1. Introdução

A Amazônia Legal Brasileira é um dos mais importantes ecossistemas do planeta e, infelizmente, sinônimo de preocupação mundial por conta da exploração descontrolada de seus recursos, principalmente a derrubada da floresta. Somente no ano de 2003 foram desmatados 25.151 Km^2 de floresta na região, segundo dados do PRODES (INPE, 2006).

O Estado do Acre, assim como todos os Estados da Amazônia Legal Brasileira, também sofre com a exploração descontrolada de seus recursos naturais. As origens do desmatamento no Estado estão associadas à exploração da borracha, que incentivou ocupação territorial não indígena, por trabalhadores nordestinos, a partir da segunda metade do século XIX (ACRE, 2000). As fases de expansão e retração do ciclo da borracha levaram, respectivamente, a migração aos seringais e posterior êxodo para as cidades.

As políticas de ocupação do Estado do Acre e Sudoeste da Amazônia, região também conhecida como Amazônia Ocidental, causaram grandes mudanças sociais e ambientais na paisagem desta região. Nas décadas de 60 e 70, os grandes projetos agropecuários e de integração governamentais levaram pequenos agricultores para esta região. Projetos de colonização dirigida promoveram a ocupação do Estado do Acre, mudando o perfil de um estado cuja economia era baseada principalmente na extração de borracha, acelerando o processo de desmatamento em prol da ocupação para atividades agrícolas. Ainda, de 1976 a 1982 os projetos de assentamento, que promoveram a colonização e ocupação de lotes destinados à pequena propriedade agrícola, foram implantados, tendo assentado em torno de 10 mil famílias, sem, no entanto, nenhuma preocupação social ou ambiental (LUCHIARI, 1986). A decadência da borracha, causada principalmente pelo aparecimento da borracha sintética já na primeira metade do século XX, ocasionou a venda de extensos seringais para latifundiários que passaram a explorar a pecuária.

A população dos seringais migrou para os centros urbanos, principalmente para o Baixo Acre, região onde se localiza o município de Rio Branco. Outros centros urbanos também originados em regiões de seringais, entretanto, foram menos procurados pelos

migrantes, como é o caso do Vale do Juruá, região onde o município de Cruzeiro do Sul está localizado.

Rio Branco é a capital do Estado do Acre, e também concentra a maior população do Estado, enquanto que Cruzeiro do Sul o segundo maior centro urbano do Acre, apresenta uma dinâmica de crescimento urbano e populacional diferente de Rio Branco.

A baixa concentração populacional de Cruzeiro do Sul se dá, principalmente, pelo pela falta de vias de transporte, que dificulta não só o fluxo populacional como também limita o escoamento de qualquer tipo de produção, limitando o crescimento econômico. Já Rio Branco tem acesso não só para outros centros urbanos do Acre, mas também para outros Estados, abrindo portas para novas fronteiras de migração, bem como para o escoamento da produção, no caso, produtos derivados da pecuária.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho são:

- Calcular e analisar o desmatamento em Rio Branco e Cruzeiro do Sul no período de 1985 a 2003;
- Comparar os resultados obtidos entre os dois municípios;
- Relacionar os resultados com a existência de estradas, no que diz respeito às direções do desmatamento e área desmatada;
- Comparar os resultados de desmatamento obtidos com os dados do censo agropecuário do IBGE de 1985/1986 e 1995/1966.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Desmatamento na Amazônia

2.1.1 Ocupação da Amazônia

As causas do desmatamento na Amazônia são muitas, são conseqüentes e, portanto, relacionadas. Para entender o processo de desmatamento na região é necessário entender as políticas de ocupação da Amazônia, já que a ocupação transforma o uso do solo, de floresta para outras finalidades.

Num primeiro momento é preciso associar a grande seca na região nordeste da década de 1940, bem como os primeiros movimentos sociais de luta por terra na mesma região, à necessidade de mão de obra para trabalhar nos seringais amazônicos (MENEZES, 2004).

Mas a intensa migração de nordestinos para a Amazônia, principalmente ocidental, não se deu unicamente pelo fator "seca". É preciso somar à seca as propagandas ideológicas e políticas governamentais que influenciaram grande parte dos novos grupos migrantes para a região, além da criação, posteriormente, de órgãos do Governo Federal como a SEMTA (Serviço de Mobilização de Trabalhadores para a Amazônia), o DNI (Departamento Nacional de Imigração), importantes incentivadores governamentais para a colonização da Amazônia, e também do Acre (ACRE, 2000), em grande parte, estimulados pela necessidade que o governo militar via em ocupar todo o território nacional.

Nesta época foi estabelecido o I PIN (Primeiro Programa de Integração Nacional), que visava atenuar a crise causada pelos movimentos de reforma agrária no nordeste do país, assentando inúmeras famílias no norte do Brasil.

Em 1971 foi instaurado o PROTERRA (Programa de Redistribuição de Terras), complementar ao PIN, que tinha o propósito de facilitar a aquisição de terras e melhorar o trabalho rural promovendo a agroindústria no nordeste da Amazônia (KOHLHEPP, 2002).

Para enfatizar estes programas, foi instaurado o I PND (Plano Nacional de Desenvolvimento), também visando o desenvolvimento sócio-econômico e o I PDA

(Plano de Desenvolvimento da Amazônia), que previa o desenvolvimento da agricultura e da pecuária na região, bem como a integração da ocupação da Amazônia brasileira.

Houve ainda a criação do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), em 1970, com a finalidade de estabelecer e formalizar o processo de ocupação da região, que modelava os assentamentos em grande escala, fixando uma faixa de 10 quilômetros de extensão ao longo de cada lado das estradas principais (KOHLHEPP, 2002).

Em 1973 o Governo Federal cria programas para o grande capital, que são o II PND e o Polamazônia. Os colonos que ali haviam se instalado, e outros que ainda viriam para a região, foram convertidos em força de trabalho para o capital agropecuário e extrativista – principalmente madeira e minérios (Kohlhepp, 2002).

Já na década de 1980, foram inúmeros os conflitos fundiários, decorrentes da ausência de titularidade de terras e as pressões pela reforma agrária (SOARES-FILHO, 2005), que resultaram numa contínua ocupação desordenada da região amazônica.

Atualmente, a expansão agrícola, principalmente da cultura da soja e da pecuária, além da exploração madeireira, são as principais causas da brusca mudança do uso do solo amazônico. Os investimentos governamentais em infra-estrutura, principalmente a abertura de estradas e pavimentação de estradas já existentes, auxiliam a viabilidade do escoamento destas produções, contribuindo com o processo de redução da cobertura florestal (SOARES-FILHO, 2005).

Em resumo, a Amazônia foi colonizada de maneira indiscriminada, pouca ou nenhuma preocupação ambiental. A economia local gira em torno do setor primário, que necessita de terras a serem desmatadas para cultivo agrícola, pecuária ou venda de madeira, e a necessidade de infra-estrutura para escoamento desta produção facilita a continuidade do processo de mudança do uso do solo, ou seja, de desmatamento.

2.1.2 Ocupação do Acre

A origem da ocupação do Estado do Acre por populações não indígenas tem início em meados do século XIX, e está associada à exploração da borracha natural, produto, então, disputado e comercializado internacionalmente. A região onde hoje se encontra

o Estado do Acre, bem como grande parte de Rondônia e uma faixa de terra que dali passa pelo sul do Estado do Amazonas, sul do Pará e norte de Mato Grosso apresentava a maior concentração de seringueiras na Amazônia (SIMIONE, 2004). Ainda segundo este autor, a região do Acre apresentava grande concentração da espécie de seringueira com maior potencial produtivo, a *Hevea brasilienses*, tornando-se assim a região mais atrativa às empresas extrativistas.

Esta matéria-prima de importante valor econômico de exportação para o Brasil necessitava de mão-de-obra para sua extração. Assim, o governo brasileiro, com apoio de investimentos externos, incentivou a migração de trabalhadores para a Amazônia, principalmente nordestinos, para o trabalho nos seringais (Martinello, 1985).

A presença nordestina é um dos formadores da sociedade acreana, pois, no final do século XIX, uma grande seca ocorrida no Nordeste, que fez com que estes deixassem sua terra natal em busca de novas oportunidades na Amazônia. A partir de 1877 os nordestinos chegam aos altos cursos e afluentes dos rios Purus e Juruá, não só penetrando na floresta ao longo dos rios - as únicas vias de acesso ao interior da floresta densa -, mas também fixando-se, primeiramente nas margens dos mesmos, abrindo pequenas clareiras marginais (Teixeira Guerra, 1955).

Segundo Teixeira Guerra (1955), Rio Branco já apresenta a maior concentração urbana da Região do Acre, e em 1904 o pequeno aglomerado urbano, criado em torno do seringal “Empresa”, passa a categoria de vila, sendo elevada a categoria de sede provisória do chamado “Departamento do Alto Acre”. Em 1912, Rio Branco passa a ser denominada cidade, sendo referido como município em 15 de fevereiro de 1913. No Alto Juruá, a concentração populacional mais importante dava-se em Centro Brasileiro, que quando elevada à categoria de vila, em 1904, passou a chamar-se Cruzeiro do Sul. Em 1906 a vila tornou-se cidade, e em 23 de outubro de 1912 passou a ser sede do município de Cruzeiro do Sul.

No início dos anos de 1920 a Ásia ultrapassou o Brasil no mercado gumífero, e uma crise assolou a Amazônia, principalmente o Acre, cuja economia dependia diretamente da extração de Borracha. Esta crise estende-se até a década de 60, e o crescimento das cidades foi interrompido, desorganizando completamente a sócio-economia regional.

Segundo o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) (ACRE, 2000), entre as décadas de 20 e 30, esta desestruturação auxiliou na composição urbana de Rio Branco, onde a população poderia desenvolver outras atividades econômicas que não a extração de borracha. Embora mantendo um pequeno contingente populacional, porém estável, as demais cidades do Acre tornavam-se cada vez menores, pois toda a população era atraída para Rio Branco, na condição de capital do território.

Em 1942 a Região Nordeste sofre nova seca extrema, coincidentemente, na mesma época de nova demanda de borracha no mercado mundial - por conta dos últimos anos da Segunda Guerra Mundial – que se estende até 1945, e a atividade extrativista apresenta um pequeno período de expansão. Cerca de 30 mil famílias migraram para a Amazônia ocidental para trabalhar na extração da borracha, e grande parte destes migrantes ocuparam as colônias, criadas nos antigos seringais, no entorno de Rio Branco (ACRE, 2000). Já em 1950 muitas famílias foram assentadas na área rural de Rio Branco, e na década de 60 estes assentados já estavam inseridos nas atividades urbanas. Enquanto Rio Branco cresceu, Cruzeiro do Sul permaneceu estagnada, e nem mesmo o pequeno surto de extração de borracha de meados da década de 40 contribuiu para que a cidade adquirisse maior importância (Mesquita, 1989). O Território do Acre passa a designação de Estado, e o processo de urbanização começa, lentamente, a mudar.

Os antigos seringais, áreas, nesta época, completamente decadentes, eram vendidos a preços baixíssimos no sul e sudeste do Brasil, facilitando a compra de imensas propriedades. Desta forma, ocorreu a implementação da pecuária extensiva, alterando brutalmente o uso da terra, favorecendo a derrubada da floresta e a implementação de pastagens (ACRE, 2000).

A mudança do uso do solo e a decadência do extrativismo aumentou o processo de êxodo rural e muitas famílias seguiram os cursos dos rios e as estradas em direção aos centros urbanos, e ocuparam, geralmente, a periferia das cidades, principalmente em Rio Branco. Em Cruzeiro do Sul o processo migratório não foi tão acentuado, já que a população do Alto Juruá já não era tão numerosa, e que o uso do solo nesta região preservou, em parte, o extrativismo. É deste ponto em diante que a ocupação dos vales do Purus e do Juruá seguem rumos absolutamente diferentes.

O vale do Purus, onde localiza-se Rio Branco, apresenta maior rede rodoviária, facilitando o contato com outros grandes centros populacionais. O vale do Juruá, onde encontra-se Cruzeiro do Sul, permanece, assim, isolado, dificultando a entrada de migrantes, conseqüentemente, dificultando o crescimento sócio-econômico local (ACRE, 2000).

2.2. Estradas e Desmatamento

As estradas não são causas, mas sim facilitadores do processo de desmatamento. As políticas públicas de ocupação da Amazônia das décadas de 1960 e 1970, que visavam ligar a região ao restante do país, representam um fator importante nesta afirmação. Para que tais políticas fossem implementadas, foi necessário construir estradas para facilitar a entrada de migrantes colonos na região.

O Programa para Integração Nacional (PIN) da primeira metade da década de 1970 foi baseado em eixos de desenvolvimento, e responsável pela construção e recuperação de inúmeras longas estradas na região Norte do país, como a Transamazônica e a Perimetral-Norte, a Cuiabá-Santarém e a Cuiabá-Porto Velho, estradas estas que serviram de rota para a ocupação da região, planejadas para distribuir a ocupação nos chamados “corredores de desenvolvimento” (KOHLHEPP, 2002).

O modelo do INCRA, também da década de 1970, visava assentar os colonos numa faixa de 10km de extensão adentro da floresta, ao longo dos dois lados das rodovias, em pequenas propriedades de 100ha cada, em um sistema de rotação de terra, de 50% de preservação. Por diversos motivos, de falta de fertilidade do solo a venda das propriedades, a colonização acabou se concentrando em alguns pontos, como por exemplo, ao longo da Transamazônica e em Rondônia, na estrada Cuiabá – Porto Velho (KOHLHEPP, 2002).

Segundo Beker (2001), a criação de estradas é importantes, mas deve ser bem planejada, já que os impactos sócio-ambientais derivados desta ação podem se estender por muitos anos. Para Beker (2001), os principais impactos negativos da construção de estradas são: a grande migração de mão de obra, o tipo de trabalho em

si, o desmatamento descontrolado e o desrespeito às diferenças sócio-culturais-ecológicas.

A relação existente entre estradas e desmatamento é um assunto polêmico e tem sido discutido por muitos autores, principalmente após o lançamento, por parte do Governo Federal (2000-2003), do mega-programa Avança Brasil. O principal objetivo infra-estrutural do projeto era possibilitar o escoamento da produção agrícola da região por meio de linhas de transporte rodoviário e fluvial, como a extensão da rede interconectada do Mato Grosso a Rondônia e ao Acre (THÉRY, 2005). Após inúmeras críticas de cunho sócio-ambiental, grande parte do projeto foi abandonada.

Laurance (2001) mostrou que o desmatamento na Amazônia é concentrado ao longo das principais rodovias, como a Belém – Brasília e a Cuiabá – Rio Branco e propôs um cenário de devastação assustador para a Amazônia para os 20 anos posteriores ao Avança Brasil, caso o programa continuasse em andamento sem uma análise mais profunda dos impactos negativos possíveis. Para Fernside (2002), que também analisou os impactos do Avança Brasil, um projeto de tais proporções deveria ser melhor analisado, no que diz respeito aos impactos ambientais e sociais provocados pela pavimentação de estradas.

Laurance (2002) gerou um prognóstico do desmatamento na Amazônia Brasileira. O autor utilizou um mapeamento da região, baseado em dados NOAA/AVHRR e diversos fatores que contribuem com o desmatamento, como vias de acesso, densidade populacional, solo e clima. Os resultados mostram que é alta a correlação entre desmatamento e existência de estradas.

Kirby et. al (2006) cruzou dados derivados de sensoriamento remoto sobre desmatamento com dados censitários e sócio-econômicos, além de dados como existência de estradas pavimentadas ou não, clima e fertilidade do solo. Os resultados mostram que as mais altas correlações do cruzamento dos dados citados estão entre desmatamento e estradas pavimentadas; desmatamento de densidade de população urbana; desmatamento e densidade de população rural; e desmatamento e estradas não pavimentadas.

Para Nepstad et. al (2001), as estradas facilitam a expansão das fronteiras, facilitando a mudança do uso do solo, pois mais de dois terços do desmatamento da Amazônia

encontram-se numa faixa de 50 Km ao longo das rodovias. Estas novas fronteiras são, geralmente, abertas com grandes queimadas, que deixam a floresta suscetível no seu entorno, facilitando novas queimadas, quer sejam elas naturais ou criminosas, gerando um círculo vicioso de transformação da floresta.

Pfaff (1999) também utilizou dados de sensoriamento remoto e dados sócio-econômicos para determinar "direções" no desmatamento da Amazônia, verificando que a densidade de estradas pavimentadas é o maior determinante de novos focos de desmatamento.

Brandão Jr e Souza Jr (2006) desenvolveram uma metodologia para detectar estradas não oficiais, utilizando imagens de satélite. Foram estimados 20.769 Km de estradas não oficiais, encontradas principalmente nas proximidades da BR-163 e da BR-230, e boa parte delas, nas proximidades de áreas de conservação. O crescimento desordenado destas estradas é favorável ao aumento do desmatamento, por facilitar o acesso a áreas, anteriormente, de difícil acesso pela densidade da floresta.

Em um estudo direcionado à relação entre estradas e desmatamento, Soares-Filho et. al (2005) gerou dois cenários para o desmatamento na bacia amazônica até 2050, utilizando as taxas já existentes, de 1997 a 2000. Um cenário refere-se ao desmatamento se o processo de desmatamento da Amazônia continuarem como são, e um segundo cenário, mais otimista, caso haja aumento na preocupação sócio-ambiental com a região. Em ambos os cenários foi utilizado o calendários de pavimentação de rodovias para os próximos anos. Os resultados mostraram que, no cenário mais otimista, as taxas de desmatamento seriam de 23.000 a 28.000 Km2 ao ano, e no cenário que já existe, estas taxas subiriam para 40.000 a 48.000 Km2 ao ano. A pavimentação de rodovias no interior da bacia amazônica desencadeará uma vasta remoção da floresta, principalmente se a tendência atual não for revertida.

Este cenário inclui o Acre, pois prevê que grandes extensões de floresta serão desmatadas Estado adentro, bem como áreas de fronteira com a Bolívia.

A constante expansão das fronteiras na Amazônia implica na recuperação, pavimentação e construção de estradas. O estudo dos impactos sócio-ambientais provocado por novas rodovias ou melhoramento de estradas já existentes deve ser muito bem planejado. A começar com um plano integrado de monitoramento dos

impactos ainda provocados por vias construídas há meio século, pois a compreensão da dinâmica destes impactos serviria de suporte a novas decisões.

No que diz respeito ao Acre, Brown (2002), utilizando dados do PRODES, em um estudo sobre os possíveis impactos da extensão da BR-317 até o oceano Pacífico observou que o desmatamento no Estado variou muito nos últimos 30 anos. Seu pico deu-se de 1994 para 1995, com uma taxa de 1.208 Km2/ano, sob possível influência do Plano Real, que com a redução da inflação possibilitou o crescimento da economia, que no Acre significa aumento da produção de gado, além de facilitar o aumento das infra-estruturas locais – asfaltamento de estradas.

São duas as rodovias federais que ligam o Estado ao restante do país: a BR – 364, que liga (Rio Branco – Porto Velho – Cuiabá – Brasília) e a BR – 317 (Rio Branco – Xapuri – Brasiléia), começaram a ser implementadas na década de 1970 e hoje aproximadamente 70% da BR-364 e 87% da BR-317 são asfaltadas. Existem ainda as rodovias estaduais, que são AC-10, AC-040, AC-090, AC-405, AC-407, AC-475 E AC-485, que começaram a surgir no mesmo período, hoje com pouco mais de 90% asfaltados (IMAC/SEIAM).

Grande parte destas rodovias atravessa a porção leste do Estado, no entorno da capital Rio Branco. O restante do Acre, principalmente a porção oeste, permanece isolada, e o contato com o restante do Estado é feito precariamente, pois as estradas são utilizáveis somente na época não chuvosa do ano, como é o caso de Cruzeiro do Sul, a segunda maior cidade do Estado (ACRE, 2001).

Este cenário reflete-se na distribuição das diferentes formas de ocupação do solo pelo Estado, com uma porção mais populosa e mais produtiva a leste e outra porção menos populosa e menos produtiva a oeste, já que não há produção em grande escala se não há como escoar esta produção.

É neste sentido que este trabalho visa calcular, analisar e comparar o desmatamento em Rio Branco e Cruzeiro do Sul e relacionar o desmatamento com a existência de rodovias.

3. Materiais

3.1 Área de Estudo

O Estado do Acre localiza-se no extremo noroeste do Brasil, participando com 2,93% dos 5,2 milhões de Km^2 do total da região conhecida como Amazônia Legal Brasileira (IBGE 2006b).

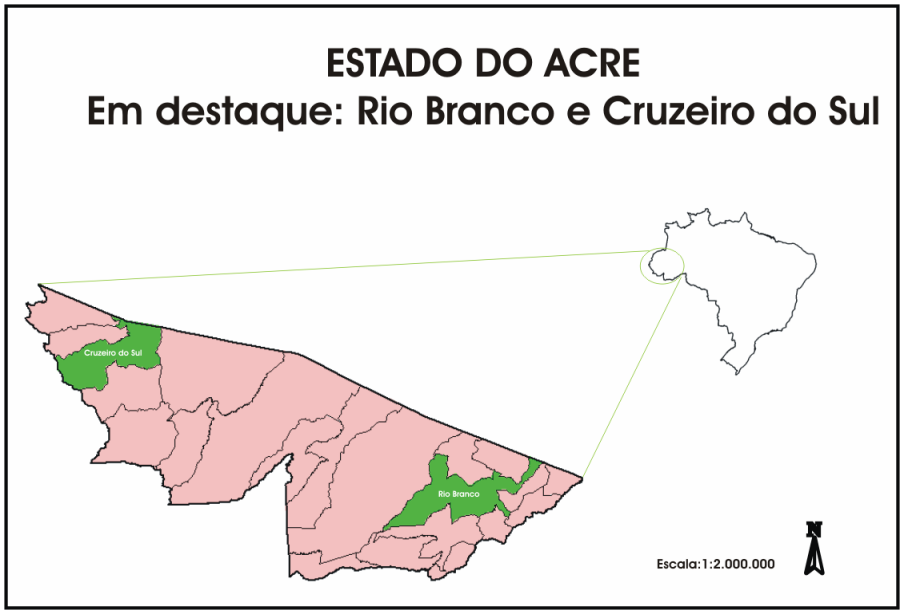

Figura 1. Área de Estudo

A vegetação do Estado divide-se entre Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta, geralmente mescladas com a presença de palmeiras e, principalmente, do bambu, que aparece em aproximadamente 30% do território do acre (IBGE, 2006a). As populações de bambu são parte importante da paisagem acreana, e são alvo de diversos estudos por apresentarem ciclo de vida que incluem sincronicidade, florescimento e morte.

Com relação ao relevo, a paisagem do Acre é basicamente composta pelas chamadas Colinas, com topos pouco convexos, de baixas declividades, separadas por vales em "V". As exceções mais relevantes, na escala deste trabalho, são as Cristas, a noroeste e centro-sul do Estado, que apresentam relevos de topo contínuo e aguçado,

separados geralmente por vales com médios índices de declividade; os Interflúvios Tabulares, ao sudoeste e centro-oeste do Estado, com relevos aplainados, separados por vales de fundos planos, com baixíssimos índices de declividade; e, por fim, a Planície Aluvial, área alagada, periódica ou permanentemente, geralmente comportando meandros abandonados (ACRE, 2000).

Na hidrografia, os extensos rios do Acre encontram-se, principalmente, no sentido Sudoeste-Noroeste, paralelos e bem distribuídos por todo o Estado, correndo sobre rochas sedimentares, o que impede a formação de cachoeiras. O sentido da drenagem interfere diretamente na ligação leste-oeste do Estado, já que não há ligação fluvial entre os extremos leste e oeste do Acre (ACRE, 2000).

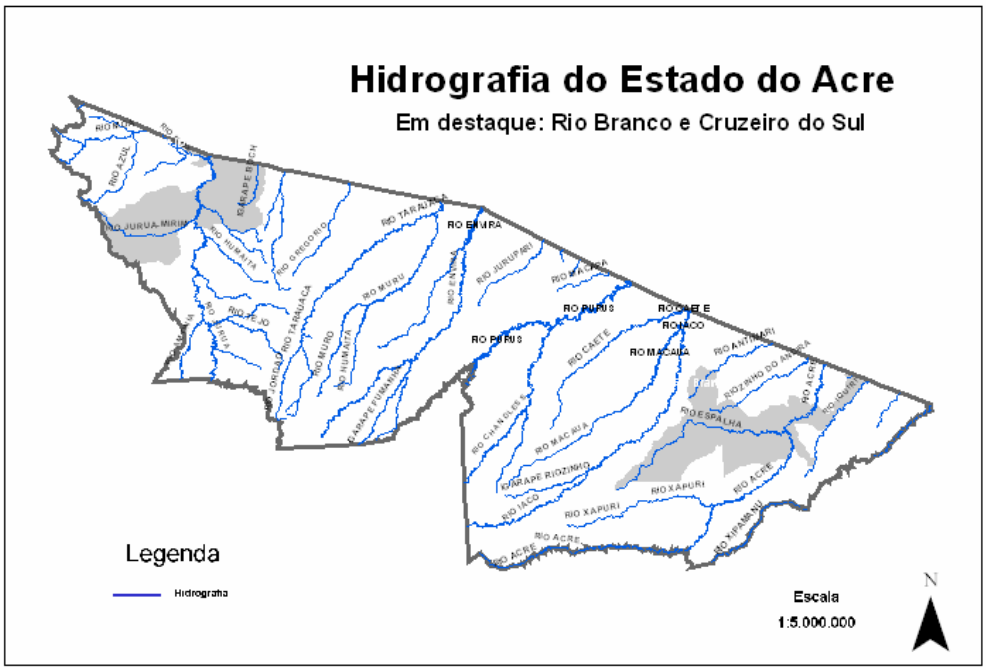

Figura 2. Hidrografia do Estado do Acre

Os rios apresentam forma meândrica, com pequenos trechos retilíneos, formando bancos de areia, o que não só dificulta a navegação como também aumenta as distâncias em tempo.

Para este estudo foram escolhidos dois municípios do Acre: Rio Branco e Cruzeiro do Sul. A escolha destes municípios deu-se pelo fato dos mesmos serem os mais antigos e importantes do Estado, mas que seguiram trajetórias diferentes de desenvolvimento,

crescimento populacional e, conseqüentemente, diferentes modos de transformação da floresta.

Um outro fator para a escolha dos municípios é a utilização dos dados dos censos agropecuários do IBGE de 1985/1986 e 1995/1996 para a comparação com os resultados de desmatamento obtidos neste trabalho.

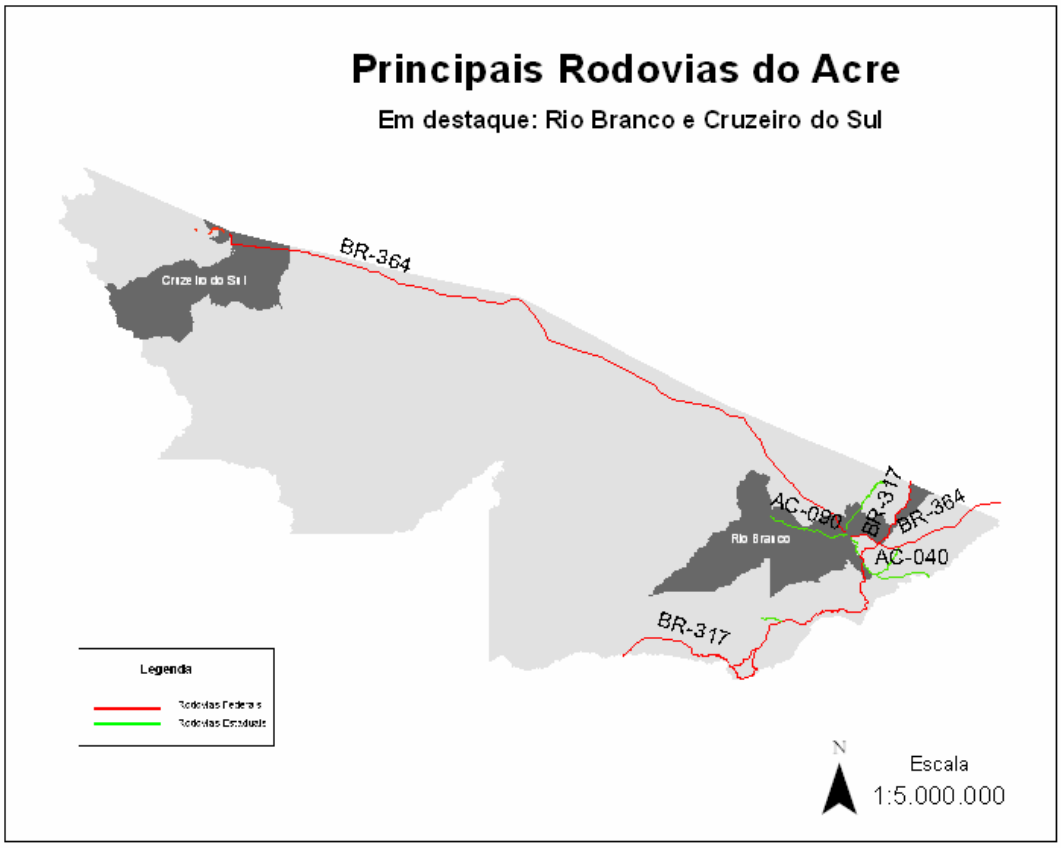

Figura 3. Mapa de Rodovias Federais e Estaduais do Acre

3.1.1 Rio Branco

O município de Rio Branco, capital do Estado, situa-se na região sudeste do Acre, regional administrativa do Baixo Acre, nas coordenadas centrais aproximadas de S 9º 59'' e W 67º 51'', possui uma extensão territorial de cerca de 9.000 km^2 e população estimada para 2005 de 307.731 mil habitante, divididos, aproximadamente, em 17% na área rural e 63% na área urbana (IBGE, 2006a).

É banhado pelos Rios Acre, Iquiri, Xipamamu e Antimari, e faz limite com os municípios de Sena Madureira, Bujari, Plácido de Castro, Senador Guiomard, Capixaba, Porto Acre e Xapuri.

A malha rodoviária consiste nas estaduais AC-090, AC-040 e AC-010 e as federais BR-364 e BR-317, que ligam Rio Branco ao restante do Estado, bem como fazem a ligação do município com os Estados de Rondônia e Amazonas.

Rio Branco é a cidade mais populosa do Acre, concentrando praticamente 60% da população do Estado, e sua economia é basicamente rural. A agricultura não é suficiente para abastecer o consumo interno, mas a pecuária possui um rebanho capaz não só de abastecer o município, como também é capaz de exportar considerável excedente. Este rebanho não só serve para corte, como também é comum encontrar beneficiadoras de leite e derivados na região. O setor industrial é insignificante, existindo um pequeno número de cerâmicas e madeireiras. O setor de serviços é capaz de atender a demanda local.

3.1.2 Cruzeiro do Sul

O município de Cruzeiro do Sul está situado a noroeste do Estado do Acre, regional administrativa de Juruá, coordenadas centrais aproximadas de S 8º 00'' e W 72º 40'', possui uma extensão territorial de cerca de 8.000 km^2 e população estimada para 2005 de 84.335 mil habitantes, com cerca de 42.5% desta população em área rural e 57.5% em área urbana (IBGE, 2006a).

O principal rio que corta o município é o Juruá, um dos mais importantes do Estado, e faz limites com Taruacá, Porto Walter, Rodrigues Alves e Mâncio Lima. Também faz divisa com os municípios de Ipixuna e Guajará, Estado do Amazonas, além de marcar fronteira com o município de Pucalpa, no Peru.

O acesso rodoviário é precário, pois boa parte da BR-364, que liga Cruzeiro do Sul a capital Rio Branco, ainda não é asfaltada, ficando interditada no período chuvoso, de novembro a abril. As estradas estaduais que conectam o município aos vizinhos Mâncio Lima e Rodrigues Alves são a AC-405 e AC-407, ambas asfaltadas.

O transporte fluvial ocorre principalmente por pequenas, médias e grandes embarcações que cruzam o rio Juruá, por onde é feita a conexão comercial da região, principalmente com o Estado do Amazonas.

Cruzeiro do Sul é a segunda cidade mais populosa do Estado do Acre, além de ser, historicamente, referencia estadual. Mas, diferentemente de Rio Branco, o município não evoluiu, e o extrativismo da borracha, principal atividade econômica até o início do século XX ainda movimenta boa parte da economia municipal. Além da borracha, a economia regional gira em torno da exploração de madeira e farinha de mandioca, também conhecida como farinha de Cruzeiro do Sul.

3.2 Dados de Sensoriamento Remoto

A metodologia do Projeto de Estimativa do Desmatamento Bruto da Amazônia (PRODES), do INPE (INPE, 2006a), utiliza as bandas 3, 4 e 5 das imagens do sensor Tematic Mapper, a bordo dos satélites Landsat, para o mapeamento do desmatamento na Amazônia Legal Brasileira.

O sensor TM, a bordo do satélite Landsat-5, em funcionamento desde 1984 gera dados de média resolução espacial, com *pixels* de 30 metros, em 7 bandas espectrais. Em 1999 foi lançado o satélite Landsat-7, que levava a bordo a evolução do sensor TM, denominado ETM+, gerando dados com também 30 metros, mas que não está mais ativo. A resolução temporal destes satélites é de 16 dias, e a faixa imageada é de 185 Km.

Para estudar Rio Branco e Cruzeiro do Sul foram necessárias 7 cenas Landsat/TM ou ETM+ para cada um dos anos estudados. As cenas que cobrem Rio Branco e Cruzeiro do Sul, assim como as datas das imagens estão descritas na tabela abaixo:

Tabela 1 – Imagens Utilizadas e respectivas datas de aquisição

órbita/ponto	**1985**	**1988**	**1991**	**1994**	**1997**	**2000**	**2003**
001/67 (RB)	16/11/1985	02/08/1987	28/07/1991	20/07/1994	13/8/1997	21/8/2000	14/8/2003
002/67 (RB)	03/08/1985	25/08/1987	23/10/1991	11/07/1994	05/9/1997	29/7/2000	4/7/2003
003/67 (RB)	09/07/1985	01/07/1988	26/07/1991	18/07/1994	10/7/1997	20/9/2000	13/9/2003
005/65 (CS)	16/11/1985	01/09/1988	24/07/1991	01/08/1994	22/06/1997	15/12/2000	09/07/2003
005/66 (CS)	19/08/1985	11/06/1987	09/08/1991	30/06/1994	22/06/1997	08/07/2000	23/06/2003
006/65 (CS)	03/08/1985	23/08/1988	13/06/1991	23/07/1994	13/06/1997	09/09/2000	03/08/2004
006/66 (CS)	19/8/1985	23/08/1988	13/06/1991	25/09/1994	31/07/1997	01/09/2000	13/07/2003

Todas as imagens foram gentilmente cedidas pelo INPE, dentro do Projeto Acre, que consistiu em reaplicar a metodologia PRODES para todo o Estado do Acre, de 1985 a 1997.

3.3 Dados Vetoriais

Para o recorte das imagens e dos mapas temáticos para a geração das medidas de classes de desmatamento, foram utilizados dados vetoriais, referentes ao entorno das cenas Landsat/TM (INPE, 2006b), bem como dados vetoriais correspondentes aos limites dos municípios de Rio Branco e Cruzeiro do Sul, fornecidos pelo IBGE (2006c).
Os limites das cenas Landsat/TM encontram-se disponíveis no sitio do SPRING (INPE, 2006b), no *link* “dados”, dentro do Atlas BR, que consiste em um BD SPRING com informações vetoriais e tabulares, referentes a todos os municípios brasileiros, além da grade do recobrimento, no país, pelo satélite Landsat.
Os limites municipais foram cedidos gentilmente pelo INPE, referentes à atualização do IBGE (IBGE, 2006c) aos limites contidos no BD SPRING.
Os vetores linhas que representam as rodovias foram gentilmente cedidos pelo IMAC (ACRE, 2000).

3.4 Dados do Censo Agropecuário e Populacional

Os dados do censo populacional foram extraídos do sítio do IBGE (IBGE, 2006a).
Os dados do censo agropecuário foram extraídos dos respectivos volumes na sede do IBGE (IBGE, 1986 e IBGE, 1996).

3.5 Software e Hardware

Toda a metodologia aplicada foi realizada no software SPRING (INPE, 2006b) versões 4.1 e 4.2 para Windows, com exceção dos mapas síntese e *buffers*, gerados em ArcGis 9, em PC com memória RAM de 1GB e HD de 100GB.

4. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho está dividida em duas partes. A primeira foi a mesma desenvolvida pelo PRODES Digital (INPE, 2006a; SHIMABUKURO et al., 2000; VALERIANO, sem data), ambientada no software SPRING, utilizando o processamento de imagens Landsat/ TM e ETM+. A segunda diz respeito à organização dos dados para a apresentação dos resultados aqui apresentados.

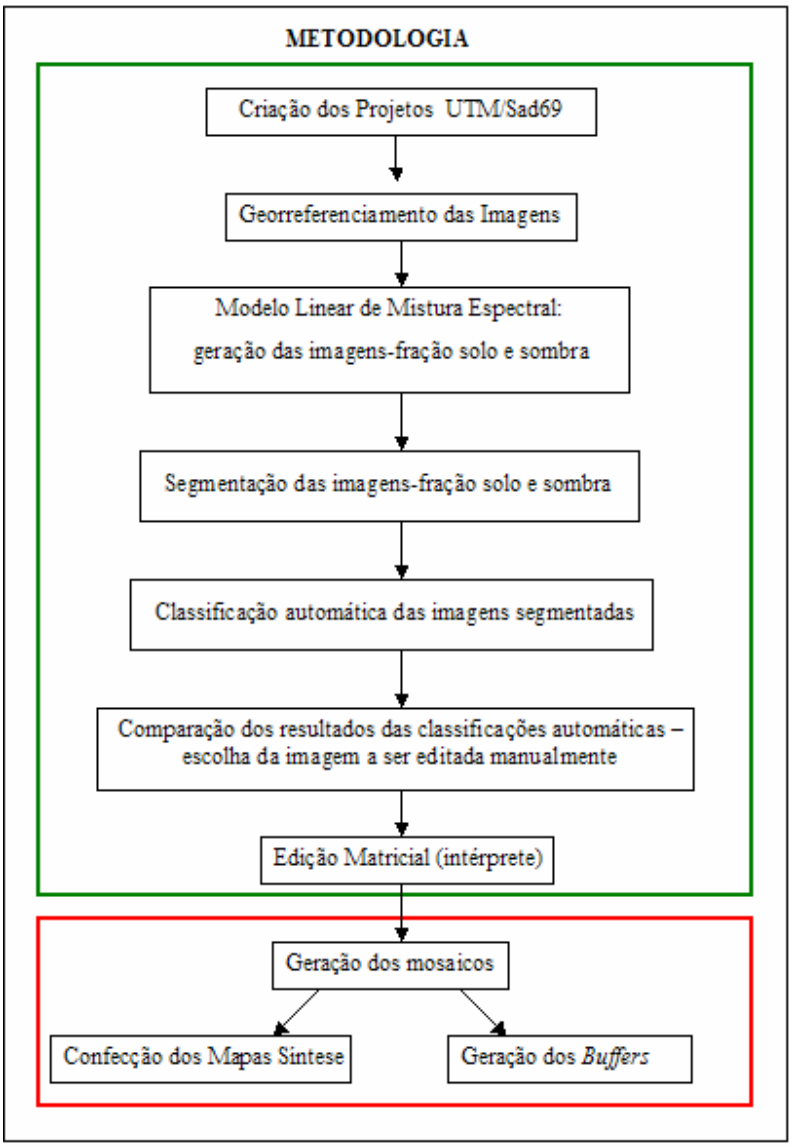

Figura 4. Fluxograma da Metodologia aplicada neste trabalho

Os dados de 1985 a 1994 foram gerados dentro do projeto PRODES - Acre, financiado pelo INPE. Os dados de 1997 a 2003 são do PRODES e estão disponíveis na internet (INPE, 2006a). Para melhor compreensão da metodologia, segue um fluxograma (Figura 4), onde em verde estão apresentados os passos da Metodologia PRODES Digital, e em vermelho o restante da metodologia aqui utilizada..

4.1. Metodologia PRODES Digital

4.1.1 Organização dos dados

Todos os processamentos para a realização dos mapeamentos foram realizados cena a cena, em Bancos de Dados SPRING, em Projeção UTM/SAD69.
As imagens utilizadas foram georreferenciadas com base em imagens previamente georreferenciadas pelo PRODES, utilizando polinômio de primeiro grau, com erro sempre inferior a meio pixel.

4.1.2 Modelo Linear de Mistura Espectral

Com as imagens já georreferenciadas foi possível iniciar o processamento das imagens. A metodologia PRODES apóia-se no Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) para mapear o desmatamento na Amazônia.
Este processamento, desenvolvido por Shimabukuro e Smith (1991) consiste em estimar a proporção dos componentes vegetação, solo e sombra para cada *pixel* das cenas, com base na resposta espectral das bandas TM3, TM4 e TM5. Três novas bandas são resultantes do MLME, representando as proporções de vegetação, de solo e de sombra existente em cada pixel da imagem e chamadas imagens-fração (Shimabukuro et al., 2000). O MLME pode ser escrito como:

$$ri = a * vegei + b * soloi + c * sombrai + ei,$$

Onde ri é a resposta do pixel na banda i; a, b e c são proporções de vegetação, solo e

sombra que compõem o pixel; vegei, soloi e sombrai correspondem às respostas espectrais de cada uma das componentes citadas e ei é o erro intrínseco das estimativas para cada banda i.

As três novas bandas resultantes do MLME, representando as proporções de vegetação, de solo e de sombra existente em cada pixel da imagem são chamadas imagens-fração (Shimabukuro et al., 2000). Para este trabalho são utilizadas somente as imagens-fração solo e sombra, que destacam, com níveis de cinza mais altos, os componentes solo e sombra (entenda-se, além da sombra provocada por dosséis e elevações de terreno, água e áreas queimadas). O descarte da imagem-fração vegetação explica-se no fato de que o intuito do trabalho é mapear desmatamento, e não floresta.

Ao final dessa fase, as imagens-fração geradas pelo MLME foram reamostradas para a resolução espacial de 60 metros e recortadas com base nos arquivos vetoriais finalizados no processo descrito em 4.1.2, para que todos os outros processamentos fossem efetuados com mais rapidez.

4.1.3 Segmentação e Classificação das Imagens Fração-Solo e Sombra

A segmentação de imagem é uma técnica não-supervisionada que precede a classificação e destina-se ao agrupamento de *pixels* em regiões com características espectrais semelhantes. A segmentação exige a definição de dois limiares: a) o limiar de similaridade, ou seja, faixa mínima de valores de nível de cinza, estabelecido pelo intérprete, dentro da qual duas regiões são consideradas espectralmente similares e agrupadas em uma única região; b) o limiar de área, ou seja, quantidade mínima de *pixels* para que uma região seja individualizada para formar um polígono. No presente trabalho, as imagens fração-sombra ou fração-solo foram segmentadas pelo método de crescimento de regiões, utilizando os limiares de similaridade de agrupamento de 8 níveis de cinza, e de área estabelecida em 16 *pixels*, de acordo com o PRODES (Shimabukuro et al., 2000).

Após a segmentação/extração de regiões das imagens-fração sombra e solo, a classificação foi realizada, ainda de forma não-supervisionada através do algoritmo

ISOSEG. Este algoritmo compara os atributos estatísticos das regiões encontradas na segmentação dentro de certos limiares de aceitação pré-determinados que podem variar de 90% a 95%.

Foram criados os *layers* “classificada_solo” e “classificada_sombra”, que com seus resultados comparados com a imagem sintética é possível nomear as classes geradas automaticamente, definindo qual ou quais classes criadas pelo *software* pertencem as classes pré-definidas na metodologia PRODES.

Foi feito o mapeamento das classes geradas automaticamante para desmatamento, floresta, nuvens e hidrografia, estando os mapeamentos prontos para serem corrigidos pelos intérpretes.

4.1.4 Edição Matricial das Classificações

Após a classificação e mapeamento de classes, onde cada polígono é rotulado para a classe adequada, ainda restam polígonos erroneamente classificados ou faltantes. Na edição matricial a correção e a inclusão de áreas eventualmente não classificadas são realizadas.

Os critérios utilizados para a definição de áreas desmatadas ou de floresta alterada foram: (i) cor, (ii) textura, (iii) limites definidos por linhas retas, (iv) contexto ou proximidade a áreas de solo descoberto e/ou de cobertura florestal alterada, (v) ser região individualizada na segmentação das imagens-fração solo e/ou sombra.

Ao fim desta fase os mapas temáticos estão prontos para gerar os resultados de incremento de desmatamento para cada cena.

A metodologia PRODES Digital calcula, ao final dos processamentos, a estimativa de taxa de desmatamento, levando em consideração a área não-sensoriada, por causa da presença de nuvens. Estes cálculos são feitos com base em programação em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), conforme Motta et al. (2004).

4.2. Metodologia para extração dos dados

4.2.1 Geração dos vetores para recorte de municípios

A metodologia descrita acima gerou mapas temáticos para as cenas Landsat. Como este trabalho analisa os municípios de Rio Branco e Cruzeiro do Sul, foi necessário gerar vetores que unissem as partes dos limites municipais pertencentes a cada cena aos limites das cenas, utilizados, posteriormente, no recorte dos mapas temáticos.

Foram gerados três vetores para Rio Branco e quatro vetores para Cruzeiro do Sul, conforme a Figura 5.

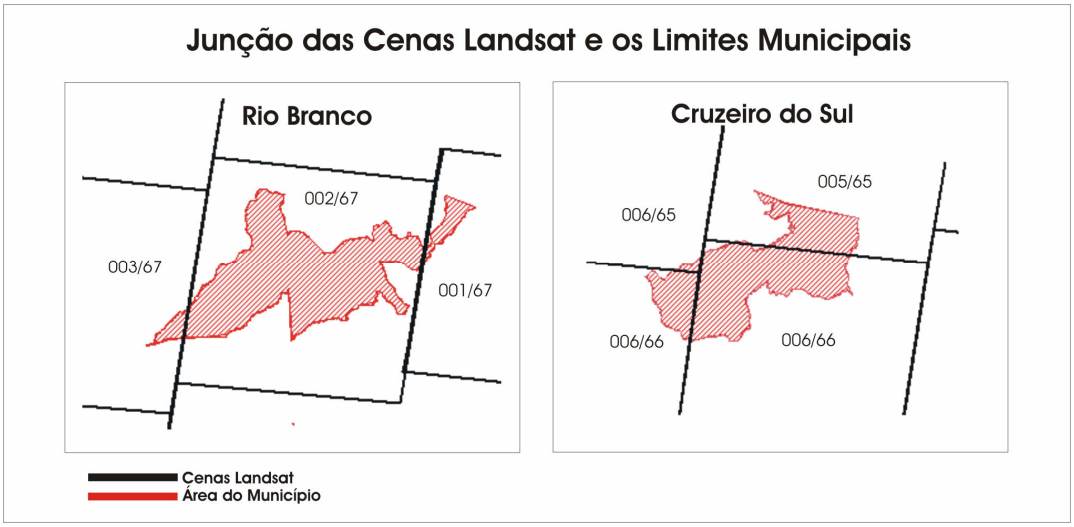

Figura 5. Cenas Landsat e Limites Municipais.

4.2.2 Geração dos mosaicos de Rio Branco e Cruzeiro do Sul

Com os vetores que uniram os limites de cenas Landsat e municipais, os mapas temáticos, referentes a cada cena, foram recortados.

Estes recortes foram importados para um Banco de Dados SPRING, em Projeção Policônica/SAD69, que unidos formaram os municípios de Rio Branco e Cruzeiro do Sul, para cada ano estudado.

4.2.3 Extração dos dados

Com os mapas de Rio Branco e Cruzeiro do Sul prontos, para cada ano de estudo, foram extraídas as medidas de classe de cada mapa, que são os resultados propriamente ditos.

As áreas das classes de cada mapa, que são Floresta, Desmatamento, Nuvens e Hidrografia são extraídas em quilômetros quadrados. Optou-se por trabalhar com áreas desmatadas, ao invés de utilizar as taxas de desmatamento. A metodologia de estimativa de taxas necessita de dados anuais, além de uma série histórica de dados que não estava disponível para o presente trabalho.

Para saber o incremento de desmatamento, foi necessário subtrair a área de desmatamento de um determinado ano da área de desmatamento do ano de estudo anterior, com exceção dos dados de 1985, que representa a área desmatada até este ano.

As áreas de incremento de desmatamento também foram calculadas em valores relativos ao total da área de cada município, gerando resultados em porcentagem.

4.2.4 Mapas síntese

Para melhor compreensão da dinâmica do desmatamento em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, foi gerado um mapa síntese para cada município.

Para a confecção destes mapas, o desmatamento relativo a cada ano de estudo foi colorido de uma cor. Além do desmatamento, somente a classe Floresta, relativa ao último ano de estudo, 2003, foi desenhada, para evitar poluição visual.

A estes mapas foram agregados os vetores de estradas pertencentes à área de cada um dos municípios.

4.2.5. *Buffer*s de desmatamento no entorno das estradas

Para uma análise quantitativa da relação entre as estradas e o desmatamento em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, foram gerados *buffers* de 500 metros e 1.000 metros no

entorno dos vetores de estrada, e estes *buffers* foram cruzados com o layer de desmatamento.

Assim foi possível estimar quanto havia de desmatamento em distâncias estipuladas de 500 metros e 1.000 metros da estrada, para cada ano de estudo, para cada município.

Os *buffers* foram estipulados em 500 metros e 1000 metros por serem estas, respectivamente, as menores e maiores distâncias de polígonos das linhas de estradas em Cruzeiro do Sul, que é o município que apresenta os menores valores de desmatamento.

Para melhor compreensão dos resultados, estes são apresentados em valores relativos aos desmatamento total de cada município para cada ano de estudo.

5. Resultados e Discussão

O resultado do avanço do desmatamento nos municípios de Rio Branco e Cruzeiro do Sul é apresentado em 7 mapas (Figuras 6 a 20) para cada município, onde aparece a evolução do desmatamento a cada 3 anos, no período estudado. Os valores de 1985 referem-se ao desmatamento até o ano de 1985, ou seja todo o desmatamento até o ano em questão. Para melhor compreensão visual dos resultados, foi gerado um mapa da síntese do incremento do desmatamento para cada município.

As medidas das classes representadas nos mapas aparecem em Km^2, na Tabelas 2 e 3. Os mesmos resultados, com seus valores transformados em porcentagem, em relação à área total do município, estão nas Tabelas 4 e 5. Os Gráficos 1 e 2 apresentam a comparação dos resultados para Rio Branco e Cruzeiro do Sul, sendo primeiro em valores absolutos e o segundo em valores relativos.

As Tabelas 6 e 7 apresentam os dados de população rural e urbana em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, dos Censos Populacionais de 1980, 1991 e 2000 (IBGE, 2006b), e estão relacionadas com os Gráficos 1 e 2. A Tabela 8 mostra a data de implementação e asfaltamento das principais rodovias que cruzam Rio Branco e Cruzeiro do Sul.

As Tabelas 9 e 10 apresentam os resultados do cruzamento entre os *buffers* de 500 metros e 1.000 metros ao longo das rodovias de Rio Branco e Cruzeiro do Sul. Os resultados são apresentados em valores relativos aos totais de demstamento para cada período estudado, afim de facilitar a análise.

Por fim, os Quadros 1 e 2 apresentam os dados de utilização das terras agrícolas dos Censos agropecuários de 1985/1986 e 1995/1996 (IBGE, 2006a), e os Quadros 3 e 4 apresentam a comparação destes dados com os resultados de área desmatada obtidos neste trabalho.

O fato de Rio Branco e Cruzeiro do Sul terem áreas totais equivalentes é relevante na análise visual dos dados em geral, quer sejam os mapas, os resultados absolutos ou os resultados relativos.

A presença de nuvens, em algumas datas, pode estar encobrindo as classes em estudo, o que justifica, por exemplo, o “aumento” na área de floresta em Rio Branco, de

1985 para 1988, quando o que ocorre, na realidade, é que quase 1000 Km^2 do município não foram mapeados em 1985 por causa de nuvens.

As áreas das classes das Tabelas 2 e 3 devem ser consideradas como aproximadas. As diferenças em área na classe de hidrografia devem-se às diferenças sazonais nos níveis dos rios dos municípios, que foram sendo mapeados aos poucos, até a estabilização das áreas da classe hidrografia para os dois municípios. Deve-se lembrar que o mapeamento é feito a cada 3 anos.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

Tabela 2 - Medida de Classes mapeadas para Rio Branco, em Km2, entre 1985 e 2003.

Ano	Desmatamento	Incremento	Floresta	Hidrografia	Nuvem
1985	1.080	_	8.079	24	979
1988	1.343	263	8.782	24	13
1991	1.642	299	8.409	24	87
1994	1.829	187	7.998	24	311
1997	2.105	276	7.981	24	77
2000	2.384	279	7.700	24	80
2003	2.575	191	7.589	24	0

Tabela 3 - Medida de Classes mapeadas para Cruzeiro do Sul, em Km2 entre 1985 e 2003.

Ano	Desmatamento	Incremento	Floresta	Hidrografia	Nuvem
1985	191	_	7.995	2	80
1988	193	2	6.917	3	1.155
1991	262	69	7.778	16	212
1994	292	30	7.959	16	1
1997	345	53	7.907	16	0
2000	400	55	5.095	16	2.757
2003	465	65	4.664	16	3.123

Tabela 4 – Desmatamento e Incremento - Rio Branco, em % entre 1985 e 2003.

Ano	Desmatamento	Incremento
1985	11,73	_
1988	14,59	2,86
1991	17,84	3,25
1994	19,88	2,04
1997	22,88	3,00
2000	25,91	3,03
2003	27,98	2,07

Tabela 5 - Desmatamento e Incremento - Cruzeiro do Sul, em % entre 1985 e 2003.

Ano	Desmatamento	Incremento
1985	2,39	-
1988	2,41	0,02
1991	3,27	0,86
1994	3,65	0,38
1997	4,31	0,66
2000	5,00	0,69
2003	5,81	0,81

Observando as Tabelas 2 e 3, pode-se perceber a grande diferença entre os valores de área desmatada para Rio Branco e para Cruzeiro do Sul. Rio Branco apresenta valores na casa dos milhares de quilômetros quadrados, enquanto que em Cruzeiro do Sul estes valores aparecem na casa das centenas de quilômetros quadrados.

O segundo aspecto observado nas mesmas Tabelas 2 e 3, decorrente da primeira afirmação, é em relação aos valores de incremento de desmatamento. Em Rio Branco o desmatamento aumenta centenas de quilômetros quadrados de um ano de estudo para outro. Já em Cruzeiro do Sul o incremento de desmatamento aparece na casa das dezenas de quilômetros.

Nas Tabelas 4 e 5 é possível observar que Rio Branco e Cruzeiro do Sul apresentam pouca variação no incremento de desmatamento, mas também é possível observar que os valores absolutos de incremento de desmatamento para Rio Branco são por volta de três a quatro vezes maiores que para Cruzeiro do Sul.

O maior incremento de desmatamento em Rio Branco ocorre de 1988 para 1991, e é de 299 Km^2. Os menores valores aparecem no período de 1991 para 1994 e de 2000 para 2003, apresentando um incremento de área desmatada de, respectivamente 187 Km^2 e 191 Km^2.

Em Cruzeiro do Sul os períodos de maior e menor incremento no desmatamento coincidem com Rio Branco, com exceção do período 2000-2003. Os maiores incrementos ocorrem de 1988 para 1991 e de 2000 para 2003, com respectivamente 69 e 65 Km^2 de área. O menor valor de incremento de desmatamento aparece no período

1991-1994, com 30 Km^2 de área. De 1985 para 1988 o incremento de desmatamento é praticamente inexistente em Cruzeiro do Sul, com apenas 2 Km^2 de extensão.

Se observarmos as porcentagens de áreas desmatadas nas Tabelas 4 e 5 é possível perceber que em Rio Branco aumentou suas áreas desmatadas em 16,25%, de 1985 até 2003, passando de 11,73% para 27,98%. De outro ponto de vista, Rio Branco tinha, em 2003, quase 30% do seu território desmatado, e metade desta área (os 16,25%) foram desmatados no período estudado, ou seja, em 18 anos.

Os totais de áreas desmatadas em Cruzeiro do Sul saltaram de 2,89% para 5,81%, ou seja, menos de 6 % do município estava desmatada em 2003, e durante todo o período estudado, 18 anos, o desmatamento cresceu mais da metade do total que se encontrava desmatado em 2003.

Os Gráficos 1 e 2 expressam melhor os resultados apresentados nas tabelas, e é possível observar alguns outros elementos na distribuição dos dados. Tanto no gráfico para valores absolutos como para valores relativos, os dois municípios seguem uma mesma tendência durante todo o período estudado.

Há um aumento no incremento do desmatamento do período 1985 – 1988 para o período 1988 – 1991. O incremento diminui no período 1988 – 1991 e 1991 – 1994, voltando a aumentar no período 1991 – 1994 para 1994 – 1997. Permanece com pouca variação, no período que vai de 1994 – 1997 a 1997 – 2000. A quebra da tendência similar dos dois gráficos aparece no período 2000 – 2003, quando o valor do incremento de desmatamento aumenta em Cruzeiro do Sul e diminui em Rio Branco.

Gráfico 1. Incremento do Desmatamento: Rio Branco e Cruzeiro do Sul – Valores Absolutos

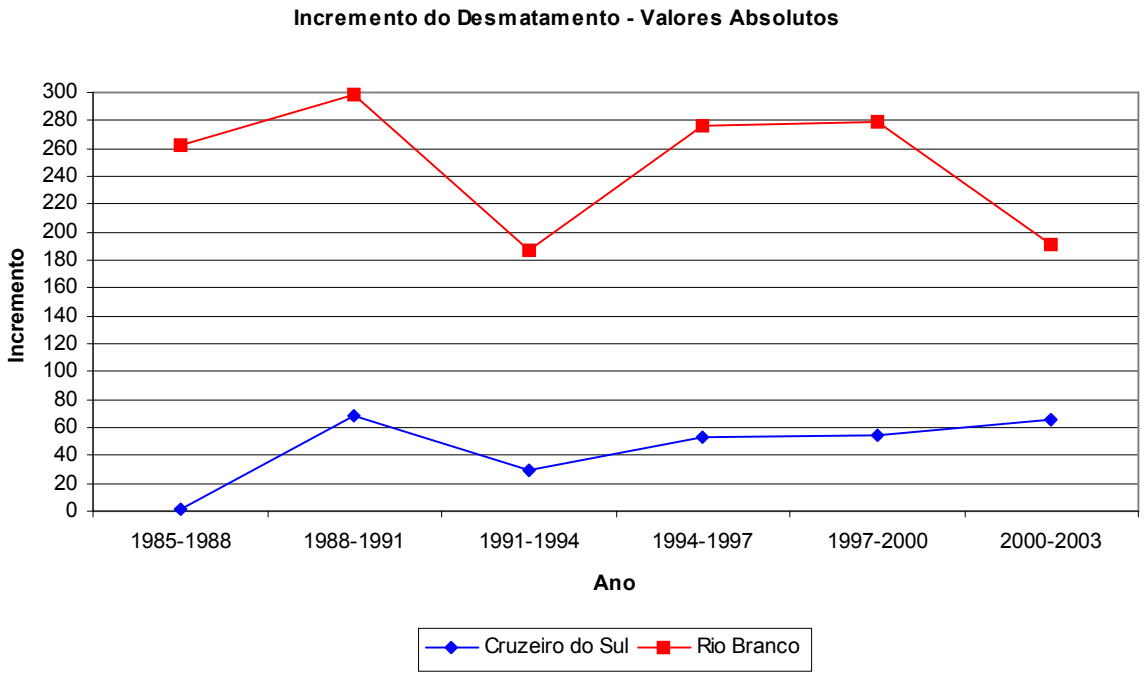

Gráfico 2. Incremento do Desmatamento: Rio Branco e Cruzeiro do Sul – Valores relativos

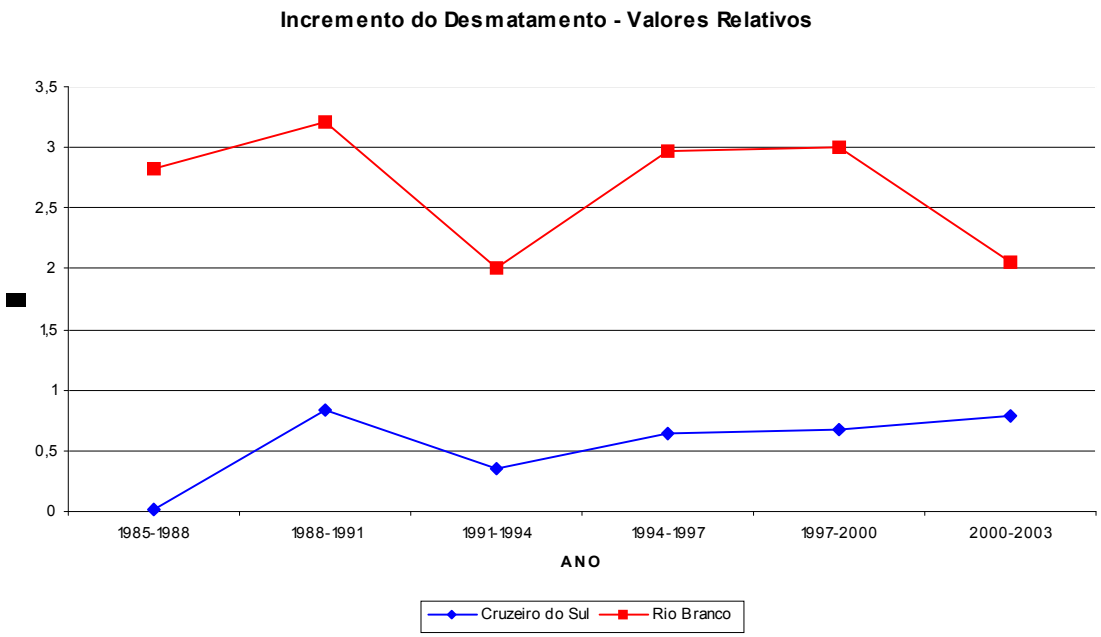

Tabela 6 - População Urbana, Rural e Total – IBGE – Rio Branco

População – Rio Branco			
	1980	1991	2000
Rural	29.524	28.697	26.761
Urbana	87.577	168.679	226.298
Total	117.101	197.376	253.059

Tabela 7 - População Urbana, Rural e Total – IBGE – Cruzeiro do Sul

População – Cruzeiro do Sul			
	1980	1991	2000
Rural	38.925	38.749	28.470
Urbana	11.547	27.854	38.971
Total	50.472	66.603	67.441

Ao observar os dados do censo populacional do IBGE (Tabelas 6 e 7), percebe-se que em Rio Branco a população urbana sempre foi maior que a população rural, no que diz respeito aos dados de 1980, 1991 e 2000.

Em Cruzeiro do Sul a organização populacional era inversa, com a população rural maior que a população urbana em 1980 e em 1991. No censo de 2000 a população urbana é ultrapassa a população rural, o que caracteriza um tardio êxodo rural. Um das principais características do êxodo rural no Brasil é a mecanização da agricultura, que dispensa o trabalhador que, sem emprego, migra para os centros urbanos. A área rural, então mecanizada, é cada vez mais explorada. Daí pode-se supor a explicação para o crescimento do incremento do desmatamento em Cruzeiro do Sul em 2003.

A organização dos resultados em tabelas e gráficos deu-se para facilitar a interpretação dos mesmos, mas é possível também extrair informações dos mapas. Nos resultados apresentados na forma dos 7 mapas (Figuras 6 a 20) de cada município estudado é possível perceber a direção do desmatamento, além de representarem todas as classes mapeadas (nuvens, desmatamento, floresta e hidrografia).

Para a análise temporal visualmente direta destes resultados, são apresentados, os mapas síntese do incremento do desmatamento em Rio Branco e Cruzeiro do Sul (Figuras 21 e 22).

O desmatamento em Rio Branco é distribuído no sentido leste-oeste, concentrado a leste do município, e é possível observar que o desmatamento acompanha a linha das rodovias, sejam elas estaduais ou federais. Na área central de Rio Branco, sede do município e ponto de partida das linhas de estradas, praticamente todo o desmatamento foi mapeado em 1985.

Em Cruzeiro do Sul a distribuição dos eixos de desmatamento também segue as rodovias, sempre ao norte, no eixo da BR-364. A maior área de desmatamento encontra-se no noroeste do município, e neste trecho o desmatamento foi praticamente todo mapeado em 1985. Os focos de desmatamento mapeados após esta data distribuem-se basicamente ao redor da BR – 364 e de suas ramificações, com exceção de um grande novo foco de desmatamento constantemente crescente no centro-sul do município, longe das rodovias. Além disso, Cruzeiro do Sul apresenta a formação de eixos de desmatamento no formato de espinha de peixe em sua porção noroeste, área que apresenta maiores incrementos de desmatamento de 1994 para frente.

Observando a Tabela 8, percebe-se que as rodovias que cruzam Rio Branco e Cruzeiro do Sul foram implementadas na década de 1970 e a pavimentação das mesmas teve início na década de 1980, antes do primeiro mapeamento realizado neste trabalho. As exceções são as rodovias BR-317, AC-405 e AC-407, que começaram a ser pavimentadas, respectivamente em 1998, 2000 e 1997. Ainda é preciso considerar que a BR-317 encontra-se praticamente toda pavimentada, faltando 27Km de asfaltamento para sua conclusão.

Tabela 8 - Histórico das Rodovias de Rio Branco e Cruzeiro do Sul

RODOVIAS	EXTENSÃO (Km)	ANO DE ABERTURA	ANO DE INÍCIO DA PAVIMENTAÇÃO	ANO DE CONCLUSÃO DA PAVIMENTAÇÃO	MUNICÍPIO
BR-364	aprox. 870	1974	1985	Não concluída	Rio Branco/Cruzeiro do Sul
BR-317	415,7	1974	1998	Não concluída	Rio Branco
AC-10	63	1975	1984	1986	Rio Branco
AC-40	100	1975	1983	1984	Rio Branco
AC-90	100*	1978	1982	Não concluída	Rio Branco
AC-405	52	1975	2.000	2006	Cruzeiro do Sul
AC-407	46	1979	1997	1998	Cruzeiro do Sul

Fonte: DER-Acre

Levando em consideração que as estradas já estavam ao menos implementadas em 1985, é mais fácil compreender que as áreas onde se concentram os maiores focos de desmatamento acompanham as linhas das rodovias. A oeste de Rio Branco, onde se encontra a AC-090, ainda não asfaltada, o desmatamento começa a ser mais expressivo a partir de 1991.

Os resultados dos cruzamentos entre os *buffers* de 500 metros e 1.000 metros no entorno das rodovias e os *layers* de desmatamento são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Em Rio Branco, em 1985 mais de 75% da área desmatada do município distribui-se numa distância máxima de 500 metros das rodovias. Entre 1988 e 1994, para o mesmo município, praticamente 80% do desmatamento concentra-se a 500 metros das rodovias, e entre 1997 e 2003 esta concentração passa dos 80%.

Com relação aos *buffers* de 1.000 metros, em Rio Branco a área desmatada a 1.000 das rodovias é de (ou muito próxima a) 80% entre 1985 e 1994, passando dos 80% de 1997 até 2003.

Tabela 9 – Porcentagem de área desmatada ao redor das rodovias em Rio Branco entre 1985 e 2003.

Área desmatada a 500 metros e 1000 metros das rodovias – Rio Branco		
	Buffer 500 m (% da área desmatada)	*Buffer* 1000 m (% da área desmatada)
1985	75,5	80
1988	79,3	80,5
1991	78,5	79
1994	79,4	79,7
1997	83,9	84
2000	82,7	82,9
2003	81,6	81,7

Tabela 10 – Porcentagem de área desmatada ao redor das rodovias em Cruzeiro do Sul entre 1985 e 2003.

Área desmatada a 500 metros e 1000 metros das rodovias – Cruzeiro do Sul		
	Buffer 500 m (% da área desmatada)	*Buffer* 1000 m (% da área desmatada)
1985	56	57
1988	56	57
1991	55,7	56,5
1994	54,8	56,2
1997	56,5	57,9
2000	58,5	59,5
2003	54,4	55

Em Cruzeiro do Sul, a concentração de área desmatada a uma distância de 500 metros das rodovias é próxima de 55%, praticamente constante durante todo o período estudado. Em relação aos *buffer* de 1.000 metros no entorno das rodovias, os valores são próximos a 57% entre 1985 e 1994, mas em 1997 praticamente 58% do desmatamento concentra-se a 1.000 metros das rodovias, e em 2000 quase 60% do desmatamento está a esta distância das estradas. Em 2003 a porcentagem de área desmatada ao longo das rodovias cai para 55%, ou seja, o incremento do desmatamento de Cruzeiro do Sul de 2000 para 2003 deu-se longe das rodovias.

O mapa síntese de Cruzeiro do Sul (Figura 21) apresenta, além das rodovias, uma linha que representa o rio Juruá-Mirim. Este dado foi acrescentado por ser nítido que a linha de desmatamento ao sul do município de Cruzeiro do Sul segue a mesma tendência das estradas, mas em relação a um rio. Ou seja, mais uma vez um eixo de desmatamento segue uma via de acesso, neste caso, uma hidrovia.

Observando os dados dos censos agropecuários de 1985/1986 e 1995/1996 (IBGE, 1986 e IBGE 1996) nos Quadros 1, 2, 3 e 4, percebe-se que os mesmos são coerentes em se tratando da comparação relativa e proporcional entre os municípios, mas ficou constatado que a área utilizada pela agropecuária em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, apresentadas nos censos agropecuários são muito diferentes dos resultados de área

desmatada obtidos neste trabalho. Sendo assim, nenhuma comparação ou análise direta entre os resultados de desmatamento e os dados do censo agropecuários poderá ser realizada.

Quadro 1 – Utilização das Terras segundo Censo Agropecuário IBGE (1986)

UTILIZAÇÃO DAS TERRAS – 1985/1986 (Km^2)						
	Lavouras			Pastagens		Produtivas não Utilizadas
	Permanentes	Temporárias	Temporárias em Descanso	Naturais	Plantadas	
Rio Branco	45,54	100,31	191,23	337,05	713,51	278,23
Cruzeiro do Sul	29,07	41,69	40,14	46,16	49,46	53,31

Quadro 2 – Utilização das Terras segundo Censo Agropecuário IBGE (1986)

UTILIZAÇÃO DAS TERRAS – 1995/1996 (Km^2)						
	Lavouras			Pastagens		Produtivas não Utilizadas
	Permanentes	Temporárias	Temporárias em Descanso	Naturais	Plantadas	
Rio Branco	28,6	61,37	58,07	100,91	940,03	77,28
Cruzeiro do Sul	10,13	57,26	32,27	53,25	75,25	26,89

Quadro 3 – Total de Utilização de Terras (IBGE) e Resultados de Desmatamento – Rio Branco

Utilização das Terras IBGE		Desmatamento	
1985/1986	1.665,87	**1985**	1.080
1995/1996	1.266,26	**1994**	1.829

Quadro 4 – Total de Utilização de Terras (IBGE) e Resultados de Desmatamento – Cruzeiro do Sul

Utilização das Terras IBGE		Desmatamento	
1985/1986	259,83	**1985**	191
1995/1996	255,05	**1994**	292

Nos dados do censo agropecuário o total de área utilizada em Rio Branco está na casa dos milhares de quilômetros quadrados, enquanto que em Cruzeiro do Sul está na casa das centenas de quilômetros quadrados, mostrando-se coerentes no que diz respeito não aos resultados absolutos de área desmatada apresentados neste trabalho, mas sim em relação às proporções de valores de área.

Nos Quadros 3 e 4 é possível observar que as área de utilização de terras medidas pelo IBGE diminui do período de 1985/1986 para 1995/1996 tanto para Rio Branco quanto para Cruzeiro do Sul. Já os resultados deste trabalho mostram que a área desmatada aumentou.

Deve-se levar em conta que a metodologia utilizada pelo IBGE é diferente da metodologia aqui apresentada, sendo a primeira baseada em questionários, e esta em mapeamento por sensoriamento remoto.

A pecuária extensiva é o principal instrumento da agricultura do Acre, e conseqüentemente, a maior forma de modificação da floresta. Os dados agropecuários do IBGE mostram que, em 2003, Rio Branco possuía 356.437 cabeças de gado, enquanto que Cruzeiro do Sul apresentava 54.778 no mesmo período (IBGE, 2006b). Como é possível notar nos Quadros 1 e 2, as áreas dedicadas a pecuária, nos dois municípios, são coerentes com estes valores.

A produção bovina da região leste do Estado abastece não só a população total, como também exporta um considerável excedente (ACRE, 2000). Já na região oeste a produção é dedicada ao consumo interno. Este aspecto da produção agrícola reflete-se não só na ocupação do solo por áreas de pastagem mais expressivas em Rio Branco, como também no fato de que nesta região existem estradas facilitadoras do processo de exportação dos derivados da pecuária. Em Cruzeiro do Sul não seria possível produzir para exportar, já que não há por onde escoar a produção.

6. Conclusões

Analisando todos os resultados apresentados, sejam eles os mapas, tabelas, quadros ou gráficos, foi possível concluir que:

1. As áreas desmatadas em Rio Branco são, proporcionalmente, muito maiores que as áreas desmatadas em Cruzeiro do Sul, já que o desmatamento em Rio Branco aparece na casa dos milhares de quilômetros quadrados e os valores de incremento de desmatamento na casa das centenas de quilômetros quadrados, enquanto que, em Cruzeiro do Sul, estes valores aparecem, respectivamente, como centenas e dezenas de quilômetros quadrados de área desmatada.
2. Rio Branco possuía, em 1985, 1.080 Km^2 do total de seus aproximados 9.000 Km^2 de território desmatado, aumentando este valor para 2.575 Km^2 em 2003, que representa 27,98% da sua área desmatada no último ano de estudo, valor este bastante significativo. Já Cruzeiro do Sul, em 1985, apresentava191 Km^2 do total de seus aproximados 8.000 Km^2 de território desmatado, e em 2003 apresentava 465 Km^2, pouco menos de 6% do total de sua área desmatada.
3. Há relativa sincronia nos períodos de aumento e baixa do incremento do desmatamento. O incremento de desmatamento é mais alto, em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, nos períodos 1988-1991. O incremento cai no período 1991-1994 e volta a subir, permanecendo com valores bem próximos nos períodos 1994 – 1997 e 1997 – 2000 tanto para Rio Branco quanto para Cruzeiro do Sul. Há discordância entre os dados no período 2000 – 2003, quando o incremento do desmatamento aumenta em Cruzeiro do Sul e cai em Rio Branco.
4. Em 2003, quando a população de Cruzeiro do Sul passa a ser predominantemente urbana, o incremento do desmatamento aumenta no município, enquanto diminui em Rio Branco.
5. Em Rio Branco o desmatamento encontra-se concentrado no leste do município. A área central de Rio Branco, próximo a mapeado quase todo em 1985 e o desmatamento segue a linha das rodovias. Em Cruzeiro do Sul o desmatamento também segue o eixo das rodovias e a maior concentração de área desmatada aparece a noroeste do município. Neste trecho o desmatamento foi quase todo mapeado em

1985. Os novos focos de desmatamento seguem principalmente a BR-364 e suas ramificações, além de um foco de desmatamento constantemente crescente, mapeado no centro-sul de Cruzeiro do Sul.

6. O desmatamento segue as linhas das rodovias, e a oeste de Rio Branco, onde se encontra a AC-090, o desmatamento começa a ser mais expressivo a partir de 1991.

7. A via de acesso é um facilitador do processo de desmatamento, e é por isso que o desmatamento aparece próximo das rodovias. No caso de Cruzeiro do Sul há um eixo de desmatamento ao sul do município que segue o eixo do Rio Juruá-Mirim, ou seja, de uma hidrovia.

8. Em Rio Branco praticamente 80% do desmatamento encontra-se a, no máximo, 1.000 metros ao longo das linhas das rodovias, enquanto que em Cruzeiro do Sul o desmatamento concentrado ao longo das rodovias não chega a 60% o total de área desmatada.

9. A diferença entre a malha rodoviária de Rio Branco e Cruzeiro do Sul colabora com a diferença das áreas desmatadas nos dois municípios. Com poucas estradas para escoar a produção em Cruzeiro do Sul, esta torna-se menos representativa, se comparada a Rio Branco. Com baixa produção há pouca mudança no uso do solo e, conseqüentemente, menos desmatamento.

10. Não foi possível uma análise ou comparação direta dos resultados de desmatamento aqui apresentados com os dados dos censos agropecuários de 1985/1986 e 1995/1996, por serem os resultados diferentes em valores absolutos, mas foi possível constatar que, em relação às proporções de área, os valores são coerentes.

Referências bibliográficas citadas e consultadas

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**, 2000. 1 CD-ROM.

ANDERSON, L.O., SHIMABUKURO, Y.E., DEFRIES, R.S., MORTON, D. Assessment of deforestation in near real time over the Brazilian Amazon using multitemporal fraction images derived from Terra MODIS. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 2, n. 3, 2005.

BECKER, B.K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: pe possível identificar modelos para projetar cenários?. **Parcerias Estratégicas**, n. 12, setembro, p. 135-159, 2001.

BRANDÃO JR., A.O.; SOUZA JR., C.M. MAPPING UNOFFICIAL ROADS WITH Landsat images: a new tool to improve the monitoring of the Brazilian Amazon rainforest. **International Journal of Remote Sensing**, Inglaterra, Taylor & Francis Group, v. 27, n. 10, p. 177-189, 2006.

BRASIL DE MOCHILA – MAPA DE ESTRADAS DO ACRE. Disponível em: <http://www.brasildemochila.com> Acesso em 02 ago. 2006.

BROWN, I.F., BRILHANTE, S.H.C., MENDOZA, E., OLIVEIRA, I. Estrada de Rio Branco, Acre, Brasil, aos portos de Pacífico: como maximizar benefícios e minimizar os prejuízos para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Sul-Ocidental. **Encontro Internacional de Integração Regional** – Bolívia, Brasil e Peru. Ed. CEPEI, Arequipa, 2001.

CAMARA, G., SOUZA, R. C.RM., GARRIDO, J. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computer & Graphics**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 395-403, may-jun 1996.

DER-Acre - Departamento de Estradas e Rodagens do Acre. **Tabela de data de construção de estradas**. Enviada por e-mail em 01 dez. 2006.

ESCADA, M.I.S. et al, Processos de ocupação nas novas fronteiras da Amazônia. **Revista Estudos Avançados**, EDUSP, São Paulo, v. 19, n. 45, 2005.

EOS – Earth Observing System. Disponível em:
<http://eospso.gsfc.nasa.gov> Acesso em 01 jun. 2006.

ESPIRITO-SANTO, F.D.B. **Caracterização e Mapeamento da vegetação da região da FLONA do Tapajós, através de dados óticos, radar e inventários florestais**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

FEARNISDE, P. M. Avança Brasil: Environmental and Social Consequences of Brasil's Planned Infrastructure in Amazonia. **Environmental Management**. Nova Iorque, Spring-Verlag, v. 30, n. 6, pp. 735-747, 2002.

GUERRA, A.T. **Estudo Geográfico do Território do Acre**. IBGE, Rio de Janeiro, 1955.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MAPA DE VEGETAÇÃO DO BRASIL**. Disponível em:
< http://www.2.ibge.gov.br/pub/Cartas e Mapas/MapasTematicos > Acesso em 12 dez. 2006a.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO AGROPECUÁRIO 1985-1986.** 1986.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO AGROPECUÁRIO 1995-1995.** 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA**. Disponível em: < http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 12 dez. 2006b.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **UF ACRE, 2001** - Disponível em: < http://www.2.ibge.gov.br/pub/Cartas e Mapas > Acesso em 12 dez. 2006c.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **PRODES Digital**. Disponível em: < http://www.obt.inpe.br/prodesdigital > Acesso em 02 mar. 2006a.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **SPRING**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring> Acesso em 02 mar. 2006b.

KIRBY, K.P.; LAURANCE, W.F.; ALBERNAZ, A.N.; SCHROTH, G.; FEARNISIDE, P.M.; BERGEN, S.; VENTICINQUE, E.M.; COSTA, C. The Future of deforestation in the Brazilian Amazon. **Futures**, n. 38, pp. 432-453, 2006.

KOHLHEPP, G. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Revista Estudos Avançados**, EDUSP, São Paulo, v. 16, n. 45. São Paulo, 2002.

LAURANCE, W.F. The Future of Brazilian Amazon. **Revista Science**, v. 291, 2001.

LAURANCE, W.F.; ALBERNAZ, A.K.M.; SCHROTH, G.; FEARNISIDE, P.M.; BERGEN, S.; VENTICINQUE, E.M.; DA COSTA, C. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography**, Blackwell Science, v. 29, pp; 737-748, 2002.

LUCHIARI, A. **Avaliação de dados TM Landsat para implantação de projetos de colonização de micro-região do Alto Purus – Estado do Acre**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986.

MARTINELLO, P. **A "batalha da borracha" na segunda guerra mundial e suas conseqüências para o vale amazônico**. 1985. Tese (Doutorado pelo Departamento de História, FFLCH) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

MELLO, N.A.; THERY, H. A armadura do espaço amazônico: eixos e zoneamentos. **ALCEU – Revista de Comunicação, Cultura e Política/ PUC**, v. 1, n. 2, p. 181-214. Rio de Janeiro.

MESQUITA, M.G.G.C. Rio Branco, Cruzeiro do Sul e a implementação de rodovias. In: **A organização do espaço na faixa da Transamazônica**. IBGE. Rio de Janeiro, 1989.

MIRANDA, F. **A avaliação dos efeitos da resolução espacial na estimativa de áreas desflorestadas em três padrões distintos de paisagem**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

MOTTA, M.; CORDEIRO, J.P.C.; VALERIANO, D.M. Using LEGAL – Map Álgebra – as tool to support estimation of Amazonian deforestation. In: SIMPOSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION ESPACIAL, XI., 2004. Santiago. **Anais XI SELPER**. Santiago: SELPER (Sociedade De Especialistas Latino-Americanos em Sensoriamento Remoto), 2004.

NEPSTAD, D.; CARVALHO, G.; BARROS, A.C., ALENCAR, A; CAPOBIANCO, J.P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA JR., U.L.; PRINS, E. Road Paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, Elsevier Science, v. 154, pp. 395-407, 2001.

PFAFF, A.S.P. What drives deforestation in the brazilian amazon? **Journal of environmental economics and management**, Academic Press, v. 37, pp. 26-43, 1999.

ROBERTS, D.A., et al. Large area mapping of land-cover change in Rondonia using multitemporal spectral mixture analysis and decision tree classifiers. **Journal of Geophysical Research**, v. 107, n. D20, 8073, 2002.

VERONA, J.D. Classificação e monitoramento fenológico foliar da cobertura vegetal na região da FLONA do Tapajós, Pará, utilizando dados multitemporais do sensor TM do Landsat. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.

SEMINÁRIO PRODES – 2005. Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

SHIMABUKURO, Y. E., BATISTA, G.T., MELLO, E.M.K., MOREIRA, J.C., DUARTE, V. Using shade fraction image segmentation to evaluate deforestation in Landsat Thematic Mapper images of the Amazon Region. **International Journal of Remote Sensing**, Inglaterra, Taylor & Francis Group, v. 19, n. 3, p. 535-541, 1998.

SHIMABUKURO, Y. E., DUARTE, V., MELLO, E.M.K., MOREIRA, J.C. **Apresentação da metodologia de criação do PRODES digital**. (INPE-7520-PUD/41). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2000.

SHIMABUKURO, Y.E.; SMITH, J.A.; The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactins on Geoscience and Remote Sensisng**, Ed. IEEE, v.29, n.1, pp.16-20, 1991.

SILVEIRA Jr, J.C. Análise da relação entre o desflorestamento e a atividade agropecuária no Estado do Mato Grosso. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

SIMIONE, S.S. O espaço agrário acreano nas últimas décadas do século XX. **Revista NERA.** Presidente Prudente, ano 7, n. 4, p. 42-49. 2004.

SOARES-FILHO, B.S.; NEPSTAD, D.C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G.C.; GARCIA, R.A.; RAMOS, C.A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; MCGRATH, D. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Revista Estudos Avançados**, Edusp, São Paulo, v. 19, n. 54, pp.137-150, 2005.

VALERIANO, D.M.; MELLO, E.M.K., MOREIRA, J.C., SHIMABUKURO, Y.E., DUARTE, V., SOUZA, I.M., SANTOS, J.R., BARBOSA, C.C.F., SOUZA, R.M.C. Monitoring tropical Forest from the space: THE PRODES DIGITAL PROJECT. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

VASCONCELOS, C.H., NOVO, E.M.L.M. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação, derivadas do MLME, aplicado ao sensor TM do satélite Landsat 5, na região do reservatório de Tucuruí, Pará. **Revista Acta Amazônica**, v. 34, n. 3, Manaus, 2004.