

Sustentabilidade em Ecossistemas Alagáveis

Jaqueline Maria da Silva*

Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional
LNCC - Laboratório Nacional de Computação Científica
Av Getúlio Vargas, 333, Quitandinha
25651-075, Petrópolis, RJ
E-mail: jmsilva@lncc.br

Maurício Vieira Kritz

LNCC - Laboratório Nacional de Computação Científica
Av Getúlio Vargas, 333, Quitandinha
25651-075, Petrópolis, RJ
E-mail: kritz@lncc.br.

1 Introdução

A idéia atualmente conhecida como *Desenvolvimento Sustentável* evoluiu a partir da busca de uma conciliação entre o desenvolvimento da sociedade e as limitações inerentes ao meio ambiente. Tal conciliação, contudo, não ocorreu de forma mais abrangente até o presente momento, não apenas devido a dificuldades financeiras, ambientais, políticas ou sociais, mas também pela ausência de um arcabouço intelectual bem desenvolvido acerca da Sustentabilidade. Uma dificuldade ainda maior surge quando se tenta definir *Sustentabilidade*. Por outro lado, com a intensificação das discussões sobre *Sustentabilidade* e sua difusão, essa idéia começa a ter muita importância nos diálogos entre ambientalistas, formuladores e gestores de políticas.

Desenvolvimento Sustentável é um conceito amplamente usado, sendo hoje em dia referência obrigatória em debates sobre a relação entre sociedade e meio ambiente. Entretanto, este é um conceito ainda vago, ligado a um conjunto também vago de questões e problemas. É um conceito em permanente construção, repousando ainda numa visão estática ou quase estática das interações envolvendo meio ambiente e o sistema sócio-econômico. Essa visão, contudo, não procede pois a dinâmica do meio ambiente tem características complexas e às vezes instáveis. Um exemplo disso são as regiões alagáveis da floresta Amazônica. Essas regiões possuem uma variabilidade intrínseca que oscila entre dois sistemas bem distintos, um por ocasião da cheia e outro nas águas baixas. O pulso das águas provoca acréscimos e decréscimos nas populações existentes, às vezes aportando populações inteiramente novas a uma região, de forma cíclica.

Este trabalho trata da Sustentabilidade no

uso dos Recursos Naturais nas áreas alagáveis amazônicas, que são de fundamental importância para as populações humanas, para a biota aquática e também para a manutenção da integridade dos ambientes marginais aos rios. Afim de exemplificar, estaremos focalizando nossa discussão na extração madeireira dessa região. Na Seção 2, expomos brevemente a origem da discussão sobre sustentabilidade, sendo também citadas algumas definições relevantes. Na Seção 3, tratamos a influência da Economia Neoclássica nos estudos e na compreensão deste conceito. Na Seção 4 descrevemos as áreas alagáveis na Amazônia. Na Seção 5 descrevemos o desmatamento na região e os principais tipos de madeira extraídos. Na seção 6 tratamos as influências da migração e na Seção 7 propomos um modelo esquemático integrado que descreva a situação do desmatamento nas áreas alagáveis.

2 Sustentabilidade

O conceito de *Sustentabilidade* apóia-se frequentemente em uma consideração crítica sobre perpetuação dos recursos ambientais. Sócio-Economicamente falando, isso implica em uma “utilização ética” desses recursos ambientais com relação às gerações futuras, o que denominaremos de “uso sustentável” dos recursos naturais.

A evolução da idéia de Sustentabilidade segundo Quinn e Collie [4], pode ser dividida em quatro períodos:

O período *Clássico* que antecede 1970 desenvolveu modelos de produção determinísticos; o período *Neoclássico*, que surgiu por volta de 1980, envolve modelos de depensação e estocasticidade; a visão *Moderna*, que evoluiu na década de 1990, se direcionou para a precaução, e, por último, a visão *Pós Moderna* na qual novas definições

*bolsista do Projeto Geoma DTI/CNPq

de sustentabilidade tentam incorporar aspectos econômicos e sociais envolvendo o uso dos recursos naturais. Tende assim ainda mais em direção à cautela no uso dos recursos naturais.

A Economia Neoclássica se baseia no individualismo e no utilitarismo, sendo que a unidade decisiva central é o indivíduo racionalista que age de forma a maximizar a utilidade dos recursos naturais sob seu exclusivo ponto de vista. Define assim suas melhores alocação e utilização.

Muitos dos conceitos de Sustentabilidade existentes estão conectados à visão Neoclássica, tratando a utilização e preservação dos recursos naturais sob uma ótica ainda individualista [1]. Buscamos conceitos mais operacionais e que facilitem tratar o problema de forma integrada.

Segundo o Brundtland Report [5], para que o Desenvolvimento Sustentável seja alcançado, a sociedade deverá estar “intrinsecamente compatível” com o ambiente.

De acordo com Schultink [6], o Desenvolvimento Sustentável pode ser definido como o desenvolvimento com uma administração dos recursos naturais que possa assegurar ou aumentar a capacidade de produção a longo prazo de recursos básicos, e que também assegure a melhora da saúde e do bem estar da sociedade a longo prazo derivados do uso dos recursos de sistemas alternativos, com impactos ambientais toleráveis.

Já segundo Barbier [7], o objetivo principal do Desenvolvimento Sustentável Econômico é encontrar um nível ótimo de interação entre três sistemas — o sistema ambiental dos recursos naturais e biológicos, o sistema produtivo e o sistema social.

É exatamente nesse sentido de integração proposto por Barbier que estaremos direcionando nosso trabalho, visto que uma interação equilibrada também auxilia na compreensão das propostas anteriores. Assim, o problema da Sustentabilidade se restringe em determinar *o que viria a ser* esse “uso sustentável” e *quais as condições necessárias* para atingí-lo.

3 Economia Neoclássica

A Economia Neoclássica utiliza duas abordagens para o tratamento da Questão Ambiental: *Economia dos Recursos Naturais* e *Economia da Poluição*. Tais abordagens entretanto são vistas de forma isolada, considerando o Meio Ambiente ora como fornecedor de insumos para o processo produtivo, ora como receptor de rejeitos do mesmo processo. Essas abordagens não consideram o sistema como um todo nem tampouco consideram o efeito dos poluentes no Meio Ambiente.

A Economia da Poluição analisa o sistema ambiental no seu papel de depositário de rejeitos, no caráter de *output* do processo produtivo, e surgiu

como um desdobramento da Teoria Neoclássica do *Bem Estar* e dos *Bens Públicos*, originada por Pigou em 1920. Ela trata o ambiente como um bem público e define danos ambientais como sendo *Externalidades Negativas* — ou seja, o agente privado é um “poluidor externo” — pois o fato dos recursos naturais serem um bem público, impede o “poluidor externo” de inserir as despesas ambientais em sua prestação de contas para com a sociedade.

A Economia de Poluição é uma abordagem fundamentalmente estática, pois não trata o problema de forma intertemporal, e não se preocupa em como o ambiente processará ou reagirá aos rejeitos nele depositados.

A Economia dos Recursos Naturais analisa os recursos ambientais em seu papel de matéria prima, de *input* para o processo produtivo. Essa abordagem lida com a extração e exaustão dos recursos naturais ao longo do tempo.

Recursos naturais são elementos da natureza que são necessários ao homem em seu estado natural e que, tecnologicamente, podem ser aproveitados. São todas as matérias-primas renováveis ou não renováveis, obtidas diretamente da natureza e aproveitáveis pelo homem.

4 Sistemas Amazônicos - Áreas Alagáveis

Os sistemas de rios das regiões tropicais da América do Sul são caracterizados por possuir extensas áreas alagadas periodicamente. A alta pluviosidade e topografia característica destas regiões favorecem uma densa rede de drenagem que, associada a grandes extensões de terras baixas e ao pulso das águas, é a causa de inundações periódicas nas margens de rios, várzeas e igapós.

Nos rios Solimões-Amazonas e seus afluentes, o pulso (isto é, a periodicidade) da inundação é monomodal (ou seja, de um único tipo, ou modo): a flutuação do nível da água é lenta e mostra um ciclo anual previsível de períodos de cheia e seca (época de nível da água mais baixo). A amplitude (ou seja, a diferença do nível de um rio na seca e na cheia) média é alta, mas pode mudar ao longo do curso de um rio. Nas proximidades de Manaus, essa amplitude é cerca de 10 m (ou seja, áreas que no período da seca estão emersas durante a cheia chegam a estar a 10 metros de profundidade).

As implicações decorrentes da regularidade desse padrão de inundação são de extrema importância ecológica uma vez que determinam nas regiões ribeirinhas a existência perene de uma alternância entre as fases aquática e terrestre. Plantas e animais que vivem nesses ambientes desenvolveram estratégias de sobrevivência, se adaptando a mudanças drásticas e rápidas para seus padrões.

Nas várzeas da Amazônia Central a diversidade

de espécies de árvores é muito grande. Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá mais de 400 espécies de árvores foram identificadas nas várzeas, das quais umas poucas ocorrem também em florestas de terra firme. Além disso, parece acontecer uma separação genética entre espécies de árvores que ocorrem na várzea e na terra firme.

À grande diversidade de espécies correspondem variados tipos de estratégias para sobreviver às inundações periódicas. As folhas de plantas submersas na água se mantêm intactas por vários meses. As raízes das plantas alagadas também estão adaptadas, pois as condições de falta de oxigênio nos solos alagados não afetam seriamente a sua fisiologia.

Para os principais grupos de animais estudados, peixes e invertebrados aquáticos, o pulso de inundação é fundamental, na composição, distribuição e abundância das espécies, bem como em suas relações tróficas, sendo evidenciadas diferenças entre os períodos de cheia e seca. Por exemplo, a população de zooplâncton (animais aquáticos de pequenos a microscópicos) tem maior abundância relativa e riqueza na época de enchente do que na seca e algumas espécies de peixes que ingerem esses animais provavelmente contribuem para a regulação de suas populações, [8] e [9].

O reflorestamento das margens de lagos, em áreas alagáveis degradadas, com espécies de crescimento rápido e ampla produção de frutos, pode ser uma ferramenta importante para programas de manejo sustentável dos recursos naturais da várzea. As populações humanas locais também precisam adotar estratégias de adaptação em relação às mudanças ocorridas no meio ambiente.

Na Ilha da Marchantaria as principais estratégias estão em conformidade com as posições dos lotes ocupados pelos ribeirinhos em relação ao nível da água do rio. Nas porções da ilha mais elevadas e de terrenos mais estáveis as famílias ocupam permanentemente os seus lotes durante todo o período de inundação. Nas partes intermediárias, as famílias, embora mantenham residência fixa, são forçadas a saírem dos seus lotes quando a água atinge nível superior ao assoalho de suas casas. E nas mais baixas os ocupantes não fixam residência na ilha, ocupando os lotes somente durante o pico da seca para cultivar hortaliças [8] e [9].

5 Desmatamento e o uso dos recursos naturais

Foco de atenção pelo mundo, o desmatamento das florestas da Amazônia é um dos agentes responsáveis pelas grandes mudanças da paisagem da região. O desmatamento é usualmente caracterizado pela prática de corte, capina ou queimada (por fogo ou produtos químicos), que leva à re-

tirada da cobertura vegetal existente em determinada área, para fins de pecuária, agricultura ou expansão urbana. Todavia, grande parte do desmatamento nas áreas alagáveis é decorrente de exploração madeireira não planejada. Um novo período de intensificação do desmatamento foi iniciado com as políticas visando a expansão das fronteiras agrícolas e o assentamento de imigrantes, oriundos de regiões densamente povoadas e/ou carentes. As atividades agropecuária e madeireira, realizadas principalmente nos últimos 30 anos, são responsáveis por grande parte do desmatamento ocorrido nessas florestas. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), já foram devastados cerca de 550 mil quilômetros quadrados da floresta amazônica brasileira, o que equivale a 13,7% da mata. Desse total, 200 mil quilômetros (cerca de 40 %) foram abandonados pelos exploradores assim que os recursos se esgotaram.

Grande parte da madeira que é explorada e extraída é madeira branca ou madeira pesada, por serem mais interessantes para o mercado econômico para a confecção de canoas, móveis, escadas, construção civil e naval, pontes, etc. Dessa forma, o desmatamento devido à extração madeireira é seletivo, não envolvendo todas as espécies. As Tabelas 1 e 2 mostram a densidade e o volume de madeira explorada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá (RDMS).

Espécie	Unidade	%	Vol (m^3)	%	Preço
Hura					
Creptans	891	42	8.082,75	59	23,00
Couropita					
Guianensis	161	8	717,16	5	23,00
Maquira					
Coriacea	92	4	419,05	3	33,00
Ficus					
Inspida	91	4	618,13	5	28,00
Outras 18					
espécies	275	13	1.098,88	8	
Subtotal	1510	71	10.935,97	80	

Tabela 1: Densidade e volume de madeira Pesada explorada na RDMS (2003).

Dados: IDSM/Manejo Comunitário Florestal(2003).

Em 1989, uma ordem de serviço definiu um extensivo protocolo de plano de manejo, incluindo especificação de técnicas de extração para diminuir os danos à floresta, estimativas do volume a ser explorado, tratamentos silviculturais e métodos de monitoramento do desenvolvimento da floresta após a exploração. O ciclo de corte mínimo foi fixado, na época, em 30 anos.

Manejo Florestal é um conjunto de técnicas empregadas para colher apenas parte das árvores grandes de tal maneira que algumas, a serem colhi-

Espécie	Unidade	%	Vol (m^3)	%	Preço
Calycophyllum					
Spruceanum	296	14	1.767,07	13	44,00
Ocotea					
Cymbarum	162	8	413,76	3	44,00
Outras 10					
Espécies	140	7	520,08	4	
Subtotal	598	29	2.700,91	20	
Total	2.108	100	13.636,88	100	

Tabela 2: Densidade e volume de madeira Pesada explorada na RDSM (2003).

das futuramente, sejam protegidas. O manejo sustentável nas áreas alagáveis só é viável nas várzeas. Com a adoção do manejo, a produção de madeira pode ser contínua ao longo dos anos. A principal razão para o manejo florestal é promover o capital natural, o capital humano e institucional a partir de uma análise econômica.

A seguir, temos alguns dados que mostram os critérios para manejo florestal de madeiras brancas e pesadas, ver Tabelas 3 e 4.

Espécie	Densidade da	Diâmetro de	Ciclo de
Madeira	Madeira	Derrubada	Corte
	(g/cm^3)	(cm)	(anos)
Ficus			
Inspida	0,35	55	3
Pseudobombax			
Munguba	0,23	47	6
Ilex			
Inundata	0,38	59	9
Luehea			
Cymulosa	0,39	61	10
Macrolobium			
Acaciifoilum	0,43	62	11
Sloanea			
Spp	0,57	58	13

Tabela 3: Critérios para Manejo Florestal (Madeira Branca).

O manejo florestal num ciclo de corte de 25 anos e um diâmetro mínimo de derrubada de 45 cm não considera as taxas diferentes de crescimento de madeira das espécies madeiras, [2] e [3].

No caso das madeiras pesadas com taxas baixas de crescimento, uma sobre-exploração pode ser esperada a médio prazo e os estoques de madeira branca com taxas altas de incremento não podem ser manejados eficazmente.

A seguir vejamos um quadro montado com dados obtidos da rede GEOMA, que mostra o desmatamento da região nos últimos anos e enfatiza a necessidade de tornar sustentável o extrativismo madeireiro da região:

Espécie	Densidade da	Diâmetro mínimo	Ciclo de
Madeira	Madeira	de Derrubada	Corte
	(g/cm^3)	(cm)	(anos)
Pouteria			
Elegans	0,65	54	22
Eschweilera			
Albiflora	0,83	53	30
Tabebuia			
Barbata	0,87	54	31
Piranhea			
Trifoliata	0,94	70	28

Tabela 4: Critérios para Manejo Florestal (Madeira Pesada).

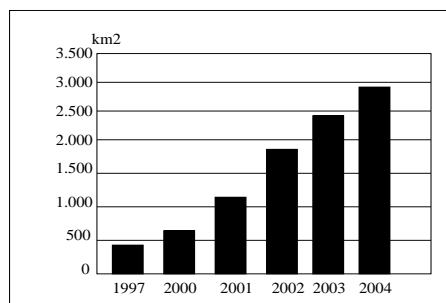


Figura 1: Evolução do Desmatamento.

6 A Migração

A migração teve papel relevante na conformação do atual perfil demográfico da Região, sobretudo nos anos 70. Apesar da indisponibilidade de dados mais recentes que permitam uma avaliação mais precisa do movimento migratório para a Amazônia, é opinião majoritária que a migração inter-regional se reduziu em relação às décadas anteriores, sendo hoje predominantemente de natureza intra-regional.

Embora com ritmo reduzido e de caráter sobretudo intra-regional, a migração continua a ser fator espontâneo e induzido de ocupação pioneira do território e de abertura de matas, delineando novos corredores de povoamento que unem o sul da Amazônia a Roraima e Amapá, onde se reproduz o ciclo do uso da terra, característico da Região nas últimas décadas.

O binômio mobilidade da população e urbanização é um dos mais dolorosos aspectos do processo de ocupação regional, uma vez que as cidades não tiveram condições de recursos e de tempo para absorver os migrantes. Resulta, assim, que a Amazônia é uma floresta urbanizada, representando, porém, os núcleos urbanos, disseminados na floresta, um de seus maiores problemas ambientais.

7 Um modelo Esquemático

Dessa forma, elaboramos um modelo esquemático representando a interação entre a sociedade, (afe-

tada diretamente pela extração madeireira, tanto pela migração das populações quanto pelas influências econômicas), a extração sustentável da madeira das áreas alagáveis (levando em consideração a Economia Neoclássica e os responsáveis pela extração que traz benefícios financeiros e consequentemente, desenvolvimento para a região) e o meio ambiente.

Essa representação exhibe a forma Neoclássica de encarar o sistema que representa o meio ambiente, e o que representa o homem e suas atividades tanto produtiva quanto sociais. Como vimos, a Economia Neoclássica encara o Meio Ambiente como depósito de rejeitos do processo de produtivo e de exploração e também como fornecedor de matéria prima para este mesmo processo. Porém a Economia Neoclássica analisa esses dois sistemas, o (Meio Ambiente e Homem) de forma independente. Nossa idéia é enfocar o problema proposto de forma mais geral e futuramente usar a Teoria Geral de sistemas como ferramenta integradora na investigação da sustentabilidade destes sistemas.

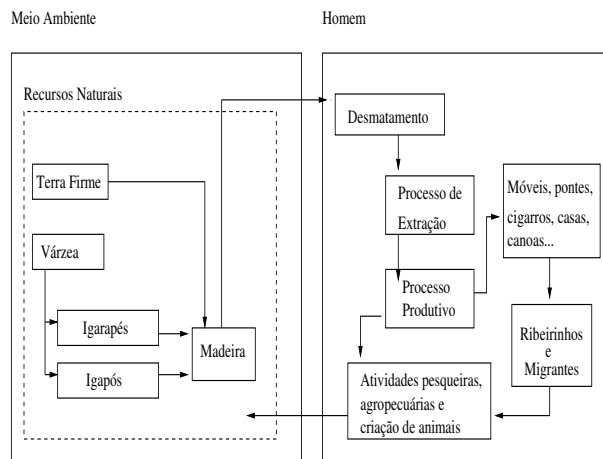


Figura 2: Modelo Esquemático.

8 Considerações Finais

Este trabalho analisa o uso dos recursos naturais nas áreas alagáveis da Amazônia Central dentro da Economia Neoclássica, e em específico, trata a exploração de madeiras dessa região sugerindo o manejo florestal de forma integrada, considerando a influência do homem, do sistema de extração e econômico.

Para trabalhos futuros, formalizaremos o modelo esquemático matematicamente. Para isso, faremos uso da Teoria Geral de Sistemas para tratar essa integração.

Referências

- [1] J. M. da Silva, Sustentabilidade em uma estrutura de Sistemas Integrados, LNCC, (2005) 1-72.
- [2] A. Conserva and M. T. F. Piedade, Influence of flood-pulse and land-use on the composition of herbaceous species on a floodplain in Central Amazonia (P.L. Butzer e F. Fehér, eds.), Stuttgart, März, 1998.
- [3] M. T. F. Piedade et al, Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia), Manaus, Agosto, 2001.
- [4] Terrance J. Quinn and Jeremy S. Collie, Sustainability in single-species population models, The Royal Society, 2005.
- [5] Gro Harlem Brundtland, Our Common Future (The Brundtland Report), Oxford University Press, 1987.
- [6] G. Schultink, Evaluation of Sustainable Development Alternatives: Relevant Concept, Resource Assessment, Approaches and Comparative Spatial Indicators, International Journal of Environmental Studies, 1992.
- [7] David W. Pearce and Anil Markandya and Edward Barbier, Sustainable Development: Economy and Environment in the Third World, Earthscan Publications, London, 1990.
- [8] Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas (INPA).
- [9] Instituto de Pesquisa Ambiental (IPAM).