



## **EVOLUÇÃO HISTÓRICA (1975-2000) E PROGNÓSTICO DO DESMATAMENTO E DAS EMISSÕES DE CARBONO NO ESTADO DO ACRE, AMAZÔNIA, BRASIL**

J.A. Scarcello<sup>1</sup>; E.D. Bidone<sup>2</sup>; L.D. Lacerda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Coordenação de Recursos Naturais, IBGE, Rio de Janeiro, RJ

<sup>2</sup>Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 24020-007, RJ

Recebido para publicação em 03/04; aprovado para publicação em 08/05

### **ABSTRACT**

This study shows an intimate relationship between the continuous growth of agriculture and husbandry, its low productivity (production/area ratio) and the increasing deforestation rates to include new areas for production in the State of Acre between 1975 and 2000. In general, the increase in deforestation rates can be estimated based on the increase in production rates minus the increase in productivities of agriculture and husbandry activities. Important socio-economic changes in Acre in the period resulted in increasing population, GIP per capita and of the Human Development Index. During this period conversion of forest to agriculture and husbandry increased from 305,531 ha to 1,789,577 ha resulting in a gross Carbon emission to the atmosphere of  $278 \cdot 10^6$  t. The evolution of deforestation shown here, and the consequent Carbon emissions, varied according to the economy development and that husbandry is the major driver of deforestation, about 80% of the total. Annual deforestation rates will depend on the economy development and may vary from 10.000 ha.year<sup>-1</sup> a 100.000 ha.year<sup>-1</sup>.

### **RESUMO**

Este estudo mostra uma íntima relação entre o crescimento contínuo da agricultura e da pecuária, sua baixa produtividade e o aumento das taxas de desmatamento no Estado do Acre entre 1975 e 2000. Em geral o aumento das taxas de desmatamento podem ser estimadas através do aumento das taxas de produtividade da agricultura e da pecuária. O Estado do Acre foi marcado por importantes transformações sócio-econômicas no período 1975-2000, resultando em grande crescimento populacional, do PIB per capita e do Índice de Desenvolvimento Humano. Neste mesmo período a área desmatada destinada a agropecuária passou de 305.531 ha para 1.789.577 ha com a emissão bruta de  $278 \cdot 10^6$  t de Carbono para a atmosfera. O histórico evolutivo do desmatamento obtido através da formulação proposta neste trabalho mostrou que o desmatamento e consequentemente a emissão de C para a atmosfera devido a agropecuária variam de acordo com o desempenho da economia e que a pecuária através da formação de pastagens é a principal indutora dos desmatamentos, sendo responsável por mais de 80% do total desmatado em uso no Estado do Acre. A agropecuária com incrementos da produção, acompanhados de redução ou aumento de produtividade a taxas inferiores às da produção se mostra não sustentável do ponto de vista ambiental, na medida em que aumentos de produção ocorrem com apropriação de áreas florestadas. O prognóstico realizado sugere que as taxas médias anuais de desmatamento a médio prazo dependerão essencialmente do desempenho da economia, podendo variar entre 10.000 ha.ano<sup>-1</sup> a 100.000 ha.ano<sup>-1</sup>.

## INTRODUÇÃO

O desmatamento da floresta tropical é um dos principais contribuintes para o aquecimento global através da emissão de gases do efeito estufa para a atmosfera, particularmente o dióxido de carbono (Houghton, 1991). Estimou-se que os desmatamentos realizados anualmente na Amazônia, onde a floresta tropical é convertida em áreas agrícolas e pastagens, sejam responsáveis por cerca de 7-10 % do total das emissões de CO<sub>2</sub> oriundas da queima de combustíveis fósseis na década de 1990 (Fearnside *et al.*, 1999). Atualmente as taxas aceleradas de desmatamento de até 26.000 km<sup>2</sup>/ano devem elevar sensivelmente estes percentuais. Assim, por ser a maior área em extensão contínua de floresta tropical do planeta, a Amazônia tem importância no aquecimento global devido aos impactos gerados pelos crescentes níveis de desmatamento seguido de queimadas.

O prognóstico das emissões futuras de gases de efeito estufa e de carbono a partir do desmatamento na Amazônia é, portanto, um importante elemento a ser considerado em modelagens das emissões globais. Esse prognóstico é possibilitado pela análise da evolução histórica do desmatamento, através da projeção da tendência de evolução das taxas anuais observadas para o seu incremento. As análises de tendência necessitam de um bom entendimento da evolução histórica da variável sendo projetada e, portanto, de séries contínuas de dados estatísticos confiáveis.

Os métodos correntes para a estimativa da emissão de carbono, devido ao desmatamento na Amazônia, se utilizam do monitoramento das áreas desmatadas por sensoriamento remoto orbital, através do qual se tem estabelecido taxas anuais de desmatamento (Fearnside, 2000; INPE, 2002). Na Amazônia brasileira, com uma área de 4.195.660 km<sup>2</sup>, o uso do sensoriamento remoto via satélite para monitorar o desmatamento bruto anual iniciou em 1974 através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), mas somente a partir de 1988 com a implementação do Programa de Monitoramento do Desmatamento Bruto da Amazônia (PRODES) passou a ter uma periodicidade anual, cobrindo todos os estados da Amazônia (INPE, 2002).

O melhoramento e a ampliação, espacial e temporal, do monitoramento e prognóstico do desmatamento na Amazônia necessitam da associação do monitoramento convencional por sensoriamento remoto orbital com a avaliação do comportamento (histórico, atual e de tendência futura) da força econômica responsável pelo desmatamento, ou seja, as atividades agropecuárias que substituem a floresta tropical. A taxa de incremento do desmatamento na Amazônia brasileira pode ser estimada pela taxa de incremento da produção menos a taxa de incremento da produtividade das atividades agropecuárias, (Bidone & Cadaxo Sobrinho, 1997). Essa relação é histórica e, dentro do espectro das políticas praticadas atualmente, é forçoso considerar-se a sua permanência, no mínimo, em futuro de médio prazo.

No Brasil, as variáveis produção e produtividade da agropecuária têm séries de dados confiáveis que vêm sendo geradas anualmente a nível municipal pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) desde 1974. Sua utilização, em conjunto com dados de monitoramento via satélite, além da ampliação espacial e temporal do universo amostral, permite o estabelecimento de indicadores sócio-econômicos mais poderosos para a gestão da Amazônia e, com algumas adequações, de outras regiões que se utilizam dos mesmos, ou similares, procedimentos para as atividades agropecuárias (p.ex., as regiões de cerrado brasileiro).

Este trabalho tem como foco os desmatamentos para atividades agropecuárias na Amazônia brasileira e a emissão bruta de carbono para atmosfera a eles relacionada. Assim, utilizando o Estado do Acre como estudo de caso são estimados: a) o histórico evolutivo (abrangendo o período de 1975 a 2000) e o prognóstico do incremento da área desmatada para fins agropecuários, calculado através de uma formulação que relaciona o desmatamento com os parâmetros econômicos produção e produtividade dos principais produtos agropecuários b) e a evolução histórica e prognóstico da emissão bruta de Carbono para a atmosfera.

## ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Acre com 153.000 km<sup>2</sup> esta localizado na parte sudoeste da Amazônia tendo como limites os estados de Rondônia e Amazonas no Brasil e internacionalmente o Peru e a Bolívia (Figura 1). O Acre apresenta clima úmido, com umidade relativa média mensal variando entre 80 – 90 %, temperatura média mensal de 24,5°C e a precipitação anual variando entre 2.000 - 2.750 mm. A vegetação original é classificada

como do tipo floresta tropical úmida densa (57 %) e floresta tropical aberta (43 %).

A partir de 1970 a estratégia de inserção da Amazônia à economia nacional foi baseada em grandes obras de infra-estrutura, expansão da agropecuária e mobilização humana através da migração incentivada. No período de 1970-2000 o Estado Acre duplicou a sua população, passando de 217.000 habitantes para 567.600 habitantes, com 66% da população residindo



**Figura 1** - Localização do Estado do Acre no Brasil e seus limites nacionais e internacionais. Destaque para as rodovias que fazem a ligação com o centro-sul, BR-364 e com o Estado do Amazonas BR-317.

atualmente em áreas urbanas (IBGE, 2002). A expansão da fronteira agrícola até o Acre, iniciada em 1977, foi incentivada com a construção da rodovia BR-364 ligando o Acre ao Centro-Sul do país (Figura 1), assim como por rodovias internas interligando a outros estados da região e seus municípios.

No rastro das grandes rodovias a expansão da fronteira agropecuária provocou grandes mudanças na cobertura original. Destacam-se a implantação de 11.910 km<sup>2</sup> em projetos de colonização e assentamentos agropecuários promovidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), e o incentivo as grandes propriedades principalmente para a pecuária extensiva. O modelo adotado de exploração agropecuária é baseado na derruba e queima da floresta (*slash & burn*) e em baixa inserção tecnológica e, portanto é dependente da fertilidade natural dos solos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de estimar a contribuição bruta de Carbono para a atmosfera foram caracterizados os seguintes processos de emissão após a derrubada da vegetação que é deixada secar por um período de semanas ou meses, após este período é queimada. Durante a queimada apenas a fração da biomassa vegetal acima do solo sofre a ação direta do fogo. O carbono contido na biomassa segue três caminhos: (a) emissão imediata para a atmosfera ( $C^I$ ); (b) a fixação na forma de carvão sobre o solo ( $C^v$ ); e, (c) emissão retardada para a atmosfera do carbono contido na biomassa morta sobre e abaixo do solo através do processo de decomposição ( $C^R$ ).

A *emissão bruta de carbono*- ( $C^b$ ) para a atmosfera é o somatório da *emissão imediata* de carbono ( $C^I$ ) com a *emissão retardada* de carbono ( $C^R$ ),  $C_i^b = C_i^I + C_i^R$ . Na estimativa de ( $C^b$ ) não são descontadas as absorções de Carbono da atmosfera pela vegetação que ocupou as áreas desmatadas.

As emissões de Carbono e a formação de carvão sobre o solo são estimadas através da

equação 1:

$$C_i^{(I,R,v)} = A_i * B * e * f \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

**C<sub>i</sub>** - Total de Carbono emitido na forma de CO<sub>2</sub> para a atmosfera ( $C_i^b = C_i^I + C_i^R$ ) e acumulado como carvão sobre o solo ( $C_i^v$ ) no período i

**A<sub>i</sub>** - Área total desmatada no período i

**B** - Densidade da biomassa vegetal,

**e** - Conteúdo de carbono na biomassa,

**f** - Coeficiente da eficiência de queimada da biomassa vegetal

### *Estimativa do Desmatamento (A<sub>i</sub>):*

As séries estatísticas de dados agropecuários foram geradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O desmatamento existente até 1975, ano base deste estudo, foi estimado pelo somatório das áreas em utilização para a produção agropecuária naquele ano (AU) e áreas desmatadas não utilizadas (AL) acumuladas até 1975, apresentadas no Censo Agropecuário de 1975 (IBGE, 1976).

O desmatamento ocorrido após 1975 foi estimado ano-a-ano através de um conjunto de equações, exposto abaixo, relacionando o desmatamento aos parâmetros econométricos produção e produtividade dos principais produtos agrícolas (arroz, feijão, mandioca, milho, banana, e café) e pecuário (rebanho bovino), obtidos junto às séries anuais Pesquisa Agropecuária Municipal (PAM) e Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) geradas pelo IBGE (IBGE, 2002).

O incremento de área utilizada (IA) para a produção agropecuária, considerando cada um dos principais produtos agropecuários individualmente, foi estimado através da equação (Eq. 2) proposta por Bidone & Cadaxo Sobrinho (1997).

$$IA = [(P_i - P_{i-1}) / p] * [1 - (tip/tiP)] \quad (\text{Eq. 2})$$

onde:

**IA** - incremento de área utilizada na produção entre dois anos subsequentes (ha)

**P<sub>i</sub>** - produção no ano i (t para produtos agrícolas)

e cabeças para pecuária bovina)

$P_{i-1}$  - produção no ano anterior (t para produtos agrícolas e cabeças para pecuária)

$t\dot{i}P$  - taxa de incremento da produção entre os dois anos considerados (% a.a.)

$p$  - produtividade média estimada do produto agropecuário considerado (t/ha ou cabeças /ha)

$t\dot{i}p$  - taxa de incremento da produtividade entre os dois anos considerados (% a.a.)

Um valor negativo resultante da estimativa de IA representa a área desmatada não utilizada (AL), i.e. área colocada à margem do processo produtivo, temporariamente e/ou definitivamente no período entre os dois anos considerados. Na seqüência, é estimada desmatada para um dado ano através das equações 3 e 4.

$$AU_i = AU_{i-1} \pm IA \quad (\text{Eq.3})$$

$$ED_i = (\sum AU_i + \sum AL) * F \quad (\text{Eq. 4})$$

onde:

$AU_i$  - área individual utilizada para a produção de cada produto agropecuário no ano  $i$

$AU_{i-1}$  - área individual utilizada no ano anterior

$IA$  - estimativa do incremento de área utilizada entre o ano  $i$  e o anterior (Eq. 1)

$\sum AU_i$  - área total utilizada no ano  $i$

$\sum AL$  - área desmatada não utilizada acumulada até o ano  $i$

$F$  - fator empírico

$ED_i$  - área desmatada estimada para o ano  $i$

O fator empírico  $F$  tem a finalidade de incorporar à estimativa final as áreas desmatadas devido às culturas temporárias (culturas hortícolas, abacaxi e outros) e permanentes (frutíferas diversas em monoculturas e sistemas agro-florestais) que não foram consideradas no cálculo, que podem variar de 10% a 20%. Este fator  $F$  tem também o objetivo de corrigir as super-estimativas e sub-estimativas dos dados básicos, produção e produtividade das culturas e pecuária, que ocorrem devido à abordagem metodológica adotada nos levantamentos anuais das séries históricas do IBGE, PAM e PPM, utilizadas neste estudo. Assim, o valor de  $F$  pode variar num intervalo de 1,3 a 1,4 tendo sido adotado neste estudo  $F=1,35$ .

### **Densidade da Biomassa Vegetal (B) e Conteúdo de Carbono (e):**

O termo densidade biomassa vegetal se refere a biomassa por unidade de área ( $t \cdot ha^{-1}$ ), acima (viva e morta) e abaixo do solo, resultante do desmatamento das florestas primárias destinadas a queima. Neste estudo, adotaram-se os valores de  $321,3 t \cdot ha^{-1}$  para a densidade média da biomassa vegetal acima do solo,  $93,7 t \cdot ha^{-1}$  para densidade média da biomassa vegetal abaixo do solo e  $415 t \cdot ha^{-1}$  para densidade média da biomassa vegetal total das florestas do Estado do Acre. Estes valores foram estimados neste estudo através do uso do método de expansão de volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) em biomassa ( $t \cdot ha^{-1}$ ) proposto por Brown & Lugo (1982) e ajustado por Fearnside (1994) aplicado nos inventários florestais realizados no Estado do Acre (PROJETO RADAM BRASIL, 1977).

Para o conteúdo percentual de carbono na biomassa vegetal foi adotado o valor de 50 %, valor correntemente utilizado em estudos realizados na Amazônia (Brown & Lugo, 1982; 1984; Fearnside, 1991; 1997; 2000).

### **Coefficiente de Eficiência de Queimada**

Neste estudo adotaram-se os valores médios de 42,5% para o percentual de carbono emitido imediatamente ( $C^I$ ), de 55,4% para o percentual de carbono emitido na forma retardada ( $C^R$ ) e de 2,1% acumulado na forma de carvão ( $C^V$ ). Esses valores são oriundos de medidas de queimadas em floresta primária realizadas na Amazônia brasileira (Araújo *et al.*, 1997; Kauffman *et al.*, 1995; Fearnside *et al.*, 1999; Graça, 1997).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Histórico evolutivo do desmatamento**

As estimativas do desmatamento bruto anual ( $ED_i$ ), utilizando a formulação proposta neste estudo, foram inicialmente comparadas com os 12 dados de medidas anuais de desmatamento, entre os anos de 1988 a 2000 ,

gerados por sensoriamento remoto pelo Programa de Monitoramento do Desmatamento Bruto da Amazônia – PRODES (INPE, 2002). Assim, os dois conjuntos de dados, ED<sub>i</sub> e os dados de desmatamento do PRODES, apresentaram diferenças que variaram de 2% a 15% com uma diferença média de  $9\% \pm 4\%$ . Os dois conjuntos de dados apresentaram, através do teste de regressão linear, correlação linear positiva e significativa ( $r^2 = 0,89$ ;  $n=12$  e  $p<0,05$ ).

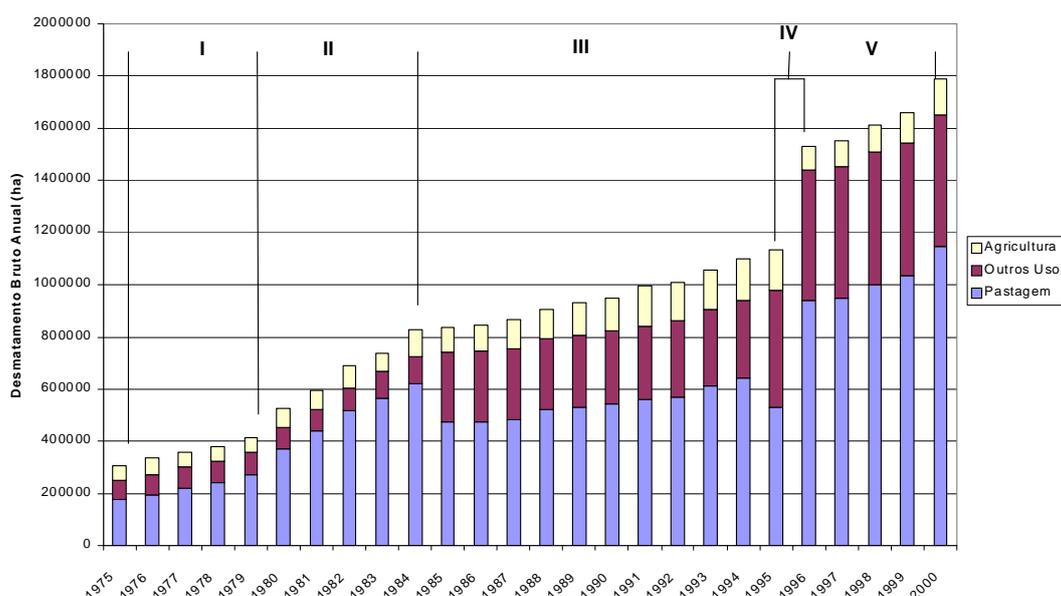
Com o uso do modelo proposto estima-se que as atividades agropecuárias no Estado do Acre foram responsáveis por um desmatamento bruto de  $1,7 \cdot 10^6$  ha até o ano 2000, o que corresponde a aproximadamente 11,1% da área total do Estado. No período entre 1975 a 2000, a área desmatada aumentou em  $1,4 \cdot 10^6$  ha, ou 82% da área total desmatada no Estado do Acre para o desenvolvimento de atividades agropecuárias.

O histórico evolutivo do desmatamento bruto ocorrido no Acre no último quarto do século XX pode ser diretamente relacionado à evolução do quadro sócio-econômico e político no período, seja no âmbito local, regional e nacional. Assim, com base no comportamento do desmatamento bruto os 25 anos deste estudo foram segmentados em cinco períodos, como se apresenta na Figura 2.

**Período I**, de 1975-1979, foi marcado pelo início da construção das grandes obras de infra estrutura rodoviária em toda a região Amazônica, e particularmente no Acre com a abertura das rodovias BR 317 e 364 (Figura 1). No final deste período, a ocupação de extensas áreas de floresta primária através da agropecuária tradicional foi incentivada através da política de incentivos fiscais e da implantação dos projetos de colonização. Estimamos que o incremento do desmatamento bruto neste período ocorreu a uma taxa média anual de  $27.543 \text{ ha.ano}^{-1}$ .

**Período II**, de 1980-1984, foram intensificadas as políticas iniciadas no período anterior o que resultou no desmatamento em larga escala a uma taxa média anual de  $82.189 \text{ ha.ano}^{-1}$ .

**Período III**, de 1985-1994, foi marcado pela redução do incremento da área desmatada em relação aos períodos anteriores, com uma taxa média anual de  $30.860 \text{ ha.ano}^{-1}$ . Esta situação pode ser creditada ao drástico declínio das atividades econômicas no Brasil como um todo, iniciada com a crise do petróleo no início da década de 80 e culminando com a declaração de moratória da dívida externa do país em 1988. Esse período faz parte da denominada “década perdida” da economia nacional, quando cessaram os incentivos fiscais e por falta de recursos foram paralisadas as grandes obras de infra-estrutura



**Figura 2** - Histórico evolutivo do desmatamento bruto anual no Estado do Acre, no último ¼ do século XX, devido a agricultura, pastagem e os outros usos (capoeira, vegetação secundária), relacionados aos Períodos I (1975-1979), II (1980-1984), III (1985-1994), IV (1995-1996) e V (1997-2000).

na Amazônia brasileira. Registra-se nesse momento o início da preocupação com problemática ambiental a nível global com a realização do Fórum Global no Rio de Janeiro em 1992, do qual se destaca a questão da Amazônia, devido principalmente aos desmatamentos.

**Período IV**, de 1995-1996, inicia a retomada dos desmatamentos após a “década perdida”. Registrou-se uma forte variação com o aumento drástico do desmatamento a uma taxa média anual de 197.357 ha.ano<sup>-1</sup>, Figura 2, que foi verificada em toda a Amazônia (PRODES, 2002). Uma explicação foi o entusiasmo devido ao ajuste da economia devido às medidas programa de estabilização econômica do Plano REAL como a valorização da moeda nacional frente ao Dólar e a redução drástica da inflação que chegou a valores negativos (Fearnside, 2000). Somando-se a isso nestes dois anos ocorreram mudanças na Política de Reforma Agrária, conduzida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), com aumentos dos valores do Imposto Territorial Rural (ITR) e avaliação efetuadas pelo INCRA relativas ao cumprimento de condições contratuais (Acre, 2002).

**Período V** 1997 até 2000 influenciado pelo desempenho positivo do início do “Plano REAL” mantém a retomada do desmatamento iniciada em 1995-1996, como foi apresentada anteriormente, mas de menor intensidade, com uma taxa média anual de 64.905 ha.ano<sup>-1</sup>. Neste período, como consequência dos resultados do Fórum Global foram adotadas medidas legais e institucionais para a redução dos desmatamentos na Amazônia. Particularmente no Estado do Acre através do Instituto do Meio Ambiente do Acre (IMAC) iniciou-se a implantação do Sistema Integrado de Controle Ambiental, juntamente com outros organismos oficiais, com estabelecimento do licenciamento para os desmatamentos, controle de desmatamento e queimadas através de satélites, criação de um batalhão florestal, ações educativas, proposição de leis entre outros.

É importante ressaltar que a avaliação prática dos resultados das políticas de controle do desmatamento criadas no último período

necessitará ainda certo tempo de observação. Entretanto, a partir do histórico evolutivo realizado parece provável que as motivações econômicas tradicionais estimulam mais efetivamente o desmatamento do que as medidas tomadas para o seu controle.

#### *Participação relativa das atividades agropecuárias no incremento do desmatamento*

A figura 2, mostra também como se deu a participação dos três usos do solo contidos no ED<sub>i</sub> -pastagem (AU<sup>pastagem</sup>), agricultura (AU<sup>agricultura</sup>) e outros usos (AL<sup>cumulativo</sup>)- no desmatamento bruto anual ao longo do período 1975-2000. Os resultados mostram que as pastagens, destinadas a atividade pecuária, se apresentam como o principal vetor do desmatamento no período estudado ocupando em média 58 % ao ano da área total desmatada. Por outro lado a área destinada a agricultura ocupou em média 6 % ao ano da área desmatada.

A participação relativa das atividades responsáveis pelo incremento do desmatamento bruto nos cinco períodos estabelecidos ao longo dos 25 anos deste estudo mostra que a pecuária é responsável por, aproximadamente, 85% do desmatamento total nos 25 anos analisados. A agricultura tem uma participação relativa maior no período de franca estagnação econômica. Por exemplo, a participação média da agricultura no desmatamento no período 1985 a 1995 foi de 48%, enquanto que no período 1996 a 2000 foi de 8%. Esse comportamento deve-se, sobretudo, ao fato da agricultura na região do estudo ser essencialmente de subsistência, com baixíssimo investimento (privado ou governamental) em incremento da produtividade, sendo que o crescimento da produção é vegetativo, acompanhando ou, mesmo, sendo inferior as taxas de aumento demográfico. A sua maior participação relativa deve-se, portanto, principalmente à retração da atividade pecuária a níveis mínimos em época de estagnação econômica. O papel da pecuária no desmatamento rapidamente recupera seu padrão de crescimento assim que as condições da economia tornam-se mais favoráveis. Esses dados indicam a pecuária, através da criação de pastagens, como a principal atividade indutora

de novos desmatamentos.

### *Emissão de C para a Atmosfera*

Nos 25 anos abordados neste estudo estimou-se que o desmatamento destinado às atividades agropecuárias foi responsável pela emissão bruta de  $278 \cdot 10^6$  t de C para a atmosfera. Tendo em vista que essa estimativa é baseada em um modelo multiplicativo das variáveis envolvidas com as estimativas de desmatamento realizadas, evidentemente o total de C emitido para a atmosfera segue o mesmo padrão de distribuição temporal apresentado pelo desmatamento, Figura 2. OS períodos relacionados com crescimento econômico (Períodos I, II e V, na figura 2) marcado por grandes extensões de áreas desmatadas foram responsáveis pela emissão de ~81% do total de C emitido. O desmatamento destinado ao estabelecimento de pastagens foi a maior responsável pela emissão de C para a atmosfera.

### *Prognóstico do desmatamento e emissão de C para a atmosfera*

Através da formulação simplificada: Taxa de Incremento da Produção (tiP)- Taxa de Incremento da Produtividade (tip) = Taxa de Incremento de Área (tiA) (Bidone & Cadaxo Sobrinho, 1997), é possível estimar a taxa de incremento de novas áreas para agropecuária em um determinado período (tiA % ao ano) através do desempenho das variáveis econométricas **tiP** e **tip** para pecuária e agricultura. Com isso é possível estimar de maneira expedita as taxas de incremento do desmatamento (tiD %aa).

Do ponto de vista do desenvolvimento ambientalmente sustentável em uma sociedade economicamente evolutiva, i.e. não estacionária, a situação almejada poderia ser representada por **tiD ~ tiA = tiP - tip £ 0**. Para tanto, seria necessário que a taxa de crescimento da produtividade fosse positiva e maior que a taxa de incremento da produção e, ainda, que ambas fossem superiores à taxa de crescimento demográfica.

Na Tabela 1 são apresentados os dados

de **tiP**, **tip** e **tiA** da pecuária e agricultura. Os dados apresentados demonstram que o crescimento da produção (**tiP**) se dá através da apropriação de novas áreas para produzir (**tiA** positivo), i.e., através do incremento do desmatamento e não devido ao incremento da produtividade (**tip** no geral menores que as **tiP** e/ou negativas).

Para a realização de prognósticos do desmatamento no Estado Acre, as taxas anuais a serem adotadas devem considerar o modelo de exploração agropecuária que vem sendo adotado e as possíveis tendências de mudanças deste modelo. Analisando-se a pecuária, a principal atividade indutora de desmatamentos, observou-se que ao longo dos 25 anos considerados neste estudo a produtividade da atividade (lotação de pastagem) dobrou (~0,5 UA.ha<sup>-1</sup> para ~1UA.ha<sup>-1</sup>).

No entanto se considerarmos apenas o último período exposto na Tabela 1 (1997-2000) para se atingir nos próximos anos uma relação "**tiP-tip=0**" será necessário inserção tecnológica de modo a, no mínimo, triplicar e manter a Taxa de Incremento da Produtividade (**tip**) da pecuária. Estudos conduzidos em propriedades pecuárias no Estado do Acre (Acre, 2002) mostram que com adoção universal de recomendações técnicas preconizadas, tais como: melhoramento das pastagens, pressões de pastejo recomendadas, formação e manejo com menor impacto ambiental, recuperação de pastagem degradada e sistema intensivo de pecuária de corte a lotação de pastagem poderá ser elevada até 2020 para 6,5 UA.ha<sup>-1</sup>, e atingir a relação "**tiP-tip=0**".

**Tabela 1** - Desempenho resultante das atividades agropecuárias no Estado do Acre através dos parâmetros econométricos Taxa de Incremento da Produção (tiP % ao ano) e da Produtividade (tip % ao ano). A apropriação de novas áreas (tiA % ao ano) pelas as atividades agropecuárias nos Períodos I (1975-1979) II (1980-1984), III (1985-1995) e IV (1997-2000) é estimada pela formulação simplificada: **tiP-tip=tiA**. Os dados mostram que o aumento da produção da pecuária e da agricultura se dá através do aumento das áreas.

Períodos	PECUÁRIA			AGRICULTURA		
	tiP %aa	Tip %aa	tiA %aa	tiP %aa	Tip %aa	tiA %aa
I	6	-2	8	1,1	0,9	0,2
II	11	2	9	6,9	1,4	5,5
III	-1	-1	0	3	0,5	2,5
V	2	0	2	7,2	2,2	5

Por outro lado a realidade do setor agropecuário no Estado do Acre e na Amazônia, aliada à fragilidade dos resultados das políticas públicas que vêm sendo implementadas, não indica que hajam possibilidades de mudanças consideráveis, com vistas às onerosas inserções tecnológicas necessárias para as modificações no modelo agropecuário vigente. Do exposto constata-se que, a curto e médio prazo, o incremento da produção agropecuária se dará predominantemente através da condicionante econômica e, conseqüentemente, através do desmatamento de novas áreas acompanhadas de lentos incrementos de produtividade.

Com a produção agropecuária baseada em um modelo de baixa inserção tecnológica e induzida por estímulos econômicos o histórico evolutivo mostrou um período de estagnação econômica com baixas taxas de incremento da produção e períodos de crescimento da economia com maiores taxas de incremento da produção. Tendo em vista que o aumento da produção se dá através da apropriação de novas áreas, i.e. novos desmatamentos, observou-se que no período de estagnação, Período III, as taxas médias anuais dos desmatamentos variaram de 9.141 ha.ano<sup>-1</sup> e 46.686 ha.ano<sup>-1</sup> e no período de melhor desempenho econômico variaram de 46.686 ha.ano<sup>-1</sup> e 109.555 ha.ano<sup>-1</sup>. Assim para prognósticos futuros, este estudo sugere que as taxas médias anuais dos desmatamentos no mínimo a médio prazo, i.e., não inferior a 10 anos, oscilarão, dependendo do desempenho, i.e., estímulo econômico, entre os valores estimados extremos 9.141 ha.ano<sup>-1</sup> no Período III e 109.555 ha.ano<sup>-1</sup> no Período II.

## CONCLUSÕES

Neste último ¼ do século XX, o período 1975-2000, o Estado do Acre foi marcado por importantes transformações sócio-econômicas, refletidas com grande crescimento da população residente que passou de 216.999 hab. para

567.636 hab., do PIB per capita que cresceu de U\$1.302 para U\$5.741 e do Índice de Desenvolvimento Humano de 0,37 para 0,75.

Este mesmo período mostrou que a área desmatada destinada para a realização da produção agropecuária passou de 305.531 ha para 1.789.577 ha com a emissão bruta de 278\*10<sup>6</sup> t de Carbono para a atmosfera. O histórico evolutivo do desmatamento obtido através da formulação proposta neste trabalho mostrou que o desmatamento e conseqüentemente a emissão de C para a atmosfera devido a produção agropecuária que além de oscilar com desempenho da economia, tem na pecuária através das pastagens como a principal atividade indutora dos desmatamentos, sendo responsável por mais de 80% do total desmatado em uso no Estado do Acre.

As taxas incremento de novas Áreas - tiA (% a.a.) positivas, para a agricultura e pecuária, mostraram que os incrementos da produção, acompanhados de redução ou aumento de produtividade a taxas inferiores às da produção, se realizam mediante a apropriação de novas áreas. Estes resultados mostraram que a agropecuária, principal atividade do modelo atual de ocupação no Acre, se mostra não sustentável do ponto de vista ambiental, na medida em que aumentos de produção ocorrem com apropriação de áreas florestadas.

O prognóstico realizado sugere que as taxas médias anuais dos desmatamentos no mínimo a médio prazo, i.e., não inferior a 10 anos, dependerão essencialmente do desempenho da economia, podendo variar entre os valores extremos de aproximadamente 10.000 ha.ano<sup>-1</sup> a 100.000 ha.ano<sup>-1</sup>. Assim, uma mudança desejável que reduza os desmatamentos esta associada além de outros procedimentos dentro do atual modelo de ocupação, à inserção tecnológica através do incremento de produtividade à atividade agropecuária.

## BIBLIOGRAFIA

- ACRE, 2002. Zoneamento Ecológico Econômico. Disponível em <http://ac.gov.br/ZEE>. Acesso em 02/03/2002.
- ARAÚJO, T.M.; CARVALHO JUNIOR, J.A.; HIGUCHI, N.; BRASIL JUNIOR, A.C.P.; MESQUITA, A.L.A. 1997. Estimativa de taxas de liberação de carbono em experimento de queimada no Estado do Pará. Anais da Academia Brasileira de Ciências **69**: 575-585.

- BIDONE, E.D. & CADAXO-SOBRINHO, E. 1997. Estimation of the increase in deforestation due to agricultural and pastoral activities in the Brazilian Western Amazon: an approach based on relationship between productin and productivity. *International Journal of Environment and Pollution* **8**: 212-216.
- BROWN, S. & LUGO, A.E. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* **14**(2): 161-187.
- BROWN, S. & LUGO, A.E. 1984. Biomass of tropical forests: a new estimate based on forest volumes. *Science* **223**:1290-1293.
- FEARNSIDE, P.M. 1991. Greenhouse gas contributions from deforestation in Brazilian Amazonia. p.92-105 In: J.S. Levine (ed.), *Global Biomass Burning: atmospheric, Climatic, and biospheric Implications*. MIT Press, Boston, Massachusetts, USA .
- FEARNSIDE, P.M. 1994. Biomassa das Florestas Amazônicas Brasileiras, p.95-124. *In: Anais do Seminário Emissão x Seqüestro de CO<sub>2</sub>, uma nova oportuidade de negócio para o Brasil*, CVRD, Rio de Janeiro, Brasil.
- FEARNSIDE, P.M. 1997. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. *Climatic Change*, **35**(3): 321-360.
- FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A.; LEAL FILHO, N.; RODRIGUES, F.J.A.; ROBINSON, J.M. 1999. Tropical forest burning in Brazilian Amazonia; measurement of biomass loading, burning efficiency and charcoal formation at Altamira, Pará. *Forest Ecology and Management* **123**: 65-79.
- FEARNSIDE, P.M. 2000. Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* **46**: 115-158
- GRAÇA P.M.L.A. 1997. Conteúdo de Carbono na Biomassa Florestal da Amazônia e Alterações após a Queima. Dissertação de Mestrado, Escola Superior "Luis de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil
- HOUGHTON, R.A. 1991. Tropical deforestation and atmospheric carbon dioxide. *Cimatic Change* **19**: 99-118.
- IBGE, 1976. Censo Agropecuário 1975, Acre. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.
- IBGE, 2002. Censo Demográfico 2000. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.
- INPE, 2002. Programa de Monitoramento do Desmatamento Bruto da Amazônia (PRODES) Disponível em <http://www.inpe.gov.br/PRODES>. Acesso em 02/02/2002.
- KAUFFMAN J.B.; CUMMINGS,D.L.; WARD, D.E.; BABBITT, R. 1995. Fire in the Brazilian Amazon: I. Biomass, nutrient pools, and losses in slashed primary forests. *Oecologia* **104**: 397-408.
- RADAM BRASIL, 1977. Projeto Radam Brasil V.15, DNPM, Rio de Janeiro, Brasil.