

## BIOECONOMIA: UMA ALTERNATIVA EM PROL DA SUSTENTABILIDADE DA REGIÃO AMAZÔNICA

Elisabeth dos Santos Bentes(\*)  
Lorena dos Santos Bentes(\*\*)  
Mário Miguel Amin(\*\*\*)

### RESUMO

Estuda a importância da bioeconomia para a Região Amazônica tomando como instrumento principal a pesquisa bibliográfica, para dar resposta ao questionamento: é a bioeconomia uma alternativa para a sustentabilidade da Região Amazônica? A literatura sobre o assunto, ainda, é muito limitada, entretanto, alguns autores como Georgescu-Roegen (1971), Toffler (1980), Davis; Davidson (1991), Oliver (1999), Robbins-Roth (2000) e Rifkin (1999) concentram esforços em discutir esse novo paradigma. Trata o tema dentro do contexto amazônico, na esperança de que a nova onda de conhecimento que dominará o século XXI proporcione benefícios para a Região tão explorada e tão degradada ao longo dos anos. Espera-se que este estudo desperte o interesse pelo debate sobre o novo paradigma, como forma de encontrar saídas para a sustentabilidade da Região, considerada, por Lester Brown, uma grande “biblioteca biológica”.

Palavras-chave: Biotecnologia. Bioeconomia. Meio ambiente-Região Amazônica.

## BIOECONOMICS: AN ALTERNATIVE FOR THE SUSTAINABILITY OF THE AMAZON REGION

### ABSTRACT

Looks into the importance of the bioeconomics for the Amazon Region, taking as main instrument the bibliographical research, to answer the following question: Is the bioeconomics an alternative for the sustainability of the Amazon region? Literature on the subject still very is limited, though, some important researchers, like Georgescu-Roegen (1971), Toffler (1980), Davis; Davidson (1991), Oliver (1999), Robbins-Roth (2000) and Rifkin (1999) are concentrating efforts in discussing the new paradigm. The theme is discuss within the Amazonian context, hoping that the new paradigm, that will dominate the XXI century, would provide some benefits for the region, so much explored and degraded throughout the years. It is expected that this study will encourage some interest for the debate about the question, as a form to find out some alternatives for the region's sustainability, considered by Lester Brown, as the great “biological library”.

Keywords: Biotechnology. Bioeconomic. Environment-Amazon Region.

(\*) M.Sc. em Economia. Professora Adjunta da Universidade da Amazônia (Unama). E-mail: bbentes@superig.com.br

(\*\*) Estudante do 4º ano do Curso de Ciências Econômicas. E-mail: lbentes@superig.com.br

(\*\*\*) PhD. em Economia Agrícola pela Universidade da Flórida. Professor e Coordenador do Curso de Mestrado em Economia da Unama. E-mail: maramin@amazon.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

É preocupante a situação da Amazônia, vivendo sob a pressão do crescente desmatamento e da acelerada destruição do meio ambiente, através das queimadas e das atividades madeireira, agropecuária e de mineração. Por isso, é preciso que se desenvolvam ações no sentido de reverter essa situação, a fim de não se cumprirem as previsões catastróficas encontradas em recentes pesquisas para os próximos cem anos.

Questionam-se as ações tomadas, no presente, para que sejam garantidos os direitos das gerações futuras. Então, neste século, com o surgimento da bioeconomia, vislumbram-se possibilidades de mudança para melhor, razão pela qual a presente pesquisa volta-se à importância desse avanço da ciência para a Amazônia, partindo da seguinte indagação: É a bioeconomia uma alternativa para a sustentabilidade da Região Amazônica?

Para responder a essa questão, é preciso conhecer o significado do termo bioeconomia, que promete revolucionar o século XXI. Bioeconomia é a biotecnologia aplicada à Economia, ou seja, a utilização da biotecnologia para diminuir os custos de produção, substituindo produtos sintéticos por organismos mais seletivos e por produtos biodegradáveis e renováveis, para a criação de produtos, na agricultura e na indústria. Consiste na exploração econômica de recursos vivos, relacionando dois sistemas

dinâmicos: a população e a Economia e tendo por base duas disciplinas universais: a Biologia e a Economia. Surgiu com a primeira aplicação da biotecnologia em escala comercial, no início dos anos de 1980, quando a insulina humana começou a ser produzida por bactérias geneticamente modificadas (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2005).

Georgescu-Roegen, considerado o fundador da bioeconomia, faz parte de uma corrente de pensamento sobre desenvolvimento sustentável, que confronta os novos conceitos e modelos desenvolvidos pela termodinâmica, ecologia e teoria dos sistemas, difundindo métodos de valoração de ativos ambientais. Seu modelo de desenvolvimento econômico pode ser aplicado em países como o Brasil, pois considera o manejo dos recursos naturais como fator importante para o processo econômico. Para ele, a economia da civilização industrial é um processo entrópico, implicando, inevitavelmente, na degradação ambiental, no esgotamento dos recursos e no aumento dos resíduos e da poluição (GHIRARDI, 1995).

Espera-se que este estudo desperte o interesse pelo debate sobre a questão, na busca por políticas voltadas para a sustentabilidade da Amazônia, considerada, por Lester Brown, como uma grande “biblioteca biológica”, cujo acervo vem sendo queimado ao longo dos anos (AMARAL, 2002).

## 2 METODOLOGIA

Bioeconomia é um tema novo e por isso a literatura, ainda, muito restrita, especialmente, em âmbito nacional, limitou os resultados da pesquisa. Tomando-se como instrumento principal a pesquisa bibliográfica baseada nas obras de autores como Georgescu-Roegen (1971), Toffler (1980), Davis; Davidson (1991), Oliver (1999), Robbins-Roth (2000) e Rifkin

(1999). Também, foram feitas consultas às publicações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2004) e do CIB (2005), entre outras. Tratou-se o tema dentro do contexto amazônico, na esperança de que a nova onda de conhecimento, que dominará o século XXI, traga benefícios para a Região, tão severamente explorada e degradada ao longo dos anos.

## 3 BIOTECNOLOGIA

Alvin Toffler, considerado o “pai” da Terceira Onda, demonstra que a evolução da humanidade ocorre em sucessão de ondas de civilização. Em sua obra, a história da tecnologia é dividida em três ondas: Revolução Agrária, Revolução Industrial e Revolução do Conhecimento (RODRIGUES, 2000). Davis; Davidson (1991), também, mostram que a humanidade se desenvolve em ciclos. Economia Agrícola, Economia Industrial, Economia da Informação e Bioeconomia. As abordagens de Toffler e de Davis; Davidson se complementam.

Oliver (1999) e Robbins-Roth (2000) investigaram sobre a 4ª onda, representada pela bioeconomia, que se manifestou com a decodificação do genoma humano e anunciaram o fim da 3ª onda (apud RODRIGUES, 2000). Oliver (1999) mostra que a rápida passagem do Capitalismo Industrial para a Sociedade da Informação e agora para uma 4ª onda, ligada à bioeconomia, reflete “uma aceleração do tempo histórico e um encurtamento das janelas de oportunidade”, pois essas ondas vêm ocorrendo em períodos de tempo cada vez mais curtos (Quadro 1).

Onda	Sociedade	Fatos marcantes	Tempo de duração (anos)
1ª.	Agrária	Desenvolvimento da agricultura.	6.000 a 7.000
2ª.	Industrial	Da descoberta da eletricidade ao transistor.	239 (1708 a 1947)
3ª.	Da Informação	Do transistor à utilização da <i>Web</i> , como plataforma de negócios.	53 anos (1947 a 2000)
4ª.	Bioeconomia	Decodificação do genoma humano.	25 a 30*

Quadro 1: O tempo histórico das quatro ondas.

Fonte: OLIVER (1999).

Nota: (\*) Estimativa.

Os diversos autores pesquisados são unânimes ao enfatizarem a existência de um novo período econômico e tecnológico, considerando que é uma revolução, ainda, mais

profunda no seu impacto social, econômico e ético do que a do mundo virtual. Essa revolução, que transformará o século XXI no século da bioeconomia, tem suas bases na biotecnologia.

A biotecnologia existe desde as antigas civilizações gregas e egípcias, quando se descobriu a fermentação de pães, bebidas e queijos, realizada por microorganismos. Nos últimos tempos, o termo vem sendo usado como sinônimo de Engenharia

Genética. Um exemplo são as plantas transgênicas, que estão penetrando no mundo, como uma forma de suprir as necessidades básicas da humanidade. Alguns produtos já são obtidos através da biotecnologia (Quadro 2).

Área	Produtos
Agricultura	Aduto composto, pesticidas, mudas de plantas, plantas transgênicas.
Alimentação	Pães, queijos, picles, cerveja, vinho, proteína unicelular.
Química	Butanol, acetona, glicerol, ácidos, enzimas, metais.
Eletrônica	Biosensores.
Energia	Etanol, biogás.
Meio Ambiente	Tratamento do lixo, purificação da água.
Pecuária	Embriões.
Saúde	Antibióticos, hormônios, vacinas, testes para diagnóstico.

Quadro 2: Produtos gerados por biotecnologia.

Fonte: CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB) (2005).

Para a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 1995), biotecnologia é toda a técnica que emprega organismos vivos para criar ou modificar um produto, melhorar plantas ou animais, ou desenvolver microorganismos com fins específicos. São várias as definições encontradas na literatura mundial, nas quais a biotecnologia aparece, ora como ciência, ora como técnica e ora como método. O ponto comum e fundamental em todas as definições é sua utilização em prol da humanidade.

O avanço da moderna biotecnologia proporciona uma transformação quantitativa e qualitativa no desenvolvimento científico e tecnológico, por exigir a mobilização de conjuntos cada vez maiores de competências e pelo universo de investigação de causas e efeitos na construção da vida. A velocidade de sua evolução leva ao receio sobre sua aplicabilidade. Exemplos de culturas geneticamente modificadas podem ser vistos no Quadro 3.

Cultura	Vantagens	Desvantagens
Arroz dourado	Proporciona a ingestão de vitamina A.	Pode criar dependência dos países pobres às empresas privadas do ocidente.
Colza	Maior produtividade, menor uso de pesticidas e uso de pesticida mais compatível com o meio ambiente.	As pestes e as plantas daninhas poderão adquirir resistências aos pesticidas.
Milho Doce BT ( <i>Bacillus thuringiensis</i> )	Não é necessário o uso de inseticida.	Riscos de os insetos indesejáveis ficarem resistentes e de se matarem outros insetos não nocivos.
Tomate longa vida.	Maior tempo ao sol e melhor sabor. Suporta maior tempo de transporte. A produção pode ser colhida toda ao mesmo tempo.	Dificuldades para combater doenças infecciosas, se os genes, resistentes a antibióticos, passarem para animais e plantas.

Quadro 3: Principais culturas geneticamente modificadas.

Fonte: CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB) (2005).

Quatro países produzem 99% das culturas transgênicas do mundo: Estados Unidos (68%), Argentina (22%), Canadá (6%) e China (3%). Os alimentos transgênicos mais comuns são: a soja (46%), a colza (11%) e o milho (7%) (BIONET, 2002).

A biotecnologia moderna tem provocado inúmeros debates e controvérsias, principalmente, no que se refere à biodiversidade, às patentes e à ética. Apresenta vantagens inegáveis, mas, também, desperta apreensões, pelo rompimento da barreira genética entre espécies. De acordo com o CIB (2005), ela apresenta um imenso potencial de ação para o bem-estar da humanidade, pois oferece uma gama de aplicações para a produção vegetal e animal, que contribuirão para o uso mais sustentável dos recursos, especialmente: elevando a produtividade agrícola, cuja principal consequência é a menor pressão sobre a terra; complementando as fontes industriais de nitrogênio com as biológicas para o crescimento das plantas; provocando a melhoria dos rebanhos e reduzindo os insumos químicos necessários por unidade de produto.

Entre os estudiosos da biotecnologia, destaca-se Rifkin (1999), que analisa os impactos das mudanças científicas e tecnológicas na economia e no meio ambiente. Considerado como o “arauto da bioeconomia” faz inúmeras

previsões, tais como: o patenteamento dos 100.000 mil genes que compõem a raça humana; a produção industrial de alimentos e fibras, em cultura bacteriológica; a incorporação de bactérias transgênicas ao ecossistema, para realizar “tarefas” como produção de combustíveis. O autor identificou o surgimento da bioeconomia, formada pela fusão das tecnologias computacionais e genéticas.

Neste século, destaca-se o surgimento da bioindústria, com a agregação das indústrias alimentar, farmacêutica, da saúde, da energia e da informação. Além disso, a produção de energia renovável, de matérias-primas e moléculas bioativas ampliará o leque de utilidades de sistemas biológicos e proporcionará o rápido desenvolvimento de plantas, animais e microorganismos melhorados com grande diversidade de atributos, além de processos industriais mais eficientes e ambientalmente corretos. Um excelente exemplo do avanço biotecnológico pode ser visto no trabalho dos pesquisadores da Embrapa (2004), que isolaram genes de aranhas da biodiversidade brasileira; esse feito científico pode beneficiar vários setores da indústria e da área médica, pela obtenção de fios mais resistentes e flexíveis a serem usados, especialmente, em cirurgias. Assim, a biotecnologia é vista, por muitos cientistas, como uma saída para os problemas da humanidade.

## 4 BIOECONOMIA

Para Rifkin (1999), a bioeconomia é um turbilhão maior que o de toda a era da informação, pois, “Passamos de uma economia baseada em combustíveis fósseis e metais raros

para uma economia de recursos genéticos e biológicos”. A importância da bioeconomia para a humanidade é percebida nos diversos campos de sua aplicação.

### 4.1 BIOECONOMIA NA AGRICULTURA

O desenvolvimento de novas tecnologias é muito importante para a agricultura, cujo grande desafio é servir de base para a bioeconomia. Através delas, buscam-se alternativas para o aumento da produtividade e para a diminuição do custo de produção, objetivos que já vêm sendo alcançados graças às técnicas empregadas por órgãos como a Embrapa. Exemplos têm-se diariamente, como é o caso da abóbora brasileira com 25% a mais de beta-caroteno, das cenouras enriquecidas com maior teor de vitamina A (supercenourinhas) e da batata-doce-laranja, com mais vitamina A.

Também, nos últimos anos, vem ocorrendo um encurtamento do ciclo de

cultivares, graças à combinação de três áreas complementares: biologia molecular, genética e tecnologia de informação. Alguns resultados do uso de tecnologias modernas são mostrados a seguir:

a) Melhoramento genético - é um dos principais motivos do aumento da produção agrícola, pela redução das perdas na colheita, decorrentes de pragas e doenças e pela elevação da produtividade das lavouras. É a alternativa, ecologicamente, mais equilibrada e de menor custo, pois, o uso de uma variedade melhorada, leva ao aumento da produção, aliviando a pressão pela incorporação de novas áreas ao sistema produtivo (Tabela 1).

Tabela 1. Cultivares resistentes às principais pragas da agricultura.

Produto	Tipo de resistência	Redução agrotóxicos (mil ls)	Área poupada (mil ha)	Redução CT (%) da lavoura	Economia (mil R\$)
Soia	À mancha olho-de-rã e ao cancro da haste	2.340	4.680	4,5	234.000
Batatas	À doenças fúngicas das folhas.	45	10	20	2.160
Feijão	À antracnose	492	46	12	14.760
Arroz	Ao gorgulho-aquático	400	50	7,5	3.600
Trigo	À giberela	605,3	-	-	2.328

Fonte: Embrapa (2004).

Notas: CT = custo total; (-) ausência de dados.

b) Controle biológico – é outra importante técnica, desenvolvida pela Embrapa, pois contribui para diminuir o uso de defensivos agrícolas, produzindo uma agricultura mais sadia e um ambiente mais limpo (Tabela 2).

Tabela 2. Controle biológico das principais pragas da lavoura.

Tipo de controle	Redução de agrotóxicos (mil l ou %)	Área agríc. Poupada (mil ha)	Economia (mil R\$)
Da lagarta-da-soja, através de <i>Baculovirus antioaria</i>	1.400	1.400	16.000
De percevejo da soja, pela liberação de parasitóides.	15	20	300
Da lagarta-do-cartucho do milho	32	36	840
BIOMIX - no manejo integrado de hortifrutícolas	10 l/ha	-	200 (R\$/ha)
Da broca do rizoma da bananeira irrigada.	50% das pulverizações	15	400 (R\$/ha)
De pulgões do trigo	600	-	40.580
De moscas-das-frutas	70% (uso de defensivos).	-	15.000

Fonte: Embrapa (2004).

Nota: (-) ausência de dados.

c) Manejo Integrado - produz frutos de boa qualidade, contribuindo para uma melhor qualidade de vida. O uso dessa tecnologia proporciona uma economia de, no mínimo, 50% do uso de agrotóxicos, provocando uma redução no custo total de produção (EMBRAPA, 2004). Nesse sistema, levam-se em consideração o custo de produção e o impacto ambiental (Tabela 3).

Tabela 3. Manejo integrado.

Tipo de manejo	Redução agrotóx. (mil litros)	Área poupada (mil ha)	Economia (mil de R\$)
Da ferrugem e doenças das raízes do trigo	1.150	576	79, 2 mil
De defensivos	2.600	3.500	85 mil
De pragas de grãos de trigo armazenados	50	-	Evitou a perda de grãos = R\$ 30 mil
Sal no controle do percevejo da soja.	750	1mil	15 mil
Tratamento de semente p/ controle do gorgulho-aquático.	9,4	100	4,32 mil

Fonte: Embrapa (2004).

Nota: (-) ausência de dados.

Entre outras técnicas desenvolvidas com o uso da biotecnologia moderna estão a manipulação genética e a clonagem.

A manipulação genética, conhecida popularmente por transgênicos, é uma técnica, cuja utilização provoca grandes divergências entre os cientistas. Um dos produtos gerados por essa técnica é o arroz dourado, que vem com beta-caroteno, um micronutriente componente da vitamina A e, por isso, pode evitar a cegueira em milhares de pessoas de baixa renda e colaborar para a erradicação da fome no planeta. Esse arroz nasceu da combinação de dois genes do narciso silvestre e um de uma bactéria. Para os produtores o grande resultado do uso dessa técnica é sob o ponto de vista econômico,

uma vez que a redução dos custos de produção proporciona maior lucratividade. Entretanto, o grande salto de qualidade proporcionado por essas variedades está na substancial redução do uso de defensivos agrícolas.

A clonagem, que consiste em se retirar parte de uma planta e criar outra, já é utilizada na agricultura há séculos, pois, não há problemas em se empregar esta técnica, porque o risco é nulo.

Todas essas técnicas têm apresentado excelentes resultados. Entretanto, para que a agricultura garanta seu espaço na moderna bioeconomia é preciso que sejam feitos substanciais investimentos em inovações.

## 4.2 BIOECONOMIA NA PECUARIA

A Bioeconomia já é utilizada na pecuária. Entretanto, são necessárias novas tecnologias para aumentar, ainda, mais a sua produtividade e lucratividade. As técnicas mais utilizadas, segundo a Embrapa (2004), são:

a) inseminação artificial - é o método de melhoramento genético mais utilizado no mundo. Consiste em aplicar o sêmem de animais geneticamente superiores nas fêmeas do rebanho para melhorar o desenvolvimento, proporcionando maior precocidade sexual e de abate, aumentando o lucro do produtor.

b) transferência de embriões - aplica-se uma superdosagem de hormônios na fêmea que se deseja obter os embriões, para que haja uma superovulação. Depois, os embriões perfeitos são transferidos para outras fêmeas, selecionadas no rebanho. Com isso, o pecuarista pode ter um melhoramento genético muito mais rápido do seu rebanho e um aumento de lucros, pela comercialização de mais animais com características genéticas superiores.

c) fecundação in vitro - consiste na retirada de uma minúscula parte do tecido do ovário; no laboratório, os óvulos são tratados com hormônios e fecundados em tubos de ensaio, com sêmem de animais superiores. Após, o embrião é transferido para uma fêmea do rebanho. Com isso, aumenta a comercialização de animais superiores e a lucratividade do produtor.

d) clonagem - é a retirada do núcleo de uma célula, colocando-o no lugar do núcleo do óvulo, criando um ser idêntico ao doador da célula. Não é muito utilizada, porque ocorrem muitos casos de aborto do feto e muitos animais nascem com deformidades.

e) animais geneticamente modificados - consiste em acrescentar a certo animal um gene de outro ser vivo que aumenta a sua resistência a doenças e pragas, e pode aumentar a quantidade de certa vitamina, diminuir a quantidade de colesterol, ou ajudar a combater certas doenças humanas com o aumento de substâncias essenciais no combate destas moléstias no animal.

### 4.3 BIOECONOMIA NA INDÚSTRIA

Na indústria já são utilizadas plantas na produção de ácido cítrico, lisinas e até para fabricar plásticos biodegradáveis. A biotecnologia industrial cobre duas áreas: a de substituição de matérias-primas e a de manipulação genética de microorganismos. Na primeira, trabalha-se com a substituição de combustíveis fósseis não renováveis por matérias orgânicas renováveis, com grande potencial para a produção industrial mais limpa. Por exemplo, o plástico biodegradável à base de amido de milho e de gelatina, desenvolvido por pesquisador da Unicamp (SANTOS, 2003), pode ser um excelente substitutivo dos plásticos sintéticos ou dos papéis e papelões na fabricação de descartáveis. De acordo com os resultados da pesquisa, o material plástico alternativo, por ser oriundo de uma fonte natural renovável, tem um potencial de degradação total no meio ambiente ao contrário dos materiais sintéticos encontrados no mercado. Outro exemplo é o plástico PHB (poli-3-hidroxibutirato) feito com cana-de-açúcar, capaz de reduzir o tempo de decomposição das embalagens plásticas, que varia entre 40 e 100 anos, para apenas um ano.

Exemplo da aplicação de microorganismos geneticamente modificados ocorre na indústria de papel e celulose, que utiliza um fungo para fabricar celulose, reduzindo o consumo de eletricidade em trinta por cento. Também, há a biolixiviação que diminui em cinquenta por cento o uso de insumos químicos. Foram desenvolvidos trabalhos sobre o uso de resíduos da indústria de papel e celulose como fertilizante, aproveitando o material gerado nas fábricas. A dimensão do impacto ambiental positivo é sentida pelo descarte desses resíduos, eliminando os aterros industriais; redução na aplicação de fertilizantes químicos, em 100 kg/ha e aumento de 20% na produtividade dos plantios florestais (EMBRAPA, 2004).

Outros setores que usam os microorganismos geneticamente modificados são os de couros e os têxteis, onde são utilizados enzimas e fungos que possibilitam melhorar as qualidades físicas das fibras, aumentar a produção, diminuir os gastos e aumentar os lucros das empresas. Um exemplo é o chamado “couro vegetal” (um tecido de algodão revestido de látex silvestre), que é produzido na reserva do Alto Juruá-Acre, primeira Reserva Extrativista (RESEX) do país.

### 4.4 BIOECONOMIA E MEIO AMBIENTE

Diante do acelerado crescimento populacional, o desafio enfrentado pelo mundo é o de atender às necessidades de aumentar a produção de alimentos e conservar os fundamentos ecológicos indispensáveis para suportar esse aumento, a fim de garantir o sustento das gerações futuras. As atividades agrícolas responsáveis, principalmente, para obtenção do alimento, sempre exerceram as maiores pressões ambientais, pelo uso inadequado de recursos naturais, promovendo a destruição de habitats e de espécies, potencialmente, úteis. Por isso, um

desafio para a inovação tecnológica na agropecuária é a harmonização da atividade produtiva desse setor com os princípios da sustentabilidade, uma vez que a agressão ao meio ambiente provoca mudanças climáticas, cujas conseqüências são os desastres naturais.

Uma das formas mais limpas, simples e baratas de proteção do meio ambiente é o desenvolvimento de cultivares que suportam solos mais ácidos, menos férteis, e resistentes às pragas ou doenças (EMBRAPA, 2004).

É importante destacar algumas das técnicas que contribuem para o equilíbrio ambiental:

a) uso de bactéria em substituição ao uso de nitrogênio - a inoculação de sementes de soja com bactérias do Gênero *Bradyrhizobium*, reduz, significativamente, o uso de adubos químicos nitrogenados na agricultura, reduzindo os impactos ambientais. Estudos demonstram que a eficiência da utilização do fertilizante nitrogenado é de, apenas, 50%. No caso da cultura da soja, deixam de ser aplicados, por safra, nos 13 milhões de hectares cultivados com soja, cerca de 5,2 milhões de toneladas de nitrogênio (EMBRAPA, 2004).

b) integração lavoura/pecuária – essa técnica reduz a abertura de novas áreas para formação de pastagem, contribui para a melhoria na reciclagem de nutrientes no solo, proporciona a produção de grãos no período normal de cultivo, sem perda relevante em produtividade e possibilita a produção de forrageiras para pastoreio ou silagem no período seco ou de entressafra. Também, permite a redução de 30% na quantidade de herbicidas, no cultivo subsequente, proporcionando aumento, na receita líquida, superior a 20%, em relação à exploração da terra apenas com culturas anuais, durante a estação chuvosa (EMBRAPA, 2004).

#### 4.5 O BRASIL NA ERA DA BIOECONOMIA

A riqueza da biodiversidade faz com que o Brasil tenha uma vantagem competitiva inigualável no mundo da bioeconomia. Paschoal (2005) faz uma comparação com outros países para mostrar a vantagem brasileira: a Suíça tem

apenas uma planta “endêmica” (que só existe lá), a Alemanha, 19 e o México, 3.000. O Brasil possui 20.000, somente na Amazônia. O tamanho da biodiversidade brasileira pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4. Tamanho da biodiversidade brasileira.

<b>Taxonomia</b>	<b>Conhecido</b>	<b>Estimado</b>
Vírus	350	55.000
Bactérias	400	136.000
Fungos	13.000	205.000
Algas	10.000	55.000
Plantas	47.500	52.000
Protozoários	3.500	27.000
Animais	132.000	1.337.000
Total	207.000	1.867.000

Fonte: LEWINSOHN; PRADO (2002).

O desenvolvimento tecnológico, promovido pela pesquisa agropecuária e, sobretudo, pela Embrapa, nos últimos anos, fez com que o Brasil estabilizasse a incorporação de novas áreas ao processo agrícola, sem reduzir a produção de grãos. Enquanto a produção de grãos (arroz, feijão, milho, soja e trigo) cresceu a uma taxa de 5% a.a., no período

de 1990 a 2004, passando de 54 milhões para 113 milhões de toneladas, a taxa de crescimento da área foi de apenas 1% a.a. (Gráfico 1). O aumento progressivo da produtividade tornou o País líder em competitividade no agronegócio e a adoção de novas tecnologias contribuiu para equacionar os problemas ambientais.

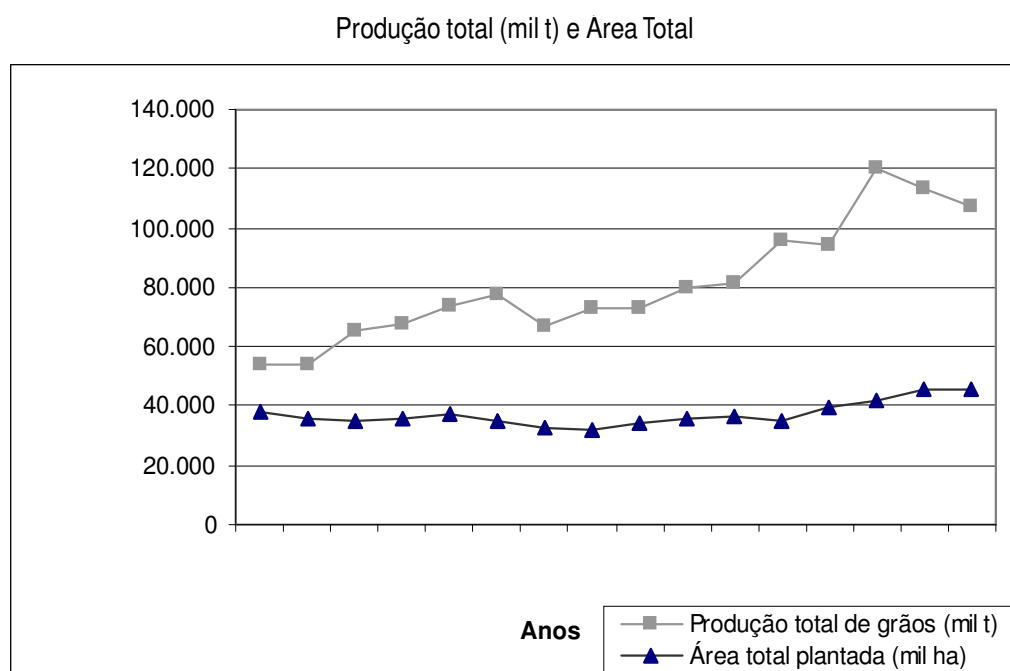


Gráfico 1. Evolução da produção de grãos (mil ton.) e da área plantada (mil ha.), no Brasil, no período de 1990 a 2005.

Fonte: elaborada com base nos dados da Produção Agrícola Municipal - IBGE (2006).

Resultados positivos do uso das tecnologias modernas são vistos no dia-a-dia, através dos veículos de comunicação. Por exemplo, os dejetos suínos, que têm alto poder de poluição, são utilizados como fertilizante orgânico em lavoura de milho, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo e diminuindo a poluição ambiental. Na Região Centro-Oeste, a integração entre as granjas produtoras de suínos e os agricultores, já ultrapassa a área de 25 mil hectares, evitando que mais de dois bilhões de litros de dejetos sejam lançados em cursos d'água. Com isso, a

produção aumentou em mais de 45 mil toneladas, proporcionando uma receita adicional de R\$ 6,75 milhões, e reduzindo as despesas com adubo em mais de R\$ 6,25 milhões (EMBRAPA, 2004). Além das vantagens econômicas, a utilização dessas tecnologias concorre para a diminuição da poluição, pois esses microorganismos e enzimas são muito seletivos, diminuindo assim a liberação de subprodutos tóxicos.

O Brasil tem a maior biodiversidade do planeta. No entanto, supõe-se que apenas 1% desta biodiversidade é conhecida. Para Lester

Brown, “o que o Brasil tem é uma grande biblioteca biológica, com uma variedade de DNA que não existe em nenhum lugar no mundo, e está literalmente queimando isso, sem perceber quanto ela é valiosa” (apud AMARAL, 2002). Entretanto, é muito dependente de germoplasma de outros países para assegurar a alimentação da população com sustentabilidade ambiental. É preciso que o país desenvolva pesquisas em biotecnologia, a fim de utilizar o vasto potencial da sua biodiversidade e de seus bancos de germoplasma (o maior da agricultura tropical mundial), para não ficar dependente de

tecnologias externas. Para isso, são necessários investimentos, pois, no Brasil, segundo o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA, 2006), as empresas investem apenas 0,6% de seu faturamento, enquanto na Alemanha a taxa é de 2,7%.

A Embrapa mantém um “Banco Central” de germoplasma, em Brasília, de maneira ex-situ, composto por mais de 180 mil amostras de plantas, animais e microorganismos e outros bancos de germoplasmas em várias regiões brasileiras (EMBRAPA, 2004).

#### 4.6 BIOECONOMIA COMO UMA ALTERNATIVA PARA A REGIÃO AMAZONICA

Mikhail S. Gorbachev, Presidente da Green Cross Internacional, ao encerrar o Prefácio de O Estado do Mundo 2005, escreve:

Somos hóspedes, e não senhores, da natureza e temos que desenvolver um novo paradigma para o desenvolvimento e resolução de conflitos, com base nos custos e benefícios para todos os povos comprometidos com os limites da própria natureza e não com os limites da tecnologia e do consumismo.

Seguindo esse pensamento e olhando a Amazônia como a grande “biblioteca biológica”,

acredita-se que a Região apresenta as condições necessárias para a aplicação do modelo bioeconômico, a fim de solucionar seus problemas. Porém, torna-se imperativo a tomada de ações no combate aos desmatamentos e às queimadas, a fim de evitar a redução da biodiversidade e, conseqüentemente, dos insumos básicos para o processo produtivo bioeconômico.

Entretanto, como a questão levantada, além de atual, é complexa, para respondê-la, faz-se necessária a análise de diversos fatores, fortemente correlacionados, com o cuidado que o assunto requer. Destacam-se os seguintes aspectos:

##### 4.6.1 Biodiversidade

Define-se biodiversidade como o conjunto de todos os seres vivos em um ecossistema, em uma região ou em toda a Terra (BORÉM, 2005), servindo de alicerce para a biotecnologia, que dela retira sua matéria-prima. É a espinha dorsal

dos sistemas de produção envolvendo animais, culturas, forragens, florestas e aqüicultura e serve de suporte para produção de alimentos, através da polinização, da formação e fertilidade do solo, controle de pragas e doenças.

Segundo Pandolfo (1994), a Amazônia é:

[...] considerada a maior expressão de vida do planeta; sua extraordinária biodiversidade, manifestada através de inúmeras formas, vegetais e animais, constitui matéria-prima valiosa para o prosseguimento dessas pesquisas que estão na base do novo paradigma científico tecnológico dos dias atuais.

Além disso, é uma região estratégica, pois tem um papel fundamental na

manutenção da biodiversidade, no equilíbrio climático e na oferta de água potável. Estimativas apontam para a existência de, aproximadamente, 300 espécies de mamíferos, 950 tipos de pássaros, 100 variedades de anfíbios, 2.500 espécies de peixes e milhões de invertebrados habitando a maior floresta úmida do planeta. Essa megadiversidade biológica representa uma base sólida para a bioeconomia, fazendo da Região o centro das esperanças de um futuro melhor para a humanidade.

#### 4.6.2 Produtividade

Homma (2005) reconhece que há a necessidade de se elevar a produtividade das atividades agrícolas na Amazônia e isto é possível através da biotecnologia, que já é utilizada, embora de forma inibida, porém, com excelentes resultados, em termos ambientais e econômicos.

Uma das razões do desmatamento na Amazônia é a expansão da área para atender às exigências da expansão da produção que, com o uso da biotecnologia, passa a ocorrer em função do aumento da produtividade. Isso já vem ocorrendo no Brasil, nas últimas décadas, contribuindo para reduzir a pressão sobre os recursos naturais, graças à utilização eficiente dos recursos genéticos, que se constituem em insumos básicos para o melhoramento de cultivares.

A pecuária na Amazônia é, de modo geral, extensiva. A maior lucratividade da atividade exige maior eficiência produtiva e uma das formas para aumentá-la é através da adoção do Período de Monta (PM), estudado por Abreu, Cézár e Torres (2005), da seguinte forma:

O desempenho geral de todas as categorias do rebanho de cria torna-se mais eficiente se a maioria das matrizes estiver na mesma situação reprodutiva. Quando este estágio é atingido, consegue-se controlar: desempenho da mão-de-obra; reposição eficiente das matrizes e dos touros reprodutores; reprodução, parição e descarte das matrizes; desempenho dos touros reprodutores; profilaxia sanitária; e melhor preço de venda dos animais, devido à uniformidade dos lotes.

#### 4.6.3 Segurança alimentar

O modelo de simulação bioeconômico, utilizado por Abreu, César e Torres (2005), mostrou que a adoção da tecnologia denominada de PM é altamente vantajosa para o caso da pecuária extensiva de gado de corte, tendo em vista que seus efeitos acumulados, isto é, redução da taxa de mortalidade e da relação touro/vaca e aumento da taxa de natalidade das vacas, aumentaram a margem de lucro em mais de 30%. Tais benefícios têm reflexos positivos sobre a segurança alimentar regional.

Também, o manejo sustentável da pesca, na Amazônia, é vital para a sua população, haja vista que, conforme pesquisa desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2005), no período de 2000 a 2002, em 18 comunidades próximas à cidade de Santarém (PA), mais de 80% das 259 famílias entrevistadas

dependiam da pesca para subsistência. É mostrado, também, que o potencial pesqueiro da Região chega a 1 milhão de toneladas ao ano, porém, o desembarque em oito cidades ao longo do rio Amazonas não alcança 10% desse potencial. Além disso, foram analisadas 70 mil entrevistas de desembarque pesqueiro do Ibama/lara/Pró-Várzea para investigar renda e emprego no setor, entre outras variáveis do modelo bioeconômico para a pesca na Amazônia. O levantamento revelou, especialmente, que a atividade pesqueira chega a movimentar R\$ 700 milhões por ano e emprega 133 mil trabalhadores, entre os quais 91% são pescadores. Do volume pescado no baixo Amazonas, 75% é feito por 10 mil famílias da região e 25% pela frota pesqueira. São resultados benéficos para a população, em termos de geração de emprego e renda, e de segurança alimentar.

#### 4.6.4 Meio ambiente

O cenário de degradação ambiental da Amazônia aponta para a necessidade urgente de tecnologias que elevem a capacidade produtiva do solo e a renda dos produtores, fixando-os à terra, incorporem as áreas já alteradas ao processo produtivo e diminuam o desmatamento. Faz-se necessário o uso de sistemas agroflorestais, como alternativa para minimizar a pressão sobre a floresta, e proporcionar melhorias para a população local, tanto do ponto de vista social, como econômico e ambiental.

Além disso, considerando a riqueza genética existente nas florestas tropicais, é preciso evitar a expansão dos desmatamentos, o que já vem acontecendo, graças às técnicas desenvolvidas pela Embrapa, que tem gerado alternativas tecnológicas, entre as quais a substituição da prática das queimadas na agricultura. O uso dessas tecnologias, aliadas a uma campanha em alguns estados brasileiros, alcançou resultados positivos, em 2000, como mostra a Tabela 5, em que, o Estado de Mato Grosso aparece com uma redução de 38% no número de queimadas, seguido pelo Estado do Pará (12,9%).

Tabela 5. Redução das queimadas na Amazônia Legal, 2000.

Estado	Número de queimadas		Participação		Variação
	1999	2000	1999	2000	%
Mato Grosso	39.890	24.737	34,3	26,1	-38,0
Pará	18.606	16.206	16,0	17,1	-12,9
Tocantins	7.246	6.505	6,2	6,9	-10,2
Maranhão	7.168	7.570	6,2	8,0	+5,6

Fonte: Embrapa (2004)

#### 4.6.5 Manejo sustentado

O manejo dos recursos naturais está na base do modelo desenvolvido por Georgescu-Roegen (2005) e pode servir de alicerce para a sustentabilidade regional, especialmente, se for direcionado para a recuperação das áreas degradadas, uma vez que a regeneração da floresta, pelo uso das novas tecnologias, acontece na metade do tempo que levaria o processo tradicional.

Também, o modelo bioeconômico para a pesca na Amazônia, resultado de três anos de pesquisas desenvolvidas pelo Ipam, mostra a superioridade das áreas manejadas (41 kg/ha) em relação às áreas não manejadas (26 kg/ha) (BRASIL. Senado Federal, 2005).

Em todos os casos, o manejo é viável, em virtude da melhor utilização dos recursos disponíveis, obedecendo os princípios da Bioeconomia.

#### 4.6.6 Biossegurança e ética

Na visão da FAO (NODARI; GUERRA, 2003), a biossegurança envolve o uso sadio e sustentável de produtos biotecnológicos, do ponto de vista da saúde humana e da saúde ambiental. Com relação à primeira, os riscos devem ser estudados, haja vista que existem alguns resultados apontando efeitos contrários aos esperados com o uso da biotecnologia, como é o caso de alimentos, que causam hipersensibilidade alérgica. Quanto à saúde ambiental, deve haver todo o cuidado com os

riscos que novas plantas podem causar ao ambiente natural amazônico, inclusive, podendo originar um processo maior de destruição.

É necessário que se faça uso do princípio da precaução, evidenciado no Protocolo de Cartagena, elaborado para proteger o meio ambiente, pois estabelece as bases para a normalização internacional do desenvolvimento dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs). O Brasil possui uma moderna lei de

biossegurança, homologada em 1995, que, além de contemplar o princípio da precaução, estabeleceu instrumentos jurídicos para a preservação de sua biodiversidade, motivo pelo qual, somente em 2003, o Governo Federal autorizou o plantio da soja transgênica, após ter a garantia da segurança para o homem e para o meio ambiente.

Entretanto, é preciso que as intenções não fiquem apenas no papel, mas sim, que sejam efetivadas em benefício da vida. O avanço da ciência é de suma importância para a humanidade, porém, faz-se necessário que a absorção dos seus efeitos seja feita sob a luz da ética, com especial preocupação com a qualidade de vida da população.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na visão da Embrapa (2004), a utilização efetiva da biotecnologia em favor da agropecuária é um fator essencial para a competitividade, sustentabilidade ambiental, segurança alimentar, saúde, inclusão social e soberania nacional. Por isso, acredita-se na necessidade de um novo paradigma para o desenvolvimento da Região Amazônica, baseado na maior difusão de tecnologias, tanto na pecuária como na agricultura, para aumentar a produção de alimentos com menos gastos com defensivos agrícolas, concorrendo para o

aumento dos lucros dos produtores e a diminuição dos preços para os consumidores, garantindo a segurança alimentar da população e a sustentabilidade ambiental.

As técnicas estão aí para serem utilizadas, porém é necessário que tudo seja feito dentro das normas éticas e de segurança, para que as novas tecnologias, base da bioeconomia, possam gerar benefícios de sustentabilidade e competitividade para os setores agroalimentar e agroindustrial sem maiores riscos para a sociedade.

## REFERÊNCIAS

ABREU, U. G. P. de; CÉZAR, J. M.; TORRES, R. de A. Análise bioeconômica da introdução de período de monta em sistemas de produção de rebanhos de cria na região do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 1198/1206, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielophp>>. Acesso em: 2 jan. 2006.

ALIMENTOS do futuro: quais os alimentos geneticamente modificados que se comercializam atualmente e onde? *Bionet*, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.bionetonline.org/portugues/default.htm>>. Acesso em: 10 maio 2006.

AMARAL, R. Para Lester Brown. Brasil está queimando riquezas. *BBC Brasil.com*, 11 set. 2002. Disponível em: <[http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/020904\\_lester](http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/020904_lester)>. Acesso em: 12 jan. 2006.

BOREM, A. Impacto da biotecnologia na biodiversidade. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, n. 34, jan./jun. 2005.

BRASIL. Senado Federal. Vantagens da pesca sustentável. Disponível em: <<http://www2.interlegis.gov.br/cidadania/20020108135443/20021218124846/view>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB). O que é biotecnologia? Disponível em: <<http://www.cib.org.br/artigo.php>> Acesso em: 20 maio 2005.

DAVIS, S. M.; DAVIDSON, W. H. 2020 vision. New York: Simon & Schuster, 1991.

DULLEY, Richard Domingues. Caminhamos para uma Bioeconomia? In: INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Políticas públicas. São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=446>>. Acesso em: 21 set. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Biotecnologia. Disponível em: <[http://www.embrapa.br/linhasde\\_acao/temas\\_basicos/biotecnologia/index\\_html/mostra\\_documento](http://www.embrapa.br/linhasde_acao/temas_basicos/biotecnologia/index_html/mostra_documento)>. Acesso em: 20 set. 2005.

\_\_\_\_\_. Relatório ambiental: 2004. Disponível em: <<http://www.w.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 22. set. 2005.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. Energia e mitos econômicos. Tradução [resumida] André G. Ghirardi. New York: Pergamon Press Inc., 1976. Tradução de: Energy and Economic Myths. Disponível em: <<http://www.agg.ufba.br/georgescu.doc>>. Acesso em: 27 dez. 2005.

HOMMA, A. K. Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição? *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 19, n. 54, ago. 2005. (Dossiê Amazônia Brasileira, 2). Disponível em: <<http://www.museu-goeldi.br>>. Acesso em: 12 ago. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 maio 2006.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Pesca disciplinada: estudo revela que manejo sustentável na Amazônia aumenta em 60% a produtividade. Disponível em: <<http://www.ipar.org.br/noticias>>. Acesso em: 20 dez. 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Desafios do desenvolvimento, Brasília, DF, 2006.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Conservation International do Brasil, 2002.

NODARI, Rubens Onofre; GUERRA, Miguel Pedro. Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas). Nutrição, Campinas, v. 16, n. 1, jan./mar. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732003000100011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732003000100011)>. Acesso em: 2 set. 2005.

OLIVER, R. The coming biotech age: the business of bio-materials (Hardcover). [S.I.]: McGraw-Hill Companies, 1999.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Agricultura mundial hacia el año 2010: estudio de la FAO dirigido por Nikos Alexandratos. Paris: Y Fao Rome, 1995.

PANDOLFO, C. Amazônia brasileira: ocupação, desenvolvimento e perspectivas atuais e futuras. Belém: Cejup, 1994.

PASCHOAL, E. Responsabilidade social e ética: biodiversidade, mais um crime contra cada um de nós. 2005. Disponível em: <[http://www.wmulher.com.br/template.asp?canal=trabalho&id\\_mater=2804](http://www.wmulher.com.br/template.asp?canal=trabalho&id_mater=2804)>. Acesso em: 15 fev. 2006.

RIFKIN, Jeremy. Caminhamos para uma bioeconomia? Disponível em: <[http://megaagro.com.br/organica/inclusao\\_social](http://megaagro.com.br/organica/inclusao_social)>. Acesso em: 25 set. 2005.

\_\_\_\_\_. O assombroso biomundo novo. Você S/A, ago. 2000. Disponível em: <<http://vocesa.abril.uol.com.br/edi26/2carreira-1.shl>>. Acesso em: 12 dez. 2005.

\_\_\_\_\_. O século da biotecnologia. São Paulo: Makron Books, 1999.

ROBBINS-ROTH, C. From Alchemy to IPO: the business of biotechnology. Perseus Publishingtion, 2000.

RODRIGUES, Jorge Nascimento. A nova Economia que se segue. Disponível em: <<http://www.janelanaweb.com/manageme/biotexto.html>>. Acesso em: 12 ago. 2005.

RODRIGUES, Otávio. Bioeconomia: você tem de saber o que é isso. Você S/A, ago. 2000. Disponível em: <<http://vocesa.abril.uol.com.br/edi26/2carreira.shl>>. Acesso em: 10 ago. 2005.

SANTOS, R. C. Pesquisador desenvolve plástico biodegradável. Jornal da Unicamp, Campinas, n. 233, 13-19 out. 2003. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/outubro2003/ju233.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/outubro2003/ju233.html)>. Acesso em: 10 ago. 2005.

TOFFLER, Alvin. A Europa continua a viver no passado. Entrevistador: Jorge Nascimento Rodrigues. Los Angeles, 2000. Disponível em: <<http://www.janelanaweb.com/manageme/toffler.html>>. Acesso em: 12 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. A terceira onda. Rio de Janeiro: Record, 1980.

WORLDWATCH INSTITUTE (WWI). Estado do mundo: 2005. Disponível em: <<http://www.wiiuma.org.br>>. Acesso em: 12 fev. 2006.