

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA -  
PPGBIOTEC

DENILSON LOPES EVANGELISTA

A UTILIZAÇÃO DOS PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS COMO  
DIFERENCIAL PRODUTIVO DAS EMPRESAS NAS INCUBADORAS DE  
NEGÓCIOS EM MANAUS-AM

MANAUS

2024

DENILSON LOPES EVANGELISTA

**A UTILIZAÇÃO DOS PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS COMO DIFERENCIAL  
PRODUTIVO DAS EMPRESAS NAS INCUBADORAS DE NEGÓCIOS EM  
MANAUS-AM**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

**ORIENTADOR: PROF. DR. DIMAS JOSÉ LASMAR**

**COORIENTADORA: PROFA. DRA. CINTIA MARA COSTA DE OLIVEIRA**

MANAUS

2024

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

E92u Evangelista, Denilson Lopes  
A utilização dos processos biotecnológicos como diferencial produtivo das empresas nas incubadoras de negócios em Manaus-AM / Denilson Lopes Evangelista . 2024  
87 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Dimas José Lasmar  
Coorientadora: Cintia Mara Costa De Oliveira  
Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Incubadoras de empresas. 2. Biotecnologia. 3. Processos Biotecnológicos. 4. Inovação. I. Lasmar, Dimas José. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DENILSON LOPES EVANGELISTA

**A UTILIZAÇÃO DOS PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS COMO DIFERENCIAL  
PRODUTIVO DAS EMPRESAS NAS INCUBADORAS DE NEGÓCIOS EM  
MANAUS-AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, como requisito para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia, na área de concentração de Gestão da Inovação em Biotecnologia.

Aprovado em 30 de janeiro de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Dimas José Lasmar, Presidente

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Profa. Dra. Ires Paula de Andrade Miranda, Membro

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

Profa. Dra. Edileuza Lobato da Cunha, Membro

Universidade do Estado do Amazonas – UEA

Ao inesquecível Thiago Lopes Evangelista (Thiago Fox)

*in memoriam*, por ter sido um ótimo irmão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos e sua infinita misericórdia por mim durante toda minha vida até aqui.

A minha família e amigos por todo apoio e incentivo que sempre me dão para que eu siga em busca de conhecimento. Em especial a minha querida mãezona, Denilda Lopes Evangelista, que sempre está ao meu lado apoiando-me e é meu porto seguro.

Ao meu orientador Prof. Dr. Dimas José Lasmar e a minha coorientadora Profa. Dra. Cintia Mara Costa de Oliveira por sempre estarem acompanhando-me e todas as orientações dadas por eles durante o desenvolvimento do trabalho e pelas valiosas apreciações e recomendações, as quais foram de suma importância para o êxito desta pesquisa.

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPG-BIOTEC) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo apoio concedido durante todo o curso de mestrado.

As estimadas Profa. Dra. Edileuza Lobato da Cunha e Profa. Dra. Ires Paula de Andrade Miranda por todo apoio e recomendações para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Aos colegas de turma do curso de mestrado que sempre me incentivaram.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão da bolsa de estudos.

## RESUMO

A utilização dos processos biotecnológicos se destaca como diferencial produtivo das empresas em incubadoras de negócios em Manaus-AM. O estudo analisa as atividades que impulsionam o desenvolvimento desses processos em empresas incubadas que exploram a biodiversidade amazônica. Os objetivos se concentram na identificação destes processos, atividades de P&D, treinamento da força de trabalho e diretrizes ambientais. Metodologicamente, esta pesquisa tratou-se de um estudo transversal, exploratório-descritivo, de natureza quali-quantitativa. Combinando pesquisa bibliográfica e questionários semiestruturados. Foram selecionadas sete incubadoras da cidade de Manaus, contendo 55 empresas biotecnológicas, entre os meses de junho a outubro de 2023. Um total de 27 empresas responderam os questionários, a maioria atuando com variados processos biotecnológicos. Infere-se que as empresas incubadas estudadas exibem uma diversidade de processos biotecnológicos, variando desde a produção de enzimas, análises de DNA, transformação de produtos in natura, desenvolvimento de blends de enzimas, certificação molecular de pescados, produção de embalagens biodegradáveis, até o desenvolvimento de produtos como sabonetes e esfoliantes. Essa variedade reflete a rica biodiversidade amazônica e a capacidade inovadora das empresas na região. Em relação a análise do nível educacional dos colaboradores das empresas incubadas, notou-se um foco significativo na formação avançada desses indivíduos, com uma grande proporção de mestres e doutores. Isto sugere um investimento substancial no treinamento e desenvolvimento de habilidades especializadas, cruciais para o avanço da biotecnologia. Por fim, mediante essa pesquisa concluiu-se que a biotecnologia é emergente nas startups do Amazonas, indicando ser uma prática crescente das startups na região amazônica, conciliando com a sustentabilidade baseada na economia circular e que as incubadoras desempenham um papel vital no suporte às startups que desenvolvem processos biotecnológicos. Observou-se, entretanto, a necessidade de uma análise mais profunda das correlações entre complexidade dos processos e escolha de matéria-prima.

**PALAVRAS CHAVES:** Incubadoras de empresas; Biotecnologia; Processos Biotecnológicos; Inovação.

## **ABSTRACT**

The use of biotechnological processes stands out as a productive differentiator for companies in business incubators in Manaus-AM. The study analyzes the activities that drive the development of these processes in incubated companies that explore Amazonian biodiversity. The objectives focus on identifying these processes, R&D activities, workforce training and environmental guidelines. Methodologically, this research was a cross-sectional, exploratory-descriptive study, of a qualitative and quantitative nature. Combining bibliographical research and semi-structured questionnaires. Seven incubators in the city of Manaus were selected, containing 55 biotechnological companies, between the months of June and October 2023. A total of 27 companies responded to the questionnaires, the majority working with various biotechnological processes. It is inferred that the incubated companies studied exhibit a diversity of biotechnological processes, ranging from the production of enzymes, DNA analysis, transformation of fresh products, development of enzyme blends, molecular certification of fish, production of biodegradable packaging, to the development of products such as soaps and exfoliants. This variety reflects the rich Amazonian biodiversity and the innovative capacity of companies in the region. Regarding the analysis of the educational level of employees at incubated companies, there was a significant focus on the advanced training of these individuals, with a large proportion of masters and doctors. This suggests a substantial investment in training and developing specialized skills crucial to the advancement of biotechnology. Finally, through this research it was concluded that biotechnology is emerging in startups in Amazonas, indicating that it is a growing practice for startups in the Amazon region, reconciling with sustainability based on the circular economy and that incubators play a vital role in supporting startups that develop biotechnological processes. However, the need for a deeper analysis of the correlations between process complexity and choice of raw material was observed.

**KEYWORDS:** Business incubators; Biotechnology; Biotechnological processes; Innovation.



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Projetos com a utilização de processos biotecnológicos e recursos naturais da Amazônia.....	25
<b>Quadro 2</b> - Projetos com a utilização de processos biotecnológicos sem recursos naturais da Amazônia.....	27
<b>Quadro 3</b> - Processos biotecnológicos desenvolvidos por startups em incubadoras .....	42
<b>Quadro 4</b> - Exploração biotecnológica da biodiversidade amazônica: resultados e inovações no âmbito do PPG-BIOTEC/UFAM.....	53
<b>Quadro 5</b> - Exploração biotecnológica da biodiversidade amazônica: resultados e inovações no âmbito do PPG-BIONORTE .....	54

## LISTA DE FÍGURAS

<b>Fígura 1</b> - Representatividade das empresas incubadas por incubadora .....	40
<b>Fígura 2</b> - Distribuição percentual de colaboradores por formação acadêmica .....	41
<b>Fígura 3</b> - Relação entre processos biotecnológicos e a matéria-prima.....	46
<b>Fígura 4</b> - Funcionários e a relação com a matéria-prima.....	48
<b>Fígura 5</b> - Número de funcionários e a complexidade dos processos biotecnológicos .....	49

## LISTA DE SIGLAS

ANPROTEC	Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores
CBA	Centro de Biotecnologia da Amazônia
CDTECH	Centro de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico
CIDE	Centro de Incubação e Desenvolvimento Empresarial
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAS	Fundação Amazônia Sustentável
FUCAPI	Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação
IFAM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
INBIOTA	Incubadora de Bionegócios e Tecnologias da Amazônia
INCT-MC	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas
INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
INUEA	Incubadora de Empresas da Universidade do Estado do Amazonas
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PD&I	Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PIM	Polo Industrial de Manaus
PPGBIONORTE	Rede do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal
PPGBIOTEC	Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia
PRONAMETRO	Programa Nacional de Apoio ao Desenvolvimento da Metrologia, Qualidade e Tecnologia
RAMI	Rede Amazônica de Inovação e Empreendedorismo
SAFTA	Sistema Agroflorestal de Tomé-Açu
SEPLANCTI	Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
UFAM	Universidade Federal do Amazonas

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
1.1 Bioeconomia, Biodiversidade e Biotecnologia no Amazonas .....	17
1.1.1 Bioeconomia .....	17
1.1.2 Biodiversidade amazônica .....	19
1.1.3 Biotecnologia no Amazonas .....	21
1.2 Principais processos e recursos biotecnológicos: a contribuição do CBA .....	22
1.3 Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) .....	24
1.4 Caracterização das incubadoras de empresas no Amazonas .....	30
1.5 Sustentabilidade do Bioma Amazônico e a riqueza de material para processos biotecnológicos .....	33
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
2.1 Natureza e método da pesquisa .....	36
2.2 Escolha dos sujeitos e seleção da amostra .....	36
2.3 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados .....	37
2.4 Tratamento e apresentação dos dados .....	37
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>58</b>
4.1 Falhas conceituais para o desenvolvimento sustentável .....	64
4.2 Falhas de conhecimento e implementação .....	65
4.3 O potencial de uma bioeconomia baseada na biodiversidade .....	66
4.4 Casos de sucesso e empreendedorismo inovador .....	67
4.5 Desafios e oportunidades para o futuro .....	68
4.6 Parcerias colaborativas para o desenvolvimento rural sustentável .....	69
4.7 Orientações para futuras ações das incubadoras e startups na região amazônica .....	71
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>74</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>86</b>

## INTRODUÇÃO

A pesquisa trata de empresas incubadas em Manaus que praticam atividades que envolvem processos biotecnológicos na produção de seus produtos e sobre empresas com potencial para desenvolver essas atividades. Considera-se nesse contexto que a biodiversidade amazônica é importante fonte de insumos/matéria-prima para essas empresas. As atividades concernentes e que podem contribuir para o desenvolvimento de processos biotecnológicos são, entre outros: **i.** P&D das empresas ou em parceria com instituições de C,T&I a fim de gerar novos conhecimentos para a elaboração de produtos; **ii.** capacitação de mão de obra para desenvolver processos biotecnológicos; **iii.** uso de recursos da biodiversidade nos produtos fabricados; **iv.** estratégias para a colocação no mercado dos produtos que incorporem processo biotecnológicos etc. (Bianchi, 2016).

Os processos biotecnológicos envolvem isolamento e *screening* de microrganismos e células, melhoramento genético, construção de linhagens recombinantes. Bem como, o desenvolvimento de meio de cultura e levantamento de parâmetros biotecnológicos. Além disso, os processos biotecnológicos são aplicados em áreas como saúde, agricultura, meio ambiente e indústria, permitindo a produção de medicamentos, alimentos, biocombustíveis, entre outros produtos.

No tocante à temática do conceito de biotecnologia, segundo a Organização das Nações Unidas - ONU, “biotecnologia significa qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (ONU, Convenção de Biodiversidade 1992, Art. 2).

A Biotecnologia – conceitualmente, é a união de biologia com tecnologia – é um conjunto de técnicas que utiliza os seres vivos, ou parte desses, no desenvolvimento de processos e produtos que tenham uma função econômica e ou social. A biotecnologia envolve várias áreas do conhecimento e, em consequência, vários profissionais, sendo uma ciência de natureza multidisciplinar.

A biotecnologia é considerada prioridade estratégica no Brasil desde 2003, e em 2007 foi criado o decreto Nº 6.041 que estabeleceu a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia.

As contribuições da utilização dos processos biotecnológicos no setor produtivo das empresas locais que utilizam como insumos as matérias-primas da biodiversidade amazônica são de suma importância para o campo do desenvolvimento sustentável da empresa. Portanto, não é surpreendente que ele seja objeto de estudo desta investigação.

Ainda são muito limitados os estudos sobre o desempenho das empresas incubadas no desenvolvimento de atividades relacionadas a processos biotecnológicos no Amazonas. No entanto, sabe-se que processos biotecnológicos incorporam conhecimentos mais complexos e, por conseguinte, são essenciais para a produção de bens de maior valor. Desse modo pretende-se responder a seguinte questão norteadora: Que práticas contribuem para o desenvolvimento de processos biotecnológicos e maior valor dos produtos fabricados pelas empresas incubadas em Manaus-AM?

Empresa incubada é um empreendimento que está passando pelo processo de incubação, isto é, que está recebendo suporte de uma incubadora para o seu desenvolvimento. A empresa pode ser incubada residente (quando ocupa um espaço dentro do prédio da incubadora) ou incubada não residente (caso em que tem sua própria sede, mas recebe suporte da incubadora). (ANPROTEC, 2018).

As incubadoras no Estado do Amazonas desenvolvem um papel muito importante na sociedade, pois incentivam e apoiam as pequenas e médias empresas a obterem a oportunidade de ingressarem no mercado e conseqüentemente se consolidarem. Consoante a isso, estudar as áreas de atuação das incubadoras de negócio do Amazonas e sua respectiva potencialidade de inovação através das pequenas empresas de base tecnológica (EBTs) é essencial para entender a evolução e compreensão do status dessa fração do empreendedorismo regional.

Um importante precursor no ramo de incubação de empresas no estado é o Centro de Incubação e Desenvolvimento Empresarial – CIDE, que foi a primeira incubadora do Amazonas, inaugurada em 19/05/2000. O CIDE tem a missão de estruturar a criação e o desenvolvimento de empresas inovadoras de base tecnológica através de ações que contribuam para incentivar o empreendedorismo e o desenvolvimento socioeconômico do Estado.

Para atingir suas finalidades, o CIDE utiliza o sistema de incubação de empresas, fazendo ponte entre o mercado e o desenvolvimento tecnológico, respeitando as características próprias da região. As áreas de atuação das incubadas são: Software; Biojóias; Alimentos; Cosméticos; Fitoterápicos; Fitocosméticos; Laboratórios de análises; Medicamentos injetáveis; e reciclagem de materiais.

A incubação de empresas é uma maneira de estimular o empreendedorismo, destacando-se por apoiar empresas, minimizando sua mortalidade e permitindo-lhes crescer, promovendo inovação, crescimento econômico e geração de empregos. (ANPROTEC, 2018). Na atualidade, de acordo com a Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação (SEPLANCTI) a Região Norte possui cerca de 12 incubadoras, sendo 8 localizadas em Manaus-AM. Essas organizações trabalham com ênfase nos setores de biotecnologia,

tecnologia da informação e eletrônica, buscando incentivar o empreendedorismo e o desenvolvimento socioeconômico do Estado.

O Estado do Amazonas tem uma vasta diversidade de matérias-primas devido à biodiversidade amazônica, e muitas das empresas incubadas em Manaus-AM aproveitam-se dessa biodiversidade para extraírem dela os insumos empregados em seus produtos. Existem empresas incubadas que desenvolvem processos biotecnológicos e outras que têm grande potencial para desenvolvê-los. Por exemplo, a empresa AMAZONZYME, uma Startup, incubada no Centro de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico (CDTECH) que é a incubadora de empresas da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) tem como foco a Pesquisa e Desenvolvimento de Processos e Produtos Biotecnológicos, com o objetivo de desenvolver processos biotecnológicos de interesse industrial, científico e comercial a partir da biodiversidade amazônica.

A empresa AMAZONZYME usa como matérias primas os reagentes químicos e meio de cultura e algumas enzimas de microrganismos. Os processos biotecnológicos utilizados são a fermentação, purificação e enzimologia.

Consoante a isso, um grande exemplo é a empresa Na´Kau que é incubada na AITY, Incubadora de Empresas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). A referida empresa é a primeira e a única fábrica de chocolate do Amazonas, tendo sua matéria-prima oriunda da biodiversidade amazônica, onde processa o chocolate orgânico a partir das amêndoas de cacau selvagem amazonense. O principal processo biotecnológico utilizado para que o cacau extraído da Amazônia consiga transformar-se no chocolate é a fermentação, pois ela é considerada uma etapa crucial para o desenvolvimento dos aromas irresistíveis e característicos do chocolate.

O tema sobre incubadora de negócios é relevante para a sociedade em geral, e principalmente para as pessoas que tem uma ideia empreendedora e não dispõem de recursos para torná-la factível. O empreendedorismo no país tornou-se também uma válvula de escape para obtenção de renda para indivíduos que não conseguem uma colocação no mercado de trabalho (Rodrigues, 2016). E principalmente nesses momentos de dificuldades econômica que o Brasil vem tendo nos últimos anos, e que com à pandemia da COVID-19 ficou ainda mais evidente.

É notório que a discussão do tema relacionado às incubadoras de negócio ainda é pouco explorada, por isso, a presente pesquisa anseia trazer essa discussão para o meio acadêmico colaborando para a concepção de novas pesquisas relacionadas ao assunto. No que tange à sociedade, a pesquisa justifica sua relevância ao perceber que quanto maior for estudado e

disseminado o tema “incubadora de negócios” mais indivíduos terão conhecimento do que se trata o assunto. Logo, os indivíduos que tiverem interesse em desenvolver uma ideia empreendedora, terão o conhecimento que existem as incubadoras que servem de alicerce para tornar essa ideia em algo concreto. Pois, as incubadoras desempenham um papel importante como exportadoras de empresas com elevado grau de instrução técnica ao mercado, contribuindo na geração de riquezas para a sociedade, e ao aglomerar pequenas empresas locais, proporciona ganhos de competitividade e fomenta o desenvolvimento econômico e social.

Optou-se pelo estudo pautado nas empresas que estão incubadas nas incubadoras de negócio na cidade de Manaus, pois se concentram em maior número as incubadoras existentes da região. Dessa forma, limitando o estudo nas incubadoras da cidade de Manaus permite ampliara a busca por maior número de dados e/ou informações para subsidiar a pesquisa.

O objetivo geral deste estudo é analisar as atividades que contribuem para o desenvolvimento dos processos biotecnológicos de empresas incubadas que utilizam recursos da biodiversidade amazônica. Dentro deste contexto, os objetivos específicos são: (1) identificar os processos biotecnológicos desenvolvidos pelas empresas; (2) analisar as atividades internas de P&D das empresas e em parceria com as instituições de C,T&I; (3) estudar os aspectos do treinamento da força de trabalho voltada para a biotecnologia nas empresas; e (4) analisar diretrizes adotadas voltadas à preservação ambiental pelas empresas.



# 1 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão foi organizada em cinco partes que, por sua vez, se subdividem de acordo com o volume e complexidade dos temas abordados. Na primeira parte, é feito um diagnóstico da **bioeconomia, biodiversidade e biotecnologia no Amazonas**. Na segunda parte, busca-se reunir os **principais processos e recursos biotecnológicos** envolvidos na exploração de recursos naturais, sobretudo, da biodiversidade amazônica. Na terceira parte, são discutidas as iniciativas existentes relacionadas aos **projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I)** que incluem o desenvolvimento biotecnológico da região amazônica. Na quarta parte, são caracterizadas as **incubadoras de empresas no Amazonas** e, na quinta e última parte, explanaremos sobre a **sustentabilidade do bioma Amazônico**, dada a necessidade de conciliar seu imensurável potencial biotecnológico com a conservação da maior floresta tropical do planeta.

## 1.1 Bioeconomia, biodiversidade e biotecnologia no Amazonas

### 1.1.1 Bioeconomia

A bioeconomia é um campo de estudo ligado principalmente à figura de Nicholas Georgescu-Roegen (G-R), que investigou as consequências de uma integração das ciências físicas e biológicas na economia. No que diz respeito ao seu campo de estudos, a bioeconomia não é diferente da economia ecológica, embora algumas das premissas pré-analíticas que caracterizam a bioeconomia de G-R sejam significativamente diferentes daquelas que inspiraram os fundadores da economia ecológica. Suas duras críticas ao desenvolvimento sustentável explicam também por que a bioeconomia de G-R foi tomada desde o início como um pilar da base para o decrescimento.

Opondo-se a essa abordagem reducionista neoclássica, na segunda metade da década de 1960, G-R abriu a economia para os desenvolvimentos da física e das ciências naturais do século XX, começando com a revolução termodinâmica (Bonaiuti, 2014a; Lewandowski, 2018).

O termo 'bioeconomia' foi utilizado pela primeira vez no final da década de 1960 por Jirì Zeman, da Academia da Tchecoslováquia, que adotou essa expressão em uma carta para significar uma “nova economia” na qual precisamente “a substância biológica do processo econômico em quase todos os aspectos” deve ser devidamente reconhecida. Georgescu gostou

do termo e, desde o início dos anos 1970, transformou-o no estandarte que resumia as conclusões mais importantes a que chegara em uma vida inteira de pesquisas. Isso o levou a considerar que o objetivo fundamental da atividade econômica, o crescimento ilimitado da produção e do consumo, baseado em fontes finitas de matéria/energia, não é compatível com as leis fundamentais da natureza. A comunidade de economistas ecológicos hoje aceita essa conclusão, por mais chocante que tenha sido na época em que foi anunciada pela primeira vez (Bonaiuti, 2014a; b).

O conceito “bioeconomia” foi incorporando uma representação evolutiva, na qual o processo econômico interage com suas raízes biofísicas, por um lado, e com valores e quadros institucionais, por outro. O slogan “*degrowth*” foi retomado em 2002, na monografia da revista *Silence*, e na conferência internacional *Défaire le développement, refaire le monde* realizada em Paris no mesmo ano. As duas linhas de pensamento se encontraram e, de certa forma, se sentiram como se já se conhecessem, em sua crítica ao desenvolvimento sustentável. Em outras palavras, a bioeconomia de Georgescu estava aberta à ideia de que as razões fundamentais da insustentabilidade social e ecológica do modelo ocidental devem, em última análise, ser atribuídas às premissas culturais e seu correspondente manto institucional (Bonaiuti, 2014a).

O conceito de bioeconomia contempla o bem-estar econômico, ambiental e social sustentável, bem como abordagens de inovação e competitividade (Lewandowski, 2018; Maciejczak e Hofreiter, 2013). De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a bioeconomia já é realidade no país desde a década de 1970, quando foi criado o Programa Nacional do Alcool. E a principal diferença da bioeconomia atual em relação à do passado é o uso intensivo de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, gerados a partir de áreas de ponta como a biotecnologia industrial, genômica, biologia sintética, bioinformática, química de renováveis, robótica, tecnologias de informação, nanotecnologia, entre outras (EMBRAPA, 2021).

A bioeconomia envolve também a produção de plásticos biodegradáveis, biopolímeros, biopesticidas, pigmentos, alimentos funcionais e biofortificados até fragrâncias e cosméticos. Quando bem caracterizados e racionalmente explorados, esses recursos podem contribuir de forma efetiva para alavancar a bioeconomia nacional (EMBRAPA, 2021).

Diante dos impactos da mudança climática (IPCC, 2021), a noção de bioeconomia evoluiu da mera preocupação com a superação da finitude de recursos naturais para um paradigma complexo, que relaciona aspectos ambiental, social e econômico, estabelecido de modo mais concreto no ano de 2012 na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio+20. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

associa à bioeconomia ao bem-estar da humanidade, redução de riscos ambientais, igualdade social e de escassez ecológica. Nesse sentido, conferência também adotou diretrizes inovadoras sobre políticas de economia verde e implementou uma estratégia para financiar o desenvolvimento sustentável. (Rio+20, 2012).

O Programa Bioeconomia Brasil – Sociobiodiversidade demonstra que o governo brasileiro está ativamente empenhado em transformar em oportunidades desafios ambientais, sociais e econômicos contemporâneos. Embora o referido programa englobe todo o país, o bioma amazônico é determinado como preponderante, nesse esforço em promover parcerias entre o Poder Público, pequenos agricultores, povos tradicionais e empresas, para a estruturação de cadeias produtivas, que, por sua vez, possibilitem agregação de valor a recursos naturais e incentivo ao uso de fontes de energia renováveis (BRASIL, 2019).

### **1.1.2 Biodiversidade amazônica**

O conceito de “Biodiversidade” é uma construção multidimensional difícil de ser definido e quantificado, que transita entre outras definições comumente encontradas na literatura, como, funcionamento de ecossistemas, serviços ecossistêmicos e bem-estar humano e, por vezes, gerando confusão (Naeem *et al.*, 2016). Neste estudo a biodiversidade será tratada como a variabilidade entre os organismos vivos de todas as fontes, incluindo a diversidade taxonômica, filogenética e funcional e os complexos ecológicos dos quais fazem parte. Embora de definição complexa, sínteses globais focadas em espécies ou outros componentes documentaram a perda generalizada de biodiversidade (Butchart *et al.*, 2010; Dirzo *et al.*, 2014; Worm e Branch, 2012). Cada ecossistema apresenta funções-chave, como produção primária e ciclagem de nutrientes, que dão origem a serviços ecossistêmicos que melhoram o bem-estar humano, como o fornecimento de água potável, solos férteis, madeira e pesca e outros recursos vitais (Daily e Matson, 2008; Dorresteijn *et al.*, 2015; Worm *et al.*, 2006).

A extraordinária riqueza da biodiversidade brasileira ao mesmo tempo em que sugere possibilidades biotecnológicas imensuráveis é limitada às espécies descritas que conhecemos. Para termos ideia, o número de espécies conhecidas são 170.000 a 210.000 e o estimado varia de 1.383,6 milhões a 2.394,7 milhões, incluindo aquelas ainda não descritas ou registradas para o país (Lewinsohn e Prado, 2005) e dezenas de milhões de espécies de microrganismos. Esses números podem se traduzir em inúmeras potencialidades de pesquisas, seja para preservá-la, conservá-la e/ou explorá-la (Barbosa, 2000; Astolfi Filho, 2001; Hortal *et al.*, 2015; Naeem *et al.*, 2016).

Em termos de Amazônia, a diversidade biológica é tão grande que, a cada ano, são descritos milhares de novas espécies de plantas, animais e micro-organismos. Apenas no Brasil, são descobertas cerca de duas mil novas espécies por ano (Lewinsohn e Prado, 2005; Pereira *et al.*, 2017; Silva-Neto *et al.*, 2022; Steege *et al.*, 2013). A Amazônia abriga cerca de um terço das espécies do planeta e é considerada um tesouro natural do mundo (Heckenberger *et al.*, 2007)

Tomando como base apenas o número de espécies catalogadas no Complexo de Conservação da Amazônia Central, a maior área protegida de floresta tropical e tombada como patrimônio mundial pela Unesco, possui mais de seis milhões de hectares e é uma das regiões mais ricas do planeta em biodiversidade. A área protege uma amostra impressionante de fauna, com muitas espécies de rios de água escura. Há uma grande diversidade de vertebrados, com 120 espécies de mamíferos, 411 de aves, 15 de répteis e 320 de peixes.

Numerosas espécies ameaçadas vivem na região, como o pirarucu, o peixe-boi amazônico, o jacaré-açu, a ariranha e a onça-pintada (IPHAN, 2022). Revisões sistemáticas sugerem que em cerca de 80% de todos os estudos, a riqueza de espécies em agroflorestas tropicais de pequena escala é menor do que nas florestas (Scales e Marsden, 2008). Outros estudos destacam que as plantas são mais afetadas negativamente pela conversão da floresta do que organismos com mais mobilidade, como insetos (Patra *et al.*, 2018; Wulder *et al.*, 2018).

Essa impressionante diversidade mostra a conveniência de incentivar estudos complementares que permitam reconhecer seu potencial biotecnológico e estimular sua incorporação ao setor produtivo. Trata-se de uma fonte de recursos genéticos imensurável para produção de princípios ativos biológicos e biomateriais de interesse socioeconômico (Lewinsohn e Prado, 2005; Pereira *et al.*, 2017; Steege *et al.*, 2013).

A biodiversidade, na sua complexidade, conjunto e extensão, representa uma magnífica garantia, até mesmo um seguro contra o imprevisível, possíveis adversidades que venham colocar em risco a sobrevivência das espécies, como a humana. Portanto, possui uma importância decisiva e estratégica para o desenvolvimento econômico de qualquer nação e, primordialmente, deve ser considerada em qualquer estrutura conceitual que se destine ao desenvolvimento sustentável, principalmente em países mega diversos como Brasil (Lewinsohn e Prado, 2005; Naeem *et al.*, 2016).

### 1.1.3 Biotecnologia no Amazonas

A biotecnologia tem dado seus primeiros passos nas últimas duas décadas e ainda é uma temática pouco explorada no Amazonas, algumas empresas e centros de pesquisas locais já vem utilizando seus conceitos dentro da bioeconomia e outras nomenclaturas impulsionadas pela existência de água em abundância, solo fértil, vastos recursos minerais, variedades de frutos e espécies vegetais no Estado (Oliveira *et al.*, 2022). Segundo Oliveira *et al.*, (2022) para o desenvolvimento regional a biotecnologia industrial precisa de um maior protagonismo, dado seu enorme potencial para o crescimento da bioeconomia do país, bem como, para desenvolvimento de empresas e adensamento de processos produtivos em bioempresas, *startups*, além de contribuir para o fortalecimento de institutos de pesquisas.

Alguns exemplos dessas potencialidades estão nos municípios de São Gabriel da Cachoeira que possui reservas de ferro, manganês, fosfato, barita, zinco, titânio, entre outros; Silves, Autazes, Itacoatiara, Nova Olinda do Norte e Itapiranga que possuem silvinita, óleo e gás, calcário e caulim, recursos estes que podem ser explorados pelas indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM). O PIM, por exemplo, concentrou no ano de 2019 uma receita de 101 bilhões de reais e mais de 500 empresas e aproximadamente 92 mil empregos. Outro potencial é o gás natural que é transferido de Coari para Manaus-AM, que pode ser usado em insumos agrícolas, vidro e plásticos (CIEAM, 2020; Oliveira *et al.*, 2022).

Segundo o coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas – INCT-MC, para conciliar exploração do potencial biotecnológico e aproveitamento da biodiversidade da região amazônica deve-se empregar um modelo de desenvolvimento bioeconômico que seja baseado nos recursos tecnológicos da revolução 4.0 e na biodiversidade da floresta, em entrevista ao IHU online em 2019:

A região Amazônica oferece a possibilidade de implantar um modelo que nenhum país do mundo ainda implantou: uma revolução industrial baseada no aproveitamento da biodiversidade de um país tropical, o coordenador do INCT-MC enfatiza afirmando que: “Nenhum país tropical tentou isso e não existe um modelo de desenvolvimento tecnológico, um modelo de desenvolvimento de uma industrialização avançada do século XXI baseado na biodiversidade”. Há vários contextos tecnológicos, como a revolução digital, a revolução de nanomaterial e a de biotecnologia, mas nenhuma delas é centrada no aproveitamento da biodiversidade. Então, essa terceira via ofereceria aos países tropicais em geral, aos países

amazônicos em particular, e ao Brasil, uma oportunidade de encontrar o que nunca encontramos nos 500 anos de história do Brasil: um modelo próprio de desenvolvimento (IHU online, 2019).

Para criar alternativas econômicas e visando o melhor aproveitamento econômico e social da biodiversidade amazônica o Estado do Amazonas conta com o Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) instalado em um complexo com área construída de 12 mil metros quadrados e estruturado principalmente a partir de investimentos feitos pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), seus objetivos se concentram em criar alternativas econômicas mediadas pela inovação tecnológica visando o melhor aproveitamento econômico e social da biodiversidade amazônica de forma sustentável (Ministério da Economia, 2022).

O CBA está dividido em mais de trinta unidades componentes, dentre as quais laboratórios, unidades de apoio tecnológico, unidades de apoio técnico e áreas administrativas, todas dotadas de modernas instalações. O grupo que gerencia o CBA é composto por uma equipe de pesquisadores e bolsistas de aproximadamente 20 profissionais do Programa Nacional de Apoio ao Desenvolvimento da Metrologia, Qualidade e Tecnologia, todos voltados diretamente à atuação em projetos de pesquisas científicas que buscam o desenvolvimento e avaliação de produtos da região amazônica e à implantação e execução de transferências de tecnologias (Ministério da Economia, 2022).

## **1.2 Principais processos e recursos biotecnológicos: a contribuição do CBA**

Os principais processos e recursos biotecnológicos presentes na região amazônica se concentram nas áreas de agrárias, florestal, bioinformática, biodiversidade e saúde. Os mais importantes institutos do Estado voltados esse fim, são: o CBA e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). Onde se busca transformar os conhecimentos gerados em produtos com valor agregado em toda a cadeia produtiva (Coelho e Veiga, 2015; SUFRAMA, 2021).

Atualmente, para alcançar esse propósito o CBA vem continuamente desenvolvendo parceria com instituições de ensino, pesquisa e iniciativa privada para criar produtos e processos capazes de explorar a biodiversidade amazônica de forma sustentável (SUFRAMA, 2021). As possibilidades decorrentes dessas parcerias tendem a surtir efeitos na solução de problemas de qualidade, produtividade, redução de custos, com possibilidade de incorporar benefícios à produção e competitividade, com a introdução de tecnologia, métodos e processos alinhados à produção enxuta (Reis et al., 2021).

A proposta é assegurar que as pesquisas conduzidas no local se convertam em soluções e produtos eficazes, permitindo ao setor produtivo local criar emprego e renda, ao mesmo tempo em que se promove a preservação ambiental (SUFRAMA, 2021). Com base nos projetos realizados no CBA (conforme os Quadros 1 e 2), é possível identificar alguns serviços prestados ao setor produtivo, tais como:

- Testes farmacêuticos
- Avaliações físico-químicas
- Exames bioquímicos
- Criação de produtos bioindustriais
- Ajuste de processos bioindustriais
- Produção e validação de extratos e itens
- Verificação microbiológica e de impurezas
- Suporte a empresas tecnológicas
- Micropropagação e cultivo de tecidos
- Análise de resíduos e contaminantes
- Aplicações em genética, proteômica e metabolômica
- Provisão de animais para laboratório
- Análises de DNA e estrutura proteica
- Estudo de atividades biológicas moleculares
- Preparação de cosméticos, alimentos funcionais e fitoterápicos
- Testes toxicológicos

Os processos citados acima possibilitam a exploração de recursos diversos, como por exemplo: produção de mudas em larga escala, elaboração de bioprodutos derivados da fibra; extração e valoração de rejeitos amazônicos, obtenção de nanocelulose e desenvolvimento de novos bioprodutos, como por exemplo, bioplástico. Também permite a produção de anticorpos de interesse econômico/sanitário (SUFRAMA, 2021).

Atualmente o CBA também auxilia projetos a desenvolverem bioativos com potencial econômico a partir de microrganismos para biodegradação de resíduos oleosos e derivados de petróleo. Também há iniciativas que buscam a valoração dos frutos amazônicos e melhorias do processamento. Também há prestação de serviços para agregação de valor econômico em produtos oriundos da biodiversidade amazônica por meio de cromatográfica, espectrométrica e

espectroscópica; apoio às atividades de cultura de tecidos vegetais e micropropagação de material vegetal para o cultivo *in vitro* (SUFRAMA, 2021).

Além desses, há o desenvolvimento de uma membrana fitoterápica com propriedade anti-inflamatória e cicatrizante e de cosméticos oriundos de extratos e óleos e frutos amazônicos; uso de marcadores moleculares e químicos para identificação, monitoramento e rastreabilidade de cadeias de interesse comercial e de insumos da Amazônia (SUFRAMA, 2021).

### **1.3 Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (Pd&I) na bioeconomia e *startups***

As iniciativas conjuntas da comunidade científica, setor privado, governo federal e governos estaduais da região amazônica tornam possíveis diversas iniciativas biotecnológicas. Aqui são listados institutos de pesquisa vinculados ao governo federal ou estadual, ou fruto de iniciativa mista que desenvolvem PD&I.

Segundo a pesquisa feita pela Profissão Biotec (2019) existe aproximadamente 40 institutos de pesquisa públicos no Brasil, mas apenas dois voltados a exploração da biodiversidade no Estado do Amazonas, que são:

- Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA): Localizado em Manaus-AM, tem como principais objetivos o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos a partir da biodiversidade encontrada na região amazônica.
- Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA): Localizado em Manaus-AM, tem como os focos de pesquisa a biodiversidade, tecnologia e inovação, dinâmica ambiental e sociedade, ambiente e saúde.

Verificou-se também a presença de *startups* com esse enfoque biotecnológico, como:

- A AMAZONZYME – A *startup* Amazonzyme atua conjuntamente com a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) no desenvolvimento de tecnologias de soluções enzimáticas para diferentes setores industriais. Ela está localizada no Mini Campus da UFAM, Manaus-AM. Formada por uma equipe técnica de egressos de Biotecnologia (Amazonzyme, 2022).
- BIOZER – A *startup* atua na fabricação de cosméticos usando óleos extraídos de plantas da região amazônica. Ela é uma *Startup* amazônica, com setor produtivo instalado no Centro de Incubação e Desenvolvimento Empresarial (CIDE). Em parceria



com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, a empresa desenvolve sabonetes, óleos, cremes, hidratantes, alimentos funcionais etc. (CIDE, 2021).

Nos quadros abaixo estão apresentados projetos que estão em andamento pelo Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) com apoio do Programa Nacional de Apoio ao Desenvolvimento da Metrologia, Qualidade e Tecnologia (PRONAMETRO).

**Quadro 1** – Projetos com a utilização de processos biotecnológicos e recursos naturais da Amazônia.

<b>Título:</b> Extração e valoração de rejeitos amazônicos para obtenção de nanocelulose e desenvolvimento de novos bioprodutos
<b>Resumo:</b> O projeto busca extrair nanofibras celulósicas do endocarpo do tucumã para desenvolver bioprodutos, como um hidrogel para liberação controlada de xilitol e filmes antioxidantes para conservação prolongada de alimentos. Estes produtos têm relevância científica e comercial. A celulose obtida de rejeitos pode reduzir custos. A nanocelulose tem várias aplicações, especialmente na medicina. O hidrogel de nanocelulose pode melhorar a eficiência do soro fisiológico com xilitol, mantendo-o nas narinas por mais tempo e liberando doses controladas. Produtos semelhantes são caros no exterior, e o filme antioxidante é inovador no Brasil, podendo interessar empresas alimentícias devido à prolongação da validade dos produtos.
<b>Responsável:</b> Flávio Augusto de Freitas (Pós-Doutor em Química)
<b>Título:</b> Desenvolvimento de bioativos oriundos da biodiversidade microbiana amazônica com potencial econômico
<b>Resumo:</b> Desenvolver bioativos oriundos da biodiversidade microbiana amazônica, com real potencial econômico. Os bioativos produzidos poderão atender a demandas que vão desde a obtenção de matéria-prima básica para a indústria química, de cosméticos, perfumaria, alimentos, até o desenvolvimento de bioprodutos nos diferentes segmentos como indústria, agricultura e meio ambiente. O CBA, através do Laboratório de Análises Microbiológicas de Produtos (Lamp), também tem capacidade de atender a demandas de serviços de análises microbiológicas de produtos e insumos regionais provenientes da bioindústria. Pode, dessa forma, contribuir para o desenvolvimento regional de empresas, instituições e comunidades que desejam desenvolver produtos e/ou aprimorar processos por meio da realização de análises microbiológicas, certificação de insumos da região, dando

suporte aos setores de controle de qualidade e/ou rastreabilidade, oferecendo serviços tecnológicos e de consultoria.
<b>Responsável:</b> Ingrid Reis da Silva (Doutora em Biotecnologia)
<b>Título:</b> Valoração dos frutos amazônicos e impacto do processamento sobre sua qualidade
<b>Resumo:</b> O estudo dos frutos amazônicos, ao longo de seu desenvolvimento, é fundamental para propostas de domesticação de espécies e transformação em culturas rentáveis. Neste sentido, faz-se importante o investimento em pesquisas, tornando-os assim reconhecidos no cenário da fruticultura, garantindo a satisfação e contribuindo para melhoria da qualidade de vida do consumidor, seja por suas propriedades nutricionais, funcionais e sensoriais, seja pelo seu potencial valor comercial, no Brasil ou exterior. O presente trabalho tem como objetivos a caracterização física, química e bioquímica de frutos amazônicos maduros e/ou ao longo de seu desenvolvimento e o impacto do processamento e armazenamento sobre a qualidade de barras alimentícias, cookies, bolos, geleias, doces, compotas, sucos, néctar, sorvetes, bebidas fermentada, frutas cristalizadas e polpa congelada desses frutos.
<b>Responsável:</b> Edson Pablo da Silva (Pós-Doutor em Ciências dos Alimentos)
<b>Título:</b> Desenvolvimento de uma membrana fitoterápica com propriedade anti-inflamatória e cicatrizante, oriunda da biodiversidade amazônica
<b>Resumo:</b> Desenvolver um fitoterápico com propriedade anti-inflamatória e cicatrizante a partir da biodiversidade amazônica, sendo feitos os testes de qualidade para o registro de produtos tópicos e transdérmicos pelo guia da Anvisa. Tem como expectativa a obtenção de um fitoterápico com atividade anti-inflamatória e cicatrizante, oriundo da região amazônica.
<b>Responsável:</b> Kaori Katiuska Yamaguchi Isla (Mestre em Farmacologia)
<b>Título:</b> Desenvolvimento de produtos cosméticos oriundos de extratos e óleos da biodiversidade amazônica
<b>Resumo:</b> Desenvolver formulações cosméticas a partir de plantas amazônicas e, como objetivos específicos, a implementação de técnicas no CBA para realização de testes de estabilidade e avaliação da segurança de produtos cosméticos. Espera-se ao final deste projeto a obtenção de dois produtos cosméticos a partir de plantas amazônicas, agregando valor científico, econômico e social aos recursos da biodiversidade amazônica.
<b>Responsável:</b> Siglia Maria Braga Neves (Mestre em Ciências)
<b>Título:</b> Qualificação de insumos e produtos amazônicos para a bioindústria
<b>Resumo:</b> O projeto visa qualificar insumos da cadeia produtiva de óleos e frutos regionais, desde o início até a padronização de seus bioativos. O objetivo é impulsionar o

desenvolvimento tecnológico e rastrear os insumos das cadeias produtivas regionais. Espera-se mapear bioindústrias que utilizam insumos da Amazônia, caracterizar quimicamente óleos e frutos do Amazonas, implementar protocolos de qualidade no CBA, melhorar a qualidade dos insumos regionais e fortalecer parcerias entre o Centro de Biotecnologia da Amazônia, comunidades produtoras e empresas.

**Responsável:** Olinda Canhoto (Doutora em Biotecnologia)

**Fonte:** SUFRAMA (2021)

**Quadro 2** – Projetos com a utilização de processos biotecnológicos sem recursos naturais da Amazônia

**Título:** Produção de mudas em larga escala e elaboração de bioprodutos derivados da fibra do curauá

**Resumo:** Promover a produção de mudas micropropagadas do curauá (*Ananas erectifolius*) é estabelecer uma Unidade de Observação para essas mudas e desenvolver protótipos utilizando suas fibras. Com isso, o CBA busca incentivar a cadeia produtiva do curauá, promovendo o uso industrial de suas fibras e empregando ciência e tecnologia para desenvolver novos métodos e produtos. Essa iniciativa visa reforçar a posição da Amazônia como um centro de bioindústrias.

**Responsável:** Simone da Silva (Pós-Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia)

**Título:** Plataforma de produção de anticorpos de interesse econômico/sanitário a partir de ovos de galinha para a Amazônia

**Resumo:** Anticorpos são proteínas amplamente importadas pelo Brasil que têm a capacidade de reconhecer partículas-alvo específicas. Tradicionalmente, a produção desses anticorpos envolve a purificação do sangue de mamíferos como camundongos, coelhos e cabras. No entanto, uma alternativa emergente é a produção de anticorpos em ovos de galinha, que não requer sacrifício do animal, é menos custosa e evita complicações com autorizações governamentais. Esta técnica também se beneficia da distância filogenética entre aves e mamíferos, o que minimiza a possibilidade de reações cruzadas indesejadas. Os anticorpos de ovos de galinha têm diversas aplicações biomédicas, incluindo a diferenciação do sexo do pirarucu amazônico, auxiliando piscicultores, e na detecção e tratamento do parasita intestinal acantocéfalos em tambaquis.

**Responsável:** Diogo Pereira de Castro (Doutor em Biotecnologia)

<p><b>Título:</b> Plano de reestruturação para melhoria e desempenho do laboratório de análises química instrumental/central analítica do CBA e prestação de serviços para agregação de valor econômico em produtos oriundos da biodiversidade amazônica por meio de diversas técnicas analíticas: cromatográfica, espectrométrica e espectroscópica</p>
<p><b>Resumo:</b> Implantação e execução de metodologias analíticas na central analítica do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) visando a proporcionar ao Centro a possibilidade de trabalhar na prospecção de serviços de análises para auxiliar a agregação de valor econômico em produtos derivados da floresta ou não, seguindo a demanda industrial da região que tem se destacado em grande parte na produção de insumos alimentícios, fármacos e outras matérias-primas. De modo geral, o projeto visa a aplicar métodos já consagrados, além de desenvolver novas metodologias, objetivando a identificação ou avaliação/qualificação de biomoléculas ou produtos oriundos da região amazônica de maneira que atenda de grandes indústrias a pequenos empreendedores.</p>
<p><b>Responsável:</b> Vanderlei Sabóia dos Santos (Mestre em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia)</p>
<p><b>Título:</b> Apoio às atividades de cultura de tecidos vegetais e montagem de unidade de observação de <i>Ananas erectifolius</i></p>
<p><b>Resumo:</b> Orientar e executar atividades de cultura de tecidos, o serviço de aclimatização de mudas micropropagadas de <i>Ananas erectifolius</i> (L.B.Sm.), plantio em campo e beneficiamento (desfibramento). Serão formadas mudas provenientes de culturas de tecidos de segunda geração, que serão aclimatizadas em casa de vegetação e introduzidas no campo. Essa visa a viabilizar a geração de renda aos grandes, médios e pequenos produtores e empresários, inserir o curauá como uma espécie geradora de renda, e, ainda, disponibilizar os resultados para futuras pesquisas em relação à organização do sistema produtivo do curauá para o Estado do Amazonas.</p>
<p><b>Responsável:</b> Felipe de Jesus Padilha (Mestre em Agricultura no Trópico Úmido)</p>
<p><b>Título:</b> Desenvolvimento de consórcios microbianos com aplicação na biodegradação de resíduos oleosos e derivados de petróleo</p>
<p><b>Resumo:</b> Desenvolver consórcios microbianos com aplicação na biodegradação de resíduos oleosos industriais e derivados de petróleo, apresentando-se como uma importante ferramenta biotecnológica.</p>
<p><b>Responsável:</b> Ivanete Ferreira de Souza (Mestre em Biotecnologia)</p>

<p><b>Título:</b> O uso de marcadores moleculares de DNA para identificação de mudas de Copaíbas (<i>Copaifera</i> spp.) com alto potencial de produção de oleorresina</p>
<p><b>Resumo:</b> Buscando entender por que algumas árvores de copaíbas (<i>Copaifera</i> spp.) produzem oleorresina e outras não, este projeto visa a estudar a variabilidade genética das copaíbas e selecionar marcadores moleculares específicos que diferenciem geneticamente as árvores produtivas das não produtivas. Com base nesses marcadores, analisar e selecionar as mudas com o mesmo padrão genético das árvores produtivas. De modo geral, espera-se que os resultados desse projeto de pesquisa venham alavancar estudos de melhoramento genético e determinar um kit biotecnológico para seleção de mudas que apresentem a característica genética de produção de oleorresina. A partir daí, realizar a transferência de tecnologia e incentivar a implantação de plantios florestais de copaíbas por empresas ou comunidades tradicionais extratoras.</p>
<p><b>Responsável:</b> Antonio Saulo Cunha Machado (Mestre em Biotecnologia)</p>
<p><b>Título:</b> Monitoramento de marcadores químicos para a rastreabilidade de cadeias de interesse comercial de óleos vegetais amazônicos</p>
<p><b>Resumo:</b> Estabelecer o monitoramento de marcadores químicos para a rastreabilidade de cadeias de interesse comercial de óleos vegetais amazônicos, através da comparação entre os produtos de diversos fornecedores do Estado do Amazonas.</p>
<p><b>Responsável:</b> Nilcivane Santos e Silva (Especialista em Biotecnologia)</p>
<p><b>Título:</b> Implantação de parâmetros de qualidade em cadeias de interesse comercial de óleos e frutos amazônicos e caracterização de bioativos</p>
<p><b>Resumo:</b> Implantar métodos que comprovem a qualidade de insumos e a caracterização de bioativos presentes em frutos e óleos amazônicos com interesse comercial para aplicação na indústria de cosméticos e alimentos.</p>
<p><b>Responsável:</b> Iracelma Henriques Pereira (Bacharel em Química)</p>
<p><b>Título:</b> Implantação ou desenvolvimento de métodos para controle da qualidade e/ou rastreabilidade de insumos da Amazônia</p>
<p><b>Resumo:</b> Reestruturar o Laboratório de Controle de Qualidade Microbiológica (LCQM) do CBA, corrigindo algumas falhas estruturantes do projeto original, visando a credenciar o LCQM para realizar análises microbiológicas de insumos regionais, seguindo as normas exigidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Dessa forma, o laboratório poderá oferecer serviços e contribuir para o desenvolvimento regional de empresas, instituições e comunidades que desejam desenvolver produtos e/ou aprimorar</p>

processos por meio da certificação de insumos da região, dando suporte aos setores de controle de qualidade e/ou rastreabilidade, oferecendo serviços tecnológicos e consultoria.
<b>Responsável:</b> Isaque Ferreira da Silva (Graduação em Biomedicina)
<b>Título:</b> Micropropagação de material vegetal para o cultivo <i>in vitro</i> de <i>Ananas erectifolius</i> (L. B. Sm.)
<b>Resumo:</b> Realizar atividades práticas de assepsia, introdução <i>in vitro</i> e subcultivos nas diferentes fases da cultura de tecidos de <i>Ananas erectifolius</i> (L. B. Smith.), em apoio à produção em larga escala de mudas da referida espécie, proposta pelo projeto temático “Produção de mudas em larga escala e elaboração de bioprodutos derivados da fibra do curauá [ <i>Ananas erectifolius</i> , (L.B.Sm) – <i>Bromeliaceae</i> ].
<b>Responsável:</b> Ester Neta Pinheiro (Técnica de Nível Médio)
<b>Título:</b> Desenvolvimento de atividades de cultura de tecidos de <i>Ananas var. erectifolius</i> (L. B. Sm.)
<b>Resumo:</b> Produzir mudas micropropagadas de <i>Ananas erectifolius</i> para a produção do banco de germoplasma e produção em larga escala da referida espécie no CBA.
<b>Responsável:</b> Laís Medeiros de Assunção (Técnica de Nível Médio)

**Fonte:** SUFRAMA (2021)

#### 1.4 Caracterização das incubadoras de empresas no Amazonas

A incubadora de negócios, ou *business incubator* (BI), é uma instalação compartilhada que busca fornecer aos seus incubados (por exemplo, "portfólio" ou "clientes" ou "empresas-lojistas") um sistema de intervenção estratégico e de valor agregado de monitoramento e assistência empresarial. Esse sistema controla e vincula recursos com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de novos empreendimentos dos incubados e, ao mesmo tempo, conter o custo de seu potencial fracasso (Hackett e Dilts, 2004). Para as empresas nascentes, as incubadoras representam uma interessante alternativa uma vez que ofertam estrutura física arrojada e facilitam o acesso dos gestores à ciência e a tecnologia. Além disso, os custos operacionais dos novos negócios são substancialmente diminuídos tendo em vista o fato de que as suas instalações são compartilhadas e integradas.

A incubadora não é simplesmente uma instalação de escritório com espaço compartilhado, infraestrutura e declaração de missão, mas é uma rede de indivíduos e organizações, incluindo o gerente e a equipe da incubadora, conselho consultivo, empresas

incubadas e funcionários, como também, universidades e institutos locais, membros da comunidade universitária, contatos da indústria e prestadores de serviços profissionais, como advogados, contadores, consultores, especialistas em *marketing*, capitalistas de risco, investidores anjos e voluntários (Hackett e Dilts, 2004).

A incubadora de negócios tem como missão promover o crescimento de novos negócios localmente, ajudando os empreendedores a iniciarem um novo negócio ou dá assistência a empresas já existentes. Os benefícios são desde o aumento de empregos, receita adicional até a ascensão desses novos negócios. Assim, as incubadoras de negócios podem ajudar no desenvolvimento e fortalecimento da base industrial do país, levando a um maior crescimento e desenvolvimento econômico da nação (Hassan, 2020; Sanyal e Hisam, 2018).

No Brasil, desde o seu surgimento nos anos 80 até os dias atuais, muita coisa mudou no movimento de inovação e nas incubadoras brasileiras, as primeiras incubadoras do país começaram a surgir após o lançamento de um edital do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (ANPROTEC, 2012). Elas estão em sua terceira geração, cujo, o foco incorpora elementos disponibilizados pelas gerações anteriores, como: oferta de espaço físico de boa qualidade, recursos compartilhados, serviços de apoio como treinamentos e assessorias e, atualmente, enfoca na criação e na operação de redes para acesso a recursos e conhecimento através de em mentorias e *coaching* (ANPROTEC, 2016). Segundo Carlos Eduardo Bizzotto, especialista em incubação e coordenador de projetos da ANPROTEC, a próxima geração de incubadoras, além de dar suporte e oferecer serviços, deve considerar o impacto dos empreendimentos (Catapan *et al.*, 2018).

No Amazonas há aproximadamente sete incubadoras atualmente ativas que auxiliam empresas na exploração de recursos da biodiversidade amazônica. Nestas, há várias empresas incubadas que se beneficiam e atuam nos setores biotecnológicos locais. Assim, essas incubadoras são instituições que auxiliam micro e pequenas empresas a darem seus primeiros passos, bem como, suporte a empresas que já estejam em funcionamento (RAMI, 2022).

As incubadoras amazonenses são em grande parte incubadoras privadas sem fins lucrativos e públicas federais, podendo serem fruto de associação mista (pública e privadas) e tecnológicas que geram emprego e renda para população, bem como, apoiam o desenvolvimento tecnológico e organizacional regional. As principais áreas de atuação são alimentos e biotecnologia, sendo as maiorias vinculadas às universidades ou centros de pesquisa, tendo a UFAM, o INPA e a Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPI) como principais parceiros (Coelho e Veiga, 2015).

Os autores enumeram ainda que as principais características das incubadoras de empresas localizadas no Estado do Amazonas, como: (1) predominância do sexo feminino na mão de obra das incubadoras; (2) as principais áreas de atuação são alimentos, biotecnologia, software/informática e química; (3) capacidade de incubação em torno de até 20 empresas na maioria dos empreendimentos; (4) empresas incubadas geram mais de 250 empregos diretos; e (5) mais de 150 empresas atendidas entre incubadas, graduadas e associadas (Coelho e Veiga, 2015).

A mão de obra, das incubadoras é composta, em sua maior parte, por funcionários com curso superior e especialização com área de formação em administração, seguido por economia e contabilidade; e engenharia e arquitetura. A capacidade de incubação é aproximadamente de até 20 empresas com uma taxa média de ocupação em sua maioria entre 41% e 60%. Em média, as empresas incubadas pagam o valor acima dos R\$ 300,00 pelos serviços assistidos (Coelho e Veiga, 2015).

Atualmente, sete incubadoras operam na cidade de Manaus, prestando auxílio a 54 empresas que, em sua maioria, concentram-se na exploração da bioeconomia local, de maneira direta e indireta, através do uso de recursos naturais, particularmente aqueles derivados da biodiversidade amazônica. Entre as empresas notáveis, encontram-se a BEFER, que produz bioplásticos com base na *Bertholletia excelsa* (Castanha-do-Brasil) como matéria-prima; a AGJ TECH, que utiliza fibras de frutos amazônicos e resíduos plásticos na confecção de produtos sustentáveis; a TOCARÍ - Alimentos da Floresta, que elabora sobremesas similares ao petit suisse à base de amêndoas de castanha-do-Brasil (*B. excelsa*); a URUPY BIOTECH, que se dedica à pesquisa, mapeamento e produção de cogumelos comestíveis, bioprodutos e extratos amazônicos, com foco na espécie *Pycnoporus sanguineus*; e a MAWE PRODUTOS DA AMAZÔNIA, empenhada no melhor aproveitamento dos recursos naturais, na valorização do trabalho dos pequenos agricultores e no desenvolvimento produtivo e social do município de Maués-AM e arredores. A empresa Mawe Produtos da Amazônia atua na comercialização do fruto do guaraná moído para os mercados nacional e internacional na modalidade *Business to Business*, promovendo o aprimoramento da capacidade produtiva das plantações e monitorando a safra. Essas organizações ilustram alguns dos numerosos exemplos do potencial bioeconômico e desenvolvimento sustentável proporcionados pela extensa biodiversidade presente na região amazônica, os quais serão examinados nesta revisão.



## **1.5 Sustentabilidade do Bioma Amazônico e a riqueza de material para processos biotecnológicos**

O uso sustentável do bioma amazônico pode ser interpretado como a materialização do conceito moderno de bioeconomia, levando em conta os inúmeros desafios atuais a conciliação do desenvolvimento e a conservação, desde a Rio+20, o entendimento evoluiu da mera preocupação com a superação da finitude de recursos naturais para um paradigma complexo, que relaciona aspectos ambiental, social e econômico, estabelecido de modo mais concreto no ano de 2012 na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Lewandowski, 2018; Maciejczak e Hofreiter, 2013; Rio+20, 2012).

A Amazônia está localizada no norte da América do Sul, abrangendo uma área de cerca de 8 milhões de km<sup>2</sup>, incluindo partes do Brasil, Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Bolívia, Suriname, Guiana e Guiana Francesa. A porção da Amazônia brasileira corresponde com seus 420 milhões de hectares, 49,3% do território brasileiro, em algumas áreas da floresta, estratégias de manejo sustentável estão em vigor para assegurar que as pessoas hoje possam obter os recursos de que precisam de forma a garantir que as gerações futuras também possam se beneficiar do ecossistema (Espinoza Villar *et al.*, 2009; Molinier *et al.*, 1996). No entanto, essas estratégias de manejo sustentável são afetadas por complexos fatores políticos e econômicos do país (Pas, 2008; Strand *et al.*, 2017).

No Brasil, a maior área protegida de floresta tropical é o Complexo de Conservação da Amazônia Central. Trata-se de uma área tombada como patrimônio mundial pela Unesco, ela possui mais de seis milhões de hectares e é uma das regiões mais ricas do planeta em biodiversidade. O Complexo é formado pelo Parque Nacional do Jaú, as reservas Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã, e o Parque Nacional Anavilhanas, todos no Estado do Amazonas (IPHAN, 2022). Ele abriga relíquias do início da ocupação humana na região amazônica, até agora, foram identificados 17 sítios arqueológicos na foz do rio Negro, além de esculturas de pedra o que reforçam o potencial de pesquisa arqueológica (IPHAN, 2022).

Em outras áreas, as comunidades locais e ONGs, estão envolvidas na governança da floresta tropical, essas iniciativas apesar de insuficientes ajudam a conter ameaças locais que circundam seus limites. Por exemplo, na Colômbia, uma organização conhecida como *Natütama* localizada na comunidade de *Puerto Nariño* se concentra em questões de educação,

pesquisa e conservação não só da flora e fauna, mas também de comunidades indígenas (Fundación Natutama, 2022).

Aqui no Brasil, há diversas iniciativas semelhantes trabalhando para conciliar sustentabilidade do bioma e a sobrevivência de inúmeras comunidades tradicionais, um exemplo representativo é a exploração sustentável do açaí, para termos ideia, em 2021, a receita gerada por essa exploração foi de aproximadamente 771 milhões de reais (IBGE, 2021). A extração desse fruto e sua internacionalização exemplificam como o bioma pode ser explorado de forma sustentável respeitando essas comunidades. Além do açaí, outros produtos florestais não madeireiros: castanha do Brasil, babaçu, copaíba, cumaru, buriti, piaçava e seringueira que seguem formas de exploração semelhantes, no que diz respeito a sustentabilidade, ao do açaí e que podem ser potencializados com pesquisa e incentivos governamentais (IBGE, 2021; Kuhl e Oliveira, 2019; Poelhekke e Oliveira Jr, 1999; Schulz *et al.*, 2016).

Além do extrativismo florestal, há um potencial bioeconômico, na perspectiva biotecnológica de proporções imensuráveis, são dezenas de milhões de espécies de microrganismos que podem ser explorados mantendo a floresta em pé. Esses números podem se traduzir em diversas potencialidades de pesquisas, seja para preservá-la, conservá-la e/ou explorá-la e podem ser uma fonte de soluções em termos de desenvolvimento de medicamentos e tratamento de doenças, produção de energia limpa e redução de impactos ambientais. (Barbosa, 2000; Filho, 2001; Hortal *et al.*, 2015; Naeem *et al.*, 2016).

Para termos ideia, a Amazônia abriga cerca de um terço das espécies do planeta e é considerada um tesouro natural do mundo. Essa impressionante diversidade mostra a conveniência de incentivar estudos complementares que permitam reconhecer seu potencial bioeconômico e a necessidade de uma exploração sustentável. Uma fonte de recursos genéticos imensurável para produção de princípios ativos biológicos e biomateriais de interesse socioeconômico (Lewinsohn e Prado, 2005; Pereira *et al.*, 2017; Steege *et al.*, 2013).

Numerosas espécies ameaçadas vivem na região, como o pirarucu, o peixe-boi amazônico, o jacaré-açu, a ariranha e a onça-pintada (IPHAN, 2022). O avanço desenfreado da exploração dos recursos Amazônicos compromete a estabilidade climática, segurança alimentar e barreira sanitária do planeta. As principais atividades ameaçadoras são a exploração de madeira, a expansão da agropecuária e o garimpo (IPCC, 2021; ISPN, 2022; Strand *et al.*, 2017; Velastegui-Montoya *et al.*, 2022; Wulder *et al.*, 2018). Revisões sistemáticas em estudos agroflorestais tropicais sugerem que em cerca de 80% de todos os estudos, a riqueza de espécies em agroflorestas tropicais de pequena escala é menor do que nas florestas sem intervenção humana (Scales e Marsden, 2008). Outros estudos destacam que as plantas são mais afetadas

negativamente pela conversão da floresta do que organismos com mais mobilidade, como insetos (Patra *et al.*, 2018; Wulder *et al.*, 2018).

A lógica de atividades de baixo carbono e as compensações do mercado de crédito de carbono são excelentes formas de conciliar desenvolvimento, conservação, inclusão social, estas devem nortear os projetos de exploração e políticas para manejo sustentável do bioma amazônico. A economia sustentável no contexto amazônico é muito mais do que mero extrativismo, ao levar em conta a existência de “várias Amazônia”, com diferentes nichos econômicos estabelecidos e/ou potenciais, a grande diversidade cultural e níveis de conservação florestal. A valorização econômica da floresta em pé e a remuneração do conhecimento tradicional em contexto de pesquisa e desenvolvimento são aspectos fundamentais para o fortalecimento da sustentabilidade local, reforçando a posição de protagonismo do país em consonância com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos na Rio+20, cujo o objetivo foi produzir um conjunto de objetivos que suprisse os desafios ambientais, políticos e econômicos mais urgentes do planeta (Rio+20, 2012), bem como posição do Brasil, em especial da Amazônia, como liderança nessa fronteira de bionegócios.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Natureza e método da pesquisa

A natureza dessa pesquisa foi pura, ou básica, cuja finalidade foi contribuir para o conhecimento já existente através de novas informações (Mukherjee, Shu e Wang, 2018), especificamente, sobre processos biotecnológicos usados na exploração de recursos da Biodiversidade amazônica em empresas incubadas no Estado do Amazonas, Brasil. Foram combinados procedimentos bibliográfico e a aplicação de questionários semiestruturados para aumentar a confiabilidade dos resultados encontrados (Aragão e Neta, 2017; Kantner, Sova e Rosenbaum, 2003; Pereira *et al.*, 2018; Siena, Oliveira e Braga, 2020; Yin, 2018). A pesquisa bibliográfica baseou-se nos levantamentos de referências teóricas já analisadas e publicadas em estudos que passaram pelo processo *peer review*, assegurando assim a confiabilidade dos resultados que seriam apresentados (Siena, Oliveira e Braga, 2020).

Os questionários foram direcionados à compreensão dos processos biotecnológicos, Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) envolvidos, sustentabilidade e de governança das empresas incubadas. Foi empregado o método científico misto, procedimento de coleta, análise e combinação de técnicas quantitativas e qualitativas (Ferreira *et al.*, 2020; Paranhos *et al.*, 2016).

Tratou-se de um estudo transversal, exploratório-descritivo, de natureza quali-quantitativa (Hunter, Mccallum e Howes, 2019; Moser e Levitt, 1987; Pereira *et al.*, 2018), uma vez que descreveu, por exemplo, os processos biotecnológicos desenvolvidos e as atividades internas das empresas incubadas e, ao mesmo tempo, buscou literatura sobre o tema para identificar características das empresas e estabelecer relações entre os fatos observados (Siena, Oliveira e Braga, 2020).

### 2.2 Escolha dos sujeitos e seleção da amostra

O universo amostral deste estudo compreendeu sete incubadoras ativas situadas na Região Norte do Brasil, as quais empregaram recursos naturais locais, em especial a biodiversidade amazônica, como matéria-prima. As incubadoras selecionadas foram: Incubadora de Empresas da Universidade do Estado do Amazonas - **INUEA** (18 empresas); Incubadora **AYTY** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - **AYTY/IFAM** (01 empresa); Centro de Incubação e Desenvolvimento Empresarial **CIDE** (18 empresas); Universidade Federal do Amazonas - **UFAM** (05 empresas); Instituto Nacional de

Pesquisas da Amazônia - **INPA** (7 empresas); Fundação Amazônia Sustentável - **FAS** (03 empresas) e a Incubadora de Bionegócios e Tecnologias da Amazônia – **INBIOTA** da Universidade Nilton Lins (03 empresas). Essa seleção representou uma expressiva parcela das incubadoras da região. Naquela época, essas incubadoras abrigavam 55 micros e pequenas empresas atuantes no setor biotecnológico (RAMI, 2022), as quais foram as unidades amostrais do estudo. Com base nessas empresas, foram coletadas informações relativas aos objetos do estudo e determinadas as variáveis analiticamente relevantes para a proposta.

### **2.3 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados**

A coleta de dados foi realizada nos meses de junho a outubro de 2023 através de questionários semiestruturados (ver questionários Apêndice), construído com perguntas livres que permitiram respostas também livres por parte dos gestores das empresas incubadas (Aragão e Neta, 2017; Pereira *et al.*, 2018).

Basicamente, o questionário submetido foi semiestruturado, visando buscar obter descrições e explorar individualidades biotecnológicas (processos e recursos), parcerias com instituições públicas de pesquisa e de ensino, aspectos estruturais e de governança das empresas incubadas e da mão-de-obra entre outros. O número de entrevistados não foi definido a priori, pois a quantidade de entrevistas a ser considerada para análise dependeu da qualidade das informações obtidas nas respostas, do número de empresas incubadas e o grau de recorrência e divergência entre as informações obtidas nas entrevistas e aplicação do questionário.

Dessa forma, o roteiro do questionário buscou contemplar todos os objetivos propostos e, portanto, gerou informações qualitativas baseadas nas respostas fornecidas, bem como, dados quantitativos que foram analisados com o propósito de compreender variações, proporções e contagem das informações providas no universo amostral (Minayo e Sanches, 1993; Pereira *et al.*, 2018), posteriormente, os dados foram submetidos a testes/análises correlativos, exploratórios e interpretativos.

### **2.4 Tratamento e apresentação dos dados**

O estudo seguiu as três etapas propostas por Bardin (2004): 1) Pré-análise: em que foi definido o tema, o referencial teórico, os objetivos, a metodologia, bem como a construção dos questionários; 2) Análise descritiva: organização e descrição dos dados coletados, codificação por meio da classificação das respostas; 3) Interpretação inferencial: compreensão dos

resultados a partir do referencial teórico, verificação de contradições e, por fim, realização das considerações.

O pré-processamento dos dados qualitativo-quantitativos foi feito utilizando planilhas do Microsoft Excel 2022. Em seguida, as correlações entre as variáveis geradas da codificação das respostas dos questionários (quantitativas) foram feitas por meio do índice de Pearson e os gráficos foram gerados usando o software estatístico R 4.2.1 (R Core Team, 2023). O coeficiente de correlação de Pearson (r), um índice que varia de -1,0 (< 0 = negativa) a 1.0 (> 0 positiva), que reflete a extensão de uma relação linear entre dois conjuntos de dados, ou seja, a força e a direção da relação entre duas variáveis (Lani, 2010), como demonstrado na sintaxe abaixo:

A sintaxe da função PEARSON tem os seguintes argumentos:

- Matriz1 Um conjunto de valores independentes.
- Matriz2 Um conjunto de valores dependentes.

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Onde x e y são as médias de amostra MÉDIA (matriz1) e MÉDIA (matriz2).

Os dados foram apresentados por meio de gráficos e tabelas comparativos, ambos sistematizando a visualização dos resultados obtidos pela aplicação do questionário. Após essa etapa, ocorreu a comunicação dos resultados, descobertas e conclusões obtidas nas respostas dos entrevistados.

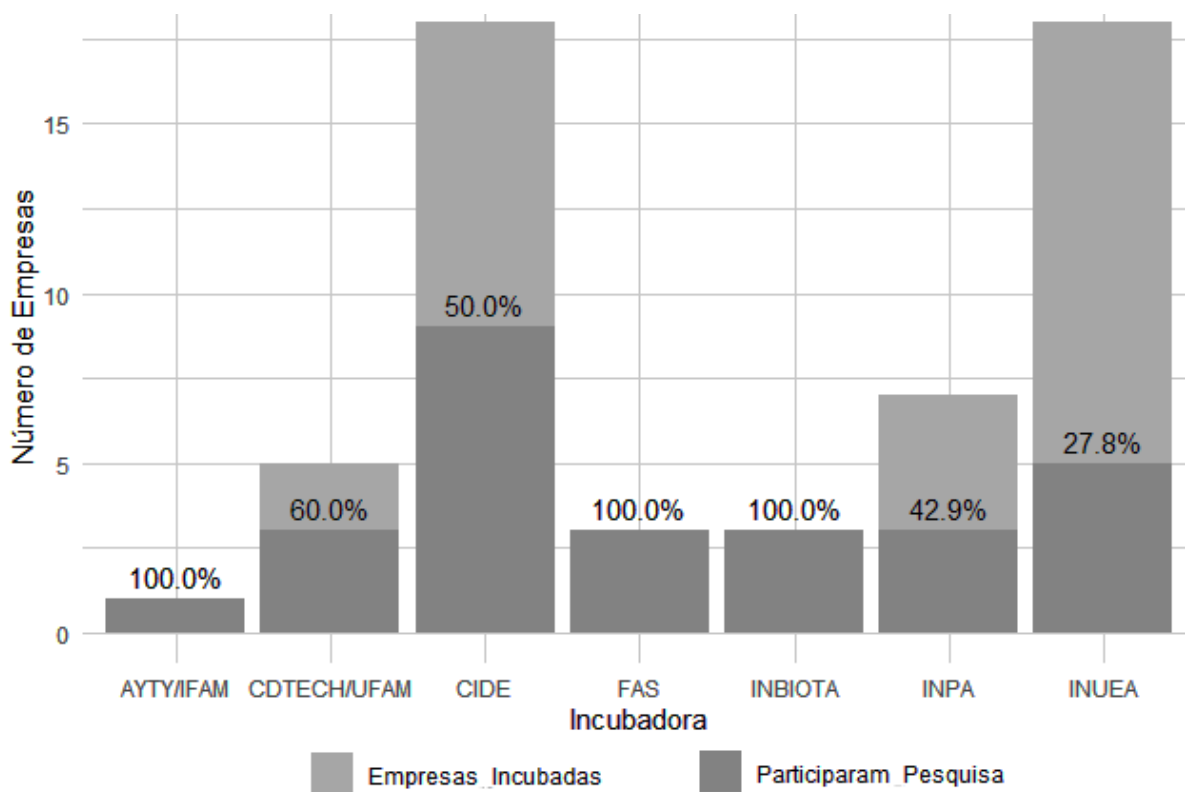
### 3 RESULTADOS

A Figura 1 fornece um panorama elucidativo sobre o envolvimento das empresas incubadas com a pesquisa em análise, distribuídas entre sete incubadoras distintas. Neste conjunto, que agrega 55 empresas ao total, observa-se que 27 delas participaram ativamente na pesquisa, evidenciando um engajamento significativo em responder ao questionário proposto. De maneira particularmente positiva, as incubadoras AYTY/IFAM, INBIOTA e FAS alcançaram uma taxa de participação de 100%, um indicativo de total adesão e possível reflexo de um alinhamento estratégico dessas empresas com práticas de pesquisa e desenvolvimento.

A menor taxa de resposta entre as empresas vinculadas ao INPA e, de forma ainda mais acentuada, ao INUEA, com taxas de 42,9% e 27,8%, respectivamente. Tais números revelam uma participação relativamente reduzida, que poderia ser interpretada como uma lacuna na interação entre as empresas incubadas e os esforços de pesquisa representados pelo estudo em questão. Essa disparidade de envolvimento sinaliza para a necessidade de investigação das causas subjacentes que conduzem a tal cenário, que poderiam incluir fatores estruturais, operacionais ou estratégicos específicos às incubadoras ou às empresas nelas residentes.

No contexto dos processos biotecnológicos, a maioria das empresas atua na produção de enzimas, análises de DNA e transformação de produtos *in natura*. A origem dos insumos utilizados é majoritariamente vegetal, animal, fúngico etc. Também é relevante mencionar que, além das empresas focadas em produtos biotecnológicos, há empresas que exploram áreas de serviços. Isso indica a diversidade de negócios nas incubadoras e a expansão da biotecnologia para além da produção tradicional, abrangendo também o setor de serviços.

**Figura 1** – Representatividade das empresas incubadas por incubadora



**Fonte:** Organizado pelo autor (2023).

A Figura 2 fornece uma distribuição percentual detalhada do nível educacional dos funcionários dentro de um coletivo de empresas, presumivelmente no campo da biotecnologia, dado o contexto fornecido. Esta distribuição é um indicativo da qualificação da força de trabalho e pode refletir a demanda por competências especializadas na indústria. O segmento mais amplo é ocupado por indivíduos com grau de Mestrado, correspondendo a 37,5% do total. Essa predominância pode ser interpretada como um reflexo da necessidade de um nível avançado de conhecimento teórico e habilidades práticas de pesquisa, que são características essenciais para conduzir projetos complexos e inovadores na área de biotecnologia.

Profissionais com formação em Graduação constituem 29,2% da força de trabalho, sugerindo que uma base sólida de educação em nível superior é considerada fundamental para a execução das funções na área. Este grupo pode incluir profissionais com bacharelado, licenciatura ou engenharia, que fornecem suporte técnico e prático para a realização das atividades de biotecnologia.

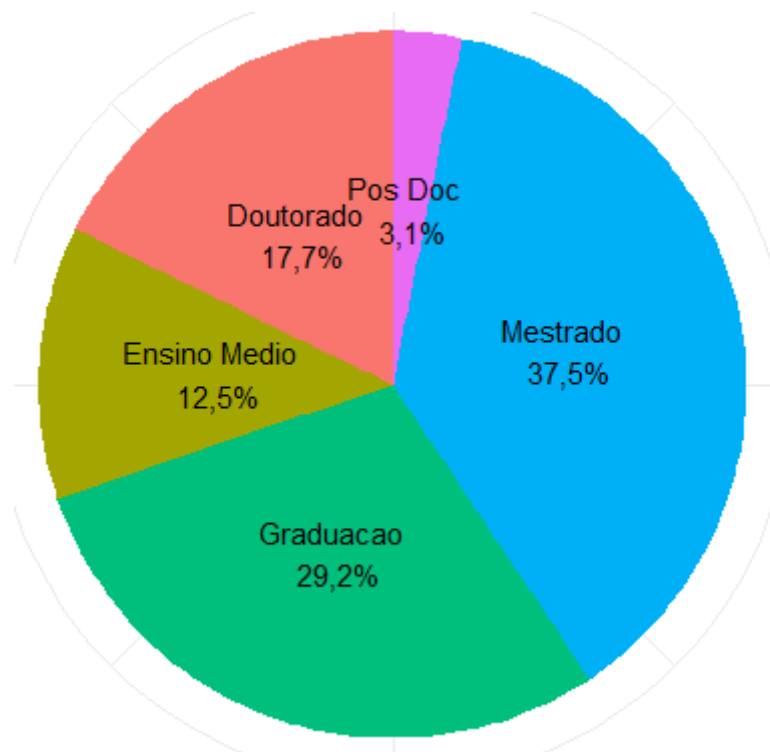
Doutorados, representando 17,7%, evidenciam a importância do conhecimento profundo e da capacidade de inovação. Profissionais com doutorado são frequentemente encarregados de liderar pesquisas e desenvolver novas tecnologias ou processos



biotecnológicos. A representação de funcionários com Ensino Médio, apesar de menor (12,5%), é significativa e pode incluir técnicos e outros papéis que exigem habilidades práticas e conhecimento técnico, que podem ser adquiridos sem a necessidade de educação formal superior.

Por fim, a menor fração corresponde aos profissionais com Pós-Doutorado, com 3,1%, o que pode ser atribuído ao perfil altamente especializado e à menor disponibilidade desses profissionais no mercado de trabalho, dada a extensão e especificidade de sua formação acadêmica. A Figura 2, portanto, destaca a estratificação educacional e a especialização da força de trabalho nas empresas analisadas, enfatizando a centralidade da formação avançada na área de biotecnologia, onde pesquisa e desenvolvimento são de extrema importância.

**Figura 2** – Distribuição percentual de colaboradores por formação acadêmica.



**Fonte:** Organizado pelo autor (2023).

O Quadro 3 ilustra a ampla gama de processos biotecnológicos explorados e pretendido por *startups* na região amazônica, uma área rica em biodiversidade e inovação. Por exemplo, na incubadora CDTECH-UFAM, o desenvolvimento de *blends* de enzimas é uma iniciativa que aponta para a criação de combinações específicas de catalisadores biológicos para aplicações industriais. Além disso, a oferta de serviços em pesquisa e desenvolvimento para empresas maiores reflete uma estratégia de colaboração e transferência de tecnologia no campo da

biotecnologia. A plataforma de financiamento BNHM para empresas biotecnológicas da CDTECH-UFAM representa um mecanismo de apoio financeiro para empresas que trabalham com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), fornecendo um recurso vital para o desenvolvimento e a escalabilidade de iniciativas de biotecnologia com um impacto social e ambiental positivo. Os sabonetes, esfoliantes, óleos e cápsulas desenvolvidos pela CDTECH-UFAM demonstram a aplicação da biotecnologia no desenvolvimento de produtos de cuidados pessoais que incorporam ativos biológicos para promover saúde e bem-estar.

**Quadro 3** – Processos biotecnológicos desenvolvidos por *startups* em incubadoras

<b>Processo Biotecnológico</b>	<b>Seguimento</b>	<b>Incubadora</b>
Produção de enzimas nativas e enzimas recombinantes	Biologia Sintética	CDTECH-UFAM
Análises de DNA	Genética	INPA
Aproveitamento de resíduos	Resíduos	INUEA
Processos fermentativos	Fermentação	CIDE
Conversão por fermentação para obtenção do PLA e extração do amido a partir de resíduos para bioplástico	Bioplástico	INBIOTA
Madeiras plásticas de tucumã e resíduos plásticos	Madeira Plástica	INUEA
Extração da amêndoa da castanha-do-Brasil para <i>petit suisse</i>	Alimentação	INUEA
Insumos amazônicos em cosméticos, óleos essenciais e produtos farmacológicos	Cosméticos e Farmacologia	INPA
Desenvolvimento de tecnologia para produzir análogo de caviar de ovas de peixes amazônicos	Alimentos Alternativos	INBIOTA
Produção de anticorpos em ovos de galinha	Imunologia	CIDE
Processos fermentativos	Fermentação	INBIOTA
Processamento de chocolate orgânico de amêndoas de cacau selvagem amazense	Alimentação Orgânica	AYTY-IFAM
Produtos fitoterápicos e alimentos via fungos amazônicos	Fitoterapia	INUEA
Extração de venenos de animais	Toxinas	INUEA
Transformação de produtos <i>in natura</i> para bebidas e alimentos	Processamento Alimentar	CIDE
Manipulação de moléculas bioativas, de origem natural	Bioatividade	CIDE

**Fonte:** Organizado pelo autor (2023).

Algumas empresas que estão atualmente incubadas na Incubadora do INPA trabalham com a certificação molecular de pescados comerciais, empregando métodos de biologia molecular para garantir a autenticidade das espécies comercializadas e a segurança alimentar, o que é de suma importância para a cadeia de suprimentos na Amazônia. Outras empresas exploram o setor de cosméticos, óleos essenciais e produtos farmacológicos, destacando-se pelo uso de insumos amazônicos que oferecem propriedades únicas devido à sua origem biodiversa.

Além disso, a comercialização de guaraná moído por empresas incubadas pelo INPA mostra a valorização de produtos regionais e sua adaptação para os mercados locais e nacionais, ressaltando a importância econômica de produtos naturais autênticos.

Empresas incubadas na INUEA estão envolvidas nas criações de embalagens biodegradáveis, uma iniciativa vital para a sustentabilidade ambiental. A produção de óleos essenciais e biofármacos representa um avanço na exploração de novos alimentos e terapêuticas derivados da biodiversidade amazônica. A empresa AGTech Biotecology, incubada na INUEA, trabalha no desenvolvimento de madeira plástica e peças de bicicletas com fibras de frutos amazônicos é uma abordagem inovadora que utiliza recursos renováveis para criar alternativas aos materiais convencionais. A mesma incubadora hospeda *startup que* produz sobremesas do tipo *petit suisse*, explorando a rica gastronomia regional e oferecendo produtos alimentícios diferenciados ao mercado. Os produtos fitoterápicos e alimentos gerados por algumas empresas incubadas na INUEA ilustram o potencial de extratos naturais e compostos bioativos derivados de fontes amazônicas na promoção da saúde e no desenvolvimento de novos alimentos funcionais. Os repelentes contra formigas cortadeiras também oriundas de empresas incubadas na INUEA são um exemplo de controle de pragas biodegradável e sustentável, visando a proteção de cultivos agrícolas sem o uso de químicos prejudiciais ao meio ambiente.

O CIDE tem uma empresa incubada que inova no setor alimentício com a produção de vinagre orgânico de cupuaçu, aproveitando frutas locais e técnicas de fermentação para criar produtos gastronômicos com valor agregado. Outra empresa incubada pelo CIDE desenvolve biofertilizantes e biorremediações, integrando biotecnologia e agroecologia para melhorar a saúde do solo e a produtividade agrícola, enquanto minimiza o impacto ambiental. A produção de bebidas alcoólicas destiladas, como gin, vodca e bebidas mistas pelo CIDE, representa a diversificação de produtos derivados de recursos naturais, aplicando técnicas de destilação e fermentação. Outra empresa incubada no CIDE se posiciona como fornecedora de mudas de alta qualidade fitossanitária, implicando em um processo de cultivo e seleção que assegura a saúde das plantas e sua resistência a agentes patogênicos, um aspecto vital para a agricultura e a restauração ecológica. O desenvolvimento de anticorpos para uso em ensaios imunológicos, e o anúncio de futuros testes diagnósticos para COVID-19 pelo CIDE, destacam a contribuição da biotecnologia no campo da saúde pública e diagnóstico médico, particularmente em resposta a pandemias.

Várias empresas que estão incubadas no CIDE apresentam uma gama de alimentos e bebidas derivados das frutas amazônicas, ressaltando a biodiversidade da região como fonte de novos sabores e produtos nutricionais inovadores. Outras empresas incubadas no CIDE também

se dedicam ao desenvolvimento de produtos naturais como sabonetes, óleos essenciais, cremes e alimentos funcionais, enfatizando a segurança e eficácia desses itens, que muitas vezes são subproduto de um conhecimento etnobotânico profundo e da bioprospecção. O chocolate fino, orgânico e sustentável produzido por uma empresa incubada no CIDE destaca o compromisso com práticas de produção que respeitam e valorizam as comunidades tradicionais e os povos da floresta. Este produto reflete uma abordagem de cadeia de valor que integra considerações ambientais, sociais e econômicas, assegurando que as práticas agrícolas não só fornecem produtos de alta qualidade, mas também contribuem para a conservação da biodiversidade e para o bem-estar das populações locais. Outro exemplo, é uma empresa incubada no CIDE que se envolve na produção de peixes defumados, um processo que realça o valor alimentício e a preservação de pescado por meio de técnicas tradicionais adaptadas para otimizar a segurança alimentar e o sabor, oferecendo alternativas alimentares diferenciadas ao mercado.

A INBIOTA, tem uma empresa incubada que contribui para o setor de embalagens com o fornecimento de embalagens biodegradáveis em formatos rígidos, espumas e filmes, atendendo à demanda por soluções de embalagem sustentáveis. O "Amazonian caviar" e snacks proteicos de pirarucu desenvolvidos por empresas incubadas pela INBIOTA são exemplos de alimentos alternativos que visam oferecer opções nutricionais inovadoras, aproveitando a biodiversidade local. O caviar amazônico, presumivelmente derivado de espécies de peixes locais, e os snacks de pirarucu, um grande peixe de água doce nativo da região, são valorizados por seu alto conteúdo proteico e potencial como alternativas sustentáveis às fontes convencionais de proteínas. A diversificação de produtos das empresas incubadas pela INBIOTA, que inclui difusores, essências, aromatizadores, além de produtos de higiene e beleza, ressalta a exploração de compostos bioativos de origem natural para uma variedade de aplicações no bem-estar e no cuidado pessoal.

Os óleos vegetais de andiroba e copaíba comercializados por empresas incubadas pela FAS são extraídos de plantas nativas da Amazônia, conhecidas por suas propriedades medicinais e anti-inflamatórias, sendo aplicados tanto na medicina tradicional quanto na cosmética. A produção de chocolate, licor de cacau e geleia de cacau por empresa incubada pela FAS utiliza o cacau selvagem amazônico, um ingrediente com elevado valor agrônomico e nutricional, e destaca a valorização de cadeias de produção orgânicas e sustentáveis. A farinha de mandioca produzida por outra empresa incubada pela FAS ressalta o uso de técnicas tradicionais e modernas para processar um dos alimentos básicos na dieta da região, com foco na segurança alimentar e na valorização dos produtos locais.

As barras de chocolate produzidas por uma empresa incubada pela AITY-IFAM capitalizam no nicho de alimentos *gourmet*, oferecendo produtos que atendem a uma demanda crescente por alimentos artesanais e de origem ética e sustentável.

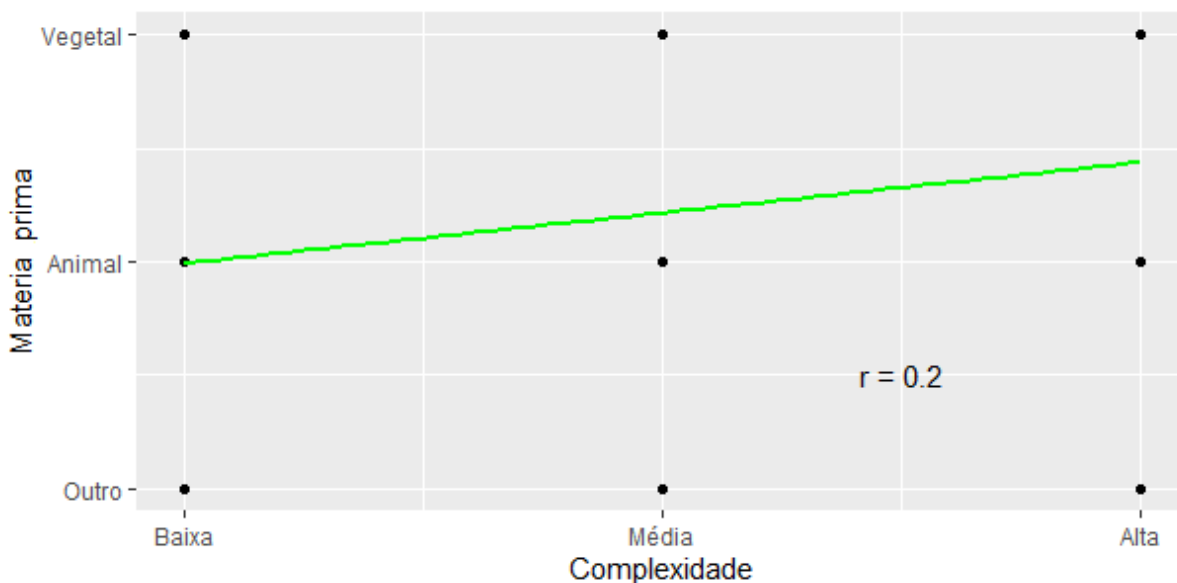
As iniciativas dessas incubadoras existentes em Manaus refletem uma tendência moderna na biotecnologia, que procura harmonizar avanços tecnológicos com práticas sustentáveis e a valorização de conhecimentos tradicionais. A rica biodiversidade da Amazônia oferece um vasto reservatório de matéria-prima para inovações biotecnológicas, e essas incubadoras estão no centro de transformar esse potencial em produtos e serviços tangíveis e sustentáveis. A integração de princípios de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental nesses empreendimentos é um exemplo inspirador de como a biotecnologia pode conduzir a uma economia verde e promover o desenvolvimento sustentável.

A maioria das empresas incubadas desenvolvem pesquisas, com destaque para a exploração da biodiversidade amazônica. As parcerias com instituições acadêmicas, como a Universidade Federal do Amazonas e o INPA, são comuns. Algumas focam em aplicações para o setor de etanol e detergentes, enquanto outras exploram novos materiais e princípios bioativos. Há também trabalhos voltados para a utilização completa do cupuaçu e para validar a eficiência agrônoma e degradação de produtos específicos.

Outras pesquisas estão direcionadas para a coquetelaria, abrangendo destilados, *premises* e amargos, e para o desenvolvimento de bioplásticos a partir de resíduos da mandioca, açaí e extratos oleaginosos. Enquanto algumas empresas buscam novas matérias-primas ou desenvolvem novas fragrâncias, outras estão focadas na propagação de plantas, em testes diagnósticos, na introdução de novos sabores em produtos ou na identificação de novas essências para cosméticos. No entanto, um número significativo de empresas indicou não estar conduzindo pesquisas no momento ou optou por manter suas atividades de pesquisa em sigilo.

A Figura 3 representa graficamente a relação entre a complexidade dos processos biotecnológicos e o tipo de matéria-prima utilizada. A escala de complexidade é quantificada em três níveis distintos: baixa (1,0), média (2,0) e alta (3,0). Através da dispersão dos pontos, percebe-se que, independentemente do nível de complexidade, as matérias-primas estão presentes em todas as categorias, com uma representação de materiais de origem vegetal, animal e outros.

**Figura 3** – Relação entre processos biotecnológicos e a matéria-prima



**Fonte:** Organizado pelo autor (2023).

A reta verde que cruza o gráfico indica a tendência linear da correlação entre essas duas variáveis. A presença de uma tendência ascendente sugere que, conforme a complexidade do processo biotecnológico aumenta, há uma tendência ligeira de se optar por matérias-primas vegetais. Isso pode ser reflexo das propriedades intrínsecas das fontes vegetais, como a renovação e a sustentabilidade, que são atributos valorizados em processos biotecnológicos mais complexos.

O coeficiente de correlação de Pearson,  $r = 0.2$ , é um indicador estatístico que mede o grau de relação linear entre duas variáveis. Neste caso, o valor de 0.2 aponta para uma correlação positiva, embora fraca, o que significa que não se pode afirmar com forte convicção que a complexidade é um fator decisivo na escolha da matéria-prima na biotecnologia. Outros fatores não capturados neste gráfico podem desempenhar papéis significativos na determinação dessa escolha.

Além disso, a presença de pontos distribuídos entre as três categorias de matérias-primas em cada nível de complexidade indica que, embora possa haver uma leve preferência por materiais vegetais em processos mais complexos, os materiais de origem animal e outros tipos não são excluídos e continuam sendo relevantes. Esta diversidade na seleção de matérias-primas reflete a multifacetada natureza da biotecnologia, que não se restringe a uma única fonte de matéria-prima e está adaptada para explorar várias fontes em função das especificidades de cada aplicação biotecnológica.

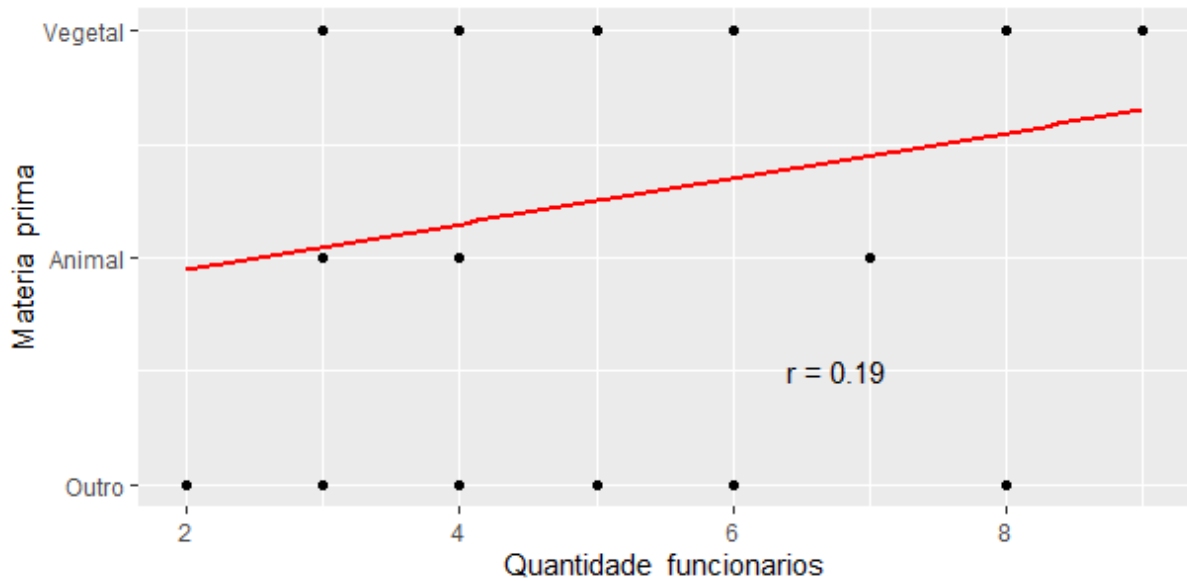
A inclusão de 'Outro' como uma categoria sugere que existe uma gama de matérias-primas não tradicionais ou não convencionais que são consideradas na biotecnologia. Estes podem incluir microrganismos, biomoléculas isoladas, ou materiais sintéticos que são incorporados em processos biotecnológicos inovadores. A utilização dessas fontes alternativas pode ser particularmente relevante em processos de alta complexidade, onde materiais mais especializados são necessários para alcançar resultados específicos.

Essa categoria está uniformemente distribuída em todo o espectro de complexidade, o que implica que, para processos de baixa, média e alta complexidade, matérias-primas alternativas parecem ser uma opção viável. Isto pode incluir a utilização de sistemas de expressão microbianos, plataformas de cultivo celular, ou matrizes poliméricas para a realização de ensaios biotecnológicos ou a produção de compostos de interesse.

A relação entre a complexidade dos processos biotecnológicos e a matéria-prima utilizada, foi observada uma tendência ascendente leve entre estes dois parâmetros (Figura 3). O coeficiente de correlação de Pearson,  $r = 0,2$  indica uma correlação positiva, porém fraca, entre a complexidade dos processos e a preferência pela matéria-prima. Isso sugere que, à medida que a complexidade dos processos biotecnológicos aumenta, há uma leve inclinação para a escolha de matérias-primas do tipo vegetal. No entanto, a correlação, sendo de magnitude baixa, enfatiza que outros fatores podem estar influenciando esta escolha, e a complexidade por si só não é determinante.

A Figura 4 relaciona a quantidade de funcionários de uma empresa às categorias de matéria-prima utilizada nas operações biotecnológicas dessas empresas. A reta vermelha no gráfico indica a tendência linear, sugerindo que empresas com um número maior de funcionários apresentam uma propensão a utilizar matéria-prima de origem vegetal em seus processos.

**Figura 4** – Funcionários e a relação com a matéria-prima



**Fonte:** Organizado pelo autor (2023).

A tendência visualizada pode ser parcialmente explicada pelo fato de que empresas maiores, possivelmente com maior capital e recursos, podem se envolver em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que requerem insumos vegetais, talvez devido à sua renovabilidade, menor impacto ambiental ou por estarem alinhadas com práticas de sustentabilidade corporativa. Além disso, o cultivo ou a coleta de matéria-prima vegetal pode estar em maior escala e exigir mais mão de obra, o que seria consistente com uma força de trabalho maior.

No entanto, o coeficiente de correlação de Pearson,  $r = 0.19$ , aponta para uma correlação fraca entre a quantidade de funcionários e o tipo de matéria-prima escolhido. Isso indica que a quantidade de funcionários não é um fator determinante na escolha da matéria-prima. A decisão pode depender mais das especificidades do produto ou processo biotecnológico em questão, da disponibilidade de recursos, das demandas do mercado, das políticas internas da empresa ou da missão e visão corporativa.

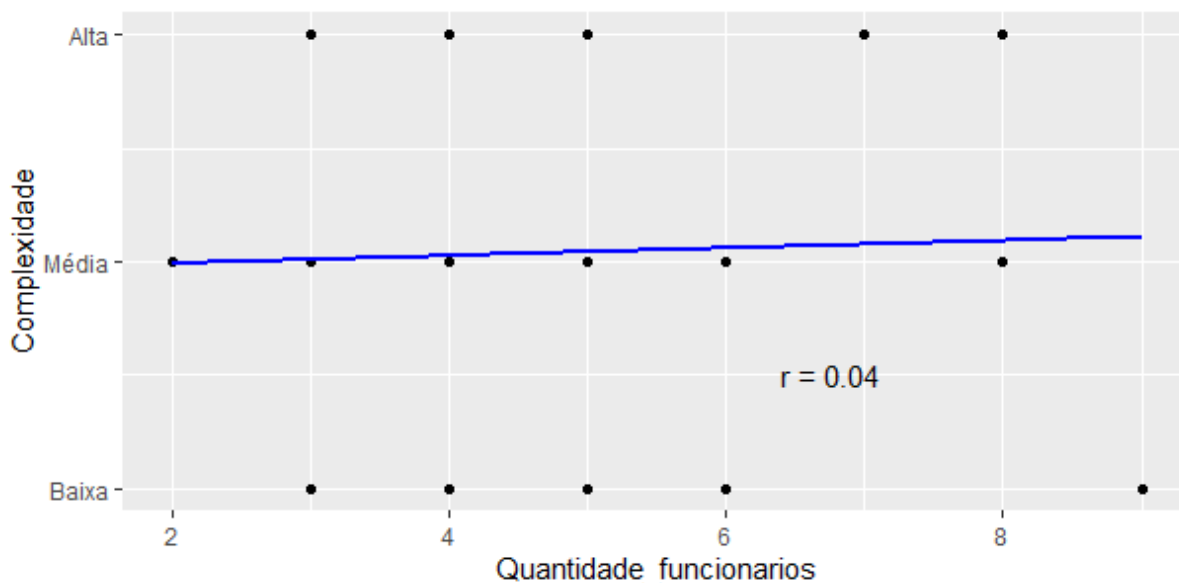
A presença de pontos correspondentes às matérias-primas "Animal" e "Outro" em todos os níveis de quantidade de funcionários sugere que empresas de vários tamanhos operam com uma diversidade de materiais. Empresas menores, por exemplo, podem especializar-se em nichos que requerem materiais específicos, como culturas celulares ou microorganismos, independentemente do número de funcionários.



A inclusão de "Outro" como uma categoria de matéria-prima ressalta a incorporação de insumos não convencionais na biotecnologia, como biomoléculas sintéticas, bioquímicos produzidos por engenharia metabólica ou materiais de origem microbiana. Empresas com diferentes capacidades de pessoal podem estar engajadas na exploração dessas fontes inovadoras, buscando vantagens competitivas e atendendo a demandas específicas da indústria biotecnológica.

Na Figura 5, é apresentada a análise da relação entre o número de funcionários e o grau de complexidade dos processos biotecnológicos implementados nas empresas. A linha azul, que representa a tendência linear entre as variáveis, mostra que não há uma variação significativa ou um padrão discernível que relacione o tamanho da equipe de uma empresa com a complexidade dos seus processos biotecnológicos. O coeficiente de correlação de Pearson ( $r = 0.04$ ) é próximo de zero, indicando uma ausência de relação linear forte entre as duas variáveis.

**Figura 5** – Número de funcionários e a complexidade dos processos biotecnológicos



**Fonte:** Organizado pelo autor (2023).

A escala de complexidade utilizada no gráfico categoriza os processos em três níveis: baixo (1,0), médio (2,0) e alto (3,0). A distribuição dos pontos ao longo do gráfico sugere que empresas de diferentes tamanhos estão igualmente envolvidas em processos biotecnológicos de várias complexidades. Isso pode ser interpretado como uma indicação de que mesmo empresas

com menos funcionários têm a capacidade de se engajar em processos biotecnológicos sofisticados.

Além disso, o fato de não haver um aumento ou diminuição na complexidade dos processos com o aumento do número de funcionários pode refletir a natureza do setor biotecnológico, onde inovações e avanços tecnológicos permitem que mesmo equipes pequenas realizem trabalhos complexos. Isso é frequentemente viabilizado pelo uso de automação e sistemas de informática avançados, que podem compensar a necessidade de muitos funcionários.

A uniformidade da complexidade dos processos em relação ao número de funcionários também pode indicar que outros fatores, como o tipo de tecnologia disponível, o nível de especialização da equipe, o acesso a capital e recursos e as estratégias de negócios, têm maior influência na capacidade de uma empresa de realizar processos biotecnológicos complexos do que simplesmente o tamanho da força de trabalho.

As empresas recorrem às incubadoras buscando apoio no desenvolvimento de negócios. As necessidades variam desde instalações adequadas, mentorias, suporte administrativo e financeiro, até visibilidade no mercado e aceleração de crescimento. As incubadoras oferecem uma gama extensa de serviços, que incluem auxílio administrativo, análise de contratos, busca por investidores, suporte técnico e científico, e mais.

Empresas demonstram um compromisso crescente com práticas sustentáveis, priorizando a redução de compostos químicos nocivos, a implementação de pesca responsável, e a promoção da economia circular e bioeconomia. Estas organizações frequentemente colaboram com comunidades locais, enfatizando a conservação da fauna e flora e valorizando a cadeia produtiva da Amazônia. *Startups* de biotecnologia destacam-se por inovações, como a madeira plástica, e pelo foco em processos sustentáveis que vão desde o extrativista até o consumidor final.

Além disso, diretrizes adotadas por estas empresas abrangem uma ampla variedade de medidas voltadas à preservação ambiental. Muitas têm como princípio a promoção da bioeconomia, trabalhando com insumos biológicos e tecnologias de baixo impacto. O envolvimento e apoio às comunidades locais, bem como a conservação da fauna e flora amazônicas, são elementos-chave em suas estratégias. A utilização consciente de recursos naturais e a promoção de produtos de alta qualidade derivados de insumos naturais são também diretrizes destacadas por várias destas empresas.

Baseando-se em uma revisão abrangente da literatura e análise de trabalhos acadêmicos que utilizam a biodiversidade amazônica, esta pesquisa destaca uma variedade de processos

biotecnológicos e seus produtos resultantes. Esses trabalhos, realizados no âmbito do PPG-BIOTEC e da REDE BIONORTE, demonstram a aplicação prática e inovadora da biotecnologia em diversas áreas, aproveitando a rica biodiversidade da Amazônia. Os estudos abrangem desde a exploração de recursos naturais até o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e eticamente responsáveis, refletindo a natureza interdisciplinar da biotecnologia, que integra conhecimentos de biologia, química, física, engenharia e ciências sociais para solucionar problemas reais e criar oportunidades de desenvolvimento:

- **Biotransformação e Fermentação:** Esta área é crucial para entender como os processos biológicos podem ser aproveitados para a produção de substâncias úteis. A biotransformação, utilizando microrganismos, é especialmente relevante na Amazônia, onde a biodiversidade é imensa. A fermentação, um processo ancestral, continua sendo aprimorado e utilizado para produzir uma variedade de produtos, desde alimentos até bioplásticos, demonstrando o potencial da biotecnologia em contribuir para uma economia circular e sustentável.
- **Bioengenharia e Manipulação Genética:** A revolução genética, especialmente com o advento de tecnologias como CRISPR/Cas9, abriu novas fronteiras na biotecnologia. O estudo e a manipulação do genoma permitem não apenas entender melhor os organismos vivos, mas também desenvolver novas terapias, melhorar culturas agrícolas e até mesmo criar organismos sintéticos. Esta área, no entanto, traz consigo questões éticas e regulatórias significativas, que são frequentemente temas de debates acalorados no meio acadêmico.
- **Bioquímica e Extração de Compostos:** A extração e purificação de compostos bioativos são fundamentais na biotecnologia, com aplicações que vão desde o desenvolvimento de novos medicamentos até a produção de aditivos alimentares. O estudo detalhado de enzimas, proteínas, lipídios e outros biomoléculas é essencial para o desenvolvimento de processos biotecnológicos eficientes e sustentáveis.
- **Bioprospecção e Desenvolvimento de Produtos:** A exploração da biodiversidade, particularmente em ecossistemas ricos como a Amazônia, oferece um vasto potencial para a descoberta de novos compostos e organismos com aplicações biotecnológicas. A bioprospecção, que busca identificar e utilizar esses recursos, é um campo promissor, mas também levanta preocupações sobre a biopirataria e a necessidade de práticas justas e sustentáveis de exploração.

- **Tecnologias Ambientais e Sustentabilidade:** A biotecnologia desempenha um papel crucial na busca por soluções sustentáveis para problemas ambientais. Desde o tratamento de resíduos até a produção de energia renovável e materiais biodegradáveis, a biotecnologia ambiental é um campo em rápido crescimento. O desenvolvimento de carvões ativados e o uso de líquidos iônicos para adsorção são exemplos de como a biotecnologia pode contribuir para a descontaminação e recuperação de ambientes poluídos.
- **Agricultura e Alimentação:** A biotecnologia tem um impacto profundo na agricultura e na produção de alimentos. Desde a melhoria genética de culturas até o desenvolvimento de biopesticidas e fertilizantes biológicos, a biotecnologia oferece ferramentas para aumentar a produtividade agrícola, melhorar a resistência das plantas a doenças e pragas, e reduzir o impacto ambiental da agricultura. A transformação de produtos in natura para bebidas e alimentos é um exemplo de como a biotecnologia pode agregar valor à produtos agrícolas e contribuir para a segurança alimentar.
- **Saúde e Medicina:** Na saúde humana, a biotecnologia tem sido fundamental no desenvolvimento de novos medicamentos, vacinas e terapias. A engenharia de proteínas e a manipulação de moléculas bioativas permitem o desenvolvimento de tratamentos mais eficazes e personalizados. Além disso, o desenvolvimento de probióticos e a pesquisa em biocosméticos refletem a expansão da biotecnologia para além das áreas tradicionais de medicamentos e terapias.
- **Ciência dos Materiais:** A biotecnologia também é aplicada no desenvolvimento de novos materiais, como biocompósitos e cerâmicas. Esses materiais podem ter propriedades únicas, como maior biodegradabilidade ou funcionalidades específicas, abrindo novas possibilidades para aplicações em diversas indústrias.
- **Análise e Diagnóstico:** A capacidade de analisar rapidamente e com precisão o material genético tem vastas implicações, desde o diagnóstico de doenças até a identificação de microrganismos em amostras ambientais. Esta área da biotecnologia é fundamental para a medicina personalizada, vigilância epidemiológica, e pesquisa ambiental.
- **Outros Processos:** Além dessas áreas principais, existem muitos outros processos biotecnológicos específicos, como a produção de colorantes, antimicrobianos, e a avaliação da bioatividade, que demonstram a amplitude e a profundidade do campo da biotecnologia.

O presente artigo relata os resultados de uma série de investigações realizadas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (PPG-BIOTEC/UFAM) e da Rede do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (PPG-BIONORTE), enfocando a utilização de matérias-primas provenientes da biodiversidade amazônica para o desenvolvimento de aplicações biotecnológicas. A pesquisa abrangente demonstrou o emprego de recursos naturais da região, incluindo sementes de açaí, copaíba, breu, e resíduos da castanha-do-brasil, na criação de uma gama de produtos inovadores e sustentáveis. Entre as descobertas mais notáveis estão o desenvolvimento de carvões ativados, extratos bioativos, bioprodutos, compostos aromáticos, pesticidas, e inibidores de protease (Quadros 4 e 5).

**Quadro 4** – Exploração biotecnológica da biodiversidade amazônica: resultados e inovações no âmbito do PPG-BIOTEC/UFAM

<b>Fonte</b>	<b>Matéria prima</b>	<b>Processo biotecnológico</b>	<b>Produto</b>
Passos (2007)	Pacientes com lúpus eritematoso sistêmico	Estudo de polimorfismo do gene PDCD1	Informações genéticas para lúpus eritematosos
Simonetti (2011)	Copaíba e breu	Utilização de líquidos iônicos e sistemas poliméricos de adsorção	Isolamento de ácidos diterpênicos e triterpenos de oleoresinas amazônicas
Cartonilho (2015)	Polpa de açaí ( <i>Euterpe precatoria</i> Mart.)	Elaboração de mistura em pó	Bebida láctea
Fontilei (2016)	Castanha de Macaco ( <i>Couropita guianensis</i> )	Produção de farinha da castanha de macaco para ração	Ração para Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> )
Braga (2017)	<i>Piper tuberculatum</i>	Extração de substâncias inseticidas	Produtos pesticidas
Alecrim (2017)	<i>Aspergillus flavo furcatis</i>	Produção de proteases coagulantes	Queijo com biomassa de macrofungo
Moraes (2018)	Fibras naturais de juta/malva, oleoresinas de breu, polpa de açaí, sementes de cupuaçu e de castanhas	Diversas tecnologias de processamento	Bioprodutos com valor agregado

Fischborn (2018)	<i>Lentinus strigosus</i>	Desenvolvimento de biocosméticos	Biocosméticos com ativos naturais
Fernandes (2019)	Guaranazeiro	Análise de <i>Fusarium decemcellulare</i> e CRISPR/Cas9	Mutantes para genes de patogenicidade
Silva (2020)	<i>Palicourea corymbifera</i> (Rubiaceae)	Estudo de fungos endofíticos	Esteróide e alcalóides com atividade biológica
Silva (2020)	Espécies de <i>Dioscorea</i>	Extração e caracterização de amido e nanopartículas de prata	Filmes de revestimento para conservação de alimentos
Aranha (2020)	<i>Salacia impressifolia</i> (Miers) A.C. (Celastraceae)	Efeito antitumoral de 22 $\beta$ -hidroxitingenona	Tratamento para células de melanoma humano

Fonte: Organizado pelo autor (2023).

**Quadro 5** – Exploração biotecnológica da biodiversidade amazônica: resultados e inovações no âmbito do PPG-BIONORTE

Fonte	Matéria prima	Processo biotecnológico	Produto
Ohse (2019)	<i>Penicillium</i> sp. 392 (GhG2 2.1) de <i>Gustavia elliptica</i> M.	Biotransformação da Quercetina	Metabólitos ativos para uso industrial
Brelaz (2019)	Óleo de resíduo de pescado	Inclusão em rações de poedeiras comerciais	Otimização da qualidade de ovos e ração
Ferreira (2020)	<i>Gustavia</i> cf. <i>hexapetala</i> (Alb.) Sm. (Lecythidaceae)	Biossurfactantes de fungos endofíticos	Agentes antimicrobianos para patógenos orais
Meriguete (2020)	Cultivares de guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> )	Transferência de biotecnologia	Melhoria na produção de guaraná
Romano (2020)	Isolados fúngicos amazônicos	Produção de lipases para biocatálise enantiosseletiva	Lipases para biocatálise enantiosseletiva
Camargo (2021)	<i>Geissospermum argenteum</i> e <i>G. urceolatum</i>	Estudo de composição química e atividade antiplasmódica	Produtos com atividade antiplasmódica e citotoxicidade

Leão (2021)	Cará-roxo ( <i>Dioscorea trifida</i> L.) e açai ( <i>Euterpe precatoria</i> Mart)	Desenvolvimento de hidrogel	Hidrogel para melhoria do exercício físico
Coelho (2021)	Duas espécies de cogumelos do ecossistema amazônico	Padronização do ciclo do bioprocesso	Produção otimizada de cogumelos
Silva (2021)	<i>Pleurotus ostreatoroseus</i> DPUA 1720	Montagem, anotação e análise do genoma	Informações genômicas para uso biotecnológico
Casas (2021)	Guaranazeiro	<i>Colletotrichum siamense</i> como controle biológico da antracnose	Método de controle biológico para guaranazeiro
Silva-Filho (2021)	<i>Penicillium endofíticos</i>	Investigação química e biológica	Alcalóides e moléculas com potencial biotecnológico
Oliveira (2021)	Habitat aquático de <i>Anopheles darlingi</i> Root, 1926	Diversidade fúngica com potencial larvicida e antiplasmodial	Agentes de controle biológico para vetores de malária e dengue
Cruz (2021)	Hypoxylaceae	Bioprospecção de compostos bioativos	Compostos bioativos para aplicações diversas
Aguiar (2022)	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Prospecção de lectinas e proteínas bioativas	Proteínas bioativas para aplicações biotecnológicas
Oliveira (2022)	Dieta dos Quelônios (Testudines, Podocnemididae: Podocnemis spp.)	Estudo alimentar	Informações para ração regional
Santiago (2022)	Fibras da malva ( <i>Urena lobata</i> L.)	Avaliação de enzimas de fungos da Amazônia	Melhoria no processamento das fibras
Santos (2022)	<i>Serratia nevei</i> 9rpt1	Montagem e anotação do genoma	Recuperação microbiológica do fosfato
Ferreira (2022)	Andiroba	Estudo do circuito produtivo	Produtos derivados da andiroba
Silva (2022)	Fibras de juta da Amazônia	Melhoramento de biocompósitos	Biocompósito com fibras de juta
Lima (2022)	Mandioca	Desenvolvimento de cianeto “verde”	Alternativa ao mercúrio em mineração
Alves (2022)	<i>Plasmodium falciparum</i>	Desenvolvimento de probiótico recombinante	Probiótico para avaliação imunológica
Pimenta (2022)	Bacaba ( <i>Oenocarpus bacaba</i> )	Estudo de rizobactérias	Promoção do crescimento de plantas

Martins (2022)	Siparuna guianensis	Estudo do óleo essencial e sua nanoencapsulação	Propriedades farmacobotânicas para Alzheimer
Prado (2022)	Espécies de <i>Aspergillus</i>	Produção e otimização de coagulantes	Coagulantes biotecnológicos
Costa (2022)	Resíduo de madeiras folhosas processadas	Desenvolvimento de placas de revestimento cerâmico	Placas de revestimento cerâmico
Alves (2022)	Resíduos da Castanha do Brasil ( <i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.)	Uso para resolver problemas socioeconômicos e de sustentabilidade ambiental	Carvão ativado para tratamento de água
Silva (2022)	Sementes amazônicas de açaí e de tucumã	Produção de Carvões Ativados	Carvões Ativados para adsorção de ouro lixiviado por cianeto de sódio
Silva (2023)	<i>Phellinus crystallis</i>	Avaliação da bioatividade	Potencial biotecnológico para aplicações diversas
Arruda (2023)	Cogumelo ostra ( <i>Pleurotus ostreatus</i> )	Avaliação em ratas prenhes	Adaptações estruturais e funcionais em ilhotas pancreáticas
Oliveira (2023)	Fungos filamentosos do solo amazônico	Produção de colorantes	Colorantes para aplicações diversas
Segundo (2023)	Fungos de igarapé poluído	Produção de antimicrobianos	Antimicrobianos para aplicações diversas
Ferreira (2023)	Guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> ) e Cará-de-espinho ( <i>Dioscorea altíssima</i> Lam)	Caracterização físico-química de hidrogel	Hidrogel com potencial antioxidante
Gouvêa (2023)	Resíduos lignocelulósicos amazônicos	Cultivo de <i>Ganoderma</i> spp.	Inibidores de protease
Sevalho (2023)	Limoneno e pineno	Biotransformação por microrganismos da Amazônia	Compostos de aroma valorizados comercialmente

**Fonte:** Organizado pelo autor (2023).

Estes resultados ressaltam a extraordinária riqueza da biodiversidade amazônica e seu potencial inexplorado para impulsionar avanços significativos em múltiplas áreas da biotecnologia. Foi identificado um espectro diversificado de produtos com elevado potencial comercial derivados desses estudos. A pesquisa sublinha a possibilidade de explorar de maneira



sustentável da biodiversidade da Amazônia para a geração de produtos inovadores, abrindo portas para novas oportunidades comerciais.

Além disso, observou-se que as *startups* e empresas já estabelecidas poderiam se beneficiar significativamente desses recursos naturais para criar e comercializar produtos biotecnológicos inovadores. Essa exploração, se conduzida de forma sustentável e ética, poderia representar um importante vetor de desenvolvimento econômico e tecnológico para a região, alinhando-se com as demandas por soluções ambientalmente responsáveis e socialmente justas. Assim, esses resultados fornecem evidências concretas do potencial da biodiversidade amazônica como uma fonte valiosa para a biotecnologia, destacando o papel essencial que essa região pode desempenhar no cenário global de pesquisa e desenvolvimento biotecnológico.

## 4 DISCUSSÃO

A análise das atividades biotecnológicas das empresas incubadas na Amazônia, quando vista à luz da literatura sobre biodiversidade e biotecnologia na região combinada a as entrevistas aqui realizadas, ressaltam a importância estratégica da biodiversidade amazônica como um recurso vital para a inovação biotecnológica. Os resultados aqui apresentados reforçam a necessidade de um modelo de desenvolvimento que integre a riqueza natural com as tecnologias emergentes, focando no desenvolvimento sustentável e na proteção do meio ambiente. As empresas incubadas, portanto, não estão apenas contribuindo para o avanço da biotecnologia, mas também estão ajudando a moldar um futuro sustentável que valoriza e preserva a biodiversidade amazônica.

Os dados apresentados neste estudo fornecem uma análise abrangente do panorama biotecnológico na região amazônica, evidenciando uma heterogeneidade notável nos setores abordados pelas startups incubadas. A pesquisa revela que a biotecnologia emergiu como um domínio progressista e de significativa pertinência para o Amazonas, atribuível à sua biodiversidade exuberante e ao potencial inerente para inovações disruptivas. Este fenômeno encontra consonância nas observações de Araújo et al., (2022) e Nobre (2019), que ressaltam a ascendência deste campo na região. Complementarmente, os dados coletados reiteram as assertivas de estudos precedentes, que destacam a prevalência de empresas no Amazonas com atividades produtivas alinhadas aos princípios da biotecnologia industrial, conforme elucidado por Oliveira et al., (2023).

Adicionalmente, os achados indicam um potencial significativo para a exploração de oportunidades de negócio, sobretudo quando as propostas de valor das empresas estão meticulosamente alinhadas às demandas do agronegócio brasileiro. É imperativo ressaltar que a adoção de modelos de negócios inovadores, como o modelo "grátis e plataforma multilateral" sugerido por Lima et al., (2017), pode catalisar a recuperação de investimentos e fomentar a sustentabilidade e permanência das empresas no mercado competitivo. A integração desses modelos inovadores surge como um vetor crucial para potencializar o crescimento econômico e a inovação no setor biotecnológico da região.

A biodiversidade, como descrito por Naeem et al., (2016) e outros estudiosos, é de uma riqueza e complexidade inigualáveis, com potencial biotecnológico imenso. A variedade de organismos vivos e seus complexos ecológicos na Amazônia proporcionam uma fonte inesgotável para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos biotecnológicos. Os esforços

das empresas incubadas na região, como revelado pelo estudo, alinham-se com esta visão, explorando a biodiversidade para desenvolver produtos inovadores e sustentáveis.

A intensificada adesão às incubadoras tecnológicas, exemplificada por entidades como AYTU/IFAM, INPA, INBIOTA e FAS, denota um marcante interesse e proatividade empresarial no âmbito do crescimento e avanço tecnológico. Este fenômeno espelha um ambiente favorável, caracterizado pelo substantivo suporte e recursos disponibilizados por estas incubadoras, culminando na amplificação das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no setor de biotecnologia. Tal dinâmica encontra paralelos em estudos prévios, como os elaborados por Salerno e Kubota (2008), que elucidam a correlação entre inovação, diferenciação de produtos e o crescimento empresarial acelerado. Esses autores enfatizam que empresas brasileiras que se internacionalizam e empregam suas filiais externas como fontes de inovação exibem desempenhos superiores, refletindo em um crescimento mais robusto no mercado nacional (Salerno e Kubota, 2008).

Ademais, o processo de inovação e diferenciação de produtos não apenas beneficia as corporações, mas também exerce impactos positivos sobre as exportações, salários e condições de trabalho. Paralelamente, por Salerno e Kubota (2008) destacam a relativa escassez de esforços inovativos por parte de empresas estrangeiras no Brasil, uma observação que motivou a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) a implementar iniciativas visando atrair sedes de negócios e centros de P&D internacionais para o país.

Por outro lado, uma análise conduzida por Arbix, Salerno e Negri (2005) revela a existência de empresas brasileiras altamente dinâmicas e sintonizadas com as oportunidades, lacunas e nichos do mercado internacional. Essas empresas se destacam pela inovação em produtos, processos e serviços, bem como pelo engajamento na internacionalização de suas atividades. Este cenário sugere um ecossistema empresarial brasileiro progressivamente orientado para a inovação e a globalização.

A biotecnologia, ainda emergente no Amazonas, como destacado por Oliveira et al. (2023), está claramente refletida nas atividades das empresas incubadas. Elas estão na vanguarda, utilizando conceitos de biotecnologia dentro da bioeconomia, impulsionadas pela abundância de recursos naturais e diversidade biológica. Isso reforça a noção de que a biotecnologia pode ser um pilar fundamental para o desenvolvimento regional sustentável, aproveitando a biodiversidade amazônica.

A ideia de um modelo de desenvolvimento bioeconômico para a Amazônia, baseado em recursos tecnológicos da revolução 4.0 e na biodiversidade da floresta, como discutido pelo INCT-MC (IHU online, 2019), é evidente nas atividades das empresas incubadas. Elas estão

integrando biotecnologia com inovação tecnológica, alavancando a biodiversidade para o desenvolvimento de produtos e processos inovadores.

O papel do CBA, conforme descrito pelo Ministério da Economia (2022), em promover o uso sustentável da biodiversidade amazônica através da inovação tecnológica, é um reflexo do que está sendo realizado pelas empresas incubadas. Elas estão se beneficiando de um ambiente que favorece a pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia, alinhando-se com os objetivos do CBA.

Conforme Araújo et al. (2022) apontam, o marco legal de ciência e tecnologia e a proteção da propriedade intelectual são cruciais para o avanço da biotecnologia na região. As empresas incubadas, ao desenvolverem produtos e processos inovadores, devem navegar neste ambiente regulatório e utilizar a propriedade intelectual para proteger suas inovações.

Em relação aos dados coletados acerca da qualificação educacional dos envolvidos na administração e execução das atividades das empresas analisadas. Observou-se que o maior segmento da população estudada ostenta uma formação em nível de Mestrado. Isso sugere um investimento significativo em capital humano, com uma inclinação para profissionais que tiveram acesso a uma formação avançada e, possivelmente, a uma pesquisa focada durante seus estudos. Logo após, temos uma proporção considerável de funcionários com Graduação. Esta é a base sólida de muitas empresas, representando profissionais que passaram por treinamento formal em seus respectivos campos e estão prontos para trazer suas habilidades e conhecimentos para o ambiente de trabalho (Coelho e Veiga, 2015).

Contudo, a representatividade de funcionários apenas com Ensino Médio não pode ser negligenciada. Estes profissionais representam oportunidades de crescimento para as empresas. Com a implementação de programas de treinamento e capacitação contínua, este grupo pode evoluir em suas carreiras, alinhando-se mais estreitamente com os objetivos organizacionais. O grupo com Pós-Doutorado, embora mais diminuto, é de extrema relevância. São profissionais que dedicaram uma quantidade significativa de anos à pesquisa intensiva, possuindo expertise em áreas especializadas. Eles são potencialmente catalisadores de inovação, contribuindo para a pesquisa, desenvolvimento e possivelmente a condução de projetos estratégicos. Esta estrutura da força de trabalho ecoa a discussão de Coelho e Veiga (2015), onde é ressaltado que a predominância da mão de obra no ambiente corporativo moderno é composta por profissionais com graduação e pós-graduação. Esta tendência reflete a crescente necessidade de habilidades especializadas e adaptabilidade em um mercado em constante mudança.

A análise da distribuição de formação acadêmica entre os funcionários fornece *insights* valiosos sobre a composição da força de trabalho das empresas. Como pode ser observado na

Figura 2, a maioria dos funcionários possuem formação de nível Mestrado, seguido por aqueles com Graduação. Esse perfil indica um alto nível de especialização e qualificação da equipe. Contudo, ainda existe uma parcela significativa com apenas Ensino Médio, sugerindo potencial para futuras capacitações ou treinamentos para ampliar habilidades e conhecimentos específicos. O segmento com Pós-Doutorado, apesar de menor, indica a presença de profissionais altamente especializados, que podem trazer contribuições significativas em áreas de pesquisa e desenvolvimento. Conforme discutido por Coelho e Veiga (2015), a mão de obra é composta, em sua maior parte, por funcionários com graduação e pós-graduação.

É interessante observar a variedade de processos biotecnológicos explorados por essas *startups*. Desde a produção de enzimas até a extração de amido para bioplásticos, o espectro é vasto. A ênfase na sustentabilidade e aproveitamento de resíduos mostra uma tendência atual na ciência e tecnologia, que valoriza práticas sustentáveis e a economia circular. Isso é particularmente importante na Amazônia, uma região de imenso valor ecológico e sociocultural. Esse amplo espectro de processos biotecnológicos explorados, que vão desde a produção de enzimas até a extração de amido para bioplásticos.

As correlações apresentadas entre a complexidade dos processos biotecnológicos, a escolha da matéria-prima e a quantidade de funcionários sugerem que, embora existam tendências observáveis, outros fatores, não abordados nos resultados, podem estar influenciando essas relações. Por exemplo, a correlação entre a complexidade do processo e a matéria-prima ( $r = 0,2$ ) e entre a quantidade de funcionários e a matéria-prima ( $r = 0,19$ ) são positivas, mas fracas, indicando que essas relações são sutis e podem ser influenciadas por outras variáveis. Por outro lado, a relação entre a quantidade de funcionários e a complexidade dos processos ( $r = 0,04$ ) sugere que o tamanho da empresa não é um fator determinante para a complexidade dos processos adotados. Isso pode indicar uma flexibilidade nas startups, onde mesmo equipes menores podem adotar processos mais complexos, graças à inovação e expertise.

Além disso, a biotecnologia moderna frequentemente se esforça para desenvolver processos mais sustentáveis e ecologicamente corretos. O uso de matérias-primas vegetais se alinha bem com estes objetivos, visto que plantas podem ser fontes renováveis e têm uma pegada de carbono relativamente menor quando comparadas a fontes animais, que frequentemente requerem mais recursos e têm um impacto ambiental mais significativo (Barbosa, 2000).

Portanto, a Figura 3 fornece *insights* valiosos sobre a seleção de matérias-primas na biotecnologia e destaca a necessidade de considerar uma variedade de fatores ao escolher

insumos para processos biotecnológicos. Embora a correlação seja fraca, a tendência observada pode sinalizar uma direção em que a biotecnologia está se movendo em termos de seleção de matéria-prima, especialmente no contexto de um impulso para a sustentabilidade e inovação.

Assim, o gráfico também ilustra que, mesmo em processos de alta complexidade, as matérias-primas animais e alternativas não são completamente suplantadas por vegetais. Isso reflete a natureza interdisciplinar e inovadora da biotecnologia, que não se restringe a um único tipo de insumo ou método, mas sim emprega uma gama diversificada de recursos para atingir os objetivos desejados em pesquisa e aplicação industrial.

Em suma, a Figura 4 ilustra uma tendência interessante na indústria biotecnológica, porém destaca a necessidade de considerar um espectro mais amplo de variáveis ao analisar as práticas de seleção de matéria-prima nas empresas. A correlação fraca entre a quantidade de funcionários e a escolha de materiais sugere que estratégias de *sourcing* são multifatoriais e podem ser influenciadas por um complexo conjunto de considerações internas e externas.

A colaboração com instituições acadêmicas, como a Universidade Federal do Amazonas e o INPA, destaca o papel crucial da academia na promoção da pesquisa aplicada e na transferência de tecnologia. Esse tipo de parceria é essencial para o avanço da biotecnologia, especialmente em uma região com tanto potencial inexplorado quanto a Amazônia. Assim, essas correlações sugerem que há nuances que merecem ser exploradas em pesquisas futuras. A colaboração com instituições acadêmicas é um ponto amplamente discutido na literatura, com autores como Azevedo et al. (2002) ressaltando a importância dessa parceria para o progresso da biotecnologia na região.

Nos Quadros 1 e 2, apresentam uma série de projetos realizados no CBA com apoio do PRONAMETRO. Estes projetos abrangem uma variedade de áreas, desde a produção de mudas e desenvolvimento de bioprodutos, até a extração e valoração de rejeitos amazônicos, a produção de anticorpos em ovos de galinha, a criação de produtos cosméticos baseados em ingredientes amazônicos, e o uso de marcadores moleculares para identificação de plantas de alto rendimento (SUFRAMA, 2021). A maioria dos projetos visa valorizar e explorar de forma sustentável da biodiversidade amazônica, seja para benefícios econômicos, científicos ou sociais. Eles refletem a importância de investir em pesquisa e desenvolvimento na região amazônica e a necessidade de se criar soluções inovadoras que atendam às demandas do mercado, ao mesmo tempo em que preservam e promovem a rica biodiversidade da região (SUFRAMA, 2021).

Finalmente, as práticas sustentáveis adotadas pelas empresas, a colaboração com comunidades locais e a valorização da cadeia produtiva da Amazônia refletem uma mudança

de paradigma em direção a um modelo de negócios mais responsável e consciente. O foco em inovações como a madeira plástica e a promoção de processos sustentáveis desde a extração até o consumidor final são testemunhos do compromisso dessas startups com práticas que beneficiam tanto a economia quanto o meio ambiente. Em suma, os resultados apresentam um panorama otimista para a biotecnologia na região amazônica, com uma ênfase clara na inovação, sustentabilidade e colaboração.

A Amazônia, uma das maiores reservas de biodiversidade do planeta, desempenha um papel crucial tanto para o equilíbrio ecológico global quanto para o desenvolvimento sustentável local. Contudo, a gestão e exploração dessa riqueza biológica enfrentam desafios significativos, muitas vezes devido a "falhas conceituais" na compreensão e valorização da biodiversidade. A abordagem tradicional tem sido predominantemente extrativista, negligenciando imenso potencial de uso sustentável e inovador dos recursos amazônicos. A discussão em torno dos estudos apresentados nos quadros 4 e 5 evidenciam o potencial significativo da biodiversidade amazônica para o desenvolvimento de produtos biotecnológicos inovadores e sustentáveis, destacando a importância da região como um recurso valioso para startups e empresas estabelecidas.

Há uma série de exemplos apresentados no Quadros 4 e 5, por exemplo, Silva (2022) e Alves (2022) demonstram o uso eficiente de resíduos agroindustriais, como sementes de açaí e tucumã, e resíduos da castanha-do-brasil para a produção de carvões ativados. Estes estudos não apenas mostram a viabilidade de usar recursos renováveis em processos industriais, mas também enfatizam a importância da economia circular e do desenvolvimento sustentável, especialmente em práticas de mineração e tratamento de água.

Por outro lado, Simonetti (2011), Moraes (2018) e Braga (2017) destacam o uso de oleoresinas amazônicas e plantas como *Piper tuberculatum* para extrair compostos bioativos e desenvolver pesticidas naturais. Essas abordagens inovadoras para o isolamento de substâncias oferecem alternativas ambientalmente amigáveis aos solventes orgânicos voláteis e apontam para o potencial de criação de produtos farmacêuticos e cosméticos sustentáveis.

A biotransformação de compostos como limoneno e pineno, investigada por Sevalho (2023), e a produção de inibidores de protease a partir de fungos, como discutido por Gouvêa (2023), ilustram como a biotecnologia pode ser aplicada para desenvolver bioaromas e produtos farmacêuticos. Esses estudos mostram o uso criativo de microrganismos da Amazônia, ressaltando o potencial da região como uma fonte rica para a descoberta de novos biocatalisadores e compostos bioativos.

Os estudos de Alecrim (2017) e Fontilei (2016) sobre a utilização de biomassa de macrofungos na produção de queijos e a conversão de castanha de macaco em ração para peixes, respectivamente, indicam como subprodutos e recursos naturais podem ser transformados em produtos alimentícios inovadores, contribuindo para a sustentabilidade na indústria alimentícia e aquicultura.

Fernandes (2019), Silva (2020) e Santos (2022) expandem o escopo da biotecnologia amazônica para áreas como a resistência de plantas a patógenos, a exploração de fungos endofíticos para compostos bioativos e a recuperação microbiológica de fosfato. Estes estudos enfatizam a importância de pesquisas que podem levar ao desenvolvimento de culturas mais resistentes, novos medicamentos e métodos sustentáveis de gestão de recursos naturais.

Camargo (2021) e Passos (2007) contribuem para este debate com estudos sobre a atividade antiplasmódica de plantas e informações genéticas relacionadas aos lúpus eritematoso sistêmico. Estes trabalhos ressaltam a relevância da biodiversidade amazônica na descoberta de novos tratamentos para doenças e na pesquisa genética, abrindo novas frentes para o desenvolvimento farmacêutico.

Por fim, o trabalho de Lima (2022) sobre a alternativa ao mercúrio em mineração e Alves (2022) sobre probióticos para avaliação imunológica, juntamente com a pesquisa de Cartonilho (2015) sobre bebidas lácteas de açaí, destaca o potencial da Amazônia para o desenvolvimento de soluções inovadoras em diversos campos da biotecnologia, desde a mineração sustentável até a saúde humana.

Essa ampla gama de pesquisas enfatiza a capacidade da biotecnologia de transformar a biodiversidade amazônica em produtos valiosos e sustentáveis, promovendo a conservação ambiental e contribuindo para o desenvolvimento econômico da região. Este cenário apresenta oportunidades significativas para *startups* e empresas estabelecidas que buscam explorar o potencial da Amazônia de maneira responsável e inovadora, promovendo o desenvolvimento de produtos sustentáveis e de alto valor agregado. A pesquisa e o desenvolvimento nessas áreas não apenas oferecem oportunidades de negócios, mas também ajudam a preservar o ecossistema amazônico, enfatizando a importância da sustentabilidade na biotecnologia.

#### **4.1 Falhas conceituais para o desenvolvimento sustentável**

A abordagem tradicional de desenvolvimento na Amazônia tem sido predominantemente focada na extração de commodities, uma visão que Nobre & A. Nobre (2019) criticam por ser estreitamente limitada e insustentável. Essa perspectiva não apenas



subestima o potencial econômico da biodiversidade da região, mas também negligência as implicações ambientais e sociais de longo prazo dessa abordagem.

Whitmee et al. (2015) reforçam essa visão, argumentando que o desenvolvimento sustentável na Amazônia requer uma abordagem mais holística e integrada, que reconheça o valor intrínseco da biodiversidade e sua capacidade de sustentar tanto as economias locais quanto globais. Eles salientam que a biodiversidade da Amazônia oferece oportunidades para desenvolvimento de produtos e serviços inovadores que podem ir além das tradicionais atividades extrativas.

Oliveira et al. (2017) também contribuem para essa discussão, destacando a necessidade de reavaliar as políticas econômicas e de desenvolvimento que influenciam a região. Eles argumentam que os modelos econômicos atuais frequentemente falham em incorporar o valor total dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela floresta, resultando em uma subvalorização dos ativos biológicos da Amazônia.

Nesse contexto, um novo modelo de desenvolvimento é necessário – um que valorize a biodiversidade não apenas como uma fonte de recursos naturais para extração, mas também como uma fonte de inovação, conhecimento e desenvolvimento sustentável. Esse modelo deve levar em conta não apenas o valor econômico, mas também os benefícios ambientais e sociais, promovendo um desenvolvimento que seja verdadeiramente inclusivo e sustentável.

A superação dessas falhas conceituais exige uma mudança de paradigma: de um modelo extrativista para um modelo baseado na bioeconomia, onde a biodiversidade é vista como uma fonte de inovação e sustentabilidade. Este novo modelo, conforme discutido por Nobre & A. Nobre (2019), requer a integração de conhecimentos científicos, tecnológicos e tradicionais, a fim de explorar o potencial da biodiversidade de maneira responsável e sustentável.

## **4.2 Falhas de conhecimento e implementação**

A Amazônia, apesar de sua rica biodiversidade, enfrenta uma lacuna significativa no que diz respeito ao investimento em pesquisa e desenvolvimento. Essa deficiência impede não só a inovação, mas também o reconhecimento do potencial dos seus ativos biológicos. Whitmee et al. (2015) destacam a necessidade premente de um aumento no financiamento para pesquisas inovadoras, enfatizando que este é um passo crucial para desbloquear o potencial econômico e social da biodiversidade amazônica.

Adicionalmente, Oliveira et al. (2017) salientam a importância de uma abordagem mais integrada e informada na implementação de políticas públicas. Eles argumentam que o foco atual em atividades de uso da terra predominantemente extrativistas negligência as oportunidades oferecidas pela exploração sustentável da biodiversidade. A falta de pesquisa inovadora e o desenvolvimento insuficiente de conhecimento sobre os ativos biológicos da Amazônia limitam significativamente as possibilidades de criar um modelo de desenvolvimento mais sustentável e inclusivo.

Nobre & A. Nobre (2019) complementam essa discussão, enfatizando que a falta de conhecimento não é apenas uma questão de recursos financeiros, mas também reflete uma falha conceitual em entender a importância da biodiversidade. Eles propõem que o desenvolvimento sustentável na Amazônia deve ser orientado por uma compreensão profunda dos ecossistemas locais e do valor intrínseco da biodiversidade, que vai além da sua mera exploração comercial.

Essa falta de conhecimento e implementação adequada não é apenas uma barreira para a inovação, mas também uma ameaça à sustentabilidade ambiental e à qualidade de vida das comunidades locais. Portanto, é crucial que os governos, instituições de pesquisa e o setor privado trabalhem juntos para superar essas falhas. Isso envolve não apenas aumentar o financiamento para pesquisa e desenvolvimento, mas também garantir que as políticas públicas sejam baseadas em ciência de qualidade e conhecimento local, respeitando a biodiversidade e os direitos das comunidades indígenas e locais.

### **4.3 O potencial de uma bioeconomia baseada na biodiversidade**

A biodiversidade amazônica, com sua riqueza inigualável de espécies e ecossistemas, tem o potencial de se tornar o alicerce de uma bioeconomia próspera e sustentável. Valsecchi et al. (2017) ilustram essa perspectiva, enfatizando como a descoberta contínua de novas espécies e substâncias na Amazônia pode resultar em produtos inovadores em diversos setores, incluindo alimentos, cosméticos, medicamentos e biotecnologia. Estes avanços não apenas impulsionariam a economia local, mas também teriam um impacto significativo no cenário global.

Além disso, conforme apontado por Homma (2014), a biodiversidade amazônica oferece uma ampla gama de recursos que, se explorados de forma sustentável, podem levar a um crescimento econômico equilibrado, respeitando o meio ambiente e as comunidades

locais. Esta abordagem alinha-se com os objetivos de desenvolvimento sustentável, focando não apenas no aspecto econômico, mas também no social e ambiental.

Nobre & A. Nobre (2019) também destacam a importância de um modelo bioeconômico que integre tecnologia e inovação, aproveitando a biodiversidade de maneira ética e sustentável. Eles argumentam que a tecnologia pode desempenhar um papel crucial na descoberta de novas aplicações para os recursos biológicos da Amazônia, transformando-os em produtos valiosos para os mercados globais.

Para efetivamente desenvolver essa bioeconomia, é fundamental que haja uma colaboração entre cientistas, empresas, comunidades locais e governos. Isso envolve investimentos em pesquisa e desenvolvimento, bem como políticas que incentivem práticas sustentáveis e a valorização dos saberes tradicionais. Assim, a biodiversidade amazônica pode se tornar uma fonte de inovação e crescimento econômico, trazendo benefícios não apenas para a região, mas para o mundo como um todo.

#### **4.4 Casos de sucesso e empreendedorismo inovador**

O açaí (*Euterpe oleracea*) e a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) são exemplos emblemáticos de como os recursos naturais da Amazônia podem ser explorados de forma sustentável, trazendo benefícios econômicos significativos enquanto promovem a conservação ambiental. Brondizio (2008) e Costa (2016) documentam o sucesso desses produtos no mercado global, evidenciando o imenso potencial da biodiversidade amazônica quando combinada com empreendedorismo e inovação tecnológica.

Além disso, conforme discutido por Soares et al. (2017), esses casos de sucesso demonstram como a valorização de produtos naturais pode alterar positivamente as dinâmicas econômicas locais e globais. Eles representam um modelo de desenvolvimento que equilibra uso e conservação, mostrando que é possível alcançar a sustentabilidade sem comprometer a viabilidade econômica.

Yuyama et al. (2002) e Sousa (2013) também contribuem para esta discussão, mostrando que a diversidade de produtos derivados da biodiversidade amazônica, como frutas e sementes, oferece não apenas oportunidades econômicas, mas também benefícios nutricionais e de saúde. Estes produtos, ricos em vitaminas e antioxidantes, têm aplicações potenciais em alimentos funcionais e nutracêuticos, abrindo novos mercados e possibilidades de inovação.

O trabalho de Kimura et al. (2016) e Carvalho (2009) reforça a ideia de que o empreendedorismo inovador, especialmente nas áreas de cosméticos e produtos farmacêuticos, pode ser uma força motriz para o desenvolvimento sustentável na Amazônia. Esses autores exploram como a exploração responsável de recursos naturais pode ser combinada com processos tecnológicos avançados para criar produtos de alta qualidade e valor agregado.

Em resumo, esses casos de sucesso e exemplos de empreendedorismo inovador ilustram a capacidade da biodiversidade amazônica de gerar desenvolvimento econômico, ao mesmo tempo em que promove a conservação ambiental e o bem-estar social. Eles são testemunhos da importância de estratégias sustentáveis e inovadoras no aproveitamento dos recursos naturais, enfatizando a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento econômico para a região amazônica.

#### **4.5 Desafios e oportunidades para o futuro**

A pesquisa de Nobre et al. (2016) ressalta a necessidade crítica de abordar a degradação ambiental na região amazônica, enfatizando seu impacto no clima global e na biodiversidade. Este ponto é corroborado por Adeney et al. (2009), que identificam a expansão agrícola e outras atividades humanas como fatores chave ameaçando os ecossistemas únicos da Amazônia, sublinhando a demanda por políticas de conservação mais robustas.

Crisostomo et al. (2015) expandem essa discussão, demonstrando como o desmatamento afeta negativamente a biodiversidade e as comunidades indígenas e locais dependentes da floresta. Complementarmente, ISA (2019) evidencia a grande importância da proteção das terras indígenas para a preservação da biodiversidade e dos estilos de vida indígenas.

Aguiar et al. (2016) introduzem a dimensão das mudanças climáticas, discutindo como elas intensificam os desafios enfrentados pela Amazônia, particularmente no aumento da frequência de eventos extremos, como secas e incêndios florestais. Por outro lado, Hargreaves (2008) identifica o potencial da Amazônia em contribuir para uma economia mais verde, especialmente através da exploração de fungos endofíticos para a produção de bioenergia.

A perspectiva de desenvolvimento sustentável é explorada por diversos autores que sugerem a adoção de práticas econômicas que respeitem a biodiversidade e a cultura local. Da mesma forma, Valsecchi et al. (2017) destacam a necessidade de reconhecer a

biodiversidade amazônica como um ativo econômico e cultural, indo além de sua consideração como mero recurso natural.

Rippel & Bragança (2009) aborda a aplicação de tecnologias sustentáveis na Amazônia, argumentando que estas podem aumentar a eficiência econômica e diminuir o impacto ambiental das atividades extrativas. Durrani et al. (1992) ressaltam a importância da educação ambiental na promoção da conscientização sobre a Amazônia, sugerindo que a informação é fundamental para mudar atitudes.

Os desafios de governança ambiental na Amazônia são analisados por Rochedo et al. (2018), que enfatizam a necessidade de políticas públicas mais eficientes e participativas. Além disso, ERBOL (2017) ilustra a importância de iniciativas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas para restaurar ecossistemas danificados.

Silva et al. (2010) destacam a implementação de práticas de comércio justo na cadeia de valor dos produtos amazônicos como um meio para garantir um desenvolvimento mais equitativo e sustentável. CAMTA (2023) demonstra como o desenvolvimento de novas cadeias de valor baseadas em práticas sustentáveis pode fomentar a economia local e a conservação ambiental. Finalmente, Pinheiro (2002) defende a integração efetiva da biodiversidade no desenvolvimento econômico como essencial para a sustentabilidade de longo prazo da Amazônia.

A utilização sustentável da biodiversidade amazônica é fundamental para o futuro da região e do planeta. Conforme argumentado por Nobre & A. Nobre (2019), é essencial repensar as abordagens atuais e adotar um novo paradigma de desenvolvimento sustentável, que valorize a biodiversidade amazônica e promova o bem-estar das comunidades locais e do ambiente global.

#### **4.6 Parcerias colaborativas para o desenvolvimento rural sustentável**

No cenário do desenvolvimento rural sustentável, as parcerias colaborativas desempenham um papel crucial, representando uma inovação social significativa. Estas interações e instituições inovadoras, conforme discutido por Castro et al. (2016) e Rhodes (1996), facilitam o diálogo, a construção do conhecimento e o desenvolvimento de novas práticas. Elas reúnem múltiplos atores sociais em relações assimétricas para enfrentar desafios coletivos. Este estudo enfatiza os arranjos colaborativos envolvendo sistemas agrícolas adotados por pequenos agricultores locais como uma forma de inovação social, gerando novas oportunidades econômicas e superando barreiras estruturais.

A diferenciação entre capital social de ligação e de ponte, conforme descrito por Putnam (1993), é essencial para entender a dinâmica dessas parcerias. Enquanto o capital social de ligação foca em laços intracomunitários e colaboração entre indivíduos com posições sociais semelhantes, o capital social de ponte, explorado por Narrod et al. (2009) e Park e Feiock (2005), abrange colaborações entre parceiros com valores, recursos e interesses distintos.

A inserção de incubadoras de negócios nesse contexto oferece um impulso significativo. Incubadoras, atuando como facilitadoras e mediadoras, podem fornecer recursos essenciais, orientação especializada e acesso a redes mais amplas, potencializando a criação e o crescimento de empresas biotecnológicas rurais. Elas são particularmente valiosas para pequenos agricultores e startups que buscam explorar inovações biotecnológicas, ajudando-os a superar barreiras técnicas e de mercado.

Na Amazônia Oriental, a expansão dos sistemas agroflorestais, exemplificada pelo modelo SAFTA (Sistema Agroflorestral de Tomé-Açu), como mencionado por Castellani (2011), ilustra como a biotecnologia pode ser integrada ao desenvolvimento rural. Esses sistemas criaram oportunidades econômicas, reduziram a pressão sobre as florestas e promoveram a recuperação de áreas degradadas, além de facilitar a inclusão social de agricultores Colono.

No entanto, desafios como o cultivo de dendê pelos agricultores Colono, destacado por Braga e Fudemma (2015), indicam a necessidade de um suporte mais estruturado, como o oferecido por incubadoras. Estas podem ajudar a equilibrar as relações assimétricas entre agricultores e grandes empresas, oferecendo suporte técnico, acesso a mercados alternativos e estratégias para uma divisão mais justa dos benefícios.

Incubadoras de negócios também são cruciais para romper as estruturas clientelistas arraigadas nas relações de trabalho locais, permitindo aos pequenos agricultores desenvolverem caminhos mais autônomos de desenvolvimento rural. Elas fornecem o ambiente necessário para inovações sustentáveis e comercialmente viáveis, alinhadas às dinâmicas sociais e ambientais da região.

Portanto, neste cenário de desenvolvimento rural sustentável, as incubadoras de negócios desempenham um papel vital ao capacitar os pequenos agricultores, promovendo a inovação biotecnológica e facilitando a transição para práticas agrícolas mais sustentáveis e rentáveis.

#### **4.7 Orientações para futuras ações das incubadoras e startups na região amazônica:**

- 1. Maximização da Participação em Pesquisas como Instrumento Estratégico:** Para as incubadoras que ainda não alcançaram taxas de resposta equivalentes à AYT/IFAM, INBIOTA e FAS, é imperativo adotar abordagens metodológicas robustas para intensificar a participação. A implementação de campanhas educativas estruturadas, aliada à utilização de mecanismos de incentivo e feedback construtivo, pode não apenas melhorar a representatividade dos dados, mas também fornecer insights essenciais para otimização de serviços e identificação de áreas de melhoria potencial no contexto empresarial.
- 2. Alargamento dos Horizontes Biotecnológicos:** É essencial encorajar startups a diversificarem sua atuação nos processos biotecnológicos, capitalizando sobre a vasta biodiversidade presente na Amazônia.
- 3. Promoção de Colaborações Estratégicas:** A recomendação é fortalecer as alianças entre o setor empresarial e instituições de ensino renomadas, como a Universidade Federal do Amazonas e o INPA. Tais parcerias têm o potencial de acelerar a inovação, ao integrar a expertise acadêmica na resolução de desafios específicos.
- 4. Integração de Práticas Sustentáveis:** No contexto atual que enfatiza a sustentabilidade, ações formativas e de mentorias para startups devem ser priorizadas, visando a implementação de práticas alinhadas à economia circular e à bioeconomia.
- 5. Potencialização da Exploração da Biodiversidade Amazônica:** Dado o aproveitamento já existente da biodiversidade regional por empresas, é vital expandir o suporte e os recursos dedicados a tais empreendimentos, visando catalisar inovações e descobertas de relevância.
- 6. Capacitação Contínua:** É crucial incentivar programas voltados ao aperfeiçoamento e desenvolvimento contínuo de colaboradores nas empresas, em resposta à crescente demanda por profissionais especializados em P&D.
- 7. Amplificação dos Serviços de Incubadoras:** Sugere-se a contínua expansão e diversificação dos serviços prestados pelas incubadoras, assegurando que startups se beneficiem de um suporte holístico durante seu ciclo de vida.
- 8. Pesquisa e Análise Avançada:** Dada a correlação limitada identificada em determinados gráficos, é imperativo conduzir investigações adicionais para compreender as variáveis e determinantes que influenciam a seleção de matérias-primas e a complexidade dos processos biotecnológicos.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo apresenta uma análise abrangente das atividades biotecnológicas de empresas incubadas na região amazônica, destacando como estas utilizam a biodiversidade local em seus processos. As incubadoras surgem como uma ferramenta essencial no cenário empresarial, fornecendo suporte abrangente e multifacetado que impulsiona o desenvolvimento e crescimento das empresas. O papel da biodiversidade amazônica é inegável, servindo como uma fonte de inspiração para produtos e serviços inovadores.

As empresas incubadas exibem uma diversidade de processos biotecnológicos, variando desde a produção de enzimas, análises de DNA, transformação de produtos in natura, desenvolvimento de blends de enzimas, certificação molecular de pescados, produção de embalagens biodegradáveis, até o desenvolvimento de produtos como sabonetes e esfoliantes. Esta variedade reflete a rica biodiversidade amazônica e a capacidade inovadora das empresas na região.

Análise das Atividades Internas de P&D e Parcerias com Instituições de C,T&I\*\*: As empresas demonstram um forte envolvimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), tanto internamente quanto em colaboração com instituições acadêmicas e de pesquisa, como a Universidade Federal do Amazonas e o INPA. Esta colaboração é evidente nas áreas de etanol, detergentes, desenvolvimento de novos materiais e princípios bioativos, destacando a interação entre o setor empresarial e acadêmico.

A análise do nível educacional dos funcionários nas empresas revela um foco significativo na formação avançada, com uma grande proporção de mestres e doutores. Isto sugere um investimento substancial no treinamento e desenvolvimento de habilidades especializadas, cruciais para o avanço da biotecnologia.

As empresas mostram um comprometimento com práticas sustentáveis, enfatizando a redução de compostos químicos nocivos, implementação de pesca responsável, e promoção da economia circular e bioeconomia. A colaboração com comunidades locais e a valorização da cadeia produtiva amazônica são também evidentes, refletindo uma abordagem consciente e responsável em relação à conservação ambiental.

Em suma, este estudo destaca a importância das empresas incubadas na Amazônia na inovação biotecnológica e na utilização sustentável da biodiversidade local. Elas não apenas desenvolvem processos biotecnológicos diversos e inovadores, mas também contribuem para a pesquisa e desenvolvimento no setor, treinam uma força de trabalho que se torna cada vez mais



qualificada e adotam práticas alinhadas com a preservação ambiental. Este panorama reflete o potencial significativo da região amazônica como um centro de inovação biotecnológica. Dessa forma, ao aproveitar a riqueza da região, as empresas não apenas promovem a inovação, mas também reforçam seu compromisso com práticas sustentáveis e a preservação ambiental.

## REFERENCIAS

ADENEY, J. M.; CHRISTENSEN, N. L.; PIMM, S. L. Reserves Protect against Deforestation Fires in the Amazon. **PLoS ONE**, v. 4, n. 4, p. e5014, 8 abr. 2009.

AGUIAR, A. P. D. et al. Land use change emission scenarios: anticipating a forest transition process in the Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 22, n. 5, p. 1821–1840, 9 maio 2016.

AGUIAR, Lorena Vieira Bentolila de. **Cultivo de *Pleurotus ostreatus* em diferentes substratos**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

ALECRIM, Mircella Marialva. **Coagulante de *Aspergillus* para elaboração de queijo**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2017.

ALVES, Adenes Teixeira. **Uso de resíduos da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) na solução de problemas socioeconômicos e de sustentabilidade ambiental**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

AMAZONZYME. **AMAZONZYME - Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Biotecnológicos**. Disponível em: <<https://amazonzyme.com.br/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

ANPROTEC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMIENTOS INOVADORES. **Estudo de impacto econômico: segmento de incubadoras de empresa do Brasil**. Brasília: ANPROTEC: SEBRAE, 2018.

ANPROTEC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMIENTOS INOVADORES. **O CERNE: conceito**. 2019a. Disponível em: <<http://anprotec.org.br/cerne/menu/o-cerne/conceito/>>. Acesso em: 22 outubro de 2022.

ANPROTEC. **Estudo de impacto econômico: segmento de incubadoras de empresas do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <[www.anprotec.org.br](http://www.anprotec.org.br)>.

ANPROTEC. **Estudo, Análise e Proposições sobre as Incubadoras de Empresas no Brasil – relatório técnico / Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores**. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <[www.anprotec.org.br](http://www.anprotec.org.br)>.

ARAGÃO, J. W. M. DE; NETA, M. A. H. M. **Metodologia Científica**. 1. ed. Salvador: UFBA, Faculdade de Educação, Superintendência de Educação a Distância, 2017. v. 1

ARANHA, Elenn Suzany Pereira. **Efeito antitumoral de 22 $\beta$ -hidroxitingenona obtida de *Salacia impressifolia* (Miers) A.C. (Celastraceae) contra células de melanoma humano**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2020.

ARAÚJO, M. G. F. DE et al. Perspective on Biotechnology Transfer in Brazil in ICT: a case of a “Spin-off” in the Brazilian Amazon Region. **Principles and concepts for development in nowadays society**, p. 1033–1047, 2022.

ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; NEGRI, J. A. DE. O impacto da internacionalização com foco na inovação tecnológica sobre as exportações das firmas brasileiras. *Dados*, v. 48, n. 2, p. 395–442, jun. 2005.

ARRUDA, Edson. **Avaliação do cogumelo ostra (*Pleurotus ostreatus*) sobre as adaptações estruturais e funcionais das ilhotas pancreáticas de ratas adultas prenhes**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

ASTOLFI FILHO, S. A. Um programa estratégico para o desenvolvimento da bioindústria na Amazônia: Probem/Amazônia. **Fórum Nacional: A Biodiversidade como Estratégia Moderna de Desenvolvimento da Amazônia**, n. 16, p. 1–20, 2001.

AZEVEDO, N. et al. Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica: A Via Brasileira da Biotecnologia. *Dados*, v. 45, n. 1, p. 139–176, 2002.

BARBOSA, F. A moderna biotecnologia e o desenvolvimento da Amazônia. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 2, p. 43–79, 2000.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 70. ed. Lisboa: Persona, 2004. v. 1

BIANCHI, Carlos. **A Indústria Brasileira de Biotecnologia: montando o quebra-cabeça**. *Revista Economia & Tecnologia (RET)*, Vol. 9(2), p. 99-116, Abr/Jun 2016.

BONAIUTI, M. Bioeconomics. *Em: D'ALISA, G.; DEMARIA, F.; KALLIS, G. (Eds.). . DEGROWTH: A Vocabulary for a New Era (E-BOOK)*. 1. ed. New York: Routledge, 2014a. v. 1p. 1–253.

BONAIUTI, M. **The Great Transition**. 1. ed. New York: Routledge, 2014b. v. 1

BRAGA, A.C.R., FUTEMMA, C., 2015. **Pluralidade da Assistência Técnica e Extensão Rural: Pública, Privada e de Organizações da Sociedade Civil (in Portuguese)**. *RURIS* 9 (2), 239–268. <https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/ruris/article/view/2300>.

BRAGA, Andrina Guimarães Silva. **Avaliação in vitro da atividade pesticida de *Piper tuberculatum* Jacq**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2017.

BRASIL. **PORTARIA Nº 121, DE 18 DE JUNHO DE 2019 - DOU - Órgão: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete da Ministra / Edição: 117 | Seção: 1 | Página 4**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-121-de-18-de-junho-de-2019-164325642>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

BRELAZ, Kely Cristina Bastos Teixeira Ramos. **Bioeficácia da inclusão do óleo de resíduo de pescado em rações de poedeiras comerciais**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2019.

BRONDIZIO, E. S. **Amazonian Caboclo and the Acai Palm: Forest Farmers in the Global Market**. 1. ed. New York: New York Botanical Garden Press, 2008. v. 1

BUTCHART, S. H. M. *et al.* Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, v. 328, n. 5982, p. 1164–1168, 28 maio 2010.

CAMARGO, Marlene Rodrigues Marcelino. **Composição química, atividade antiplasmódica in vitro e citotoxicidade de Geissospermum argenteum Woodson e G. urceolatum A. H. Gentry**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

CAMTA. **Sustentabilidade - Sistema Agroflorestal de Tomé-Açu—SAFTA**. Disponível em: <<https://www.camta.com.br/index.php/c-a-m-t-a/sustentabilidade>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

CARTONILHO, Miriam de Medeiros. **Utilização de polpa de açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) na elaboração de mistura em pó para preparo de bebida láctea**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2015.

CARVALHO, E. R. **Cumaru-Ferro (*Dipteryx odorata*) - Comunicado Técnico nº225**. EMBRAPA. Colombo, PR: [s.n.].

CASAS, Luana Lopes. ***Colletotrichum siamense* como estratégia de controle biológico da antracnose em guaranazeiro**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

CASTELLANI, D.C., 2011. **Relacionamento entre produtor e empresa: da pesquisa à Comercialização (in Portuguese)**. Paper presented at Congresso Brasileiro de Olericultura. 51 29 Horticultura Brasileira, Viçosa, MG, Brazil. [http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_5/Debora\\_Castellani\\_Relacionamento\\_produtor\\_emp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/Debora_Castellani_Relacionamento_produtor_emp.pdf).

CASTRO, F., HOGENBOOM, B., BAUD, M., 2016. **Environmental Governance in Latin America**. Palgrave MacMillan, Hampshire, England. Doi: 10.1057/9781137505729

CATAPAN, A. H. *et al.* **Incubadoras: o que são e para que servem?** VIA REVISTA. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://via.ufsc.br/>>.

CECILIA DE MINAYO, M. S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? **Cadernos de saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública**, v. 9, n. 3, p. 239–262, 1993.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO EMPRESARIAL E TECNOLÓGICO – CDTECH.

CIDE. **Biozer da Amazônia apresenta trabalhos sustentáveis à comitiva – CIDE – Centro de Incubação e Desenvolvimento Empresarial**. Disponível em: <<https://www.cide.org.br/biozer-da-amazonia-apresenta-trabalhos-sustentaveis-a-comitiva/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

CIEAM. **Geração de empregos no PIM foi de 92 mil | CIEAM | Centro da Indústria do Estado do Amazonas**. Disponível em: <<https://cieam.com.br/geracao-de-empregos-no-pim-foi-de-92-mil>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

COELHO, M. I. B. DE A.; VEIGA, R. S. DE S. Caracterização das incubadoras de empresas do Estado do Amazonas. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. XXXV ENEP, n. 13 a 16, p. 1–21, 16 out. 2015.

COELHO, Maria do Perpétuo Socorro de Lima Verde. **Padronização do ciclo do bioprocessamento de duas espécies de cogumelos do ecossistema amazônico**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

COSTA, F. DE A. **O açaí do Grão-Pará: arranjos produtivos e economia local, constituição e dinâmica (1995-2011)**. Belém, PA: Universidade Federal do Pará, 2016.

COSTA, Germana de Vasconcelos Duarte. **O efeito da adição do resíduo de madeiras folhosas processadas no desenvolvimento de placas de revestimento cerâmico**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

CRISOSTOMO, A. C. et al. **Terras Indígenas na Amazônia Brasileira: Reservas de Carbono e Barreiras ao Desmatamento**. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <[http://bit.ly/IPAM\\_REDD\\_no\\_Brasil](http://bit.ly/IPAM_REDD_no_Brasil)>.

CRUZ, Kely da Silva. **Hypoxylaceae na Amazônia ocidental: bioprospecção de compostos bioativos**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

DAILY, G. C.; MATSON, P. A. Ecosystem services: From theory to implementation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 28, p. 9455–9456, 15 jul. 2008.

DIRZO, R. *et al.* Defaunation in the Anthropocene. **Science**, v. 345, n. 6195, p. 401–406, 25 jul. 2014.

DORRESTEIJN, I. *et al.* Incorporating anthropogenic effects into trophic ecology: predator–prey interactions in a human-dominated landscape. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 282, n. 1814, p. 20151602, 7 set. 2015.

DURRANI, A. M. et al. Pilocarpine bioavailability from a mucoadhesive liposomal ophthalmic drug delivery system. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 88, n. 1–3, p. 409–415, dez. 1992.

**ECONÔMICO NO BRASIL**. 2016. 80 f. Monografia (Especialização) – Curso de Ciências Econômicas, UFC, Fortaleza-CE, 2016.

EMBRAPA. **Sobre o tema - Bioeconomia: a ciência do futuro no presente**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-bioeconomia/sobre-o-tema>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

ERBOL. **Firma castañera paralizará operaciones y más de 300 se quedarán sin empleo | Erbol Digital Archivo**. Disponível em: <[https://anteriorportal.erbol.com.bo/noticia/economia/06042017/firma\\_castanera\\_paralizara\\_operaciones\\_y\\_mas\\_de\\_300\\_se\\_quedaran\\_sin\\_empleo](https://anteriorportal.erbol.com.bo/noticia/economia/06042017/firma_castanera_paralizara_operaciones_y_mas_de_300_se_quedaran_sin_empleo)>. Acesso em: 25 nov. 2023.

ESPINOZA VILLAR, J. C. *et al.* Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). **International Journal of Climatology**, v. 29, n. 11, p. 1574–1594, set. 2009.

FERNANDES, Joelma dos Santos. **Análise do processo da penetração à colonização de Fusarium decemcellulare em guaranazeiro e obtenção de mutantes para genes relacionados à patogenicidade por meio de CRISPR/Cas9**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2019.

FERREIRA, Barbara Evelyn da Silva. **Circuito espacial produtivo da andiroba e seus derivados no Amazonas: gestão e biotecnologia**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

FERREIRA, Francisca da Silva. **Biossurfactantes de fungos endofíticos isolados de *Gustavia cf. hexapetala* (Alb.) Sm. (Lecythidaceae) na Amazônia, contra patógenos da cavidade oral**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2020.

FERREIRA, Ivan de Jesus. Caracterização físico-química de um hidrogel composto de Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) e Cará-de-espinho (*Dioscorea altissima* Lam) com potencial Antioxidante. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

FERREIRA, M. *et al.* Introdução e condução dos métodos mistos de pesquisa em educação física. **Pensar a Prática**, v. 23, 15 out. 2020.

FISCHBORN, Andréa Cristiane. **Utilização do cogumelo comestível *Lentinus strigosus* para o desenvolvimento de biocosmético contendo ativo natural**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2018.

FONTILEI, Antônio Tadeu Barbosa dos Santos. **Utilização da Castanha de Macaco em ração**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2016.

FUNDACIÓN NATUTAMA. **Fundación Natütama**. Disponível em: <<https://fundacionnatutama.org/>>. Acesso em: 7 dez. 2022.

GOUVÊA, Paula Romenya dos Santos. **Estudo comparativo do cultivo de *Ganoderma* spp. em resíduos lignocelulósicos amazônicos visando a obtenção de inibidores de protease**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

HACKETT, S. M.; DILTS, D. M. A Systematic Review of Business Incubation Research. **The Journal of Technology Transfer**, v. 29, n. 1, p. 55–82, jan. 2004.

HARGREAVES, P. I. **Bioprospecção de novas celulasas de fungos provenientes da floresta amazônica e otimização de sua produção sobre celulignina de bagaço de cana**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2008.

HASSAN, N. A. University business incubators as a tool for accelerating entrepreneurship: theoretical perspective. **Review of Economics and Political Science**, 20 maio 2020.

HECKENBERGER, M. J. *et al.* The legacy of cultural landscapes in the Brazilian Amazon: implications for biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 197–208, 28 fev. 2007.

HOMMA, A. K. O. **Extratativismo Vegetal na Amazônia história, ecologia, economia e domesticação**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. v. 1

HORTAL, J. *et al.* Seven Shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge of Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 46, n. 1, p. 523–549, 4 dez. 2015.

HUNTER, D. J.; MCCALLUM, J.; HOWES, D. Defining Exploratory-Descriptive Qualitative (EDQ) research and considering its application to healthcare. **Journal of Nursing and Health Care**, v. 4, n. 1, 2019.

IBGE. **Extração vegetal e Silvicultura** . Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/12705>>. Acesso em: 6 dez. 2022.

IHU ONLINE. **Amazônia e a bioeconomia: um modelo de desenvolvimento para o Brasil. Entrevista especial com Carlos Nobre - Instituto Humanitas Unisinos - IHU.** Disponível em: <<https://www.ihu.unisinos.br/categorias/159-entrevistas/588962-bioeconomia-um-modelo-de-desenvolvimento-para-o-brasil-entrevista-especial-com-carlos-nobre>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** (R. Y. and B. Z. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, Ed.) **Cambridge University Press.** [s.l.] Cambridge University Press., 2021. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)>.

IPHAN. **Complexo de Conservação da Amazônia Central (AM) - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/41>>. Acesso em: 6 dez. 2022.

ISA. **Desmatamento cresce 80% nas terras indígenas, revela ISA - Congresso em Foco.** Disponível em: <<https://congressoemfoco.uol.com.br/temas/meio-ambiente/desmatamento-cresce-80-nas-terras-indigenas-revela-isa/>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

ISPN. **Ameaças à Amazônia - Instituto Sociedade, População e Natureza.** Disponível em: <<https://ispn.org.br/biomas/amazonia/ameacas-a-amazonia/>>. Acesso em: 7 dez. 2022.

JAMES LANI. Correlation (Pearson, Kendall, Spearman). **Statistics Solutions**, 2010.

KANTNER, L.; SOVA, D. H.; ROSENBAUM, S. Alternative methods for field usability research. **Association for Computing Machinery**, p. 68, 2003.

KIMURA, V. T. et al. The effect of andiroba oil and chitosan concentration on the physical properties of chitosan emulsion film. **Polímeros**, v. 26, n. 2, p. 168–175, 14 jun. 2016.

KUHL, R. M.; OLIVEIRA, G. M. T. DA S. Análises da viabilidade econômica da gaseificação de caroço de açaí no restaurante universitário da universidade federal rural da amazônia. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 25994–26011, 2019.

LEÃO, Daurimar Pinheiro. **Desenvolvimento de hidrogel de cará-roxo (*Dioscorea trifida* L.) incorporado com açaí (*Euterpe precatoria* Mart) - Uma rota regional para melhoria do exercício físico.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

LEWANDOWSKI, I. **Bioeconomy.** Cham: Springer International Publishing, 2018.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How Many Species Are There in Brazil? **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 619–624, jun. 2005.

LIMA, J. G. DE et al. Startups no agronegócio brasileiro: Uma revisão sobre as potencialidades do setor / Startups in the brazilian agribusiness: A review on the potential of the sector. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 3, n. 1, p. 107–121, 2017.

LIMA, Rodrigo Gonçalves de. **Merúrio na Amazônia – cianeto “verde” a partir da mandioca como alternativa ao mercúrio em mineração artesanal e pequena escala (ASM)**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

MACIEJCZAK, M.; HOFREITER, K. How to define bioeconomy? / Jak definiować biogospodarkę? **Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu**, v. 15, n. 4, p. 243–248, 2013.

MARTINS, Regildo Max Gomes. **Prospecção das propriedades farmacobotânicas do óleo essencial in natura e nanoencapsulado de *Siparuna guianensis* Aubl. em modelo experimental para doença de Alzheimer**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

MERIGUETE, Indramara Lôbo de Araújo Vieira. **Transferência de biotecnologia: estudo de caso de cultivares de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) no Estado do Amazonas**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2020.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) — Português (Brasil)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/zfm/cba>>. Acesso em: 1 dez. 2022.

MOLINIER, M. *et al.* Les régimes hydrologiques de l’Amazone et de ses affluents. **L’hydrologie tropicale: géosciences et outil pour le développement**, v. AISH, n. 238, p. 209–222, 1996.

MORAES, Roseane de Paula Gomes. **A cadeia de valor de bioprodutos do Amazonas**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2018.

MOSER, C.; LEVITT, E. E. An exploratory-descriptive study of a sadomasochistically oriented sample. **Journal of Sex Research**, v. 23, n. 3, p. 322–337, 1 ago. 1987.

MUKHERJEE, M.; SHU, L.; WANG, D. Survey of fog computing: Fundamental, network applications, and research challenges. **IEEE Communications Surveys and Tutorials**, v. 20, n. 3, 2018.

NAEEM, S. *et al.* Biodiversity and human well-being: an essential link for sustainable development. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 283, n. 1844, p. 20162091, 14 dez. 2016.

NARROD, C. *et al.* Public–private partnerships and collective action in high value fruit and vegetable supply chains. **Food Policy**, v. 34, n. 1, p. 8–15, fev. 2009.

NOBRE, C. A. *et al.* Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 39, p. 10759–10768, 27 set. 2016.

NOBRE, I.; A. NOBRE, C. The Amazonia Third Way Initiative: The Role of Technology to Unveil the Potential of a Novel Tropical Biodiversity-Based Economy. Em: **Land Use - Assessing the Past, Envisioning the Future**. IntechOpen, 2019. .



NOBRE, I.; A. NOBRE, C. The Amazonia Third Way Initiative: The Role of Technology to Unveil the Potential of a Novel Tropical Biodiversity-Based Economy. Em: **Land Use - Assessing the Past, Envisioning the Future**. 1. ed. [s.l.] IntechOpen, 2019. p. 183–213.

OHSE, Ketlen Christine. **Biotransformação da Quercetina e produção de metabólitos ativos por *Penicillium* sp. 392 (GhG2 2.1) isolado de *Gustavia elliptica* M. (Icycythidaceae)**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2019.

OLIVEIRA, Luciana. **Produção, estabilidade e aplicabilidade de colorantes produzidos por fungos filamentosos**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

OLIVEIRA, Marta Rodrigues de. **Diversidade fúngica cultivável do habitat aquático de *Anopheles darlingi* Root, 1926 e seu potencial larvicida e antiplasmodial**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

OLIVEIRA, Paulo Henrique Guimarães. **Dieta dos Quelônios (Testudines, Podocnemididae: *Podocnemis* Spp.), no Rio Andirá, Barreirinha, Amazonas, Brasil**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

OLIVEIRA, R. et al. The advance of industrial biotechnology in the State of Amazonas. **Concilium**, v. 23, n. 2, p. 212–223, 10 fev. 2023.

OLIVEIRA, R. F. P. et al. O desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, p. 57836–57858, 18 ago. 2022.

OLIVEIRA, U. et al. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 9141, 22 dez. 2017.

PARANHOS, R. *et al.* Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, v. 18, n. 42, p. 384–411, ago. 2016.

PARK, H. J. *et al.* Inhibitory effects of a benz[f]indole-4,9-dione analog on cancer cell metastasis mediated by the down-regulation of matrix metalloproteinase expression in human HT1080 fibrosarcoma cells. **European Journal of Pharmacology**, v. 527, n. 1–3, p. 31–36, dez. 2005.

PAS. **Plano Amazônia Sustentável: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira**. Brasília, DF: [s.n.].

PASSOS, Luiz Fernando de Souza. **Polimorfismo do gene PDCD1 em pacientes da Amazônia com lúpus eritematoso sistêmico**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2007.

PATRA, S. *et al.* Impacts of urbanization on land use /cover changes and its probable implications on local climate and groundwater level. **Journal of Urban Management**, v. 7, n. 2, p. 70–84, 1 set. 2018.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica**. 1ª ed. Santa Maria, RS: UAB/NTE/UFSM, 2018. v. 1

PEREIRA, J. O. *et al.* Overview on Biodiversity, Chemistry, and Biotechnological Potential of Microorganisms from the Brazilian Amazon. *Em: Diversity and Benefits of Microorganisms from the Tropics*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 71–103.

PIMENTA, Lucas Smith. **Rizobactérias da bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) – Tolerância ao alumínio e potencial como promotoras do crescimento de plantas**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

PINHEIRO, C. U. B. Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holm.; Rutaceae) no Maranhão, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 141–150, abr. 2002.

POELHEKKE, F.; OLIVEIRA JR, P. H. DE. Projeto Gurupá: Sustainable tropical forest exploitation through community ownership, a Brazilian initiative. **Development**, v. 42, p. 53–56, 1999.

**Portfólios de Empresas: AMAZONZYME**. Disponível em: <<http://incubadoracdttech.com.br/index.php/portfolio-de-empresas/>>. Acesso em: 22 outubro de 2022.

PRADO, Fabiano Brito. **Produção, otimização e caracterização de coagulantes produzidos por espécies de *Aspergillus***. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

PROFISSÃO BIOTEC. **Quantos institutos brasileiros de pesquisa em biotecnologia você conhece?** Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/quantos-institutos-brasileiros-de-pesquisa-em-biotecnologia-voce-conhece/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

PUGA, F. P. **Experiências de apoio às micro, pequenas e médias empresas nos Estados Unidos**. Rio de Janeiro: BNDES, 2000.

PUTNAM, R. D.; LEONARDI, R.; NANETTI, R. Y. **Making Democracy Work**. 1. ed. [s.l.] Princeton University Press, 1994. v. 1

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. **R Foundation for Statistical Computing**, 2022.

RAMI. **Rede Amazônica de Inovação e Empreendedorismo**. Disponível em: <<https://rami.org.br/>>. Acesso em: 25 out. 2022.

REIS, D. L. *et al.* **The new brazilian legal framework of science & technology: Barriers, borders and opportunities for innovation** Smart Innovation, Systems and Technologies. **Anais...2021**

RHODES, R. A. W. The New Governance: Governing without Government. **Political Studies**, v. 44, n. 4, p. 652–667, 29 set. 1996.

RIO+20. **United Nations Conference on Sustainable Development, Rio+20 .. Sustainable Development Knowledge Platform**. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/rio20.html>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

RIPPEL, M. M.; BRAGANÇA, F. DO C. Borracha natural e nanocompósitos com argila. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 818–826, 2009.

ROCHEDO, P. R. R. et al. The threat of political bargaining to climate mitigation in Brazil. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 8, p. 695–698, 9 ago. 2018.

RODRIGUES, Priscila Silva. **EMPREENDEDORISMO E DESENVOLVIMENTO**

ROMANO, Israel Paes. **Seleção de isolados fúngicos amazônicos produtores de lipases para biocatálise enantiosseletiva em meio orgânico**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2020.

SALERNO, M. S.; KUBOTA, L. C. Estado e inovação. Em: NEGRI, J. ALBERTO DE; KUBOTA, L. C. (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica**. 1. ed. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2008. p. 1–607.

SANTIAGO, Sarah Raquel Silveira da Silva. **Avaliação de enzimas de fungos da Amazônia visando a melhora do processamento das fibras da malva (*Urena lobata* L., 1753)**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

SANTOS, Samára Ferreira. **Montagem e anotação do Genoma de *Serratia nevei* 9rpt1: estudo in silico do potencial de recuperação microbiológica do fosfato**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

SANYAL, S.; HISAM, M. W. The Role of Business Incubators in Creating an Entrepreneurial Ecosystem: A Study of the Sultanate of Oman. **Indian Journal of Commerce & Management Studies**, v. IX, n. 3, p. 09, 1 set. 2018.

SCALES, B. R.; MARSDEN, S. J. Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factors influencing them. **Environmental Conservation**, v. 35, n. 2, p. 160–172, 4 jun. 2008.

SCHULZ, M. *et al.* Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14–26, 1 nov. 2016.

SEGUNDO, Walter. **Diversidade taxonômica e produção de antimicrobianos por fungos de igarapé poluído**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

SEPLANCTI. Conheça as incubadoras do Amazonas. **SEPLANCTI**, 2018. Disponível em: <<https://guiadamonografia.com.br/citacao-de-site-e-artigo-da-internet/>>. Acesso em: 23 outubro de 2021.

SEVALHO, Elison de Souza. **Biotransformação de limoneno e pineno por microrganismos da Amazônia**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

SEVALHO, Elison de Souza. **Biotransformação de limoneno e pineno por microrganismos da Amazônia**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

SIENA, O.; OLIVEIRA, C. M. DE; BRAGA, A. A. Manual para Elaboração e Apresentação de Trabalhos Acadêmicos: projeto, monografia, dissertação e artigo. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 12, n. 1, p. 172, 30 maio 2020.

SILVA FILHO, Francinaldo Araujo da. **Investigação química e biológica de *Penicillium endofíticos* produtores de alcalóides e de moléculas com potencial biotecnológico.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

SILVA, Davi Nogueira da. **Biocompósito de polipropileno reforçado com fibras de juta da Amazônia: melhoramento e estudo das propriedades mecânicas.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

SILVA, Larissa Svetlana Cavalcante. **Extração e caracterização de amido de espécies de *Dioscorea* e incorporação de nanopartículas de prata em filmes de revestimento para a conservação de *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh na Amazônia.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2020.

SILVA, Maria Aparecida da. **Diversidade de Hymenochaetaceae e bioatividade de *Phellinus crystallis*.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2023.

SILVA, Renato Barbosa da. **Mineração artesanal na Amazônia Legal: legislação e produtos biotecnológicos.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2022.

SILVA, Suelen Dias da. **Montagem, anotação e análise estrutural do genoma de *Pleurotus ostreatoroseus* DPUA 1720.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2021.

SILVA, T. M. DA et al. O mercado de amêndoas de *Dipteryx odorata* (cumaru) no estado do Pará. **FLORESTA**, v. 40, n. 3, 1 out. 2010.

SILVA, Weison Lima da. **Esteróide, alcalóides e atividade biológica de fungos endofíticos de *Palicourea corymbifera* (Rubiaceae).** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2020.

SILVA-NETO, A. M. *et al.* Hexapoda Yearbook (Arthropoda: Mandibulata: Pancrustacea) Brazil 2020: the first annual production survey of new Brazilian species. **EntomoBrasilis**, v. 15, p. e1000, 13 maio 2022.

SIMONETTI, Paulo Alexandre do Couto. **Uso de líquidos iônicos para o isolamento de bioativos de copaíba e breu.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2011.

STEEGE, H. TER *et al.* Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. **Science**, v. 342, n. 6156, 18 out. 2013.

STRAND, J. *et al.* Using the Delphi method to value protection of the Amazon rainforest. **Ecological Economics**, v. 131, p. 475–484, 1 jan. 2017.

SUFRAMA. **Projetos Pronametro/CBA — Português (Brasil).** Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/zfm/cba/projetos-pronametro-cba>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

VALSECCHI, J. et al. **Atualização e composição da lista – Novas Espécies de Vertebrados e Plantas na Amazônia 2014-2015 / WWF-Brasil/Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.** 1. ed. Brasília, DF e Tefé, AM: WWF-Brasil, 2017.

VELASTEGUI-MONTOYA, A. *et al.* Land Use and Land Cover in Tropical Forest: Global Research. **Forests**, v. 13, n. 10, p. 1709, 17 out. 2022.

WHITMEE, S. et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. **The Lancet**, v. 386, n. 10007, p. 1973–2028, nov. 2015.

WORM, B. *et al.* Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. **Science**, v. 314, n. 5800, p. 787–790, 3 nov. 2006.

WORM, B.; BRANCH, T. A. The future of fish. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 27, n. 11, p. 594–599, nov. 2012.

WULDER, M. A. *et al.* Land cover 2.0. **International Journal of Remote Sensing**, v. 39, n. 12, p. 4254–4284, 18 jun. 2018.

YIN, R. K. Case study research and applications. **Sage Publications**, 2018.

# APÊNDICE

## QUESTIONÁRIO

### 1. Caracterização da empresa incubada

1.1 Quantos funcionários tem atualmente na empresa?

1.2 Qual a formação dos funcionários da área administrativa da empresa:

- < graduação \_\_\_\_
- Graduação \_\_\_\_
- Mestrado \_\_\_\_
- Doutorado \_\_\_\_\_

1.3 A empresa é incubada residente ou não residente? \_\_\_\_\_

1.4 Há quantos anos a empresa está incubada?

1.5 Por que procurou a incubadora?

1.6 Quais os principais tipos de orientações/suporte recebidos da incubadora?

1.7 Que diretrizes a empresa adota quanto à preservação e sustentabilidade ambiental?

1.8 Qual o principal segmento econômico do (s) produto(s) da empresa?

1.9 Desde a criação da empresa houve a participação de investidor de risco?

### 2. PD&I<sup>1</sup>

2.1 Quantos funcionários nas atividades de P&DI

---

<sup>1</sup> Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

- < graduação \_\_\_\_\_
- Graduação \_\_\_\_\_
- Mestrado \_\_\_\_\_
- Doutorado \_\_\_\_\_

2.2. Existe alguma pesquisa sendo desenvolvida na empresa? Se sim, quais?

2.3 Existem parcerias entre a empresa e instituições públicas de pesquisas e empresas privadas?  
Se sim, quais?

### **3. Processos e recursos biotecnológicos**

3.1 A empresa desenvolve processos biotecnológicos? Se sim, quais?

3.2 Na existência de processos biotecnológicos, qual o nível de complexidade:  
baixo-----; médio -----; alto-----

3.3 Os produtos que empregam processos biotecnológicos são de origem animal ou vegetal?

3.4 Existem insumos usados nos produtos da empresa de origem da biodiversidade amazônica?  
Quais

3.5 Quais as principais fontes/municípios dos insumos da biodiversidade empregados na produção?