

Bioprospecção e biotecnologia

Spartaco Astolfi Filho¹, Carlos Gustavo Nunes da Silva², Maria de Fátima Mendes Acácio Bigi³

Resumo

A Amazônia Legal que ocupa cerca de 60% do território brasileiro, 15% de sua população e a maior biodiversidade do planeta, apesar dos esforços do governo federal, especialmente do MCTI e da Capes, recebe apenas 5 - 7% dos recursos federais para educação e ciência e tecnologia. A região tem baixos índices de IDH e o desmatamento embora tenha diminuído no último ano continua grande.

Há um consenso que deve-se desenvolver a Amazônia desenvolvendo um setor bioindustrial, agregando valor a biodiversidade de forma sustentável, conservando os ecossistemas e de forma socialmente justa tanto no que se refere as populações urbanas como as tradicionais ribeirinha e indígenas.

Os procedimentos atuais de bioprospecção e biotecnologia permitem a partir da biodiversidade

Abstract

Brazilian Legal Amazon has about 60% of Brazilian territory and 15% of total population and possess the biggest biodiversity on the planet. Besides the Brazilian Government effort, especially from the MCTI and CAPES, only 5 to 7% from the Federal financial resources reaches the region for education and technology purposes. The Brazilian Amazon has the lowest HDI in the country and the high deforestation rate, despite its important decline last year.

There is a consensus that the Amazon development should be by means of enhancement of its bioindustrial sector, adding value to its biodiversity in a sustainable manner, conserving the ecosystems, and by a socially just way as

Current procedures allow efficiently bioprospecting and biotechnology from biodiversity to discover

1 Bacharel em Ciências Biológicas (UnB, 1975), mestre em Biologia Molecular (UnB, 1978), doutor em Ciências (UFRJ, 1987) e pós-doutor na área de Engenharia Genética no Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade de Manchester (UK). Atualmente é professor titular de Biotecnologia (Ufam) onde dirige o Centro de Apoio Multidisciplinar.

2 Engenheiro Agrônomo (Universidade Federal de Uberlândia), mestre em Entomologia (Inpa) e doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam) / Universidade de Duesseldorf, Alemanha. Atualmente é professor de engenharia genética e biologia molecular na Ufam. É membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências (2011).

3 Graduada em Ciências com habilitação em Biologia pela Universidade Federal do Acre (UFCA), mestre e doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp/Rio Claro). Desde 2011 é Secretária Executiva do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte e Coordenadora do Programa de Gestão em Ciência e Tecnologia (PGCT-BIONORTE).

descobrir com eficiência novas substâncias e dessas desenvolver novos bioprodutos agregando dessa forma valor à biodiversidade. A biodiversidade amazônica tem grande potencial para o desenvolvimento de novos: medicamentos, cosméticos, alimentos, inseticidas, herbicidas, corantes, aromatizantes, etc.

Diversos importantes programas/projetos foram ou estão desenvolvidos na Amazônia voltados para o conhecimento da biodiversidade, conservação e biotecnologia e tem sido de grande importância para estabelecimento de uma base importante de infraestrutura, de pessoal e de conhecimento da biodiversidade, que entretanto, consideramos insuficientes para o desenvolvimento bioindustrial de forma competitiva principalmente pelo conjunto de marcos regulatórios se mostrar hostil ao desenvolvimento industrial brasileiro competitivo em geral e em particular ao bioindustrial amazônico.

Nesse artigo são identificadas e discutidas importantes áreas bioindustriais que podem ser desenvolvidas na Amazônia, a infraestrutura e recursos humanos disponíveis para tal, o ambiente de inovação atual, os fatores limitantes e a ações proativas necessárias para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Legal.

Palavras-Chave: Amazônia Legal. IDH. Bioprospecção. Biotecnologia

new substances and from these developing new bio products thereby adding value to biodiversity. The Amazon biodiversity has great potential to develop new medicines, cosmetics, foods, insecticides, herbicides, dyes, aromatizing, just to mention some.

Several important programs/projects aiming the biodiversity knowledge, conservation and biotechnology were or are under way in the Brazilian Amazon and have a crucial role to establish infrastructure and qualified people to work with biodiversity, however this is rather insufficient if taken in consideration that this bioindustrial sector need to be build and has to be competitive. Besides it, the Brazilian regulatory framework shows to be hostile to this desired industrial development, particularly for the bioindustry in Amazon.

In this article were identified and discussed important bioindustrial areas that can be developed in Amazon, as well as the infrastructure and the human resources available. Also is discussed, the current environment for innovation, limiting factors and proactive efforts needed to a sustainable development in the Brazilian Amazon.

Keywords: Amazon. HDI. Bioprospecting. Biotechnology.

1. Biodiversidade amazônica

Se um dos maiores atributos da vida na terra é a diversidade, a Amazônia pode ser considerada uma das regiões mais privilegiadas do planeta.

A Amazônia é a região de maior extensão contínua de florestas tropicais no mundo com 7.493.421 km², tem, portanto dimensões continentais das quais participam nove países (Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guina Francesa, Guiana Inglesa, Peru, Suriname e Venezuela). Para se ter uma ideia da extensão da floresta amazônica, ela é praticamente do tamanho do Brasil ou dos Estados Unidos continental (sem os territórios do Alaska e ilhas oceânicas). A chamada Amazônia Legal brasileira constituída da extensão de terras que sofrem a influência direta do bioma amazônico estende-se por mais da metade do território nacional (aproximadamente 60%), abrangendo três territórios político-geográficos do país: toda a região Norte contendo os

estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, grande parte da região Centro-Oeste (o estado do Mato Grosso) e parte do estado do Maranhão na região Nordeste (Galvão e Neto, 2010).

Além de sua impressionante extensão e também por conta disso, a região revela uma estatística hiperbólica. Sua bacia hidrográfica comporta nada menos que aproximadamente 17% de toda a água fluvial do mundo (SALATI ET AL., 1998), sendo o Rio Amazonas o maior rio em extensão (se considerarmos seu início na cordilheira dos Andes) e em volume de água, com alguns milhões de metros cúbicos sendo despejados por segundo no oceano atlântico. Seus rios possuem a (sub) estimativa de mais três mil espécies de peixes. Além disso abriga mais de 400 espécies de mamíferos, 400 espécies de anfíbios, 370 de répteis e 1200 de aves (CARDOSO DA SILVA, 2013). A composição vegetal extrapola a média de qualquer outro ambiente tropical, alcançando em alguns locais, a marca de mais de 300 espécies de plantas por hectare, com mais de 40 mil espécies estimadas (SALATI ET AL., 1998). Além disso, milhares de espécies animais, vegetais “aguardam” serem descobertas pela ciência. A quantidade de espécies de microrganismos: bactérias, fungos filamentosos, leveduras, protozoários, etc, é tão grande que até hoje não foi possível fazer uma estimativa.

Toda essa megabiodiversidade é resultado de e resulta em relações ecológicas singulares atingindo rebuscadas estratégias para a sobrevivência num ambiente extremamente competitivo onde a adaptação fisiológica, bioquímica, comportamental, dentre outras, só pode ser conseguida pela “inovação” proporcionada pela evolução e co evolução das espécies, as quais estão “impresas” no DNA de cada criatura, proporcionando a melhor adaptação possível. A história evolutiva dessa região possui milhões de anos e sua formação é resultado de uma série de acontecimentos geológicos tais como a formação da cordilheira dos Andes. Essas transformações formaram um “continente” de florestas e águas que está longe de ser uniforme, compondo um mosaico de ecossistemas os quais determinam a biogeografia de suas espécies e a inter-relação entre as mesmas, bem como o modo e impacto da ocupação humana na região. Essa interrelação é provavelmente o centro das respostas para o entendimento e sábia utilização dos recursos naturais desse vasto e rico ambiente (CLAY ET AL., 2000).

A compreensão e a medição dessa biodiversidade são fundamentais para qualquer trabalho de bioprospecção que seja realizado. Economicamente a biodiversidade da floresta tem cada vez mais chamado a atenção e sendo considerada como um ativo bioindustrial. Ideias como o plantio de monoculturas em substituição da floresta têm sido crescentemente abandonadas e não encorajadas, inclusive pelo poder público e sociedade civil organizada. Nesse contexto, a noção de que uma área de floresta tropical vale muito mais que uma área de pastagem, por exemplo, tem ganhado força e está saindo do imaginário socioeconômico para tomar forma em ações práticas. Para reforçar a frase anterior, basta realizar a procura sobre patentes de princípios ativos advindos da biodiversidade mundial. O número de patentes é grande e muitas têm sua origem

nas florestas tropicais úmidas, onde a Amazônia se constitui uma das últimas fronteiras para o acesso a novidades que podem ajudar a enfrentar os desafios do novo milênio.

Se por um lado os números da biodiversidade amazônica surpreendem e catapultam o imaginário tanto de poetas como de pesquisadores e empreendedores, por outro a perda da biodiversidade por meio da contínua exploração e colonização da região preocupa e muito.

Apesar das taxas de desmatamento da Região Amazônica brasileira estarem diminuindo nos últimos anos (INPE), é fato que ainda existe a pressão contínua e constante sobre o sistema florestal. Dados existentes mostram que mais de 10% das áreas cobertas por florestas já foram substituídas, alvo da influência humana na Amazônia brasileira. Os modelos e alternativas para o uso dessa megabiodiversidade tem esbarrado em interesses diversos e a maioria das soluções apresentadas tem limitações, pois tentam resolver os problemas em âmbitos macrorregionais, não levando em conta os aspectos locais e a complexidade dos arranjos ambientais e sociais (BECKER, ET AL – 2011; MMA - 2001; CARDOSO E SEMEGHINI, 2009).

2. Bioprospecção e biotecnologia

2.1. Bioprospecção

Bioprospecção tem sido definida de várias formas, pois se trata de um tópico abrangente e dependendo da área do conhecimento que se aproprie do termo é conceituada de uma forma. No entanto, de um modo geral passa pela ideia de busca por compostos orgânicos em microrganismos, plantas e animais que sejam úteis para a humanidade. Não raramente, para realizá-la, os pesquisadores voltam suas atenções para ambientes peculiares, onde uma adaptação extrema de sua biota é esperada, como desertos, fontes termais, florestas, águas ou solos contaminados ou com características singulares como alcalinidade ou acidez, entre outros.

A bioprospecção não é algo novo. A humanidade vem testando e utilizando produtos naturais e se adaptando a estes desde seu início como civilização. Em épocas mais modernas não faltam exemplos e um dos mais conhecidos é a descoberta do ácido acetil salicílico (a aspirina), proveniente do salgueiro europeu, há muito tempo já utilizado e que se tornou um medicamento utilizado em todo o mundo até hoje.

Faz-se necessário observar que o reconhecimento econômico (com a valoração) da biodiversidade por diversos segmentos da indústria estabeleceu um interesse crescente do setor produtivo no “assunto” bioprospecção.

Pode-se realizar bioprospecção utilizando diferentes abordagens, entre elas: etnofarmacológica, quimiosistemática, via ecologia molecular e por tentativa-erro. Cada uma dessas abordagens estão descritas no Apêndice 1.

2.2. Biotecnologia

Segundo o documento da Convenção da Biodiversidade (RIO DE JANEIRO – 1992) biotecnologia significa qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou desenvolver processos para utilização específica.

A partir de 1972, com o advento da Tecnologia do DNA Recombinante ou Engenharia Genética, o termo biotecnologia passou a ser muito utilizado, mas como sinônimo de Engenharia Genética. A nosso ver a definição como a descrita no parágrafo anterior é mais ampla e adequada, nesse contexto pode-se dizer que processos biotecnológicos têm sido desenvolvidos há milênios como a fermentação alcoólica para fabricação de vinho e o processo de panificação.

Para a Amazônia em especial, essa definição mais ampla da biotecnologia, a nosso ver, é mais adequada de ser adotada, uma vez que a partir de procedimentos bioprospectivos inúmeros seres vivos, extratos e moléculas serão descobertas e serão a base para o desenvolvimento biotecnológico, ou seja, de novos processos e produtos de valor social, ambiental e/ou econômico. A biotecnologia é essencialmente multi e interdisciplinar envolvendo áreas como: biologia geral, química, biologia celular, genética, bioquímica, biofísica, biologia molecular, engenharia genética, engenharia química, farmácia, medicina, nanotecnologia, direito, comunicação, etc.

A partir das últimas três décadas do século passado, com o grande desenvolvimento da bioquímica, biofísica, biologia molecular e engenharia genética, métodos muito eficientes de bioprospecção molecular que permitem descobrir novos genes (genômica), novas proteínas (proteômica) e novos metabólitos (metabolômica) foram desenvolvidos. A Figura 1, a seguir, ilustra esses procedimentos que a partir da biodiversidade permitem desenvolver novas biotecnologias (bioprocessos e bioprodutos).

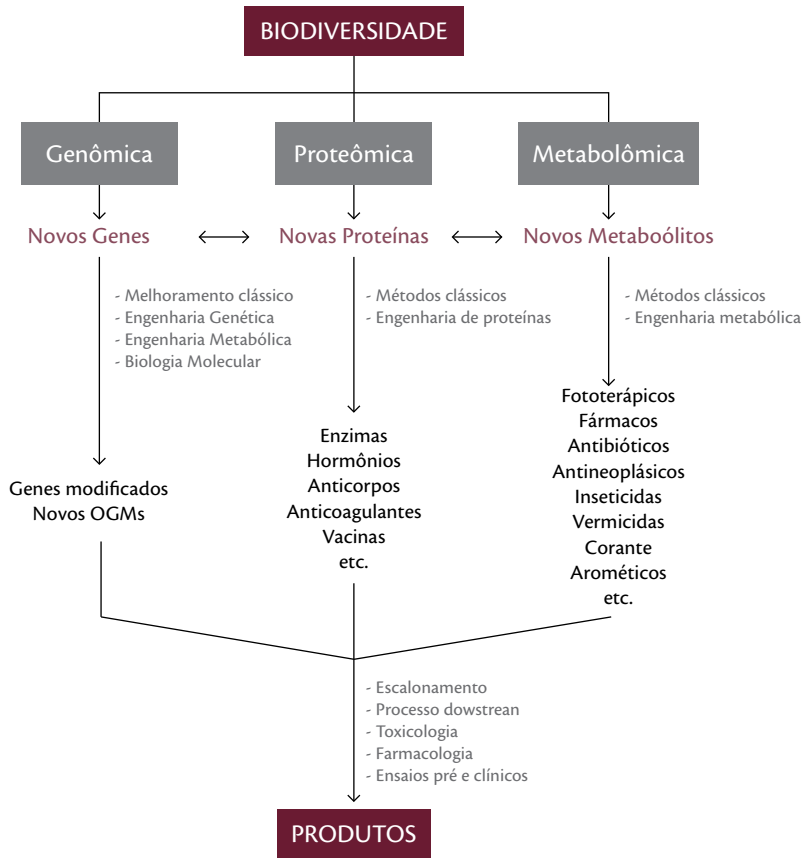


Figura 1. Fluxo de atividades de pesquisa em bioprospecção/biotecnologia envolvendo diferentes setores modernos da biologia molecular que propiciam o desenvolvimento de novos produtos bioprodutos.

Em termos gerais, o genoma de um ser vivo é o conjunto de seus genes, o proteoma é o conjunto de suas proteínas, enquanto o metaboloma é o conjunto de seus metabólitos. Dessas áreas modernas a genômica foi a primeira a se desenvolver, permitindo já no início o sequenciamento completo de genomas menores microbianos como de vírus e de bactérias, posteriormente sequenciou-se genomas maiores como o da levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) e posteriormente genomas muito grandes como o humano (*Homo sapiens*). Um procedimento que envolve sequenciamento da região dos genes que se expressam (região transcrita) nas células/tecidos denomina-se transcriptoma. Enquanto a partir dos dados genômicos pode-se descobrir novos genes ou identificar as sequências de genes descobertos por procedimentos genéticos clássicos, as informações transcriptômicas são mais úteis para se quantificar o nível de expressão de cada genes e identificar genes expressos diferencialmente em diferentes células/tecidos.

No início das atividades de sequenciamento de DNA, utilizava-se principalmente a técnica de inibição da elongação da cadeia descrita por Sanger e Coulson em 1977 e que valeu o 2º prêmio Nobel ao Frederick Sanger. Na última década desenvolveu-se um novo procedimento cerca de mil vezes mais eficiente que o anterior denominado “pirosequenciamento” (RONAGHI *ET AL*, 1996). Para se ter uma ideia da potência do novo método basta lembrar que se levou uma década para sequenciar o genoma humano pela técnica de Sanger, mesmo usando sequenciadores automatizados e o trabalho de milhares de pesquisadores de todo o mundo. Com a nova metodologia, atualmente usando apenas um equipamento e um técnico pode-se obter todos os dados de sequência do genoma humano em 1-2 dias.

As proteínas foram estudadas inicialmente por técnicas que permitiam isolamento de uma por uma utilizando-se extração, centrifugação, diálise, filtração e diferentes procedimentos cromatográficos. Atualmente as técnicas proteômicas, que envolvem eletroforese bidimensional ou processos cromatográficos multidimensionais, permitem purificar e analisar por modernos espectrômetros de massas centenas de proteínas num mesmo experimento, fornecendo com precisão dados de massa molecular e sequência de aminoácidos dos peptídeos/proteínas. Por isso, como as genômicas e transcriptômicas, as modernas técnicas proteômicas são consideradas procedimentos altamente eficientes de bioprospecção molecular. O conjunto de proteínas de um ser/ de um órgão/de um tecido/ ou de uma célula é chamado de seu proteoma.

O conjunto de metabólitos de um ser/de um órgão/de um tecido/ ou de uma célula é o seu metaboloma, ao passo que conceituamos metaboloma secundário como o conjunto dos metabólitos secundários, onde se encontram inúmeros princípios ativos de aplicação biotecnológica. Atualmente na determinação do metaboloma utilizam-se modernas técnicas de cromatografias multidimensionais acopladas a espectrômetros de massa, a espectrômetros de RMN e a equipamentos de eletroforese capilar.

Ao contrário do genoma que só muda em função da evolução/tempo, o transcriptoma, o proteoma e o metaboloma, que são resultados da expressão dos genes, dependem do estado que está submetido o ser/órgão/tecido/célula, como por exemplo, estresse abiótico (temperatura, oxigenação, pH, etc.) ou estresse biótico (ataque de patógenos ou pragas), diferentes condições nutricionais, etc.

2.3. Relação entre bioprospecção e biotecnologia

Muitas vezes na cadeia de desenvolvimento tecnológico de um bioproduto, a descoberta a partir da biodiversidade (bioprospecção) de um princípio ativo ou um biomaterial com potencial de aplicação industrial é apenas o início de um longo e dispendioso caminho para que o bioproduto atinja o mercado. Como normalmente o caminho mais complexo é o do desenvolvimento de

um fármaco, a título de ilustração, esse tipo processo está apresentado em mais detalhes no Apêndice 2 e envolve diversas etapas, como:

- Descoberta do princípio ativo (composto líder);
- Fase de otimização do composto líder;
- Testes pré-clínicos;
- Testes clínicos (fases I, II e III);
- Registro e lançamento do produto.

Procedimentos biotecnológicos muitas vezes são utilizados após a fase inicial de bioprospecção no processo de desenvolvimento de um bioproduto, como por exemplo:

- realizando o melhoramento genético clássico da espécie produtora do princípio ativo aumentando sua produtividade ou sua resistência a pragas;
- transferindo-se por engenharia genética o(s) gene(s) responsável (eis) pela síntese do princípio ativo para outra espécie, que passará a se chamar transgênica, aumentando, por exemplo, sua produtividade;
- alterando as características das moléculas no sentido de se tornar mais eficaz ou ser mais permeável à célula alvo, utilizando procedimentos de engenharia de proteínas. Desta forma podemos dizer que a bioprospecção e a biotecnologia são procedimentos complementares e de suma importância para o desenvolvimento de bioprodutos.

Visando abaixar o preço e aumentar o nível de produção do ácido artemísínico (precursor da artemisina) e viabilizar o tratamento da malária em países pobres, a Fundação Bill e Melinda Gates financiou um grande projeto que resultou na transferência por engenharia genética dos genes da via biossintética dessa substância da planta *Artemisia annua* para a levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*). Essa transferência de vários genes, responsáveis por toda uma via metabólica de uma espécie para outra, é chamada de biologia sintética e mostra o grande potencial de aplicações para fins industriais da biotecnologia moderna. Esse, que é um exemplo que ilustra a aplicação de procedimentos de bioprospecção e biotecnologia utilizados para resolver um importantíssimo problema de saúde atual, está mostrado em mais detalhes no Apêndice 1.

Entre as alternativas para o desenvolvimento sustentável e o aproveitamento da biodiversidade, a “bioprospecção biotecnológica” pode ser considerada como uma vocação natural da região amazônica e se constituir em uma meta estratégica para a própria segurança nacional do ponto de vista social, econômico e ambiental; viabilizando a fixação da população amazônica em polos descentralizados das grandes e inchadas metrópoles regionais; aumentando a

distribuição de renda pela concentração de cadeias de tecnologias e inovações em um cenário de bioindústrias; e contribuindo para conservação dos ecossistemas pelo simples fato de que produtos biotecnológicos advindos da biodiversidade podem ser replicados, sintetizados ou produzidos em laboratórios ou plantas industriais de maneira mais sustentável que, por exemplo, processos ultrapassados como certas práticas extrativistas ou extensivas, as quais estão longe de proporcionar uma boa relação custo/benefício para nosso país.

A partir da biodiversidade amazônica diferentes tipos de bioprodutos poderão ser desenvolvidos e atingir o mercado, a seguir, são apresentados alguns deles:

- Medicamentos e cosméticos

Essa área, especialmente a de fármacos, é a que tem grande potencial para que sejam desenvolvidos produtos com altíssimo valor agregado como, antibióticos, anti-neoplásicos, substâncias neuroativas, vermícidas, hipotensoras, etc. No que se refere a fitoterápicos, cosméticos e perfumes, o valor agregado é menor, porém a facilidade para desenvolvimento e registro desse tipo de produtos normalmente são maiores.

- Inseticidas e defensivos agrícolas naturais

A biodiversidade amazônica apresenta um grande potencial para descoberta de novos inseticidas naturais para combate a pragas agrícolas e a vetores que transmitem diversas doenças tropicais, utilizando-se produtos menos agressivos ao meio ambiente. Nessa área espera-se também que sejam desenvolvidos novos métodos de controle biológico de doenças e pragas que possam ser utilizados inclusive em sistemas agroflorestais e em agricultura orgânica.

- Novos biomateriais

Espera-se que novos produtos industriais sejam desenvolvidos a partir de biomateriais descobertos a partir da biodiversidade, como: plástico biodegradáveis, diferentes tipos de fibras, sedas naturalmente coloridas, etc.

- Corantes e aromatizantes

Considera-se que a biodiversidade amazônica oferece grande potencial para a descoberta de substâncias com novas características aromáticas e de cor, com grande probabilidade de aplicação industrial em vários setores, em especial aos de alimentação e de cosméticos.

- Novos produtos alimentares

Sabe-se que cerca de 10% das plantas tem potencial de servirem como alimento, entretanto apenas uma pequena fração dessas plantas foi domesticada e é utilizada pelo homem. Considera-se que esforços devam ser desenvolvidos para utilizar novas espécies da

biodiversidade amazônica como fonte alimentar, inclusive as de frutas tropicais de alto valor nutritivo e energético.

Não se pode negar a importância da agropecuária ao nosso país pois responde por grande parte do PIB, inclusive está fortemente presente na Amazônia, especialmente em regiões de cerrado e de transição cerrado – floresta amazônica nos Estados Mato Grosso, Maranhão, Pará e Rondônia. Nesse caso a biotecnologia clássica e moderna devem criar condições para a melhoria da produtividade tanto vegetal como animal e contribuir para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais ecológica e economicamente sustentáveis para plantio inclusive em áreas já alteradas/degradadas.

A agropecuária deve se beneficiar da introdução de novas espécies a serem integradas à dieta alimentar, sejam de origem vegetal, animal (silvestre) ou microbiana como os fungos comestíveis (cogumelos) que são também abundantes no bioma amazônico. Ressalta-se a importância da criação de animais silvestres, seja para reposição de estoques naturais seja para serem comercializados.

3. Conhecimento acumulado e principais programas/ projetos executados e em andamento em bioprospecção e biotecnologia

3.1. Conhecimento acumulado

Sobre biodiversidade

A atuação por diversas décadas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), das Universidades Federais, das Unidades da Embrapa na Amazônia, da Fiocruz, do Instituto Evandro Chagas, da Fundação de Medicina Tropical de Manaus (FMT-AM) e mais recentemente das Universidades Estaduais e do Instituto de Pesquisa em Patologias Tropicais (Ipepatro-RO) e resultou em significativo e precioso conhecimento em geral sobre o bioma amazônico e em particular sobre sua biodiversidade. Muito desse conhecimento foi possível obter a partir das pesquisas realizadas no âmbito de programas de iniciação científica e de pós-graduação. Parte desse conhecimento, especialmente a relacionada à descrição taxonômica das espécies, vem sendo acumulada desde séculos passados com o trabalho de grandes naturalistas como: Carl Philipp von Martius, Johann Batiste von Spix e Alexander von Humboldt que visitaram a Amazônia. Embora muito relevante, o conhecimento acumulado é uma pequena parcela do que tem que ser ainda obtido devido à grandeza e a complexidade da biodiversidade amazônica.

Sobre bioprospecção

A pesquisa em bioprospecção, relacionada à descoberta de novas moléculas, tem avançado muito na Amazônia decorrente das atividades de pesquisa realizadas por diversos grupos de “Química de Produtos Naturais” ligados à pós-graduação e a iniciação científica nos diversos Estados da Amazônia Legal. Milhares de espécies, plantas, animais e microrganismos têm sido estudadas e centenas de novas moléculas têm sido descritas.

Um exemplo de bioprospecção em forma de colaboração ICT & Empresa na Amazônia se refere à colaboração iniciada em 1999 da Universidade Federal do Pará com a empresa Extracta Moléculas Naturais SA (Bio Rio - Rio de Janeiro/RJ). Na Central de Extração da UFPA foi montada uma estrutura similar a da Extracta no Rio de Janeiro e a partir de coleta randômica foram feitos 5.000 extratos que foram submetidos a bioensaios contra *Staphylococcus aureus*, *Trypanosoma cruzi*, diabetes tipo II, dentre outros, mostrando vários resultados positivos. Após essa etapa, embora alguns estudos tenham se mostrado bastante promissores, até o momento nenhum extrato ou composto isolado desses extratos entrou em fase de testes.

No que se refere à prospecção de novos materiais genéticos para a área alimentar, destacamos os trabalhos realizados pelo Inpa, MPEG e as unidades da Embrapa na Amazônia, que resultaram em diversos bancos de germoplasma, entre eles os de pupunha, camu-camu, mandioca, guaraná, caiaué (dendê amazônico) e plantas medicinais. Esses bancos de germoplasma tem sido de grande importância para dar suporte à produção agrícola e agroflorestal na Amazônia. Destacamos as pesquisas com variedades sem espinho do Banco de Germoplasma de Pupunha do Inpa que tem sido a base para o cultivo para a produção de palmito. Destacamos também o banco de germoplasma de guaraná da Embrapa Amazônia Ocidental que possui linhagens mais produtivas e tolerantes à antracnose.

Sobre biotecnologia

São poucos os exemplos aqui da Amazônia onde a partir da biodiversidade descobriram-se moléculas que passaram por todas as etapas de desenvolvimento tecnológico até chegar a produtos farmacêuticos. O principal exemplo é da substância quinina descoberta a partir do conhecimento tradicional e que originou vários derivados alguns deles utilizados até hoje. As histórias do desenvolvimento tecnológico da quinina e da artemisina (chinesa), as duas principais drogas antimaláricas, que são excelentes exemplos de desenvolvimento de produtos farmacêuticos estão mostradas no Apêndice 1.

Entre a atuação de algumas iniciativas privadas na Região Amazônica, destaca-se a empresa Natura, que tem utilizado matérias primas derivadas do processo extrativo realizados por empreendimentos comunitários para elaboração e lançamento de vários produtos

comercializados com grande sucesso como, por exemplo, os produtos da linha Ekos. Para tal construiu uma unidade fabril em Benevides (PA) com uma planta de extração de óleo e uma de produção de sabonetes. Visando o desenvolvimento de novos produtos criou recentemente em Manaus o Núcleo de Inovação Natura Amazônia.

No que se refere à biotecnologia moderna, as atividades realizadas pela Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas (Realgene) de prospecção de novos genes via abordagens genômicas e transcriptômicas, permitiram a elaboração de projetos que visam a geração de bioprodutos que estão no momento em fase de pesquisa e desenvolvimento. É relevante citar o contrato de desenvolvimento de tecnologia de produção de hormônio de crescimento humano (hGH) por engenharia genética e processo fermentativo na bactéria *Escherichia coli* firmado entre a empresa Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda (Itapira-SP) e a Universidade Federal do Amazonas (Ufam). A Ufam em cerca de um ano de trabalho cumpriu sua parte e transferiu o clone recombinante e a tecnologia em nível de bancada à Cristália. A Cristália escalonou o processo e construiu uma planta industrial multipropósito para produção de proteínas terapêuticas recombinantes sendo que o hGH será possivelmente o seu primeiro bioproduto a ser lançado no mercado.

O estado do Acre produz, a partir do látex nativo, preservativos masculinos em uma fábrica denominada de Preservativos Natex. Essa iniciativa é um excelente exemplo de ação integrada entre o Governo do Estado do Acre e o Governo Federal. A iniciativa foi idealizada pela Fundação de Tecnologia do Acre visando agregar valor ao látex dentro do Estado do Acre, criar empregos, elevar a qualidade de vida dos seringueiros e conseqüentemente evitar a derrubada da floresta e sua substituição por pastagens. Em 2012 foram fabricados 70 milhões de preservativo que foram absorvidos pelo Ministério da Saúde e utilizados em seu programa de combate às doenças sexualmente transmissíveis (DST). Para mais detalhes sobre a fábrica consulte o Apêndice 3.

Embora nos últimos 15 anos a infraestrutura para pesquisa na Amazônia tenha melhorado, não ocorreu desenvolvimento de novos bioprodutos de alto valor agregado. No que se refere ao melhoramento genético clássico de espécies amazônicas, embora tenham sido organizados diversos bancos de germoplasma, apenas trabalhos de seleção de genótipos têm sido realizados e a maior parte do processo de domesticação e melhoramento genético foi realizada séculos atrás pelos nativos. Na área animal, trabalhos de determinação de cariótipos e de análise genética de populações de peixes e de tartarugas têm sido realizados, e resultados muito interessantes a respeito da diversidade genética das espécies e de sua evolução têm sido obtidos, porém melhoramento genético para desenvolver a aquicultura não tem ocorrido na Amazônia, nem mesmo para melhorar a características visuais de peixes ornamentais.

Um número considerável de monografias, dissertações e teses tem sido produzido e artigos científicos publicados em biodiversidade, bioprospecção e biotecnologia. Além disso, diversos estudos sobre diferentes cadeias produtivas das áreas da biodiversidade amazônica foram realizados por diferentes agências federais e estaduais. Esse conhecimento obtido, embora significativo, está disperso e no ano passado uma ação da Fapeam e da Rede Bionorte foi iniciada visando resolver essa questão, essa iniciativa está descrita no item 4.4.

3.2. Principais programas/projetos executados

Para se atingir o nível atual de competência técnico-científica e infraestrutura, diversos programas e projetos foram criados e executados principalmente com suporte financeiro do Governo Federal. A partir de 2003, com a criação da Fapeam e a seguir das outras FAPs na Amazônia Legal, a contribuição dos Estados aumentou significativamente. Os principais programas/projetos em formato de rede estão apresentados a seguir:

- “Programa Norte de Pesquisa e Pós-Graduação” (PNOPG) - iniciou em 1986 por meio de ação integrada entre a Capes, o CNPq e a Finep e foi muito relevante para dinamizar as atividades de pesquisa e da pós-graduação na Amazônia;
- “Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil” (PPG-7) - é uma iniciativa do governo brasileiro e dos governos dos países mais industrializados (G-8), foi aprovado em 1991 e lançado oficialmente na “Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento” (Rio 92). Sua missão foi de contribuir para a formulação e a implantação de políticas voltadas para a conservação dos recursos naturais e na promoção do desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira e na Mata Atlântica.
- “Rede para a Conservação e Uso de Recursos Genéticos da Amazônia” (Genamaz) - criada pela Sudam em 1994 objetivou a estruturação dos bancos de germoplasma da Amazônia e apoio a projetos de pesquisa voltados para a conservação e uso sustentável da biodiversidade da Amazônia.
- “Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade Amazônica” (Probem/Amazônia) - criado pelo MMA, MCTI e MDIC em 1997, visava o desenvolvimento da área bioindustrial na Amazônia de forma sustentável, especialmente por meio de atividades de bioprospecção em rede e catálise da interação entre as ICTs e empresas. Sua principal realização foi a construção do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) (para mais detalhes vide Apêndice 4).
- “Consórcio Genoma Nacional” - criado pelo CNPq (MCTI), envolveu 25 grupos da maioria dos estados brasileiros. Na Amazônia três grupos participam do consórcio: Ufam, Inpa e UFPA. Com esse projeto, que iniciou em 2000, foi possível a montagem

de infraestrutura e formação de pessoal qualificado na área sequenciamento de DNA e bioinformática. Foram inicialmente sequenciados os genomas da *Chromobacterium violaceum* e do *Micoplasma sinoviae*. Esse consórcio continua até hoje e acaba de sequenciar e publicar o genoma do mosquito que é o principal vetor da malária no Brasil, o *Anopheles darlingi* (MARINOTTI ET AL, 2013).

- “Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas” (Realgene) - essa rede foi induzida pelo MCTI e iniciou suas atividades em 2003 envolvendo 12 grupos de pesquisa de oito Estados da Amazônia Legal. O estado do Mato Grosso não participou pois seus grupos já estavam engajados ao Projeto Genoma Regional do Centro-Oeste. Inicialmente a Realgene sequenciou os genes que se expressam no fruto do guaranazeiro (*Paullinia cupana*) e a seguir diversos outros projetos genoma foram desenvolvidos, entre eles: genoma do vírus HPV13 isolado na Amazônia, transcriptoma de larvas da abelha *Melipona compressipes*, transcriptoma da glândula de veneno da serpente *Bothrops atrox*, transcriptoma do fruto do camu-camu, metagenoma da Terra Preta de Índio e metagenomas do Rio Negro e do Rio Solimões. O funcionamento da Rede resultou também na montagem de infraestrutura laboratorial de biologia molecular e formação de dezenas de técnicos e pós-graduandos tanto na Amazônia Ocidental como na Oriental.
- “Rede Proteômica do Estado do Amazonas” (Proteam) - o MCTI ao invés de criar redes proteômicas regionais, de forma similar ao que aconteceu na área genômica, estimulou a formação de redes proteômicas estaduais. Nessa fase inicial, em 2003, na Região Norte apenas o Estado do Amazonas organizou, graças a ação determinante da Secti-AM e apoio da Finep, sua Rede Proteômica. Participaram da rede as instituições: Ufam, Inpa, FMT-AM, Embrapa Amazônia Ocidental, e Fiocruz-AM, sendo que durante funcionamento o CBA foi incorporado à rede e adquiriu espectrômetros de massas apropriados para análise proteômica. A rede estudou inicialmente proteomas de espécies cujos genomas ou transcriptomas já haviam sido estudados, ou seja: *Chromobacterium violaceum*, frutos do guaranazeiro (*Paullinia cupana*) e glândula de veneno da jararaca da Amazônia (*Bothrops atrox*). O estado do Pará posteriormente organizou também sua rede proteômica.

3.3. Principais programas/projetos em andamento

A seguir são apresentados os principais programas/projetos em formato de rede em andamento na Amazônia Legal:

- “Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia” (INCTs) - dos programas voltados para o desenvolvimento de CT&I no Brasil esse, que foi criado 2008, é o mais abrangente, pois objetiva agregar de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira de ciência e do desenvolvimento sustentável do país, visando formar recursos humanos, impulsionar

a pesquisa básica e estimular a inovação em estreita articulação com empresas inovadoras. A iniciativa é apoiada pelo CNPq, Capes, MS, BNDES e algumas FAPs (Fapeam, Fapespa, Fapesp, Fapemig, Faperj e Fapesc). Estão funcionando no momento 122 INCTs sendo que dez (8,2%) situam-se na Amazônia Legal e desses nove (7,4%) atuam nas áreas de biodiversidade/bioprospecção/biotecnologia.

- “Programa para o Desenvolvimento da Bioindústria na Amazônia” (Prodebio) - Esse é um dos sete programas prioritários criados no âmbito do Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento da Amazônia, que aplica recursos da Lei de Informática (nº 11.077 de 2004) pela qual as indústrias incentivadas da Zona Franca de Manaus (ZFM) devem aplicar 5% de sua receita em atividades de pesquisa e desenvolvimento na Amazônia Ocidental. As instituições que atuam em biodiversidade e biotecnologia da Amazônia Ocidental têm recebido muito poucos recursos diretamente advindos das Indústrias da ZFM pela natureza eletroeletrônica dessas empresas. Entretanto os recursos dessa lei que são obrigatoriamente depositados no FNDCT no Fundo Setorial CT-Amazônia, 10% do total dos recursos, dão suporte a lançamento de Editais ou Encomendas e nesse caso mais que 50% dos projetos aprovados se referem a áreas importantes para o desenvolvimento bioindustrial.
- “Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal” (Bionorte) - criada em 2009 pelo MCTI e pelas SECTs e FAPs da Amazônia Legal, atualmente tem em execução 20 projetos em rede que integram cerca de cem subprojetos voltados para o desenvolvimento, a partir da biodiversidade, de tecnologias para conservação ou de processos e produtos bioindustriais. Além disso, foi criado o “Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte – PPG-Bionorte” que iniciou as atividades do curso de doutorado em 2012 com cem docentes e cem doutorandos sendo que atualmente em seu segundo ano de funcionamento, já tem 129 docentes 182 doutorandos.
- “Rede Amazônica de Pesquisa e Desenvolvimento em Biocosméticos” (Redebio) - o programa foi criado em 2010 pela Fapeam, Fapema, Fapespa e Funtac visa dinamizar as atividades de pesquisa e desenvolvimento em formato de rede, para a utilização sustentável da biodiversidade amazônica visando à geração de produtos inovadores em biocosméticos. O programa aprovou o funcionamento de quatro redes que integram um total de 21 projetos que se encontram em andamento.
- “Programa de Pesquisa em Biodiversidade” (PPBio) - esse programa foi criado em 2004 pelo MCTI com o objetivo central de articular as competências regionais para que o conhecimento sobre a biodiversidade brasileira seja ampliado e disseminado de forma planejada e coordenada por meio de redes de pesquisa voltadas à identificação, caracterização, valorização e ao uso sustentável da biodiversidade. O PPBio tem quatro eixos de atuação, alavancados a partir de ações do PPA, para alcançar o objetivo central, a saber: apoio à implantação e manutenção de redes de inventário da Biota; apoio à manutenção, ampliação e informatização de acervos biológicos do país (coleções *ex-situ*); apoio à

pesquisa e ao desenvolvimento em áreas temáticas da biodiversidade; e desenvolvimento de ações estratégicas para políticas de pesquisa em biodiversidade.

- “Rede Malária/Pronex” - a rede foi concebida e fomentada pelos ministérios MCTI e MS e pelas FAPs dos estados: AM, MA, MT, MG, PA e SP, com o objetivo de, por meio de atividades cooperativas interdisciplinares e interregionais, dinamizar as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação na área da malária. Em 2009, a rede aprovou 16 projetos que estão em fase de andamento ou conclusão.

4. Suporte ao desenvolvimento da bioprospecção e biotecnologia na Amazônia

4.1. Disponibilidade de recursos humanos

Nessa grande extensão territorial da Amazônia Legal, com 5.016.136 Km² que representa 60% do território nacional e que abriga da ordem de 15% da população brasileira, o índice de desenvolvimento científico e tecnológico é muito baixo. Embora tenha havido grande esforço no sentido de formar na Amazônia pessoal qualificado em bioprospecção & biotecnologia podemos afirmar com segurança que há grande carência desse tipo de profissional na Amazônia. De acordo com dados da Capes, no ano de 2011 foram concedidas para os nove Estados da Amazônia Legal, um total de 5.156 bolsas de pós-graduação, enquanto que a região Sudeste recebeu 33.176 bolsas, cerca de seis vezes mais. O número de docentes e discentes também revela a enorme discrepância entre as regiões. Atualmente, existem apenas 3.228 professores doutores e 8.674 alunos de pós-graduação na Amazônia Legal enquanto que a região Sudeste dispõe de 34.878 docentes doutores e 103.812 discentes. Desse modo, a relação de doutores na Região Norte é de aproximadamente 1/4.900 habitantes, enquanto que no Sudeste essa relação é mais que o dobro (1/2.300 habitantes), o que indica a necessidade de duplicar o número de doutores na Amazônia para que essa discrepância seja eliminada.

A avaliação dos programas de pós-graduação feita pela Capes também revela a fragilidade da região. Do total de 3.613 programas de pós-graduação, apenas 268 (7,4%) se encontra na Amazônia Legal. Como pode ser observado na Tabela 1 a seguir, dos cursos avaliados na área de biodiversidade e biotecnologia, a grande maioria, ou seja, 199 (93%) estão classificados com notas 3 ou 4 indicando que são programas ainda em fase de implantação/consolidação, sendo que apenas 14 (7%) deles obtiveram conceito 5, indicando que esses programas já são consolidados, com corpo técnico-científico qualificado e contendo alguns laboratórios bem instalados (Capes – Avaliação 2012 e Geocapes, 2011).

Tabela 1. Mestrado e doutorado acadêmicos e mestrado profissional na Amazônia Legal – 2013

Estado	MSc. 3	MSc. 4	MSc. 5	Dr. 3	Dr. 4	Dr. 5	Ms. Prof.	Total
Acre	05							05
Amapá	02	01			01			04
Amazonas	19	12	02	03	11	02	03	52
Maranhão	12	02			04		02	20
Mato Grosso	19	05	02		05	02	01	34
Pará	18	19	03	02	19	03	07	71
Rondônia	02	02			02		02	08
Roraima	03						02	05
Tocantins	06	02			02		04	14
Total	86	43	07	05	44	07	21	213

Os programas de PG considerados são os das áreas de biodiversidade, conservação e biotecnologia, a saber:

- microbiologia, zoologia e botânica;
- biologia, biodiversidade, ecologia e conservação;
- agronomia, pesca, engenharia florestal, veterinária, zootecnia, medicina, odontologia,
- engenharia de alimentos, tecnologia de alimentos,
- química, farmácia, engenharia química, engenharia de bioprocessos,
- genética, biologia molecular, biotecnologia.

No que tange à educação básica a situação não é melhor, embora o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) da Região Norte tenha aumentado de 3,5 em 2009 para 3,8 em 2012 está muito distante do valor de 4,5 da Região Sudeste e do valor de 6,0 de vários países desenvolvidos. Isso sem dúvida é consequência em geral de vários fatores, como: poucos recursos financeiros disponíveis, professores mal formados, falta de infraestrutura adequada ao ensino e propostas pedagógicas obsoletas. Para dar suporte ao desenvolvimento bioindustrial é necessário que no processo educacional básico os estudantes sejam estimulados a se aprofundar nas áreas de matemática, ciências e filosofia e serem expostos ao método científico desenvolvendo atividades de iniciação científica e, além disso, precisam ser despertados para o empreendedorismo.

4.2. Infraestrutura para pesquisa e desenvolvimento

A infraestrutura para a pesquisa científica melhorou muito nos últimos 15 anos na Amazônia, resultante da aplicação de recursos do Fundo Setorial Pro-infra, da Suframa, da Sudam e mais recentemente das Fundações de Amparo a Pesquisa do Estado da Amazônia Legal.

A Tabela 2 a seguir, que por ausência de informações oficiais completas, foi elaborada baseando-se nos dados disponíveis na Rede Bionorte (Documento do PPG-Bionorte – Versão 6.0) e por consultas realizadas pela Equipe de Gestão do PPG-Bionorte, mostra o número de laboratórios e outras facilidades importantes para a Bioprospecção e Biotecnologia, disponíveis em cada Estado da Amazônia Legal.

Tabela 2. Número de laboratórios/coleções científicas relevantes para a biotecnologia existentes em cada Estado da Amazônia Legal (essa tabela pode ser corrigida durante a 2ª Fase de Consultas aos Estados).

Laboratório	Nº Tot.	AC	AM	AP	MA	MT	PA	RO	RR	TO
Bioinformática	04	-	2	-	-	1	1	1	-	-
Biologia Molecular/Bioq.	20	2	6	-	2	1	4	2	2	1
Central Analítica	13	1	3	1	1	1	3	1	1	1
Coleções de Científicas	07	1	3	-	-	-	3	-	-	-
Cult. Cel. e Tecidos Animais	06	-	3	-	-	-	2	1	-	-
Cult. Cel. e Tecidos Vegetais	09	2	3	1	-	-	2	-	1	-
Farmacologia	13	1	2	2	1	2	2	1	1	1
Genética	21	2	6	-	2	3	5	2	2	1
Genômica	07	-	2	-	2	1	2	-	-	-
Inunologia	10	-	3	-	2	1	2	2	-	-
Microbiologia	19	1	5	1	2	1	2	2	2	2
Microscop. Eletrônica	01	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Nanibiotecnologia	04	1	1	1	-	-	1	-	-	-
Proteômica	06	-	4	-	-	-	1	1	-	-
Quim. Prod. Naturais	18	2	3	1	2	5	3	2	1	1
Tecnologia de Alimentos	06	1	2	-	-	-	1	-	1	1
Total	164	13	49	07	14	16	34	15	11	08

Comparando-se os dados da Tabela 2 com a Tabela 1 verifica-se claramente uma correlação direta entre o número de laboratórios em cada estado e o número de curso de pós-graduação.

Embora o número de laboratórios e estruturas disponíveis para atividades de pesquisa possam parecer razoáveis, com algumas exceções, essas unidades estão mal equipadas, sucateadas ou subutilizadas.

Em relação à carência de equipamentos isso se deve:

- na maioria dos casos os recursos foram insuficientes para equipá-los adequadamente;
- as intempéries do clima associadas à má qualidade das construções e a instabilidade do fornecimento de energia elétrica reduziu a vida média dos equipamentos;
- os equipamentos foram adquiridos e não houve fluxo de recursos adequados para manutenção e reparo;
- a falta de assistência técnica local que encarece e torna mais lento o processo de manutenção e reparo dos equipamentos,
- em alguns casos os equipamentos, especialmente os de grande porte, eram adequados e serviram por bom tempo, porém tornaram-se obsoletos e necessitam ser substituídos por versões modernas.

No que se refere à má utilização ou subutilização de equipamentos, isso se deve ao seguinte:

- o comportamento individualista de muitos pesquisadores e grupos de pesquisa;
- a falta de tradição nas instituições pela existência de núcleos de equipamentos multiusuários, especialmente para os equipamentos de grande porte.

No que se refere à infraestrutura, é importante ressaltar que os Estados que tem Fundações de Amparo a Pesquisa (FAPs) ativas e com recursos levam vantagem, pois possibilitam um maior fluxo de recursos aos grupos de pesquisa.

4.3. Inovação em biotecnologia

Para ocorrer inovação, ou seja, novos bioprodutos serem desenvolvidos e atingirem o mercado, é necessário que haja disponibilidade de pessoal com formação adequada, infraestrutura de P&D também adequada, mas além disso há necessidade de existir empresas inovadoras na região e recursos financeiro disponíveis.

Sobre a inexistência de empresas inovadoras na Amazônia

Com apenas algumas exceções, onde a principal é a Natura, que tem uma planta industrial de extração de óleos vegetais e produção de massa de sabonetes e grande capacidade de inovação,

a maioria das bioindústrias localizadas na Amazônia utilizam processos já de conhecimento público em suas áreas ou produzem genéricos (produtos cujas patentes expiraram).

A Tabela 3, a seguir, que também por ausência de informações oficiais completas foi elaborada baseando-se nos dados coletados pela Equipe de Gestão do PPG-Bionorte, mostra as incubadoras de empresas dos Estados da Amazônia Legal que tem iniciativas empresariais voltadas para a bioeconomia e o número das empresas incubadas que atuam na área bioindustrial, na área de tecnologia da informação e em outras áreas. Mostra também o número de empresas estabelecidas que realizam atividades de pesquisa e portanto têm capacidade própria de inovar.

Tabela 3. Incubadoras de empresas, empresas incubadas e bioindústrias dos estados da Amazônia Legal e tipos de produtos fabricados pelas empresas incubadas (essa tabela pode ser corrigida durante a 2ª fase de consultas aos Estados).

Estado	Incubadoras de empresas	Empresas incubadas de bio-produtos	Empresas incubadas de tecnologia da informação	Outras empresas incubadas	Empresas estabelecidas
Acre	ITCP/UFAC		Em fase de implantação		3
Amapá	CIE/IEPA	07	03	04	2
Amazonas	CIDE CBA AYTY/IFAM INDEF/FUCAPI CDTECH/UFAM ACETAM/Martha Falcão	18	18	11	15
Maranhão	INCUBEM		Em fase de implantação		3
Mato Grosso	ARCA MULTINCUBADORA - ATIVA	10	02	05	9
Pará	CESUPA UNIVERSITEC/UFPA	07	09	01	13
Rondônia	ITES/UNIR		Em fase de implantação		3
Roraima	IEES/UFRR		Em fase de implantação		2
Tocantins	CDTI/UNITINS		Em fase de implantação		2

Fonte: ??????

Pode-se verificar que, como era esperado, nos estados que têm maior número de pesquisadores, maior número de cursos de pós-graduação e melhor infraestrutura de pesquisa têm mais empresas incubadas e estabelecidas.

O que chama atenção é que na Amazônia Legal as empresas da área biotecnológica incubadas em sua maioria não são de base tecnológica, como ocorreu no Vale do Silício (CA-USA) ou em São Carlos (SP) e sim empresas que utilizam o conhecimento já existente (estado da arte) para fabricar bioprodutos. Isso é consequência de uma fraca base educacional associada à infraestrutura precária, número pequeno de pesquisadores e de conjuntura desfavorável referente aos marcos regulatórios e a disponibilidade de recursos financeiros. De qualquer forma, somos da opinião que essas indústrias já instaladas uma vez conhecendo o caminho de montar empresas e atuar num ambiente desfavorável de recursos e de marcos regulatórios, podem ser muito úteis servindo de base para o desenvolvimento das empresas inovadoras.

No que se refere à Zona Franca de Manaus, onde existem implantadas dezenas de empresas internacionais, além da grande maioria não atuar na área biotecnológica, grande parte de sua pesquisa de base e sustentação ocorre no país de origem, embora esse panorama tenha sido alterado um pouco devido à obrigação que têm, as da área de informática, de aplicar 5% de seu faturamento em programas prioritários definidos pela Suframa, entre eles o Programa para o Desenvolvimento da Bioindústria na Amazônia (Prodebio) (vide item 3.2). O fato de já existir uma base industrial forte em Manaus poderá propiciar o desenvolvimento de um polo bioindustrial, pela disponibilidade, por exemplo, de:

- gases com diferentes graus de pureza, gelo seco e nitrogênio líquido;
- embalagens de papelão, madeira e plástico;
- serviços de engenharia civil, química e de produção.

4.4. Outros fatores limitantes

Além das questões diretamente ligadas à infraestrutura, educação, e inexistência de empresas inovadoras, que foram tratadas nos itens anteriores, existem outros gargalos que limitam a PD&I na Amazônia que precisam ser resolvidos, entre eles:

Falta de informações adequadas

Os dados sobre produção científica, tecnológica/industrial relevantes para a Amazônia estão dispersos e de difícil acesso. O mesmo pode se dizer para os resultados das análises já feitas das cadeias produtivas que estão dispersas em diversos órgãos de governo tanto de nível federal, como estadual e municipal. Em 2012, para resolver essa questão, a Fapeam lançou um programa de Gestão em Ciência e Tecnologia no Amazonas - **PGCT/AM-Bionorte**, visando realizar um amplo levantamento e gerar bancos de dados relativos à área de uso sustentável da biodiversidade, contendo informações como:

- Conjunto de ICTs amazônicas que atuam na área;
- Teses, dissertações e monografias sobre uso sustentável da biodiversidade;
- Projetos com potencial de geração de bioprodutos;
- Coletânea de estudos sobre cadeias produtivas de bioprodutos e seus principais gargalos;
- Conjunto de empresas da Amazônia cujos produtos sejam derivados da biodiversidade.

Como o projeto aprovado no âmbito desse programa está apenas sendo iniciado, os dados que emergirão de sua execução ainda não estão disponíveis.

Marcos regulatórios

Os marcos regulatórios no momento não incentivam as atividades de PD&I em diferentes etapas do processo de desenvolvimento, como por exemplo:

- A “lei de acesso à biodiversidade” é repleta de etapas complexas que demandam tempo e já resultam em perda de motivação de inúmeros pesquisadores e de competitividade ao nosso sistema de PD&I;
- O Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (Inpi) tem operado com grande lentidão levando até 10 anos para conceder uma patente;
- A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) tem a um número significativo de seus funcionários em fase inicial de carreira, em fase de aprendizagem, o que torna o trabalho lento e com tendência a adotar os procedimentos de outras agências como o FDA (USA) ou o EMEA (União Europeia), que muitas vezes não se adequam a necessidades regionais ou nacionais;
- Os procedimentos para se criar novas empresas no Brasil tornam o processo muito lento e burocrático;
- Os processos de estabelecimento de convênios das ICTs com empresas, com raras exceções, são complexos e lentos;
- A Lei de Licitações (Lei 8666 de 1993) torna o processo de contratação de empresas de construção civil e aquisição de equipamentos, para as ICTs públicas, extremamente lentos, além de não estar mais cumprindo seu objetivo primordial que era o de evitar evasão ilícita de recursos do erário público.

5. Ações consideradas estratégicas para o desenvolvimento bioindustrial da Amazônia

5.1. Em formação, atração e fixação de recursos humanos

Além de ações para melhorar a qualidade do ensino do 1º e 2º grau e técnico de nível médio com escolas de permanência integral, melhoria do nível de ensino de matemática, filosofia e ciências naturais, nessa última introduzindo-se aulas práticas adequadas, considera-se muito importante também:

- Criar novos programas além de reforçar os já existentes visando expor estudantes de nível médio, das metrópoles e do interior, ao método científico, ao empreendedorismo e à educação ambiental;
- Oferecimento de cursos similares aos da série “Fundamentos de Biotecnologia” (coordenado pelos professores João Lúcio de Azevedo e Spartaco Astolfi Filho) com adaptações voltadas à bioprospecção e ao desenvolvimento sustentável, nos Estados/Instituições da Amazônia onde se identificar necessidade;

A série de cursos “Fundamentos de Biotecnologia” foi uma estratégia educativa, na qual caravanas de pesquisadores cruzavam o país no intuito de divulgar e atualizar turmas em Biotecnologia. Foi realizada na década de 1990 até o início da década de 2000.

- Criação de mais cursos de graduação e de técnico de nível médio em biotecnologia, especialmente nos Estados da Amazônia que ainda não tenham cursos desse tipo;
- Apoio a programas de pós-graduação das áreas diretamente e indiretamente voltadas para o setor bioindustrial, em especial a programas em formato de rede que tendem a otimizar os recursos humanos e a infraestrutura disponíveis, como por exemplo o “Programa de pós-graduação em biodiversidade e biotecnologia da Rede Bionorte - PPG-Bionorte” e a “Rede Amazônica de Ensino de Ciências e Matemática - Reamec”;
- Implementação do “Programa de Atração e Fixação de Doutores na Amazônia”, criado pelo Foprop - Norte (2012).
- Devido à importância estratégica da Região Amazônica e de suas peculiaridades, é importante que haja uma remuneração maior para garantir a fixação de pesquisadores e professores na região, por pelo menos um ciclo de tempo de formação de pessoal.

5.2. Em infraestrutura

Além de dar continuidade e ampliar os recursos para a Amazônia de importantes programas como Proinfra (Finep) e Pró-equipamentos (Capes), considera-se de grande relevância para o desenvolvimento bioindustrial da Amazônia as seguintes ações:

- Criar um programa para integrar e dar suporte ao bom funcionamento de Herbários, Coleções Zoológicas, Coleções de Cultura de Microrganismo e Bancos de Germoplasma “ex-situ” e “in situ”;
- Estabelecer uma plataforma integrada de Centrais Analíticas da Amazônia, que sejam completas e atuem em colaboração. Sugere-se que a plataforma se apoie em quatro polos: Belém, Manaus, Porto Velho e Cuiabá;
- Construir plantas piloto para: a) produção de óleos e extratos de planta (ou colocar a do CBA em funcionamento), b) processos de hidrólise e fermentação de biomassa e c) produção de proteínas recombinantes em células microbianas e animais;
- Construir Biotérios de Trabalho nas principais ICTs da Amazônia, e contar com pelo menos um biotério com padrão de excelência para criação e fornecimento de cada um dos animais necessários para as pesquisas básicas e os testes pré-clínicos;
- Restabelecer a “Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas - Realgene”, porém com escopo mais amplo, incluindo também: proteômica, metabolômica, engenharia genética, biologia sintética/ engenharia metabólica.
- Criar uma rede de laboratórios de bioinformática incluindo grupos de toda Amazônia Legal que atue integrada com a Rede Nacional coordenada pelo LNCC;
- Criar uma rede de laboratórios de nanobiotecnologia incluindo grupos de toda Amazônia Legal que atue integrada com a Rede Nacional de Nanobiotecnologia;
- Criar uma rede de laboratórios/grupos de pesquisa em Biomimética (Biônica) incluindo grupos de toda Amazônia Legal;
- Incubar ou/e atrair empresas prestadoras de serviços importantes para o desenvolvimento bioindustrial, como as capazes de realizar ensaios pré-clínicos, ou fazer caracterização físico-química das moléculas, ou análise microbiológica de bioprodutos.

5.3. Em inovação

Além de dar continuidade à implantação dos NITs nas ICTs amazônicas e criar novas e apoiar as incubadoras de empresas já em operação, considera-se de grande importância para o desenvolvimento da biotecnologia na Amazônia o seguinte:

- Alterar aspectos pedagógicos dos cursos de graduação e técnicos no sentido de despertar nos alunos o gosto pela criatividade e para o empreendedorismo;
- Resolver os entraves dos marcos regulatórios em bioprospecção e biotecnologia para que o conjunto seja atrativo para o setor de PD&I e também as bioindústrias;
- Criar um sistema que disponibilize recursos financeiros às empresas inovadoras e voltadas à conservação dos ecossistemas, inclusive capital de risco;
- Criar um “Observatório de CT&I para o Desenvolvimento Bioindustrial” para a Amazônia Legal, com informações históricas e recentes sobre: projetos relevantes em andamento, resultados de projetos promissores para iniciar colaboração com o setor industrial, os estudos sobre as cadeias produtivas e seus gargalos, as bioempresas existentes e aquelas em fase de incubação.
- Incubar e atrair empresas de base tecnológica para a Amazônia.
- Apoiar o estabelecimento/lançamento do Selo Amazônia - marca que reconhece o padrão de qualidade e de sustentabilidade do produto amazônico para uso no país e para exportação.

Referências

- CAPOBIANCO, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A.; SAWYER, D.; SANTOS, I.; PINTO, L.P. **Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**. São Paulo – SP: Editora Estação Liberdade / Instituto socioambiental. 2001.
- CARDOSO DA SILVA, J. M. A origem da fábrica amazônica de espécies. *Scientific american – Brasil - Aula Aberta*. 2013, v. 15, p. 42-43.
- CARDOSO, T.M.; SEMEGHINI, M.G. (Org). **Diálogos agroecológicos: conhecimentos científico e tradicional na conservação da agrobiodiversidade no rio Cueiras (Amazônia Central)**. Ed. Instituto de Pesquisas Ecológicas, IPE. 2009. Manaus – AM; 160 p.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Ciência, tecnologia e inovação para desenvolvimento das regiões Norte e Nordeste do Brasil: novos desafios para política nacional de CT&I**. GALVÃO, A.C.F.; NETO, A.M. (Org.). Brasília – DF: 2011, 292p.

- _____. **Um projeto para a Amazônia no século 21: desafios e contribuições.** BECKER, B. K.; COSTA, F.A.; COSTA, W.M.(Org.). Brasília – DF: 2011. p. 39-86
- CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B.; CLEMENT, C.R. Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: INPA, 2000, 409p.
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. **GEOCAPES. Base de dados georeferencial da CAPES.** Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/estatisticas>>
- FERRER, M.; THORSTEINSDÓTTIR, H.; QUACH, U.; SINGER, P.A.; DAAR, A.S. The Scientific muscle of Brazil's health biotechnology. **Nature Biotechnology**.v. 22, p. 8-12. 2004.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia. **Anais do seminário.** Brasília–DF: 2001. 436p.
- PPG-BIONORTE. **Documento oficial do programa de pós-graduação em biodiversidade e biotecnologia da Rede Bionorte.** 2011. Rede BIONORTE – MCTI. Disponível em: <http://www.bionorte.org.br>.
- RONAGHI, M.; KARAMOHAMED, S.; PETTERSON, B.; UHLEN, M.; NYREN, P. Real time DNA sequencing using detection of pyrophosphate release. **Anal. Biochem.** v. 242, p. 84 – 89. 1996.
- SALATI, E.; SANTOS, A.A.; LOVEJOY, T.E.; KLABIN, I. **Porque salvar a floresta Amazônica.** Manaus – AM: INPA, 1998.
- SANGER, F.; WICKLEN, S.; COULSON, A.R. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. **Proc. Natl. Acad. Sci – USA**, v. 74, p. 5463 -5467. 1977.

Apêndices

Apêndice 1 - As estratégias de bioprospecção

A partir da biodiversidade, pode-se descobrir inúmeras substâncias para os mais variados fins, como por exemplo:

- novos fármacos como: antibióticos, antineoplásicos, antimaláricos, neuroativos, antiparasitários, etc.;
- fitoterápicos e cosméticos;
- corantes e aromatizantes naturais;
- novos procedimentos de controle biológico de pragas e doenças;
- desenvolvimento de novas fontes de alimentação;
- novos biomateriais como plásticos biodegradáveis, sedas e diferentes tipos de fibras.

Para a descoberta de novas substâncias úteis (bioprospecção) diferentes estratégias que estão mostradas na Figura 2, a seguir, podem ser utilizadas.



Figura 2. Mostra esquematicamente diferentes estratégias de bioprospecção.

A seguir serão apresentadas cada uma dessas estratégias de bioprospecção.

1. Etnobiológica

- Baseia-se no conhecimento acumulado por séculos/milênios pelas comunidades indígenas e tradicionais. Por exemplo, na área farmacêutica (etnofarmacológica) as amostras são coletadas a partir do conhecimento tradicional e após isso procedimentos técnicos/ científicos

são utilizados para demonstração da segurança e eficácia tanto para desenvolvimento de fitoterápicos (extratos) como de fitofármacos (substâncias puras). Essa estratégia permite a descoberta de novos medicamentos com 10 vezes mais eficiência que pela abordagem tipo tentativa-erro. As duas mais importantes drogas para tratamento da malária foram descobertas a partir de indicações etnofarmacológicas: a quinina e a artemisina.

2. Ecologia molecular

- Baseia-se na procura de substâncias ou procedimentos úteis a partir do conhecimento da maneira com que as espécies interagem em nível molecular em seus ecossistemas.

3. Quimiosistemática

- Baseia-se no conhecimento das composições químicas das espécies e como essas composições variam ao longo das árvores filogenéticas. Substâncias químicas úteis e principalmente seus derivados químicos podem ser descobertos procurando-se em espécies relacionadas filogeneticamente às espécies nas quais a presença das substâncias foi cientificamente já demonstrada.

4. Tentativa-erro

- Não parte inicialmente de nenhuma informação preliminar, os extratos são feitos a partir de coleta randômica das amostras e em seguida suas propriedades são testadas. Como nesse caso as chances de se encontrar um princípio ativo para uma determinada aplicação é baixa, muitas vezes utilizam-se métodos eficientes robotizados de produção de extratos e de realização dos bioensaios.

A quinina e a artemisina são duas drogas antimaláricas descobertas pela via etnofarmacológica e as histórias do desenvolvimento desses fármacos são ricas e ilustrativas, além de serem extremamente importantes para a região amazônica devido a alta incidência de malária.

A descoberta da quinina pelo Ocidente data do final do século 16 durante a conquista do Império Inca pelos espanhóis na região do Peru. Nessa época, os invasores espanhóis tomaram conhecimento de uma árvore usada pelos índios para curar febre. Em 1633 o padre jesuíta Calancha descreveu as propriedades de cura da casca da árvore e então os jasuítas passaram a utilizar a casca da árvore para produzir um chá para prevenir e curar a malária.

Em 1739, o taxonomista sueco Carl Linnaeus classificou essa árvore da família Rubiceae (a mesma do café) do gênero *Cinchona*, em homenagem ao nome de uma condessa espanhola que foi curada pelo chá da casca da árvore. As espécies com maior teor de quinina são *Cinchona ledgeriana* e *Cinchona officinalis*.

Os químicos franceses Joseph Pelletier e Joseph Caventou, em 1820, isolaram o princípio ativo antimalárico do tipo alcalóide e denominaram de quinina. A síntese orgânica da quinina só veio a ser obtida por Rabe e Kindler em 1918 e posteriormente, como esforço decorrente da 2ª Guerra Mundial, por Woodward e Doering em 1945. Nessa mesma época analisando-se compostos heterocíclicos quinolínicos (como a quinina) desenvolvidos principalmente pela indústria alemã de corantes, descobriu-se a cloroquina que passou então a ser usada e sintetizada pela indústria farmoquímica. Posteriormente outras substâncias do mesmo grupo foram sintetizadas e utilizadas contra a malária como, por exemplo: cloroquina, primaquina e mefloquina. Os esforços para o desenvolvimento da síntese orgânica da quinina e seus análogos se confundem muitas vezes com o próprio desenvolvimento da química orgânica no mundo.

A planta artemísia ou *Artemisia annua*, chamada na China de Qinghao tem sido utilizada pela medicina tradicional chinesa há 2000 anos para tratamento de febres, sangramento, diarreia e outras doenças. O seu uso como antimalárico, foi descrito pela primeira vez no século IV do milênio passado por Ge Hong.

A *Artemisia annua*, da família Asteraceae é um arbusto com folhas tipo samambaia e flores amarelas brilhantes. Nativa da Ásia, ela agora é encontrada em todo o mundo, especialmente em zonas temperadas em altitudes entre 1.000 e 1.500 metros.

O princípio ativo antimalárico da artemísia é um sesquiterpeno lactona endoperóxido denominado de artemisinina, que foi descoberto pelos chineses em 1970 em consequência de um esforço para apoiar os vietnamitas em guerra contra os USA. Após essa descoberta a China restringiu as informações e sua exportação por várias décadas temendo que a big-pharma europeia/americana desenvolvessem derivados e os patenteassem.

A produção da artemisina e derivados tem dependido da plantação, colheita e confecção de extratos artemísia (qinghao) que além de ficar sujeita a sazonalidade e flutuações de preço (elevado) no mercado, não é suficiente para atender toda a demanda mundial, o que tem prejudicado muito o tratamento da doença que mata mais de um milhão de pessoas por ano em países pobres. Por isso a Fundação Bill e Melinda Gates decidiu investir US\$ 48 Milhões em um projeto de biologia sintética (biotecnologia moderna) liderado pelo professor Jay Keasling na Universidade da Califórnia em Berkeley. O grupo estudou a via de produção natural da artemisinina e transferiu genes dessa via para a levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) conferindo a essa levedura a capacidade de produzir ácido artemisínico em altos níveis. Esse trabalho foi publicado na revista científica Nature (Ro, D, et al, 2006), e concluindo o trabalho de desenvolvimento tecnológico as empresas Amyris e Sanofis construíram uma fábrica em Garessio (Itália) que iniciará esse ano, via fermentação da levedura transgênica, a produção de 60 milhões de doses de artemisina, o que corresponde a um terço da demanda mundial.

Apêndice 2 – Etapas do desenvolvimento de um biofármaco

Da etapa inicial de pesquisa básica referente à descoberta a partir da biodiversidade de uma substância bioativa (composto líder) até o produto atingir o mercado existe um longo e dispendioso caminho. A Figura 3 mostra as principais fases de desenvolvimento de um biofármaco, que estão a seguir descritas resumidamente.

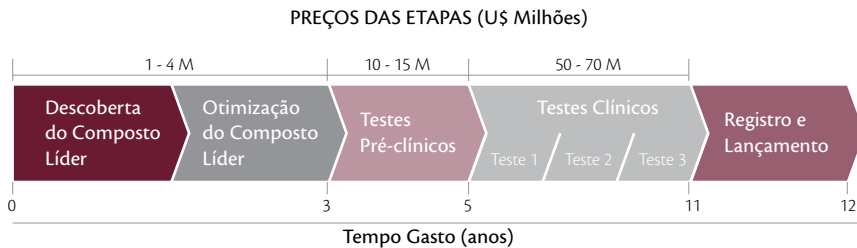


Figura 3. Mostra etapas, tempo e custo do desenvolvimento de um novo medicamento.

3. Fase de descoberta

- *Bioensaio* – permite a descoberta de que em um extrato de uma determinada espécie, ou em uma biblioteca de compostos orgânicos, contém um princípio ativo com ação contra um determinado alvo celular ou molecular (bioprospecção);
- *Purificação* – utilizando diferentes metodologias, principalmente de precipitação diferencial, filtração e cromatografia, a partir de extrato purifica-se o princípio ativo;
- *Caracterização Molecular* – a partir de técnicas de espectrometria de massas, RMN, difração de Raios X dentre outras determina-se a estrutura química da molécula (princípio ativo), que pode ser chamada de substância ou composto líder.

Fase de desenvolvimento.

Otimização do Composto Líder – utilizando-se técnicas de química orgânica (micromoléculas) ou de engenharia genética ou engenharia de proteínas (macromoléculas) produz-se derivados da substância líder, mais potentes ou mais permeáveis ou com farmacocinética mais favorável. Nessa fase testes em animais de laboratório são também realizados para se concluir a prova de conceito obtendo-se informações sobre a eficácia e também dados preliminares de segurança da utilização da nova molécula;

- Testes Pré-clínicos – testa-se em animais (pelo menos dois tipos) a segurança da utilização da nova molécula (toxicidade, mutagenicidade) da nova molécula, sua imunogenicidade, bem como propriedades farmacológicas (farmacocinética);

- Testes Clínicos Fase I – testa-se a segurança e farmacocinética da nova molécula em pequenos grupos de seres humanos normais e voluntários (20 - 50 pessoas);
- Testes Clínicos Fase II (ou Estudo Terapêutico Piloto) – testa-se a eficácia e confirma-se a segurança e coleta-se dados de biodisponibilidade e de dose x resposta da nova molécula em cerca de 100-200 pacientes;
- Testes Clínicos Fase III – (Estudo Terapêutico) – trata-se de estudo normalmente multicêntricos com cerca de 800-1000 pacientes e visa identificar a relação risco/benefício a curto e longo prazo das formulações do princípio ativo e de maneira geral o valor terapêutico relativo da nova molécula – que se passar dessa fase poderá ser considerada um novo fármaco.
- Registro - nessa fase os dados clínicos são apresentados à Agência de Vigilância Sanitária que poderá então aprovar o lançamento do novo medicamento no mercado concedendo o registro. Após o que seguirá a fase de marketing e lançamento do novo medicamento no mercado.

Apêndice 3 – Natex: a fábrica de preservativos masculinos do Estado do Acre

O estado do Acre produz, a partir do látex nativo, preservativos masculinos em uma fábrica denominada de Preservativos Natex. Essa iniciativa é um excelente exemplo de ação integrada entre o Governo do Estado do Acre e o Governo Federal. A iniciativa foi idealizada pela Fundação de Tecnologia do Acre visando agregar valor ao látex dentro do Estado do Acre, criar empregos, elevar a qualidade de vida dos seringueiros e consequentemente evitar a derrubada da floresta e sua substituição por pastagens.



Figura 4. Mostra a fábrica de preservativos Natex e diferentes fases do processo de produção

Fonte: Portal da Natex (<http://www.preservativosnatex.com.br/>)

Depois de concluída e certificada, a empresa passou a fornecer preservativos de alto padrão de qualidade contribuindo dessa forma para diminuir: a disseminação de doenças sexualmente transmissíveis (DSTs), a importação de preservativos e conseqüentemente os gastos com importações. Em 2012 a Natex produziu 70 milhões de preservativos que foram todos absorvidos pelo Ministério da Saúde e utilizados no seu programa de prevenção as DSTs.

Curiosamente, após os investimentos públicos com a montagem da fábrica e a demonstração de sua viabilidade econômica e sustentabilidade, empresas privadas passaram a demonstrar interesse em adquiri-la, o que em nossa opinião reforça a concepção de que o Estado tem grande poder de criar novas oportunidades de desenvolvimento, especialmente em situações onde inicialmente não existe o interesse do capital privado.

Uma vez em operação, essa empresa tem demandado das instituições de ensino e pesquisa da Amazônia, o desenvolvimento de projetos de pesquisa que visam agregar mais valor ao produto ou conhecer melhor a floresta visando conservá-la, entre eles enumeramos:

- estudos que objetivam substituir o óleo lubrificante sintético dos preservativos por óleos naturais (Funtac e Ufac);

- desenvolvimento de preservativos aditivados com produtos naturais que possam retardar o processo de ejaculação (Funtac e Ufac);
- outras utilizações do látex e também de outros produtos florestais não madeireiros que possam ser produzidos pela comunidade de Xapuri (Funtac e Ufac); e,
- análise, por meio de marcadores moleculares, da diversidade genética das espécies da floresta, especialmente da seringueira (Funtac, Ufac e Ufam).

Juntamente com essa atividade industrial que permite remunerar melhor o seringueiro, a Funtac desenvolveu outras atividades que visaram melhorar o padrão de vida do homem da floresta melhorando seu acesso à educação e a saúde e desenvolveu um fogão a lenha que ao mesmo tempo é uma máquina a vapor de baixa pressão capaz de gerar 70 watts fornecendo energia elétrica e no momento está desenvolvendo a tecnologia de uma geladeira que opera apenas com 30 watts. Consideramos que essa belíssima iniciativa de cunho tecnológico, social e ambiental deve servir de exemplo para que outras tantas iniciativas sejam desenvolvidas e garantam o desenvolvimento sustentável dessa maravilhosa região brasileira.

Apêndice 4 – O Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA)

O Centro de Biotecnologia da Amazônia foi criado no âmbito do Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (Probem/Amazônia) que é resultante de ação conjunta entre o Ministério de Meio Ambiente (MMA), o Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio Exterior (MDIC). Sua inauguração ocorreu em dezembro de 2002.



Figura 5. Mostra uma vista frontal do Centro de Biotecnologia da Amazônia

Fonte: Portal da Suframa (<http://www.suframa.gov.br/>)

O CBA foi idealizado para contribuir com o desenvolvimento sustentável da região amazônica perseguindo os seguintes objetivos:

- Identificar pesquisas desenvolvidas nas ICTs (Instituições de Ciência e Tecnologia) cujos resultados sejam promissores, e catalisar a aproximação dessas instituições com o setor industrial objetivando o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos;
- Diagnosticar e atuar na resolução de fatores limitantes (gargalos) das diferentes cadeias produtivas do setor bioindustrial;
- Atuar em atividades de pesquisa, integrando Redes Cooperativas de Bioprospecção, que resultem em descobertas que possam servir de base para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos;
- Desenvolver, em colaboração com o setor empresarial e/ou com as ICTs processos e produtos biotecnológicos;
- Prestar serviços credenciados ao setor industrial e às ICTs;
- Promover a incubação de empresas biotecnológicas e a gênese de polos de bioindústrias na Amazônia;
- Promover a interiorização do desenvolvimento por meio da criação de opções tecnológicas que resultem na agregação de valor às matérias primas oriundas da biodiversidade, contribuindo com a inclusão social e econômica das populações amazônicas;
- Colaborar na formação de recursos humanos em biotecnologia na Amazônia;
- Colaborar com o setor governamental na elaboração/implementação de políticas públicas que visem o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

Para dar suporte as atividades do Probem/Amazônia e do CBA foi criada uma associação denominada Associação Brasileira para o Uso Sustentável da Biodiversidade Amazônica (Bioamazônia) que foi credenciada pelo governo Federal como uma Organização Social (OS) e iniciou suas atividades em 1998 com recursos advindos de contrato de gestão com o Ministério do Meio Ambiente. Após certo tempo de atuação e principalmente pela atribulada tentativa de firmar, sem consultar previamente seu próprio conselho diretor, um contrato de bioprospecção com a Novartis Phama e também por não ter atingido parte dos objetivos dos contratos de gestão com o MMA, a associação caiu em descrédito não conseguindo firmar mais contratos de gestão com o governo.

No difícil cenário acima descrito, a Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), o órgão do Governo Federal que mais havia investido recursos na construção do CBA e ciente da importância desse centro e de seus relevantes objetivos, assumiu a responsabilidade de terminar

sua construção e equipá-lo. O Centro iniciou sua operação em 2003 com apoio do MCTI e da Fapeam que forneceram bolsas de estudo para pesquisadores e técnicos e a Suframa complementou o quadro cedendo pessoal de apoio administrativo.

Atualmente o CBA conta com as seguintes principais unidades, com diferentes graus de implantação/funcionamento:

- 15 Laboratórios de pesquisa;
- Central analítica com mais cinco laboratórios;
- Núcleo de produção de extratos;
- Planta piloto para produção de óleos e extratos;
- Casas de vegetação;
- Biotério;
- Núcleo de informação;
- Núcleo de gestão da inovação;
- Núcleo de administração;
- Setor de incubação de empresas;
- Setor para hospedar empresas âncora;
- Anfiteatro e salas de reunião;
- Alojamento;
- Restaurante.

Apesar dos esforços dos órgãos acima citados, sem um CNPJ próprio e sem operar com apoio de uma OS, sem um Conselho Diretor e com um Conselho Científico atuando de forma precária e sem a participação de representantes das principais ICTs da Amazônia, o CBA não tem desenvolvido nos últimos dez anos nem 10% de seu potencial, embora tenha consumido recursos da ordem de R\$ 90 milhões, gerando uma imensa frustração em diversos setores do meio acadêmico, empresarial e governamental.

Cabe sem dúvida nesse momento de elaboração do PCTI/Amazônia propor ações que permitam ao CBA atingir seus relevantes objetivos, que são elencadas a seguir:

- Definir com o máximo de urgência o Modelo de Gestão do CBA, atribuindo a ele um CNPJ próprio, e uma forma de operação ágil;

- Definir um plano de carreira para os pesquisadores, técnicos e pessoal de apoio administrativo;
- Estabelecer que o Centro opere o quanto antes via um Conselho Diretor robusto e comprometido com a Amazônia e um Conselho Científico que inclua além de representantes do CBA membros das principais ICTs da Amazônia; e
- Garantir que independentemente do modelo de gestão a ser adotado o CBA possa atingir seus objetivos de interesse público.