
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A AMAZÔNIA BRASILEIRA: QUESTIONANDO AS BASES DO MODELO ATUAL DE DESENVOLVIMENTO

LUIZ HILDEBRANDO PEREIRA DA SILVA,
TONY HIROSHI KATSURAGAWA e RODRIGO GUERINO STÁBELI

RESUMO

Este artigo discute contradições entre os progressos sócio-econômicos e os avanços da atividade científica e tecnológica registrados no Brasil, com a situação atual de saúde do povo brasileiro. Revisando dados sobre mortalidade infantil e expectativa de vida ao nascer, observa-se a crítica situação de saúde da população Amazônica, refletindo as grandes desigualdades sociais na região. Esta situação tem uma correlação direta com os baixos níveis tecnológicos do sistema produtivo na Amazônia. Ao discutir como a ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) podem contribuir para romper essas

desigualdades, salienta-se a necessidade de desenvolver, a longo prazo, pesquisas científicas e tecnológicas sobre a biodiversidade como fontes de fármacos e, a curto prazo, melhorias tecnológicas a se introduzir nos processos produtivos de baixa, média e alta complexidade. Os autores insistem sobre a responsabilidade das universidades e instituições de pesquisa na formação de pessoal técnico e no desenvolvimento de tecnologias de baixa, média e alta complexidades, com base em recursos locais (humanos e da biodiversidade), como um novo modelo de desenvolvimento.

“Só uma revolução científico-tecnológica para a Amazônia poderá promover a valorização do patrimônio natural da região em benefício da sociedade regional e nacional, atribuindo valor à floresta, de modo a que possa enfrentar a competição da pecuária e da agroindústria de grãos e assim conter o desmatamento”. Berta Becker (2005).

 Os últimos anos o Brasil vem experimentando mudanças significativas na área econômica e social, refletidas na ascensão do produto interno bruto do país (PIB), o elevando a 8ª posição mundial, com perspectiva de se elevar na próxima década à 5ª posição. Também experimenta-se vitórias e avanços na luta contra as desigualdades sociais e a miséria.

Da mesma forma, ressalta-se a evolução das atividades em ciên-

cia, tecnologia e inovação (C,T&I), assim como sobre o crescimento acelerado da contribuição do país à produção científica mundial.

O aumento nos índices atualmente usados para medir produção científica é inegável, entretanto, cabe indagar se a evolução da situação de saúde da população brasileira, assim como das condições de bem-estar social, associadas à saúde e ambiente, evoluiu favoravelmente em ritmo equivalente.

Este artigo discute contradições entre os progressos sócio-econômicos e os avanços da atividade científica e tecnológica registrados no Brasil, com a situação atual de saúde do povo brasileiro. Revisando dados sobre mortalidade infantil e expectativa de vida ao nascer, mostrou-se a situação crítica desses índices, refletindo as grandes desigualdades sociais e regionais. Os índices estão em correlação direta com os baixos níveis tecnológicos do sistema produtivo na Amazônia. Ao discutir

PALAVRAS CHAVE / Amazônia / Biotecnologia / Ciência / Desenvolvimento Sustentável / Saúde /

Recebido: 18/04/2011. Modificado: 05/09/2011. Aceito: 07/09/2011.

Luiz Hildebrando Pereira da Silva. Doutor em Parasitologia, Universidade de São Paulo (USP), Brasil. Diretor Geral, Instituto de Pesquisas em Patologias Tropicais (IPEPATRO), Rondônia, Brasil. Membro da Academia Brasileira de Ciências.

Tony Hiroshi Katsuragawa. Doutor em Biologia Experimental, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Brasil. Pesquisador, IPEPATRO, Rondônia, Brasil.

Rodrigo Guerino Stábeli. Doutor em Bioquímica, USP, Ribeirão Preto, Brasil. Professor, UNIR, Brasil. Diretor, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Membro, Academia Brasileira de Ciências. Endereço: Fundação Oswaldo Cruz, Fiocruz Rondônia, Rua da Beira 7671, Porto Velho, Rondônia, Brasil CEP 76812-245. e-mail: stabeli@fiocruz.br

como C,T&I pode contribuir para romper essas desigualdades. Salienta-se a necessidade de desenvolver, a longo prazo, pesquisas científicas e tecnológicas sobre produtos da biodiversidade como fontes de fármacos e, a curto prazo, melhorias tecnológicas a se introduzir nos processos produtivos de baixa, média e alta complexidade.

Desigualdades entre Avanço Científico e Melhorias na Saúde da População

Exprimindo-se a produção em C,T&I pelo número de artigos publicados em revistas indexadas, a evolução observada no Brasil foi excepcional. O número de artigos científicos publicados passou de 10.521 em 2000, para 34.331 em 2009 (CAPES, 2010). Com esse resultado, o Brasil passa a contribuir com 1,2% das publicações científicas mundiais, com índice de 17,93 artigos por 100 mil habitantes, contra 0,2% apenas em 1999. Evolução igualmente excepcional se verificou com o número de acesso a consultas a revistas científicas do Portal da Capes, que se viu multiplicado por mais de 20, entre 2000 e 2009, passando de cerca de 3 milhões para 65 milhões. O número de titulados com doutorado, pelas universidades e institutos de pesquisa, mais que dobrou entre 2000 e 2009, atingindo 11.845, enquanto o número de mestres aumentou de 17.800 para 40.082 (CAPES, 2010).

Na área de saúde, sobre o que particularmente se ocupa o presente trabalho, a produção científica representou 20% do total de publicações em 2009, com mais de 6500 artigos publicados. Também nas áreas de Ciências Humanas e Ciências Sociais Aplicadas foi grande a produção de artigos, com mais de 11000 publicações em 2009 (CAPES, 2010).

Assim, se adotarmos os dois índices gerais de saúde mais significativos, como a mortalidade infantil e a expectativa de vida ao nascer, se verifica que a situação brasileira ainda é muito preocupante. A mortalidade infantil, embora em decréscimo, continua com média na casa dos 20 por 1000 nascidos vivos. O IBGE revela 20,1 mortos de crianças com até 1 ano por 1000 nascidos vivos em 2009, contra 26,4 em 2000 (IBGE, 2010). O resultado contrasta com os observados na América do Norte e Europa, com índices de um só dígito na maioria dos países da Europa Ocidental, EUA e Canadá. Índices inferiores a 10 são observados na Costa Rica, Chile e Cuba, na América Latina. Mais grave ainda, apesar do progresso revelado, o Brasil está em 90º lugar no *ranking* mundial, com número bem mais alto de mortes na faixa etária de 0-5 anos do que o de países desenvolvidos, como Islândia (2,6), Suécia (2,7), Chipre (2,8), Itália (3,3), Noruega (3,4) e França (3,8). Em relação à expectativa de vida ao

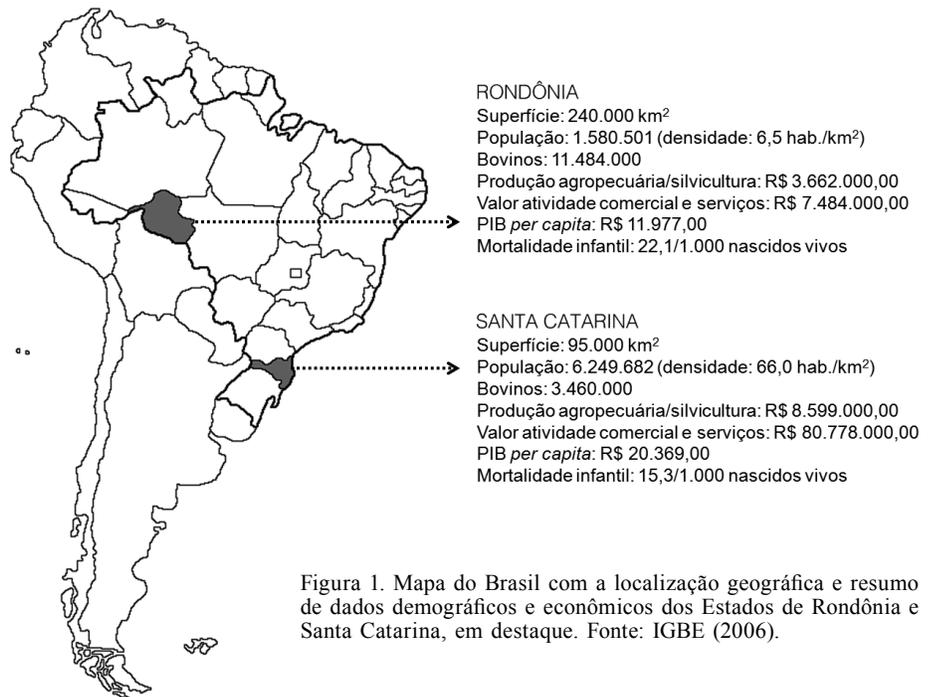


Figura 1. Mapa do Brasil com a localização geográfica e resumo de dados demográficos e econômicos dos Estados de Rondônia e Santa Catarina, em destaque. Fonte: IBGE (2006).

nascer, a evolução observada nas últimas décadas, na quase totalidade dos países do mundo, foi de 1,5 de aumento médio (Weiss e McMichael, 2004). O Brasil seguiu o ritmo mundial, mas dados de 2008 mostram, pelos seus índices, que ocupa ainda a modesta 92ª posição mundial (CIA, 2008). Em relação a esse índice, o primeiro grupo é constituído pelo Japão, Singapura e Hong Kong, com mais de 12 países europeus que apresentam perspectivas superiores a 80 anos. Num segundo grupo, composto de 35 países, e entre os quais se encontram os latino-americanos, estão Costa Rica, Chile, Cuba, Uruguai e México, e apresentam índices entre 75 e 80 anos. O Brasil, com média de 72,4 anos, faz parte de um terceiro grupo com 50 países, com média entre 70 e 75 anos (IBGE, 2010).

A análise da distribuição dos índices brasileiros revela que a fragilidade dos mesmos tem origem na desigualdade regional e social. Assim, em relação à mortalidade infantil, dados do fim da década 2000/2010 mostram índices inferiores a 15 por 1000 nascidos vivos apenas no Distrito Federal, Rio Grande do Sul e São Paulo (IBGE, 2010). Mas nos Estados da Amazônia eles continuam superiores a 20, e em alguns Estados nordestinos observam-se índices superiores a 30 por 1000 nascidos vivos. De forma preocupante, comparando-se a evolução da mortalidade infantil entre 1-5 anos, por exemplo entre Rondônia (RO) e Santa Catarina (SC), verifica-se que após o período o de progresso na década de 1990, a mortalidade continuou a cair em SC e outros Estados do Sul e do Sudeste, enquanto se estabilizou no nível de 4 a 4,5 por 1000 em RO (Figura 1).

A mesma desigualdade regional se observa em relação à expectativa de vida ao nascer. Dados de 2009 mostram que, se os Estados do Sul, o Distrito Federal e São Paulo apresentam perspectivas de vida ao nascer em torno de 75 anos, os Estados do Nordeste apresentam índices inferiores a 70 anos e, os da Amazônia, índices entre 71 e 72 anos (IBGE, 2010).

Ao analisar as origens dessas desigualdades, a primeira correlação que se manifesta é o da renda. Efetivamente, para renda média nacional *per capita*, próxima a 20000 reais (~11700 USD), apenas em 4 estados (SP, RJ, SC e ES) ela é >20000 reais. Em outros 5 estados (RS, PR, MG, MS e MT) a variação está entre 14-18000 reais e, no Nordeste, ela é sempre <10000 reais, com valores extremamente baixos no Maranhão e no Piauí (6100 e 5300 reais, respectivamente). Na região amazônica, ela oscila entre 8000 reais no Pará, 11000 em Rondônia e 14000 no Amazonas (IBGE, 2006). A correlação imediata que se pode observar dessas diferenças, com a situação de saúde das populações, é ilustrada na Tabela I que compara a situação de renda de crianças de 0-6 anos, em alguns estados brasileiros.

Os dados da Tabela I mostram claramente a repercussão da diferença de renda na saúde de crianças na Amazônia e no Nordeste. Efetivamente, a renda *per capita* da maioria das famílias nesses estados é menor do que meio salário mínimo, isto é, menor do que 250 reais (150 USD) mensais e, portanto, incompatível com as necessidades básicas de alimentação, higiene, vestuário, acesso ao lazer e saúde ambiental da grande maioria das crianças de

TABELA I
SITUAÇÃO DE RENDA DE CRIANÇAS DE 0 A 6 ANOS EM ESTADOS DO SUL,
NORDESTE E NORTE DO BRASIL*

Estado (Região)	Famílias com crianças 0-6 anos com renda familiar <i>per capita</i> até 1/2 salário mínimo	Crianças de 0-6 anos com renda familiar <i>per capita</i> até 1/2 salário mínimo	Percentual de nascidos vivos cujas mães têm entre 15-19 anos
Alagoas (Nordeste)	68,8%	72,9%	24,9%
Rondônia (Norte)	46,9%	51,1%	24,6%
Santa Catarina (Sul)	21,4%	26,2%	17,6%

* Fonte: CIA (2008).

baixa idade, sem falar no acesso aos cuidados da atenção primária da saúde. Esses dados correlacionam-se diretamente com a alta mortalidade infantil de 1-5 anos, observados nesses estados. Observa-se, igualmente, a alta frequência de nascidos vivos de mães menores de idade, que seguramente têm ainda menor condição de cuidar de seus recém-nascidos, e ainda a surpreendente frequência relativamente elevada de ambos os índices em SC, reveladoras de outra origem não regional de desigualdade, a desigualdade social oriunda da situação das populações de periferias de cidades de todo o país e que afeta, diretamente, a saúde infantil. Sendo assim, observa-se que os avanços em ciência e tecnologia, citados anteriormente, não trouxeram melhorias de forma a atingir (ou beneficiar) essas populações.

Desenvolvimento na Contra-mão

As florestas são responsáveis por mais de 50% da emissão de gases de efeito estufa (GEE), e que a emissão de CO₂ deriva da queima da madeira nativa para produção de carvão, seguida de agricultura e pecuária, seja por incêndios acidentais ou intencionais (queimadas) para limpar terras para culturas e gado. Acrescente-se que, em relação aos GEEs, o gado bovino é, ele mesmo, fonte importante de produção de GEE, não apenas sob a forma de CO₂ mas como amônia e metano, resultantes da digestão parcial de proteínas e fibras pelo aparelho digestivo de ruminantes. Pode-se calcular que os 12 milhões de bovinos de RO, em vida livre nos pastos, contribuem para a produção e eliminação ambiental de vários milhões de metros cúbicos de metano por ano, gás que contribui para o efeito estufa 10 vezes mais que o CO₂.

Em Rondônia, nos meses que antecedem a estação das chuvas (junho a setembro), não é rara a situação em que a aviação comercial é prejudicada pela fumaça resultante da queima de pastagens e florestas, ocasionando transtornos nos aeroportos de todo o estado. Além disso, o aumento de crises respiratórias em crianças e idosos é notado em todas as unidades de saúde. Vigilância sistemática da atmosfera do planeta,

realizada pela Agência Espacial Europeia (ATSR, 2011), mostra que a região do Brasil Central e a parte sul e oriental da Amazônia são identificadas como áreas de maior ocorrência cumulativa anual de incêndios na superfície do planeta. A maior parte desses incêndios se deve às técnicas primitivas e rudimentares de preparação de terrenos para a agricultura e a pecuária extensiva. Apesar da política do Governo Federal de redução de queimadas nos últimos anos, nota-se que ações ilegais ainda se fazem presente no território brasileiro.

Em conclusão, as atividades da pecuária extensiva, além de produzir baixo valor agregado, não contribuem para a criação de emprego nem para a distribuição de renda, é responsável por degradação ambiental que agrava diretamente as condições da saúde da população, contribuindo para a piora dos efeitos climáticos de aquecimento global pela produção de altos níveis de GEEs.

A repercussão direta da natureza e do sistema produtivo dominante em RO, e em outras áreas da Região Amazônica brasileira, acima realçada, é agravada por seus impactos indiretos sobre o baixo rendimento econômico social das instituições municipais, estaduais e regionais. Assim, se o fornecimento de água encanada às residências é bastante generalizado em RO (embora sem segurança quanto à qualidade), o acesso à coleta de lixo não está disponível em áreas rurais, e o serviço de canalização e coleta de esgoto (que é completamente ausente em áreas rurais e suburbanas) é acessível a apenas 2,8% dos domicílios urbanos (IBGE, 2010). Com tais carências na infraestrutura de higiene domiciliar suburbana e rural, não é de estranhar a alta prevalência de patologias infecto-contagiosas e parasitárias e os altos índices de mortalidade infantil.

Chega-se, assim, a conclusões que podem parecer paradoxais. As tecnologias a serem desenvolvidas para melhorar a situação de saúde das populações, particularmente em zonas rurais e suburbanas de RO e da Amazônia, em geral são as que visam o desenvolvimento do sistema produtivo na base da sociedade. Isso se deve ao aumento de valor agregado, permitindo au-

mentar a renda da população e garantir-lhe acesso aos cuidados gerais de preservação da saúde, como acesso à alimentação, prática de esportes, lazer e aos cuidados médicos que, indiretamente, melhorará com o aumento de renda do estado e municípios. Esses irão se beneficiar pela arrecadação de impostos, permitindo investimentos diretos maiores em saneamento e na prestação de cuidados à saúde da população. Nesse sentido, deve-se distinguir níveis de investimentos em C,T&I de curto, médio e de longo prazo.

Em relação aos investimentos de longo prazo, não há dúvidas que eles devem ser relacionados à exploração da biodiversidade amazônica, com a perspectiva de isolamento de produtos naturais para a produção de fármacos, cosméticos e elementos nutritivos especiais, entre outros. A preservação da biodiversidade no planeta, que vem sendo continuamente reduzida e ameaçada pelas atividades humanas de exploração e degradação florestal é, atualmente, identificada como essencial para manutenção dos equilíbrios ecológicos necessários à preservação do bem-estar e da saúde humana (Mindell, 2009). É interessante citar, por exemplo, recente revisão publicada na revista *Nature*, por um grupo multidisciplinar com participantes de várias universidades americanas (Keesing *et al.*, 2010), sobre os impactos da biodiversidade na emergência e transmissão de doenças infecciosas e transmissíveis. Aqui é necessário, também, esclarecer a ambiguidade ao considerar que os investimentos em pesquisas de fármacos contra doenças negligenciadas, associada à preservação da biodiversidade amazônica, são essenciais para resolver os problemas de saúde da Amazônia. Efetivamente, a pesquisa de fármacos, contra doenças infecciosas e parasitárias das regiões tropicais pobres, é negligenciada pelas grandes indústrias farmacêuticas internacionais e representam grandes problemas de saúde para as populações da área amazônica (Calderon *et al.*, 2009): malária, com mais de 300000 casos anuais; leishmaniose tegumentar com cerca de 50000 casos anuais; arboviroses diversas, além da dengue (que se tornou um problema nacional); hepatites virais como a hepatite delta, de incidência exclusiva na Amazônia Ocidental; diarreia infantil de origem viral ou bacteriana; infecções respiratórias agudas, responsáveis pelos altos índices de mortalidade infantil.

Entretanto, os grandes problemas de saúde das populações amazônicas são de saúde básica e podem se beneficiar em curto prazo por medidas de proteção e atendimento com os recursos de medi-

camentos disponíveis, junto a ações de saneamento, prevenção, controle de vetores, vigilância epidemiológica, educação, urbanização adequada, transporte etc.

A prioridade às ações de preservação da biodiversidade amazônica e ao desenvolvimento de pesquisas de fármacos e de cosméticos é, na visão dos autores, realmente prioridade central de investimentos em C,T&I na Amazônia. Ações completamente alinhadas com o Plano de Amazônia Sustentável proposto em 2004 pelo Ministério da Integração Nacional (Integração, 2004). Não com a pretensão de eliminar as doenças negligenciadas, mas com visão de longo prazo de se criar atividade produtiva industrial, de alto valor agregado. Ela é prioritária para a Amazônia se for orientada para a pesquisa de produtos naturais da biodiversidade vegetal e animal, que é excepcional e com grande potencial, garantia de perspectiva privilegiada. Seria ilusório tentar desenvolver na Amazônia indústria farmacêutica de natureza farmacológica, que necessita de bases de competência e desenvolvimento da química combinatorial, de síntese e analítica, não existentes ainda nesta Região. Essa opção foi amplamente discutida em publicação recente de Basso *et al.* (2005), onde se conclui que as pesquisas de fármacos e cosméticos deve contar com instalações e instrumentação as mais atualizadas, e sua abordagem baseada no uso de alvos moleculares definidos e com metodologias *high-throughput screening*. Foi nesse sentido que o IPEPATRO em Porto Velho, atualmente, integrando-se à Fiocruz, e em colaboração com a Universidade Federal de Rondônia (Unir), desenvolveu seu laboratório Cebio, que conta com equipamentos de última geração para cromatografias analíticas e preparatórias, espectrometria de massa, sequenciamento proteico, provedores de informática para estudos de dinâmica molecular e *screening* virtual e, principalmente, ressonância de superfície plasmônica (SPR) para análise de interação intermolecular, captura e isolamento de moléculas, a partir da biodiversidade brasileira, com relevância para o desenvolvimento de protótipos de novos fármacos, análises genômicas e proteômicas (Calderon *et al.*, 2009).

A visão dos autores, aqui, sobre a prioridade da pesquisa em drogas derivadas da biodiversidade é pelo seu interesse, de longo prazo, para alicerçar o surgimento da indústria farmacêutica moderna, pelo domínio das tecnologias de vanguarda e formação de técnicos especializados e, assim, promover a agregação de valores.

Levando-se em conta as devidas proporções, é interessante lembrar a situação da indústria farmacêutica nos países desenvolvidos como responsável pelo alto valor da renda, no processo produtivo, como a da Suíça. As duas maiores empresas far-

macêuticas, Hofman La Roche Genetech e Novartis, faturaram $86,6 \times 10^9$ USD em 2009, representando 22,2% do PIB suíço. As vendas mundiais realizadas foram de $66,7 \times 10^9$ USD (Vargas *et al.*, 2009). Pelo valor da atividade produtiva da indústria farmacêutica, considerando a taxa usual de 8% do PIB aplicado em saúde, pelos países europeus, pode-se concluir que os impostos pagos pela indústria farmacêutica cobririam facilmente toda a despesa em saúde da Confederação Helvética com os $7,7 \times 10^6$ cidadãos, independentemente dos investimentos privados com seguros de saúde.

O Brasil enfrenta situação inversa, em que os investimentos na saúde, realizados pelos governos federal, estaduais e municipais, se situam em média em torno de 250-300 USD *per capita*, não atingindo 8% do PIB (que seria da ordem de 800 USD *per capita*), pois depende, em boa parte, da atividade produtiva de baixo valor agregado, patrocinado pelas *commodities* do agronegócio. Em termos de medicamentos, hoje, o Brasil figura entre os 10 maiores mercados no âmbito mundial com volume de vendas estimado em cerca de 28 bilhões de reais. A indústria nacional responde, atualmente, pela produção de 80% dos medicamentos consumidos no país. Porém, ~82% dos insumos farmacológicos, utilizados na fabricação desses medicamentos, são importados (Basso *et al.*, 2005). De acordo com dados elaborados pelo GIS/ENSP-Fiocruz, em 2007, o déficit comercial, associado aos diferentes segmentos da indústria farmacêutica, atingiu o montante de $4,5 \times 10^9$ USD. Desse total, $1,87 \times 10^9$ decorrem do déficit com a importação de medicamentos, $1,47 \times 10^9$ da importação de insumos farmacológicos, 665×10^6 estiveram associados ao déficit na importação de hemoderivados, 216×10^6 com a aquisição externa de vacinas, 203×10^6 com a aquisição externa de reagentes para diagnóstico e 60×10^6 da importação de toxinas (Gadelha, 2006).

Desde que a repercussão positiva de atividades produtivas de alto valor agregado, como a da indústria farmacêutica, na economia global do país só podem se desenvolver em longo prazo, se coloca a questão de outras atividades, relacionadas à C,T&I, que podem intervir a curto e médio prazo para melhorar a situação de saúde na Amazônia.

Nesse sentido, considera-se perigoso definir para a Amazônia a mesma orientação de prioridades que vêm sendo definidas para o Brasil: a produção de alimentos e a de biocombustível, como álcool e biodiesel de várias fontes. A introdução na Amazônia de uma nova *commodity*, em substituição à pecuária intensiva, se for realizada, não poderá deixar de ter os mesmos efeitos; desflorestamento e degradação ambiental, manutenção da baixa rentabilidade, favorecimento da exploração de grandes pro-

priedades, concentração de renda e exclusão social. Exemplos de efeitos nefastos de devastação florestal, associados à cultura da cana-de-açúcar com a perspectiva do bioetanol, estão mostrados por De Araújo e Moura (2011). Os autores referem que as atividades de produção de cana-de-açúcar e bioetanol nos últimos 35 anos, reduziram a área de florestas do Estado de Alagoas, originalmente 14000 km^2 de sua superfície, a apenas 13,1% das áreas originais, com redução anual de 3736 ha de floresta considerada um dos *hotspots* de biodiversidade do planeta. A produção de álcool, se desenvolvida na Amazônia, recairia obrigatoriamente em atividades de monocultura nas mãos das grandes empresas e, nesse caso, ainda, voltaria a cair na mesma condição viciosa de direcionamento da renda realizada para fora da Amazônia.

No entanto deve-se favorecer o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis, localmente, sobre produtos da biodiversidade local como a silvicultura renovável (madeiras, castanha-do-pará, borracha), e a produção de frutas (não só para vender *in natura*, mas com a produção de extratos, gélias, conservas, concentrados etc.), sem falar dos destilados alcoólicos, as flores, orquídeas, abelhas, peixes decorativos, palmitos e os pássaros decorativos. A polícia federal realiza apreensões de contrabandistas de pássaros silvestres (e na lista de animais em extinção) capturados na floresta. Devia-se, evidentemente, produzi-los em cativeiro para comercialização. Assim como tartarugas, pererecas e outros que habitam a região.

Na Europa, a reciclagem e o aproveitamento de recursos, a partir do lixo, vêm se transformando em atividade altamente lucrativa. Se fosse falar de álcool, pode-se lembrar que o álcool combustível rende 2 reais o litro, mas para desenvolver atividades de alto valor agregado, devem-se pesquisar plantas e flores com princípios odoríferos especiais, até chegar a perfumes, que são soluções de odorantes de vegetais e valem centenas de dólares o decilitro (Pereira da Silva, 2010).

E o desenvolvimento e difusão de tecnologias doces de exploração sustentável da biodiversidade são igualmente a solução para a preservação da floresta, como o desenvolvimento e aperfeiçoamento de atividade extrativa da castanha, da borracha que, no Acre, está dando origem a uma indústria de produção de preservativos de alta rentabilidade social e de saúde. Além disso, é particularmente promissora a atividade extrativa de produtos naturais para fármacos, de toxinas e venenos de anuros e serpentes para extração e purificação de moléculas de interesse farmacológico, enquanto não se dispõe de indústria farmacêutica à altura. Essas atividades não poderão se desenvolver sem um investi-

mento direto com iniciativas do poder público através de programas de regionalização de P,D&I na Amazônia, da EMBRAPA, do INPA, das fundações de amparo à pesquisa estaduais e das universidades (Calderon *et al.*, 2010), que além de suas atividades acadêmicas e de pesquisa de alta tecnologia, poderão criar centros de formação para guias e instrutores de disciplinas de atividades extrativas, e ainda desenvolver estudos e pesquisas de preservação e melhoria genética das variedades de plantas e animais de interesse comercial.

REFERÊNCIAS

- ATSR (2011) *World Atlas Fire. Queimadas Mundiais*. Agência Espacial Européia (ESA). <http://dup.esrin.esa.int/ionia/wfa>
- Basso LA, Pereira-da-Silva LH, Fett-Neto AG, Azevedo-Jr WF, Moreira IS, Palma MS, Astolfi-Filho S, Santos RR, Soares MB, Santos DS (2005) The use of biodiversity as a source of new chemical entities against defined molecular targets for treatment of malaria, tuberculosis and T cell mediated diseases - a review. *Mem Inst O. Cruz* 100: 475-506.
- Becker B (2005) Conferência. Academia Brasileira de Ciências.
- Calderon LA, Silva-Jardim I, Zuliani JP, Silva AA, Ciancaglini P, Pereira-da-Silva LHP, Stábéli RG (2009) Amazonian biodiversity: a view of drug development for Leishmaniasis and malaria. *J. Braz. Chem. Soc.* 20: 1011-1023.
- Calderon LA, Pereira da Silva LH, Stábéli RG (2010) Biodiversidade, infra-estrutura universitária e burocracia: os desafios da pesquisa bio-prospectiva visando o desenvolvimento sustentado da Amazônia. *Legal. Rev. Est. Univ.* 36: 15-41.
- CAPES (2010) *Relatório de gestão apresentado à 49ª Reunião do Conselho Superior*. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Brasil.
- CIA (2008) *The World Factbook. Rank Order - Life Expectancy at Birth*. Central Intelligence Agency. www.cia.gov/library/publications/theWorldFactbook/rankorder/2102rank.html
- De Araujo LM, Moura FBP (2011) Bioethanol's dirty footprint in Brazil. *Nature* 469: 299.
- Gadelha CAG (2006) Desenvolvimento, complexo industrial da saúde e política industrial. *Rev. Saúde Públ.* 40 (N Esp): 11-23.
- IBGE (2006) *Estatísticas de Estados*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. www.ibge.gov.br
- IBGE (2010) *Estatísticas de Estados*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. www.ibge.gov.br
- Integração (2004) *Plano Amazônia Sustentável. Diagnóstico e Estratégia*. Vol. 1. Ministério da Integração Nacional. 88 pp.
- Keesing F, Belden LK, Daszak P, Dobson A, Harvell CD, Holt RD, Hudson P, Jolles A, Jones KE, Mitchell DE, Myers SS, Bogich T, Ostfeld RS (2010) Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468: 647-652.
- Mindell DP (2009) Humans need biodiversity. *Science* 323: 1562-1563.
- Pereira da Silva LH (2010) Biotecnologia na Amazônia: boi ou florzinha. Em Niemeyer O *Nosso Caminho* 1(5): 45-49.
- Vargas MA, Gadelha CG, Maldonado JMS, Barbosa PR (2009) Reestruturação da indústria farmacêutica mundial e seus impactos na dinâmica produtiva e inovativa do setor farmacêutico nacional. Artigo apresentado a sessões ordinárias do GIS (Grupo de pesquisa e "Complexo Industrial e inovação em Saúde", da Fundação Oswaldo Cruz).
- Weiss RA, McMichael AJ (2004) Social and environmental risk factors in the emergence of infectious diseases. *Nature Med.* 10: S70-S76.

SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION FOR THE BRAZILIAN AMAZONIA: QUESTIONING THE CURRENT DEVELOPMENT MODEL

Luiz Hildebrando Pereira da Silva, Tony Hiroshi Katsuragawa and Rodrigo Guerino Stábéli

SUMMARY

This article discusses contradictions of the socioeconomic progress and the scientific and technological advances applied to health in the Brazilian Amazonia utilizing life expectancy data. Revised data on infant mortality and life expectancy at birth show the critical health situation of the population in the Amazonia, reflecting the enormous social inequalities of the region. This situation is directly correlated with the low technological levels of the productive system in the Amazonia. Arguing how Science, Technology and Innovation can contribute to break

these inequalities, it is emphasized that necessity to develop the scientific and technological research on the local biodiversity as sources of pharmacological products in the long-term and, in the short-term, introduce technological improvements in the productive processes of low, middle and high complexity. The authors insist on a new development model where universities and research institutions assume the responsibility in the training of human resources for the development of technologies of low and middle complexities, based on local human and biodiversity resources.

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA AMAZONIA BRASILEÑA: CUESTIONANDO LAS BASES DEL MODELO ACTUAL DE DESARROLLO

Luiz Hildebrando Pereira da Silva, Tony Hiroshi Katsuragawa y Rodrigo Guerino Stábéli

RESUMEN

Este artículo discute las contradicciones entre el progreso socio-económico y los avances de la actividad científica y tecnológica registrados en Brasil, con la situación actual de salud del pueblo brasileño. Revisando datos acerca de la mortalidad infantil y expectativa de vida al nacer, se muestra la situación crítica de los índices, reflejando las grandes desigualdades sociales y regionales. Los índices están en correlación directa con los bajos niveles tecnológicos del sistema productivo en la Amazonia. Se discute como la ciencia, tecnología e innovación (C,T&I) pueden contribuir a romper esas desigualdades, des-

tafacando la necesidad de desarrollar, a largo plazo, investigaciones científicas y tecnológicas acerca de productos de la biodiversidad como fuente de fármacos y, a corto plazo, mejoras tecnológicas para ser introducidas en los procesos productivos de baja, media y alta complejidad. Los autores insisten acerca de la responsabilidad de las universidades e instituciones de investigación en la formación de personal técnico y en el desarrollo de tecnologías de baja y media complejidad, fundamentado en los recursos humanos y de biodiversidad locales, como un nuevo modelo de desarrollo.