A seqüência nos mostra a área afetada por distúrbio natural, o provável período do acontecimento e a conseqüente recuperação da floresta.

5.11 Detecção de “Manchas” de vegetação e expedição ao campo

O estudo dos padrões espectrais de uma única folha é fundamental para o entendimento do comportamento espectral das diferentes coberturas vegetais, mas não podem ser generalizados para uma planta ou para uma formação vegetal. A reflectância de uma cobertura vegetal é consideravelmente menor do que uma simples folha devido principalmente ao ângulo de incidência da radiação e da arquitetura do dossel.

Nas áreas de florestas primárias, a complexidade do dossel faz com que estas áreas apresentem baixa reflectância na região do infravermelho próximo, diferenciando-se das áreas de sucessão secundária e pastos verdes, onde os dosséis são mais homogêneos e apresentam maior reflectância.

Alguns estudos comprovaram a eficiência de se distinguir fisionomias ou grandes densidades de vegetação pertencentes a mesma espécie, dentro da floresta primária. Nelson (1997) detectou manchas mais escuras em florestas primárias do Estado do Pará utilizando imagens *Landsat/TM* e comprovou que este padrão espectral mais escuro correspondia a áreas com predominância da palmeira babaçu (*Attalea speciosa Mart ex Spreng)*, cobrindo 20 a 50% do dossel. Também no Pará, na Floresta Nacional do Tapajós, foi observada uma alta densidade de várias espécies de palmeiras não identificadas e que também apresentavam um padrão espectral escuro nas imagens.

Como nos estudos citados acima, também foram identificadas nas imagens Landsat/TM da área da Reserva Extrativista do Baixo Juruá algumas “manchas” na floresta primária, apresentando padrões espectrais diferentes da maioria de cena. A partir daí, foi organizada uma expedição na parte norte da RESEX, com o objetivo de se chegar, por via terrestre, o mais próximo possível do centro de uma destas “manchas”, como pode ser observado na figura 50 abaixo.

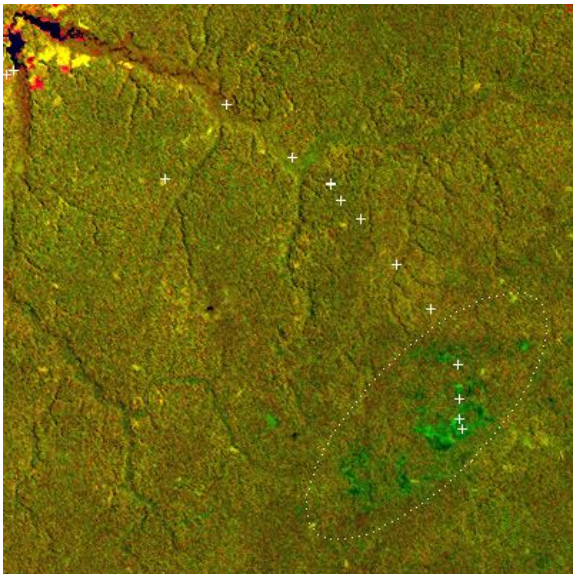

Fig.50- Composição colorida RGB543, Landsat/TM da área onde se detectou uma das “manchas”. Pontos brancos mostram os pontos de GPS coletados.

Como pode ser observado na figura 48 acima, estas manchas possuem uma coloração mais esverdeada e diferenciam-se do padrão de manchas escuras encontradas em áreas com predominância de Babaçu, como citado anteriormente. No gráfico 51 abaixo, tem-se os valores médios de reflectância da floresta primária e da floresta “mancha”.

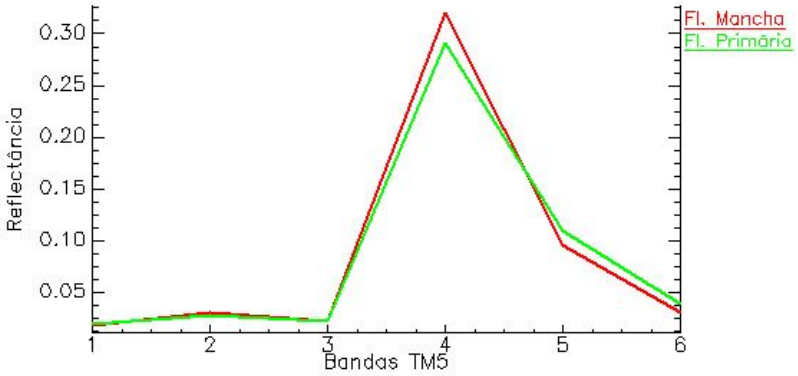

Fig.51- Curvas espectrais da Floresta primária de Terra Firme e Floresta Mancha.

De uma forma geral, observa-se que as duas fisionomias apresentam um comportamento típico de coberturas vegetais, com respostas baixas nas bandas do visível e altas no infravermelho próximo, diminuindo novamente nas banda 5 e 7 do infravermelho médio. Embora os valores de reflectância destas fisionomias tenham sido muito próximos em todas as bandas, pode-se observar que a floresta primária apresenta menores valores de reflectância na banda 4, o que pode indicar que as florestas “mancha” tenham um dossel menos complexo e heterogêneo do que a floresta primária.

Padrões como este são característicos de florestas secundárias, ou de áreas em recuperação, onde a vegetação em sucessão apresenta um dossel mais homogêneo (menor sombreamento) de espécies pioneiras extremamente dependentes da alta luminosidade, fornecendo índices mais elevados na resposta espectral da banda 4. Dependendo da idade do estágio de sucessão, a influência de sombra será menor (em estágios mais novos) ou maior (estágios mais velhos).

Já para o comprimento de onda no infravermelho médio (bandas 5 e 7), a resposta espectral das duas fisionomias também são um pouco similares entre si e aos valores encontrados nas bandas do visível. Nestes comprimentos de onda (banda 5 e 7), a energia incidente que interage com a vegetação é controlada pela quantidade de água presente no alvo; sendo que um maior conteúdo de umidade na folha fará diminuir proporcionalmente a reflectância nas bandas do infravermelho médio. Ao analisar o gráfico 51, supõe-se que a floresta “Mancha” seja mais úmida e jovem que a floresta primária.

As imagens fração geradas pelo Modelo Linear de Mistura Espectral também se mostraram eficientes na detecção destas manchas de vegetação na RESEX do Baixo Juruá. Abaixo são apresentadas as imagens fração solo e sombra da área visitada (Figura 52).

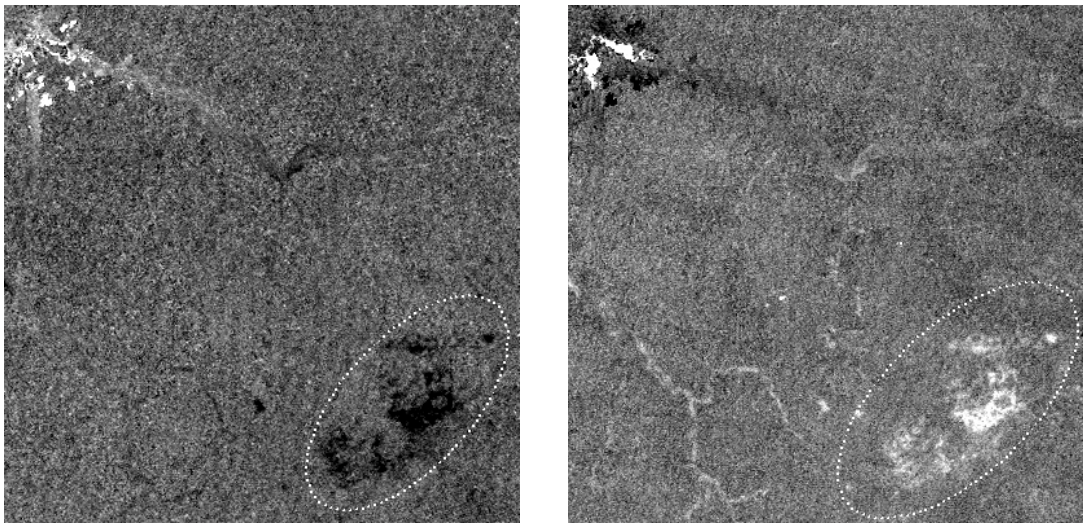

Fig.52- Imagens fração solo(a) e sombra(b) mostrando a variação dos níveis de cinza na área de estudo.

A proporção dos componentes nas imagens resultantes da aplicação do MLME é representada pela variação em seu nível de cinza, em que, quanto mais claro o pixel, maior será a quantidade do componente em questão. Pode-se observar visualmente, na figura 51, as diferenças existentes entre as fisionomias de floresta primária e "mancha" nas imagens fração solo e sombra. No gráfico 53 abaixo, também se pode observar estas diferenças nas proporções das imagens fração solo, sombra e vegetação. Pode-se perceber que os componentes solo, sombra e vegetação ajudaram na discriminação das fisionomias investigadas. A floresta "mancha" apresentou valores mais baixos da fração solo e valores ligeiramente mais altos nas frações sombra e vegetação.

Fig.53- Proporção das componentes nas 3 frações para a Floresta "Mancha" e Floresta primária.

O componente puro da vegetação está associado a uma vegetação com dossel uniforme e bem iluminado e pode explicar os valores mais altos da fração vegetação em relação aos valores da fração sombra. Tais características estão associadas a uma vegetação mais jovem, como as florestas secundárias, onde uma diversidade menor de espécies pioneiras constitui um dossel menos complexo que as florestas primárias.

A análise das bandas do Landsat/TM e das imagens geradas pelo MLME indicaram que a floresta investigada, também conhecida como “Mancha”, possuía indícios de ser uma formação mais uniforme do que a floresta primária ao seu entorno e diferente das florestas de babaçu, encontradas na literatura, que apresentaram um nível de sombra maior que as florestas primárias as quais foram comparadas.

Foi constatado em campo, no decorrer de todo o percurso de Terra- Firme até a “mancha”, algumas variações na fisionomia da floresta. Estas variações foram aumentando à medida que se aproximava do ponto geográfico escolhido no mapa como centro da “mancha”. Esta mudança foi mais claramente perceptível a partir do quilometro cinco da picada, onde uma vegetação densa, uniforme e aparentemente jovem tomou conta de todo o campo de visão, dando lugar a uma composição florestal homogênea e dominada quase que totalmente por uma única espécie arbórea, que foi identificada somente mais tarde no herbário do INPA. A figura 54 abaixo mostra as características da floresta “mancha” após expedição de campo.

Fig.54- Características da floresta mancha, em (a) dossel baixo e dominado por apenas uma espécie, em (b) espécie com raízes características de áreas alagáveis e (c) serapilheira.

A espécie em questão pertence à família Euphorbiaceae, gênero *Discocarpus sp* e tem ampla distribuição nos trópicos, contando com cerca de 8.000 espécies agrupadas em 317 gêneros (Webster,1994). Segundo Angiosperm Phylogeny group, (2003) e de acordo com dados moleculares, as Euphorbiáceaes foram divididas em várias sub-famílias, sendo *Discocarpus* considerada uma delas.

Não foram encontrados na literatura indícios de grandes agrupamentos homogêneos desta espécie, também podendo ser conseqüência de ações antrópicas que permaneceram por longos períodos nestas áreas (civilizações indígenas), ou até mesmo áreas de sucessão pós-distúrbios naturais.

A figura 55 nos mostra duas fotografias digitais feitas a partir de um sobrevôo realizado na aérea da Floresta Mancha em 10/10/2007.

Fig.55- Vista aérea da Floresta Mancha. Elipse vermelha indicando agrupamentos monoespecíficos de *Discocarpus sp.*

6. Conclusão

Utilizando-se um classificador por Árvore de Decisão junto com as imagens fração solo, sombra e vegetação derivadas do Modelo Linear de Mistura Espectral e variáveis altimétricas do radar SRTM foi possível caracterizar e mapear a vegetação e o uso do solo da Reserva Extrativista do Baixo Juruá. A eficácia da classificação pode ser observada pelo índice de exatidão global e de *kappa* obtidos, de 93,4 % e 0,92 respectivamente, sendo considerado excelente. O resultado final da classificação da cobertura da terra também foi considerado satisfatório por permitir a discriminação de um número maior de classes que os mapas gerados pelo Projeto RADAMBRASIL.

A análise estatística mostrou que as imagens fração derivadas do MLME foram essenciais para a correta distinção das classes pelo algoritmo de Árvore de decisão. Os dados de radar, por sua vez, mostraram-se eficientes na separação das classes de Floresta de Terra- Firme e Florestas Alagáveis, que quando analisadas apenas pelos seus atributos espectrais apresentavam ligeira confusão de separabilidade.

O estudo mostrou que a análise detalhada de uma única cena do sensor Landsat pode ser considerada ferramenta eficaz na distinção de diferentes tipos de cobertura da terra dentro das unidades de conservação, podendo ser um passo importante para a manutenção da integridade dessas áreas consideradas fontes de recursos naturais e de biodiversidade, por meio de seu monitoramento e no auxílio à implementação de práticas sustentáveis de uso da terra, como o manejo florestal.

A RESEX do Baixo Juruá, que se constitui numa área utilizada por comunidade tradicional cuja subsistência se baseia no extrativismo e na criação de animais de pequeno porte mostrou estar cumprindo com seus objetivos de proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, bem como no que se refere a integridade física da área, por apresentar aproximadamente 0,6% de áreas destinadas ao uso do solo pelas comunidades.

Os trabalhos de campo foram imprescindíveis para a geração do mapa de cobertura e uso do solo condizente com a realidade, segundo a resolução espacial e temporal dos dados utilizados e as características dos alvos detectados. Os resultados obtidos para as classes de cobertura da terra devem ser analisados conjuntamente e dentro do contexto em que estão inseridos, uma vez que as classes foram pré-definidas em trabalhos de campo.

É importante considerar que a estratificação proposta neste trabalho é valida para a área em questão. Cada área possui suas peculiaridades em relação a solo, clima, vegetação, topografia e diferenças nos padrões de uso e ocupação do solo incluindo as interações entre esses e outros fatores, tornando cada situação um caso particular a ser analisado.

7. Referências Bibliográficas

Adams, J.B.; Sabol, D.E.; Kapos, V.; Almeida Filho, R.; Roberts, D.A.; Smith, M.O.; Gillespie, A. R. 1995. Classification of multispectral images based on fractions of endmembers: application to land-cover change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing of Environment*. v.52, p.137-154.

Affonso, A.G.; Valeriano, D.M.; Batista, G.T. 2005. Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens derivadas do modelo linear de mistura espectral do sensor ETM+ do Landsat 7. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, INPE. 1399-1406.

Aguiar, A.P.D.; Shimabukuro, Y.E.; Mascarenhas, N.D.A. 1999. Use of synthetic bands from mixing models in the multispectral classification of remote sensing images. *International Journal of Remote Sensing*, 20(4): 647-657.

Allegretti, M. 1990. "Extrativist Reserve: an alternative for reconciling development and environmental conservation in Amazonia" in ANDERSON, Anthony (ed). *Alternative to Deforestation: Steps Towards Sustenable Use of the Amazon Rainforest.* New York, Columbia University Press.

Amaral, S.; Soares, J. V.; Alves, D. S.; Mello, E. M. K.; Almeida, S. A. S.; Silva, O. F.; Silveira, A. M. 1997. Relações entre índice de área foliar (LAI), área basal e índice de vegetação (NDVI) em relação a diferentes estágios de crescimento secundário na Floresta Amazônica em Rondônia. *Revista Selper*, v. 13, p. 35-39.

Almeida, M. 1992. The Making of a Forest Peasant Economy. Ph.D. D*issertation, University of Cambridge.*

Almeida, M. 1994. As Reservas Extrativistas e o Valor da Biodiversidade in ARNT, Ricardo (org.). *O Destino da Floresta: Reservas Extrativistas e desenvolvimento sustentável na Amazônia.* Rio de Janeiro, Relume Dumará.

Anderson, A. 1990. *Alternative to Deforestation: Steps Towards Sustenable Use of the Amazon Rainforest.* New York, Columbia University Press.

Asner, G. P. 2001. Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 22, 3855– 3862p.

Asrar, G. 1989. *Theory and applications of optical remote sensing.* New York, John Wiley & Sons.

Atkinson, P.M.; Lloyd, C.D. 1998. Mapping precipitation in Switzerland with ordinary and indicator kriging. *Journal of Geographic Information And Decision Analysis*, v.2, n.2, p.65-76, July.

Ayres, J.M. 1993. As matas de várzea do Mamirauá. Estudos de Mamirauá, Vol.1. Sociedade Civil Mamirauá, Brasília, pp.1-123.

Band, L. E. 1986. Topographic partition of watersheds with digital elevation models. *Water Resources Research*, v. 22, n. 1 p. 15-24.

Balick, M.J.1985. Useful Plants of Amazonia: A Resource of Global Importance. In: G.T. Prance and T. Lovejoy (Eds) *Key Enviroments: Amazonia*, Pergamom Press, New York, pp 339-368.

Bierregaard, R.O., Lovejoy, T.E., Kapos, V., Santos, A.A. & Hutchings, R.N. 1992. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. *Bioscience* 42:859-866.

Blomgren, S. 1999. A digital elevation model for estimating flooding scenarios at the Falsterbo Peninsula. *Environmental Modelling & Software*, v. 14, p. 579-587.

Boardman *et al*., 1995. Mapping target signatures via partial unmixing of AVIRIS data. Summaries of the Fifth Annual JLP Airborne Geoscience Workshop (pp.23-26). Pasadena, CA: Jet Propulsion Laboratory.

Boyd, D. S.; Foody, G. M.; Curran, P. J. 1999. The relationship between the biomass of Cameroonian tropical forests and radiation reflected in middle infrared wavelenghts (3.0-5.0µm). *International Journal of Remote Sensing*, v. 20, p. 1017-1023.

Briggs, D. J.; Shishira, E. K.1985. Soil variability in geomorphologically defined survey units in the Albudeite area of Murcia Province, Spain. In: Jungerius, P. D. (ed.). *Soils and geomorphology* (Catena supplement no 6).cap. 2, p.69-84.

Brubaker, S. C.; Jones, A. J.; Lewis, D. T.; Frank, K. 1993. Soil properties associated with landscape position. *Soil Science Society of America Journal,* Madison, v. 57, n. 2, p. 235-239.

Braga, P.I.S. 1979. Subdivisão Fitogeográfica, Tipos de Vegetação, Conservação e Inventário Florístico da Floresta Amazônica. *Acta Amazonica* 9(4) :53-80.

Bernardes, S. 1998. Índices de vegetação e valores de proporção na caracterização de floresta tropical primária e estádios sucessionais na área de influência da Floresta Nacional do Tapajós - Estado do Pará. *Dissertação Mestrado em Sensoriamento Remoto* - São José dos Campos. (INPE-6890-TDI/651). 97 p

Brazdil, P.1999. Construção de Modelos de Decisão a partir de Dados. Disponível por em: *http://www.ncc.up.pt/~pbrazdil/Ensino/ML/DecTrees.html.*

Brubaker, S. C.; Jones, A. J.; Lewis, D. T.; Frank, K. 1993. Soil properties associated with landscape position. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 57, n. 2, p.235-239.

Briggs, D. J.; Shishira, E. K. 1985. Soil variability in geomorphologically defined survey units in the Albudeite area of Murcia Province, Spain. In: Jungerius, P. D. (ed.). *Soils and geomorphology* (Catena supplement no 6). cap. 2, p.69-84.

Bohlman, S.A.; Adams, J.B.; Smith, M.O.; Peterson, D.L. 1998. Seasonal foliage changes in the eastern Amazon basin detected from Landsat Thematic Mapper satellite images. *Biotropica*. v.30, n.3. p. 373-391.

Cain, S.A.; Castro, G.M. De O. 1959. *Manual of vegetation analysis*. New York: Harper, 325p.

Câmara, G. 1995. Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos. São José dos Campos, 286p. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Camargo, C.G.E. 1997. Desenvolvimento, implementação e teste de procedimentos geoestatísticos (krigeagem) no sistema de processamento de informações georreferenciadas (Spring). *Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)* - São José dos Campos. (INPE-6410-TDI/620). 106 p.

Campbell, J.B.1996. Introduction to remote sensing. 2.ed. New York: *The Guilford Press*, 622p.

Cao, C.; Lam, N.S.1997. Understanding the scale and resolution effects in remote sensing and GIS. In: Quattrochi, D.A.; Goodchild, M.F. *Scale in remote sensing and GIS*. Boca Raton: Lewis Publishers, p.57-72.

Carvalho Júnior, O. A. 2003(a). Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.4, n.1, p.17-29.

Castro, A. G.; Valério Filho, M. 1997. Simulação da expectativa de perdas de solo em microbacia sob diferentes manejos florestais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,n°3, p.419-26.

Castro, J. F. M; Viadana, J. G. 2002. A relevância da cartografia nos estudos de bacias hidrográficas: o exemplo da bacia do rio Corumbataí. *Geografia*, v. 27, n. 3, p. 157-169.

Chander, G.; Markhan, B. 2003. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v.41, n.11.

Chavez Jr., P.S. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multiespectral data**.** Remote Sensing of Environment, v.24, p. 459-479, 1988.

Chavez Jr., P.S. 1996. Image-based atmospheric corrections - revisited and improved. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 62, n. 9, p.1025-1036, 1996.

Chuvieco, E.1996. *Fundamento de teledetección espacial*. 3.ed. Madrid: RIALP, 568p.

Cochrane, M. A.; Souza Jr., C. 1998. Linear mixture model classification of burned forest in the eastern Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, v.19, n.17, 3433–3440.

Corlett, R. T.1995. Tropical secondary forests. *Progress in Physical Geography*, v. 19, p. 159-172.

Couto, E.G. 1997. Variabilidade espacial de propriedades do solo influenciadas pela agricultura em escala regional e local, no sul do estado de Mato Grosso, Cuiabá. *Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.* Porto Alegre. 178p.

Colwell, J. E. 1974. Vegetation canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment***,** New York, v. 3, n. 2, p.175-183.

Congalton, R.G. 1999. Green, K. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. Boca Raton: Lewis Publishers, 137p.

Crósta, A.P.1999. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**.** Campinas: *Instituto de Geociências*, UNICAMP, 170 p.

D'Olne Campos,M. 1994. Fazer o Tempo e o Fazer do Tempo: Ritmos em concorrência entre o ser humano e a natureza.

Dent, D.; Young, A. 1981. *Soil Survey and Land Evaluation.* London: George Allen & Unwin (Ed.), 278p.

Desmet, P. J. J.; Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLELS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 51, n. 5, p. 427-433.

Deutsch, C.V.; Journel, A.G. 1998. *Geostatistical Software Library and User's Guide*. New York: Oxford University Press, 369 p.

Diegues, A.C. 1996. O mito moderno da natureza intocada. São Paulo. HUCITEC. 169p.

Druck, S. 2002. A geoestatística e os sistemas de informações geográficas. *Espaço e Geografia*. v.5, n. 1, p. 1-15.

Eastman, J. R.1995. Idrisi for Windows: *User's Guide. Worcester*: Clark University,440p.

Espirito-Santo, F.D.B. 2003. Caracterização e mapeamento da vegetação da região da Floresta Nacional do Tapajós através de dados óticos, radar e inventários florestais. *Dissertação de mestrado*. INPE, 279p.

Fadell, M.J.S. 1997. Viabilidade econômica das reservas extrativistas vegetais da Amazônia. *(Dissertação de Mestrado)*, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 72 p.

Fahsi, A.; Tsegaye, T.; Tadesse, W.; Coleman, T. 2000. Incorporation of digital elevation modelos with Landsat-TM data to improve land cover classification accuracy. *Forest Ecology and Management*, v. 128, p. 57-64.

Fearnside, P.M. 1986. Alternativas de desenvolvimento na Amazônia Brasileira: uma avaliação ecológica. *Ciência e Cultura*, 38(1) 37-59.

Felgueiras, C.A. 1999. Modelagem ambiental com tratamento de incertezas em sistemas de informação geográfica: o paradigma geoestatístico por indicação**.** *Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto)* (INPE-8180-TDI/760) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 198 p.

Finol U, H. 1970. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas virgenes tropicales. s.n.t. 17p. *Trabalho apresentado na Reunião da Seção 23 (Silvicultura Tropical) da IUFRO, out. 1970,* Ljublana, Yugoeslavia.

Florinsky, I. V.; Kuryakova, G. A. 1996. Influence of topography on some vegetation cover properties. Catena, v. 27, p. 123-141.

Foody, G.M.; Lucas, R.M.; Curran, P.J. 1997. Non-linear mixture modelling without endmembers using an artificial neural network. *International Journal of Remote Sensing*, v. 18, n. 4, p. 937-953.

Foody, G. M.; Boyd, D. S.; Cutler, M. E. J. 2003. Predictive relations of tropical forest biomass from Landsat TM data and their transferability between regions. *Remote Sensing of Environment*, v. 85, p. 463-474.

Foody, G. M.; Cutler, M. E.; McMorrow, J.; Pelz, D.; Tangki, H.; Boyd, D. S.; Douglas, I. 2001. Mapping the biomass of Bornean tropical rain forest from remote sensed data. *Global Ecology & Biogeography*, v. 10, p. 379-387.

Franklin, S. E.; Lavigne, M. B.; Hunt Jr., E. R.; Wilson, B. A.; Peddle, D. R.; McDermid, G. J.; Giles, P. T. 1995. Topographic dependence of synthetic aperture RADAR imagery. *Computers & Geosciences*, v.21, n.4, p.521-532.

Freitas, S.R.; Cruz, C.B.M. 2005. Análise de componentes principais e modelo linear de mistura na discriminação de classes de vegetação na Mata Atlântica. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, INPE. p.1529-1536.

Freese, F. 1967. Elementary statistical methods for foresters. Washington: Department of Agriculture Forest Service, 87p.

Fujita, T.T. 1985. The Downburst microburst and Macroburst. Chicago: The University of Chicago, Dept. of Geophysical Sciences.

Goel, N. S. 1988. Models of vegetation canopy reflectance and their use in estimation of biophysical parameters from reflectance data. *Remote Sensing Reviews*, v. 4 p. 1-21.

Gao, J. 1995. Comparison of sampling schemes in constructing DTMs from topographic maps. *ITC Journal*, n.1, p. 18-22.

Gamon, J. A.; Field, C. B.; Goulden, M. L.; Griffin, K. L.; Hartley, A. E.; Joel, G.; Peñuelas, J.; Valentini, R. 1995. Relationships between NDVI, canopy structure, and photosynthesis in three californian vegetation types. *Ecological Applications*, v. 5, p. 28-41.

Gates, D.M.; Keegan, J.H.; Schleter, J.C.; Weidner, V.R. 1965. Spectral properties of plants. *Applied Optics*, v.4, p.11-20.

Gausman, H.W. 1974. Leaf reflectance of near-infrared. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v.40, p. 183-191.

Giles, P.T.; Franklin, S.E. 1996. Comparison of derivative topographic surfaces of a DEM generated from stereoscopic SPOT images with field measurements. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v.62, n.10, p.1165-1171.

Giles, P.T.; Franklin, S.E. 1998. An automated approach to the classification of the slope units using digital data. *Geomorphology*, v.21, p251-264.

Golden Software. 1995. *Surfer Version 6.01- Surface Mapping System*. Golden: Golden Software, Inc., 1995.

Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for natural resources evaluation**.** New York: Oxford University, 482 p.

Guth, P. L. 1999. Contour line “ghosts” in USGS Level 2 DEMs. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 65, n.3, p.289-296.

Hamilton S.K. et al 2006. Remote sensing of floodplain geomorphology as a surrogate for biodiversity in a tropical river system (Madre de Dios, Peru), Geomorphology (2006), doi: 10.1016/j.geomorph.2006.07.024.

Hall, F.G.; Strebel, D.E.; Nickeson, J.E.; Goetz, S.J. 1995. Radiometric rectification: toward a common radiometric response among multidate, multisensor images. *Remote Sensing of Environment*, v.35, n.1, p. 11-27.

Higuchi *et al*., 1997. Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. *In*: MCT-INPA. *Biomassa e nutrientes florestais – Relatório Final do Projeto Bionte*. Manaus. 89-131.

Higuchi, N.; Santos, J.; Jardim, F. 1982. Tamanho de Parcela amostral para Inventários Florestais. *Acta Amazonica* 12(1): 91-103.

Hill, R. A., & Foody, G. M. 1994. Separability of tropical rain-forest types in the Tambopata–Candamo reserved zone, Peru. *International Journal of Remote Sensing*, 15, 2687–2693.

Hoffer, M.R. 1978. Biological and physical considerations in applying computer-aided analysis techniques to remote sensor data. In: Swain, P.H.; Davis, S.M. *Remote Sensing: the quantitative approach*. New York: McGraw-Hill, p.227-287.

Hogan, D.J.; Vieira, P.F. 1992. Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável. Campinas-SP: Unicamp, 234p.

Holsheimer, M. and Siebes, A. 1994. Data Mining: the search for knowledge in databases. Disponível por FTP anônimo em ftp.cwi.nl no arquivo /pub/CWIreports/AA/CS-R9406.ps.Z.

Homma, A.K.O. 1989. *Reservas Extrativistas: Uma alternativa de Desenvolvimento Viável para a Amazônia? Pará Desenvolvimento* 25: 38-48.

Hosokawa, R. T.; Moura, J. B.; Cunha, U. S. 1998. *Introdução ao Manejo e Economia de Florestas*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 162 p.

Husch, B.; Miller, C.I. & Beers, T.W. 1971. Forest Mensuration. New York, Ronald Press, 410p.

Ingargiola, G. 1996. Building Classification Models: ID3 and C4.5. Disponível em: http://www.cis.temple.edu/~ingargio/cis587/ readings/id3-c45.html.

Iri, M.; Shimakawa, Y.; Nagai, T. 2001. Extraction of invariants from digital elevation data with application to terrain topography. *Nonlinear Analysis*, v.47, p.5585-5598. 2001.

Isaaks, E.; Srivastava, R.M. 1989. *An introduction to applied geostatistics***.** New York: Oxford University Press, 560p.

INPE/CPTEC, 2006. Instituto nacional de pesquisas espaciais. Ministério da Ciência e Tecnologia. http://www.inpe.gov.br. Consultado em: 12/2005.

ITC. 2004. Principles of remote sensing. Terceira edição. The International Institute for Geo-Information Acience and Earth Observation – ITC, Enschede, The Netherlands, 250p.

Journel, A.G. 1988. Fundamentals of geostatistics in five lessons**.** Stanford, Ca: Stanford Center for Reservoir Forecasting Applied Earth Sciences Department, 85p.

Junk, W. J. 1997. General aspects of a floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. The central Amazon floodplain: ecology of a pulsating system. Ecological Studies, Vol.126 (ed.by W .J. Junk), pp. 3-22. Springer, Berlin.

Justice, C. O.; Wharton, S. W.; Holben, B. N.1981. Application of digital terrain data to quantify and reduce the topographic effect on Landsat data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 2, n. 3 p. 213-230.

Knipling, E.B. 1970. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 1(3):155- 159.

Kinnel, P. I. 2001. A slope length factor for applying the USLE-M to erosion in grid cells. *Soil and Tillage Research*, v.58, n.1, p.11-17.

Koch, A.; Heipke, C.; Lohmann, P. 2002. Bewertng von SRTM Digitalen Geländemodellen – Methodik und Ergebnisse. *Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation*, v.6, p.389-398.

Krige, D.G. 1951. A statistical approaches to some basic mine evaluation problems on Witwatersrand. *Johanesburg Chemistry Metallurgy Mining Society South African*, v. 52, n. 6, p. 119-139.

Kubik, K.; Botman, A. G. 1976. Interpolation accuracy for topographic and geological surface. I*TC Journal*, n.2, pp. 236-273.

Kubitzky, K. 1998. The ecogeographical differentiation of Amazonian inundation forests. Plant Syst. Evol. 162: 285-304.

Küchler, A. W. 1973. Problems in classifying and mapping vegetation for ecological regionalization. Ecology 54: 512-523.

Lamprecht, H. 1964. Ensaio sobre Ia estructura floristica de Ia parte sur-oriental del bosque Universitário "El Caimital", Estado Barinas. *Revista Forestal Venezolana, 7* (10/11): 77-119.

Loetsch,F.; Zohrer,F. & Haller, K.E.1973. Forest inventory.Munchen, BLV Verlagsgesellschaft, Wien,v.2.

Li, Z. 1992. Variation of the accuracy of digital terrain models with sampling interval. *Photogrammetric Record,* v.14, n.79, p.113-128.

Mapeamento da declividade em microbacias com sistemas de informação geográfica*.2003c. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.2, p.303 - 310.

Mather, P.M. 1999. *Computer processing of remotely-sensed images:* an introduction. 2ed. London: John Wiley & Sons, 292 p.

Meijerink, A. M. J.1998. Data acquisition and data capture through terrain mapping units. *ITC Journal*, v.1988, n. 1, p.23-44.

Melo, A. R.; Sarraipa, L. A. S. ; Negreiros, I. P. M.; Pallone Filho, W. 2002(a). Formação de base topográfica digital (1:1.000.000) do Estado de São Paulo com dados RADARSAT-1. *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 6, p.1825-1831.

Meyer, H.A.; Recknagel, A.B.; Stevenson, D.D. & Bartoo, R.A. 1961. *Forest management.* Belhaven Press, London.

Milano, M.S. 1994. Unidades de Conservação: conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, manejo e gestão. In: *Curso sobre manejo de áreas naturais protegidas*. Curitiba: Unilivre, p01-62.

Miliaresis, G. 2001. Geomorphometric mapping of Zagros Ranges at regional scale. *Computers and Geosciences,* v.27, n.7, p.715-728.

Miliaresis, G.; Argialas, D. 1999. Segmentation of physiographic features from the global digital elevation model/GTOPO30. *Computers and Geosciences*, v.25, n.7, p.715-728.

Minitab Inc. 2000. *Meet MINITAB, Release 13 for Windows*. Pennsylvania: State College, não paginado.

Mizukoshi, H.; Anyia, M. 2002. Use of contour-based DEMs for deriving and mapping topographic attributes. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 68, n. 1, p.83-93.

Modelos digitais de elevação de microbacias elaborados com krigagem. 2002b. São José dos Campos: INPE: *Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais* (INPE-9364-RPQ/736). 54p.

Molnár, D. K.; Julien, P. Y. 1998. Estimation of upland erosion using GIS. *Computers and Geosciences*, v.24, n.2, p.183-192.

Moore, I. D.; Gessler, P. E.; Nielsen, G. A.; Peterson, G. A. 1993. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 57, n. 2, p. 443-452.

Moore, I. D.; Gessler, P. E.; Nielsen, G. A.; Peterson, G. A. 1993. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 57, n. 2, p. 443-452.

Moraes, J. F. L. 2001. Extração de rede de drenagem e divisores por processamento digital de dados topográficos. [CD-ROM] In: *10° Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais* Foz do Iguaçu**.**

Móran, M.S.1992, Evaluation of simplified procedure for retrival of land surface reflectance factor from satellite sensor output. Remote Sensing Environ., 41:169-184.

Móran, E. F. & Herrera, R.1984. Ecologia Humana na Bacia Amazônica. *Interciência.* vol 9 n°6.

Nanos, N.; Monteiro, G. 2002. Spatial prediction of diameter distribution models. *Forest Ecology and Management*. v.161, n.1-3, p. 147-158.

NASA. Landsat 7: science data user's handbook. Disponível em: http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc.html>.

Nasser, V.L 2001. Estudo da qualidade de água na baía de Guanabara utilizando técnicas de sensoriamento remoto e análise geoestatística. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)*, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 167 p.

Nelson, B.W & Amaral, I.L.1994. Destructive wind effects detected in TM images of the Amazon Basin. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing 30(7a): 339-343.

Nobre, A.D. 1989. Relação entre matéria orgânica e mineral de uma topossequência Latossol-Podzol e a cobertura de floresta tropical úmida na bacia do rio Curiaú, Amazônia Central. Tese de Mestrado, INPA, Manaus/AM.100p**.**

Nobre, C. A., Mattos, L. F., Dereczynski, C. P., Tarasova, T. A. & Trosnikov, I., 1998. Overview of atmospheric conditions during the Smoke, Clouds and Radiation-Brazil (SCAR-B) field experiment, *J. Geophys*., Res. 103(D24)**:** 31809 – 31820.

Pires-O'Brien, M.J.; O'Brien, C.M. 1995. Ecologia e modelamento de florestas tropicais. Belém: FCAP.400p.

Östman, A. 1987. Quality control of photogrammetrically sampled Digital Elevation Models. *Photogrammetric Record*, v.12, n.69, 333-341.

Özdamar, L; Demirhan, M.; Özpinar, A. 1999. A comparison of spatial interpolation methods and a fuzzy areal evaluation scheme in environmental site characterization. *Computers, Environment and Urban Systems*, v.23, p.399-422.

Panayotou, T e P.S. Ashton. 1992. Not by timber Alone: Economics and Ecology for sustaining Tropical Forests. Island Press. Washington, D.C. 281p.

Pannatier, Y. VarioWin: Software for Spatial Data Analysis in 2D. New York: Springer-Verlag, 1996.

Paradella W. R., Liu C. C., Veneziani P, Santos A. R., Bignelli P. A., Dias R. R., Singhroy V. H. 1994. An overview of S AREX'92 (South American Radar Experiment) data acquisition and preliminary results from Carajás Mineral Province (Brazilian Amazon Region). In: ERIM, *Thematic Conference on Geologic Remote Sensing*, 10, San António, Texas, *Proceedings,* 1:214-225.

Pax-Lenney, M., Woodcock, C.E., Macomber, S.A., Gopal, S., Song, C. 2001. Forest mapping with a generalized classifier and Landsat TM data. *Remote Sensing of Environment*, 77: 241-250.

Peters, C. 1996(a). Observations of the Sustainable Exploitation of Non-Timber Tropical Forests Products: An Ecologist's Perspective. In: Pérez, M. R.; Arnold, J.E.M. Current Issues in Non-Timber Forest Products Research. *Proceedings of the Workshop "Reserch on NTFP", Zimbabwe*. CIFOR, 19-39pp.

Picini, A. G. 2000. Uso de Sistema de Informação Geográfica para a geração de mapas de médias mensais de temperatura do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.8, n.2, p.255-262.

Picini, A. G. 2003. Geoprocessamento de informações agroclimatológicas. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-1028-RPQ/751). 133p.

Picini, A. G.; Mello, M. H. A. 2002b. Estratificação de efeitos anisotrópicos do relevo na geração de mapas pluviométricos por geoprocessamento. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 10, n. 1, p. 167-177.

Pires-O'Brien, M.J., O'Brien, C.M. 1995. Ecologia e modelamento de florestas tropicais. FCAP. *Serviço de Documentação e Informação*. 400p

Pires, J.M. & G.T. Prance. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In *Key Environments: Amazonia* (G.T. Prance & T. E. Lovejoy, eds.), pp. 109-145. Pergamon Press, Oxford.

Ponzoni, F.J.; Galvão, L. S.; Epiphanio, J. C. N. 2001. Influência da resolução espacial sobre a quantificação de áreas não florestadas em ambiente amazônico. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 10., 2001. Foz do Iguaçú. *Anais,* Foz do Iguaçu, CD-ROM

Programação do cálculo da declividade em SIG pelo método de vetores ortogonais. 2002a *Espaço e Geografia*, v.5, n.1, p.69-85.

RADAMBRASIL**,** 1978**.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL, Folha SA. 20 Manaus – Levantamento de recursos naturais, 18. DNPM, Rio de Janeiro – RJ.

Ranieri, S. B. L.; Sparovek, G.; Souza, M. P.; Dourado Neto, D. 1998. Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de degradação das terras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo,* v. 22, n.4, p.751-60.

Reiss, P. High-quality DTMs. 2002. GIM International, v. 16, p. 40-43.

Remortel, R. D.; Hamilton, A. E.; Hickey, R. J. 2001. Estimating the LS Factor for RUSLE through Iterative Slope Length Processing of Digital Elevation Data within ArcInfo Grid. *Cartography*, v.30, n.1, p.27-35.

Research Systems Inc. *Environment for Visualizing Images – ENVI Version 3.6.* Colorado: Boulder, 2002. 126p.

Rizzini, C.T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil**:** aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**.** 2.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 747 p.

Roberts, D.A.; Batista, G.B.; Pereira, J.L.G.; Waller, E.K.; Nelson, B.W. 1998. Change identification using multitemporal spectral mixture analysis: aplications in eastern Amazônia. *Remote Sensing – Change Detection – Enviromental Monitoring Methods and Applications*. Cap 9, Ann Arbor Press: 137-161.

Robinove, C.J. 1982. Computation with physical values from Landsat digital data. *Photogramm. Eng. & Remote Sens.*, 48(5): 781-784.

Ross, J. L. S.; Moroz, I. C. 1997. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP. Mapas e Relatório.

Sabins, F.F. 1987. *Remote sensing: Principles and interpretation*. 2d. New York, W.H. Freeman, 449p.

Salati, E. 1985**.** The climatology and hydrology of Amazonia. In G.T. Prance & T.E. Lovejoy (eds.), Key environments Amazonia, Oxford, Pergamon Press, p.18-48, 442p.

Sassagawa, H.S.Y.1999.Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para o Estudo da Ocupação do Espaço Físico e dos Tipos Florestais da Reserva Extrativista Chico Mendes, Estado do Acre. (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto). São José dos Campos: INPE. 185p.

Schubart, H.O.R.; Franken, W. & Luizão, F.J.1984. Uma floresta sobre solos pobres. Ci. Hoje, 2:26-32.

Shimabukuro, Y.E. 1995. Fraction Images Derived from Landsat TM and MSS Data for Monitoring Reforested Areas. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 21 (1):67-74.

Shimabukuro, Y.E.; Smith, J.A. 1991. The least-square mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 29: 16-20.

Shimabukuro, Y.E., Mello, E.M.K., Moreira, J.C., Duarte V.D.1997. *Segmentação e classificação da imagem sombra do modelo de mistura para mapear desflorestamentos na Amazônia,* São José dos Campos: INPE, (Relatório INPE-6147-PUD/029).

Silberling, L. 1991. *Self Manage and Property Rights: the Rubber Tappers oj Acre.* Cornell, PhD. Thesis.

Simão, F.B. 2001. Mapeamento de risco de malária na área urbana de Porto Velho - RO, pela Krigeagem Indicativa. *Dissertação (Mestrado em Geociência)*, Universidade Estadual Paulista - Rio Claro.149 p.

Slater, P.N. 1980. Remote sensing: optics and optical systems. Reading, MA, Addison - Wesley, 1980. 574 p.

Sobrevilla, C.L., Bath, P.1992. Evaluación Ecológica Rápida: Un manual para usuários de America Latina y el Caribe. The Nature Conservancy, 23.

Song, C., Woodcock, C.E., Seto, K.C., Pax-Lenney, M., Macomber, S.A. 2001. Classification and change detection using Landsat TM data: When and how to correct atmospheric effects? *Remote Sensing of Environment*, 75: 230-244.

Sousa, C. L.; Ponzoni, F. J. 1998. Avaliação de índices de vegetação e de bandas TM/Landsat para estimativa de volume de madeira em floresta implantada de *Pinus* spp. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1998, Santos. *Anais.* São José dos Campos: INPE/SELPER. p. 11. Repositório da URLib: <sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.35>. Disponível em: <http://iris.sid.inpe.br:1908/rep/sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.35>.

Souza Jr., C; Barreto, P. 2000. An alternative approach for detecting and monitoring selectively logged forests in the Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, v.21, n.1, p.173-179.

Thales, M.C.2001. Imagem fração sombra na caracterização e mapeamento de babaçu (*Attalea speciosa* Mart ex Spreng.) em áreas de floresta. *Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto*) (INPE-8382-TDI/772). – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais São José dos Campos. 140p.

Thelen, R.D.; Dalfelt, A. 1979. Políticas para el manejo de áreas silvestres San Jose. *Serie Educacion Ambiental n°1.* Editorial Universidad Estatal a Distancia, 107p.

Thomas, J.R.; Gausman, H.W. 1977. Leaf reflectance vs. leaf chlorophyll and carotenoid concentrations for eight crops. *Agronomy Journal*, v.69, p.799-802.

Thompson, J. A.; Bell, J. C.; Butler, C. A. 2001. Digital elevation model resolution: effects on terrain attribute calculation and quantitative soil-landscape modeling. *Geoderma,* n.100, p.67-89.

Toledo, V. 1991. Utopia e Naturaleza. El movimiento ecológico de los campesinos e indígenas d América Latina. *Nueva Sociedad*, n°122, p72-85.

Tuomisto, H., Linna, A., & Kalliola, R. 1994. Use of digitally processed satellite images in studies of tropical rain forest vegetation. *International Journal of Remote Sensing,* 15, 1595–1610.

Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliola, R., Linna, A., Danjoy, W., & Rodriguez, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269, 63– 66.

Turcotte, R.; Fortin, J.-P.; Rousseau, A. N.; Massicote, S.; Villeneuve, J.-P. 2001. Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. *Journal of Hidrology*, v.240, p.225-242.

Tso, B.; Mather, P.M. 2001. *Classification Methods for remotely sensed data.* New York: Taylor & Francis, 332 p.

Uribe, C.C. 1993. Situación general de la conservación de la biodiversidad en la región amazonica: evaluación de las areas propuestas y estrategias. TCA, SURAPA, FAO, CEE, UICN. Quito. P21.

Webster G. 1994. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae Annals of the Missouri Botanical Garden 81:33-144.

Wladis, D. 1999. Automatic lineament detection using Digital Elevation Models with second derivative filters. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 65, n. 4, p.453-458.

Worbes, M. 1997. The forest ecosystem of the floodplains. In W.Junk (Ed). The central Amazon floodplain: Ecology of a pulsating system, pp.223-265. Ecological Studies, Vol. 126. Springer, Berlin.

Wittmann *et al.,* 2002. Tree species distribution and community structure of Central Amazonian várzea forests by remote sensing techniques. J. Trop. Ecol. 18:805-820.

Valenzuela, C. R. Data analysis and models In: Belward, A. S,; Valenzuela, C. R. 1991. Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries. *Euro Courses: Remote Sensing, Netherlands: Kluwer*, 1991. v.1, cap. 18,p. 335-48.

Valeriano M. 2004. Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 72p.

Valeriano, M., 2003. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.7, n.3, p.539-546.

Valeriano, M. M.; Garcia, G. J. 2000. The estimate of topographical variables for soil erosion modelling through geoprocessing. International Congress of Photogrammetry and Remote Sensing, 33.

Amsterdam. *International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing*. Amsterdam: ISPRS, 2000, v.33, part B, p.678-685.

Valeriano, M.M.; Picini, A.G.; Mello, M.H.A.2002. Estratificação de efeitos anisotrópicos do relevo na geração de mapas pluviométricos por geoprocessamento. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.10, n.1, p. 167-177.

Vasconcelos, C.H.; Novo, E.M.L.M. 2004. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat 5, na região do reservatório de Tucuruí-PA. *Acta Amazonica*, 34(3): 487-493

Verona, J.D.; Shimabukuro, Y.E. 2005. Classificação da cobertura vegetal da região norte da FLONA do Tapajós utilizando a segmentação de imagens-fração. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, INPE. 1685-1689.

Viana, V. M., Tabanez, A. J. 1996. Biology and conservation of forest fragments in brazilian atlantic moist florest. In: SCHELHAS, J., GREENBERG, R. (Ed.). *Forest patches:* in tropical landscapes. Washington, D.C.: Island Press, p. 151-167.