

Análise do Sistema Agroflorestal do Pólo Custódio Freire e mudança da paisagem

Cecília Félix Andrade¹
Jairo Rodrigues da Silva¹
José Marinaldo Gleriani²
Vicente Paulo Soares²

¹Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Av. José Ribeiro Filho, 361 aptº 7 – Ouro Preto – 31330-500 – Belo Horizonte – MG, Brasil
{cissandrade@ufmg.br}

²Universidade Federal de Viçosa – UFV
Av. Purdue, s/n, Depto Eng. Florestal
{gleriani,vicente@ufv.br}

Abstract. Agroforestry systems (SAF's) were adopted in some regions of Amazon, mainly in State of Acre, as an alternative to minimize the deforestation process in the region and to revert the rural exodus. Defined by agropastoral cooperatives and forest component, the SAF Custódio Freire located in the municipality of Rio Branco, presents very damaged. Through a series of Landsat TM and ETM+ in a period of five years, it was possible to analyze the changes that occurred in the SAF, mainly in the deforested area that corresponded to 42ha (83%) of the area. Based on trips to the ground, it was detected a medium degradation level. The landscape dynamic was analyzed based on Markov Chain, which shows differences from the image photointerpretation, since the rate of changes are not continuous. Despite of the imprecision, the model was useful in providing future information from the SAF, that is, its complete damnification would occur in 2009. In conclusion, it is necessary to develop mechanisms to minimize the environment impacts in the SAF, as well as to realize the agroforestry system, looking for economic alternatives and technologies suitable to the local reality.

Palavras-chave: agroforestry system, photointerpretation, Amazon, Markov Chain, sistema agroflorestal, fotointerpretação, Amazônia e Cadeia de *Markov*.

1. Introdução

No intuito de desencadear o “progresso econômico” na região da Amazônia, o governo federal, juntamente com os governos estaduais, implementaram um conjunto de ações e incentivos para atrair agricultores e pecuaristas no processo de ocupação da região. Na década de 70, muitos agricultores e pecuaristas da região Sul viram na Amazônia, local de oportunidades e enriquecimento material. Porém, a ocupação seguiu o modelo de massiva substituição da floresta por pastagens e agricultura (ZEE, 2001).

Segundo Lima (2005), a Amazônia brasileira passa por um desordenado e impactante processo de ocupação das terras, desencadeado por políticas que estimulam o processo migratório, resultando em intensa alteração ambiental. No caso do Acre, com o declínio da produção da borracha e a expulsão dos seringueiros, índios, colonos e ribeirinhos, aceleraram-se a migração para as cidades, formando as primeiras periferias urbanas nas grandes cidades, ocasionando o inchaço das cidades e os problemas socioeconômicos.

Com o intuito amenizar os problemas sociais existentes, o município de Rio Branco adotou, dentre os projetos de assentamento rural, os Sistemas Agroflorestais – SAF's. Os sistemas agroflorestais compreendem na combinação de três componentes que podem ser manejados pelo homem: componente florestal (arbóreo ou floresta), agrícola (agricultura e/ou forrageiras) e o animal (bovino, ovino, etc.). No entanto, para ser denominado de agroflorestal é necessário o componente florestal (Macdiken e Vergara, 1990; Nair, 1993). No Estado do Acre, os SAF's foram idealizados para servir como mecanismo de retorno do homem para sua área de origem, aumentar a oferta de gêneros alimentícios nos mercados e feiras livres do município trabalhar um novo modelo de reforma agrária, com o assentamento de produtores em áreas pequenas, interagindo os setores social, econômico e ambiental (Coopeagro, 2004).

No entanto, muitas áreas vêm sendo abandonadas, o que tem causado repercussão bastante negativa quanto à continuidade na difusão dos SAF's como alternativa sustentável para a região. Penereiro et al. (2005) afirmam que este cenário é decorrente da falta de planejamento socioeconômico dos projetos que foram implantados no sistema agroflorestal. O autor cita como causas dessa falta de planejamento: ausência de capacitação técnica do serviço de extensão rural para atuação em SAF's, carência de estudos de mercado e de estrutura para beneficiamento, escoamento e comercialização da produção, entre outros, o que têm contribuído para o endividamento dos agricultores e desestímulo com as atividades agrícolas, levando muitos deles a não terem como sanar suas dívidas, sendo obrigados a vender seus lotes e migrar para as cidades.

Esse quadro negativo já foi diagnosticado pelos relatórios do Zoneamento Econômico Ambiental e Social – ZEAS (2006abc e d) nos pólos agroflorestais implantados pela Prefeitura Municipal de Rio Branco. Dentre os pólos, encontra-se o Pólo Agroflorestal Custódio Freire que possui problemas similares aos demais, segundo as pesquisas de campo realizadas pelo ZEAS. Este Pólo será usado como referência para os demais na busca de soluções para os problemas atuais que apresentam.

O presente estudo teve como objetivo de realizar uma análise da descaracterização do Pólo Agroflorestal Custódio Freire, através de imagens orbitais e trabalho de campo, assim como analisar a dinâmica da paisagem por meio do modelo da Cadeia de *Markov*.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O Pólo Agroflorestal Custódio Freire localiza-se na área rural do município de Rio Branco, Acre, entre as coordenadas UTM 639200 a 642400m e 8916800 a 8914400m. O Pólo possui 50,8 ha com 20 lotes, 23 famílias assentadas, com área média de 2,5 ha por lote (Figura 1).

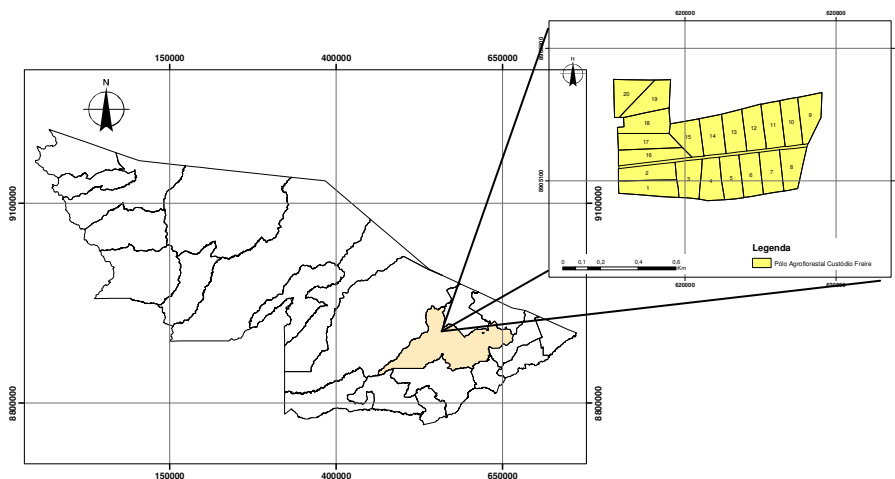


Figura 1 -Localização do Pólo Agroflorestal Custódio Freire, município de Rio Branco – Acre.

2.2. Análise dos Dados

2.2.1. Pré-processamento dos dados

Com vista a analisar a mudança do uso e cobertura da terra no pólo, foram utilizadas imagens *TM/Landsat-5* da órbita/ponto 02/067, referentes as datas 22/08/1986, 06/06/1993 e 12/05/2007 e imagens *ETM⁺/Landsat-7* (órbita/ponto 02/67) referentes as data 02/08/1999 e 25/07/2002.

A entrada e a análise de dados georreferenciados foram conduzidas no software *SPRING* (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 4.3.3. Utilizou-se o registro imagem-imagem, tendo como base a cena georreferenciada UTM/WGS84, de 1999 do portal “*Global Land Cover Facility*”. Adicionou-se de 10 milhões na coordenada “y” (N) uma vez que as imagens erroneamente não estão com a coordenada 10 milhões no Equador, para o hemisfério Sul, e sim zero, acarretando coordenadas “N” negativas. As imagens multiespectrais desse portal estão reamostradas para 28,5m e o canal PAN do ETM+ reamostrado para 14,25m (NASA, 2007). Devido a utilização de uma imagem fusionada (IHS-RGB) com resolução de 14,25 m todas as imagens foram reamostradas para esse valor.

2.2.2. Fotointerpretação das imagens e cálculo das áreas

A interpretação foi feita com digitalização em tela, executando-se previamente o contraste MIN/MAX para todas as bandas com a composição 345/BRG. Para todo plano de informação na qual foi gerado o mapa temático, primeiro exportou-se limite do Pólo e, sobre esse, delineou-se as áreas de floresta que apresentava textura rugosa e vermelho escuro intenso devido à alta refletância da floresta na faixa do infravermelho próximo (banda 4 – 0,78 a 0,90 μm), em contraste com as áreas desflorestadas, com diversos usos, em tons verde e ciano.

A partir da obtenção dos mapas temáticos, produzidos por meio das imagens, foram realizadas a quantificação de área das classes mapeadas a análise da dinâmica da cobertura vegetal.

2.2.3. Projeção da cobertura utilizando a Cadeia de Markov

A análise da descaracterização dos SAF's, incluindo a alteração da cobertura florestal, pode ser feita através de estudos multitemporais de imagens aéreas/orbitais. Apesar de muitas vezes a interpretação do uso do solo ser uma inferência abstrata e difícil (Campbell, 1996), a ausência da cobertura florestal, por si só já define a descaracterização dos SAF's.

Além de mapear a alteração temporal, a utilização de modelos de dinâmica da paisagem é desejável por permitir a simulação de cenários, onde, apesar da imprecisão (ou não) dos modelos, as respostas do “quanto?” “quando?” ou “aonde?” as alterações ocorrerão são necessárias em ações de planejamento/prevenção. Um desses modelos são as cadeias de Markov, que são sistemas de probabilidade estocásticos, onde, através da alteração observada no tempo t e no tempo $t+1$ faz-se a projeção do cenário para o futuro. Se as taxas de mudanças se mantiverem, a matriz é dita estacionária e basta uma matriz de transição para prever toda uma série histórica de dados (Baca et al., 2007). Modelos probabilísticos são indicados para processos de desflorestamento, dada à complexidade e as interações que desencadeiam o mesmo (Lambin, 1997). Críticas ao modelo existem devido à suposição do qual o estágio futuro da paisagem (modelado) depende de mais dois estágios antecedentes (Ching et al., 2004). Outra crítica é sobre a matriz de transição, a qual não é estacionária, isto é, a taxa de mudança não é contante.

A Matriz de Transição (MT) é uma matriz quadrada $M \times M$, estocástica, em que os elementos representam a probabilidade de mudança de um tema para outro (Haykin, 2001). A mais simples “máquina de mudança de estados” (Baca et al., 2007), onde os elementos da paisagem - 1 ou 2 - podem ficar estacionários (probabilidade p_{11} e p_{22}) ou migram de um estado para outro (Figura 2). Se o “estado” (tema) “1” fosse floresta, e o “2” fosse não-floresta, o valor p_{12} representaria a probabilidade de desflorestamento e, p_{21} a probabilidade de regeneração.

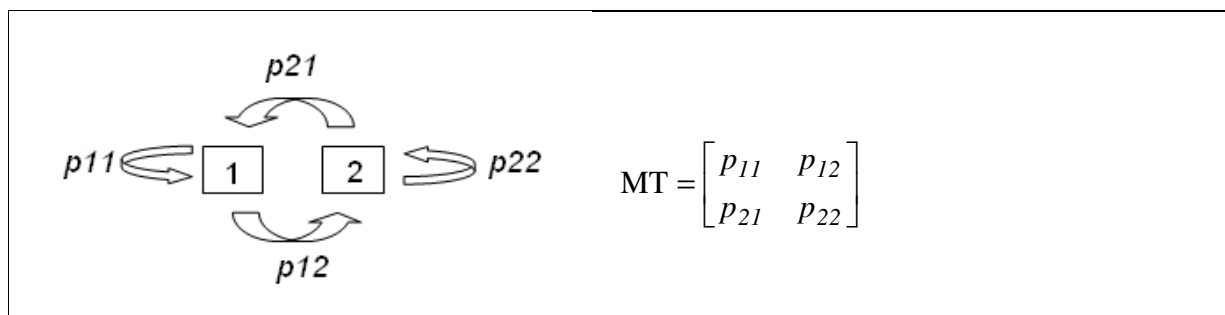


Figura 2. Ilustração da “máquina de mudança de estados” e Matriz de transição.
 Fonte: Adaptada de Baca et al., 2007.

A projeção da paisagem para os cenários futuros é feita pela geração da MT considerando a cena antecedente (c_1), a cena posterior (c_2) o intervalo de tempo (Δt_1) decorrido entre elas, sendo Δt_2 o intervalo de tempo entre a cena (c_1) e a cena futura que será simulada (c_3). A razão “n”, definida por $\Delta t_2/\Delta t_1$, é o numero de passos (anos, meses, décadas,etc) na qual o cenário futuro será simulado (Equação 1).

$$[VE_{t_2}]_{1 \times M} = [VE_{t_1}]_{1 \times M} * [[MT]_{M \times M}]^n \quad (1)$$

Onde VE é o vetor de estado da paisagem o qual representa os ganhos ou perdas percentuais de cada estado (tema) da paisagem no intervalo Δt_1 , e M são os número de estados (temas) da paisagem (Baca et al., 2007).

As imagens interpretadas (1986, 1993, 1999, 2002 e 2007) exportadas em formatos matriciais (14,25m), foram importadas para o programa *Idrisi* versão *ANDES* onde o procedimento de cadeias de *Markov* foi executado três vezes para os pares seqüenciais de imagens e o resultado comparado com o ano imediatamente procedente. As saídas do programa foram: a matriz de transição em *pixel* ou probabilidade e a imagem de probabilidade a qual reporta, para o mesmo número de passos, a probabilidade condicional de uma dada classe mudar para outra classe. O número de *pixels* alterados dos anos de 1999, 2002 e 2007 foi comparado com os resultados quantitativos das imagens interpretadas.

2.2.4. Trabalho de campo

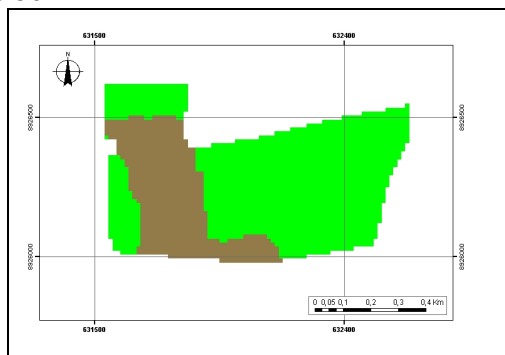
As bases do presente trabalho foram tiradas do o Zoneamento Econômico Ambiental e Social – ZEAS, da Prefeitura Municipal de Rio Branco, que realizou um diagnóstico dos tipos de solos, uso atual das terras e avaliação ambiental do Pólo Agroflorestal Custódio Freire. A partir desse diagnóstico o Eixo Cultural do ZEAS (2006e) realizou o uma oficina participativa, no mesmo ano, juntamente com os produtores, para discutir os problemas e principais anseios da comunidade.

De posse dessas informações e da análise do questionário realizado pelo eixo Sócioeconômico do ZEAS (2006f), elaborou-se novo questionário estruturado para complementação, das informações necessárias ao presente trabalho.

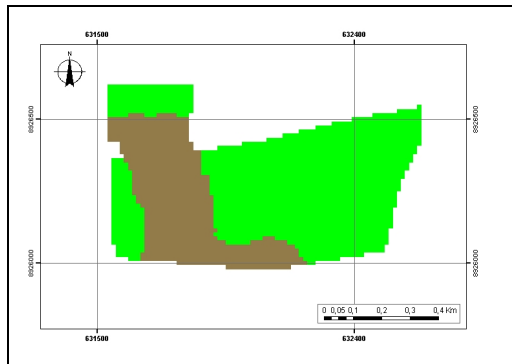
3. Resultados e Discussão

O mapeamento da alteração da cobertura florestal foi executado para todo o Pólo e não individualmente para cada lote devido às dimensões reduzidas dos mesmos e a resolução espacial (30m) dos sensores utilizados. Devido à limitação espacial dos sensores, optou-se por classificar o Pólo em dois temas: floresta e não-floresta. A seqüência temporal da alteração da cobertura para os anos analisados exhibe-se na Figura 3. Encontra-se na Tabela 1 os resultados referentes à quantificação de áreas (ha) dos temas.

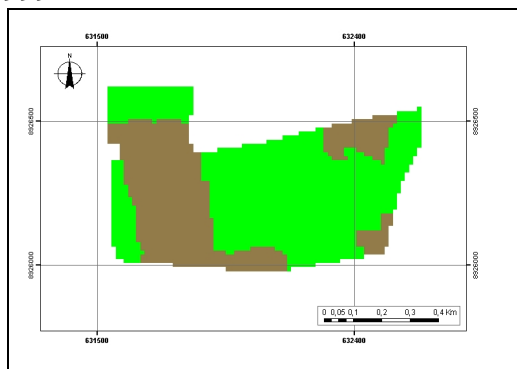
1986



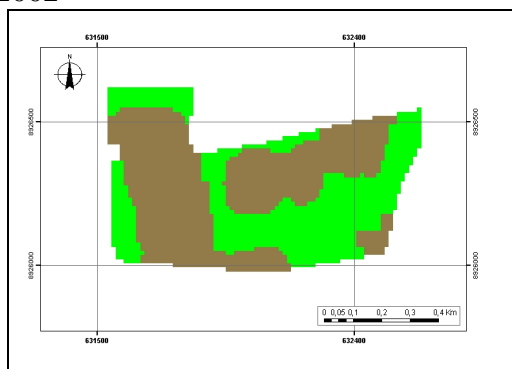
1993



1999



2002



2007

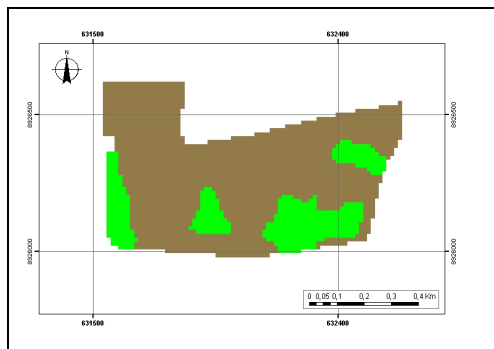


Figura 3. Alteração da cobertura do solo entre os anos de 1986 a 2007, no Pólo Agroflorestal Custódio Freire, município de Rio Branco – Acre.

Tabela 1. Quantificação das áreas de classes floresta e não-floresta no período de 1986-2007, no Pólo Agroflorestal Custódio Freire, município de Rio Branco – Acre.

Unidade de mapeamento	1986		1993		1999		2002		2007	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Floresta	34,3	67,5	34,0	67,0	29,5	58,0	18,2	35,8	8,5	16,7
Não floresta	16,5	32,5	16,8	33,0	21,3	42,0	32,6	64,2	42,3	83,3
Desmatada em relação ao ano anterior (%)	-		3,6%		8,7%		30,1%		5,2%	

A maior alteração ocorreu entre os anos de 1999-2002 onde houve um aumento da classe desflorestada de 30,16% em relação ao período de 1993. De acordo com o levantamento da SAFRA (2001), o atual Pólo eram áreas abandonadas (antigas pastagens) e em estágio final de uso. Conforme informações obtidas em campo são terras que possuíam certo grau de degradação.

Após a implantação do Pólo, em março de 2002, nota-se um grande aumento de área da classe não-floresta, que atingiu 32,6 ha (64,2%) estas áreas foram ocupadas em sua maioria por hortaliças, a principal fonte de renda dos produtores. Em 2006 os produtores investiram também na produção de limão e alguns lotes na produção de piscicultura (Figura 4).



Figura 4. Atividades desenvolvidas: piscicultura Lote 18 (A) e olericultura Lote 20 (B)

Nos últimos cinco anos de implantação do Pólo, notou-se uma descaracterização em relação à um sistema agroflorestal. Em 2007, a área correspondente a não-floresta totalizava 42,3 ha, cerca de 83,3% da área. Em campo foi detectado certo grau de degradação, tanto do solo, quanto dos açudes e poços que, segundo entrevista realizada em campo, foram construídos sem assistência técnica.

Na oficina realizada pela prefeitura, os produtores reclamaram que não recebiam benefícios do governo municipal, nem estadual. Para eles o benefício, de maior urgência, seria a melhoria do ramal que liga o Pólo a Vila Custódio Freire. O trecho, com 2 km de extensão, no período de “inverno” amazônico é intrafegável, dificultando o escoamento dos produtos. Outro benefício seria o fornecimento, por parte da prefeitura, de material para a construção de estufas. Conforme entrevista estruturada, os produtores têm interesse em cultivar outros produtos como cenoura, beterraba, porém no período de chuvas ocorre o aumento de pragas inviabilizando o cultivo.

Caso não ocorram medidas mitigadoras, a tendência é a migração dessa população para uma nova área, levando o abandono dessas terras. Conforme afirma Penereiro et al., (2007) a agricultura no Estado do Acre é caracterizada pelo processo itinerante de derruba e queima. Nesse processo, as áreas de cultivo são abandonadas após poucos anos de uso, devido à baixa produtividade e ao manejo inadequado do solo.

A perda de área florestal foi de 1,3; 3,0, 11,5 e 11,4 ha para os intervalos de 1986-1993, 1993-1999, 1999-2002 e 2002-2007, respectivamente. Segundo a probabilidade condicional, expressa via Cadeia de *Markov*, a probabilidade de mudança (floresta→não floresta) foi de 1,85%, 7,44% e 46,6%, para os intervalos 1993-1999, 1999-2002 e 2002-2007. O intervalo 1986-1993, foi utilizado para gerar a primeira matriz de transição. Os percentuais citados representam uma, mudança de 0,0006; 2,92 e 9,5 ha, respectivamente.

Observa-se que os valores de probabilidade são bastante diferentes e, portanto a matriz de transição não é estacionária e, mesmo com valores ajustado a cada intervalo os valores preditos diferem do real. Utilizar uma única matriz para cenários futuros apenas alterando o numero de passos “n” produziria um erro maior.

A diferença relativa ((Interpretado – *Markov*) / *Markov*) *100), mostrou uma discrepância de 1554%(1993-1999), 820% (1999-2002) e -51,8% (2002-2007). A maior discrepância no primeiro intervalo deve-se a detecção de mudança quase nula entre as imagens 1986-1993, pois o Pólo foi implantado no ano de 2002 onde a partir dessa data a ação antrópica intensificou-se e, permanecendo, na taxa (*pixels*) expressa na última matriz de transição (1999-2002) o restante da cobertura vegetal seria eliminado por volta de 2009.

4. Conclusões

A análise multitemporal realizada no Pólo, conjuntamente com a aplicação do modelo de Markov mostraram-se satisfatória quanto ao processo de descaracterização do sistema agroflorestal. E apesar dos resultados serem diferenciados em relação à fotointerpretação, diante do modelo de *Markov*, este serviu para fornecer informações futuras quanto ao Pólo. Segundo o modelo, o componente florestal deixaria de existir em 2009.

O trabalho de campo comprovou a inexistência do sistema. Essas ferramentas vieram enfatizar a necessidade de uma ação emergencial e de se buscar mecanismos para amenizar os impactos ambientais existente no Pólo, como também de efetivar o sistema agroflorestal, buscando alternativas econômicas e tecnológicas apropriadas a realidade local, ou seja, a concretização de um desenvolvimento sustentável no âmbito socioeconômico e ambiental.

5. Referências Bibliográficas

Baca, J.F.M.; Netto, A.L.C.; Menezes, P.M.L. Modelagem da Dinâmica da Paisagem com Processos de Markov. (In): Meirelles, M.S.P.; Câmara, G.; Almeida, C.M. **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. 2007. 592p.

Campbell, J.B. **Introduction to remote sensing**. The Guilford Press. 1996. 607p.

Ching, W.; Fung, E.S.; NG, M.K. Building higher-order Markov chain models with EXCEL. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v.35 2004. p. 921- 932.

COOPEAGRO – COOPERATIVA AGROFLORESTAL. **Plano de Desenvolvimento Sustentável do Pólo Agroflorestal Geraldo Fleming**. Rio Branco, Acre. Setembro, 2004. 133p.

Gomes, J.M. **Sistemas Agroflorestais**. Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa. Abril de 2006. 103p. (no prelo)

Haykin, S. **Redes neurais: princípios e prática**. Porto Alegre: Bookman, 2001. 900p.

Labin, E.F. **Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions**. Progress in Physical Geography. Department of Geography, Université catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Belgium. 1997. 375-393p.

Lima, E.M. **Conflito sócio-ambiental do uso e ocupação das terras do Acre: o caso do município de Capixaba**. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Católica de Brasília. 2005.129p.

Maddicken, K.G. e Vergara, N.T. **Agroforestry: classification and management**. Wiley-Interscience Publication. USA, 1990. 382p.

Nair, P.K.R. **An introduction to agroforest**. Kluwer Academic Publishers. ICRAF: USA, 1993. 499p.

NASA. Disponível: www.zulu.ssc.gov/mrsid/docs/GeoCover_circa_2000_Product_Description.pdf. Acessado em 20/12/2007.

Penereiro, F.M.; Rodrigues, F.Q.; Brilhante, M.O.; Brilhante, N.A.; Queiroz, J.B.N.; Rosário, A.A.S.; Ludewigs, T.; Silva, T.M.; Lima, C.M.; Menezes, M.A.O. Avaliação da sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais no Estado do Acre. 78-128p. (In): Oliveira, M.A. (Org.). **Pesquisa Sociobioparticipativa na Amazônia Ocidental: aventuras e desventuras**. Rio Branco. EDUFAC, 2005. 366p.

SAFRA – Secretaria de Agricultura e Floresta. **Avaliação de imóvel rural para desapropriação, município de Rio Branco – Acre**. Julho de 2001. 11p.

ZEAS - Zoneamento Econômico Ambiental e Social. **Diagnóstico dos tipos de solos, uso atual da terra e avaliação da degradação ambiental do Pólo Agroflorestal Geraldo Fleming no município de Rio Branco, Acre**. 2006a. 29p.

ZEAS - Zoneamento Econômico Ambiental e Social. **Diagnóstico dos tipos de solos, uso atual da terra e avaliação da degradação ambiental do Pólo Agroflorestal Hélio Pimenta no município de Rio Branco, Acre**. 2006b. 29p.

ZEAS - Zoneamento Econômico Ambiental e Social. **Diagnóstico dos tipos de solos, uso atual da terra e avaliação da degradação ambiental do Pólo Agroflorestal Benfica no município de Rio Branco, Acre**. 2006c. 54p.

ZEAS - Zoneamento Econômico Ambiental e Social. **Diagnóstico dos tipos de solos, uso atual da terra e avaliação da degradação ambiental do Pólo Agroflorestal Geraldo Mesquita no município de Rio Branco, Acre**. 2006d. 66p.

ZEAS - Zoneamento Econômico Ambiental e Social. **Diagnóstico Rural Participativo do Eixo Cultural no Pólo Agroflorestal Custódio Freire, no município de Rio Branco, Acre**. 2006e. (no prelo)

ZEAS - Zoneamento Econômico Ambiental e Social. **Diagnóstico Sócio-Econômico, no município de Rio Branco, Acre**. 2006f. (no prelo).

ZEE. Guia para uso da terra acreana com sabedoria: **Zoneamento Ecológico Econômico do Acre**. Brasília: WWF – Brasil, 2001. 68 p.