



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA MULTI-INSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOTECNOLOGIA

O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NOS PROCESSOS
DE PRODUÇÃO NO ESTADO DO AMAZONAS

ROSIMEIRE FREIRES PEREIRA OLIVEIRA

Manaus - Amazonas
Maio/2023

ROSIMEIRE FREIRES PEREIRA OLIVEIRA

**O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NOS PROCESSOS
DE PRODUÇÃO NO ESTADO DO AMAZONAS**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia, na Universidade Federal do Amazonas como requisito para a obtenção do título de Doutor em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Dimas José Lasmar
Coorientador: Profa. Dra. Rosana Zau Mafra

Manaus - Amazonas
Maio/ 2023

Ficha Catalográfica

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

Oliveira, Rosimeire Freires Pereira
O48d O desenvolvimento da Biotecnologia Industrial nos processos de
produção no Estado do Amazonas / Rosimeire Freires Pereira
Oliveira . 2023
172 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Dimas José Lasmar
Coorientadora: Rosana Zau Mafra
Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Biotecnologia Industrial. 2. Industria. 3. Produção. 4. Evolução.
5. Biotecnológica. I. Lasmar, Dimas José. II. Universidade Federal
do Amazonas III. Título

ROSIMEIRE FREIRES PEREIRA OLIVEIRA

**O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NOS PROCESSOS
DE PRODUÇÃO NO ESTADO DO AMAZONAS**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa Multi-institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia, na Universidade Federal do Amazonas como requisito para a obtenção do título de Doutor em Biotecnologia.

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Dimas José Lasmar, Presidente
UFAM-PPGBiotec – Membro Interno

Prof. Dra. Barbara Elisabeth Teixeira Costa, Membro
UFAM-PPGBiotec – Membro Interno

Prof. Dr. Manoel Carlos de Oliveira Junior, Membro
UFAM-FES- Membro externo

Prof. Dr. Romildo Pereira da Cruz, Membro
UECE- Membro Externo

Prof. Dr. Antônio Claudio Kieling, Membro
UEA-PPG-PROFNIT – Membro Externo

Manaus – Amazonas
Maio/ 2023

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
A meu marido, meus filhos,
e a meus pais.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por ter concedido essa oportunidade.

À meus pais, por terem sido um exemplo de vida.

A meu esposo Sidney Oliveira por ter sido meu alicerce e companheiro nessa jornada.

A meus Filhos Lucas Gabriel e Bruno Lorenzo por serem os meus maiores tesouros.

A minha amiga Ananélia Albuquerque, por ter me ajudado nessa caminhada.

À Universidade Federal do Amazonas.

À Coordenação do PPGbiotec.

Ao meu orientador, pela exigência e paciência necessárias, pela confiança no meu trabalho, pelo respeito, por me ensinar, pela compreensão e pelos sábios conselhos.

A coorientadora pela orientação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Às empresas e instituições de pesquisas participantes do estudo.

A todos os membros da banca de qualificação pelas sugestões e aprovação

A todos os membros da banca de defesa da tese

“A grande conquista é o resultado de pequenas vitórias que passam despercebidas.”

(Paulo Coelho)

RESUMO

A biotecnologia industrial também conhecida como biotecnologia branca, tem sido observada como a produção do futuro. O objetivo desta pesquisa é analisar o desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos de produção no Estado do Amazonas. Trata-se de uma pesquisa multicase, com abordagem quali-quantitativa com enfoques exploratório e descritivo. Foi feito um mapeamento das empresas e institutos de pesquisas, quanto as dificuldades enfrentadas e desafiadoras. Realizou-se pesquisa bibliográfica e exploratória em sites oficiais e aplicação de questionário em instituições empresas locais. A partir dos dados coletados, analisou-se o estágio de desenvolvimento e seus avanços baseados nesse conceito, bem como os estorvos que interferem em sua evolução. Intentou-se também identificar os parâmetros legais, o grau de evolução e as comparações com outros estados. Sua relevância será não apenas para ampliar o acervo de conhecimento científico sobre o assunto, mas também apresentar as práticas dos processos industriais no Estado do Amazonas. Os resultados alcançados foram o mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que atuam em conformidade com seus conceitos, além dos entraves que foram observados. Os projetos de pesquisas, em sua maioria, são desenvolvidos pelo CBA (Centro de Biotecnologia do Amazonas que passou a ser denominado recentemente de Centro de Bionegócios do Amazonas). Foi feito o levantamento de atividades que estão gerando produtos derivados da biodiversidade que podem ser compreendidos dentro dessa filosofia, exemplificando o café do Apuí produzido na cidade do Apuí-AM, assim como os derivados do fruto camu-camu produzidos em alguns municípios do Estado. Apesar do Estado do Amazonas ter indústrias voltadas para a biotecnologia industrial, o mapeamento empregado pelo Map Biotech constatou apenas 4 empresas, uma startup e três nacionais, ambas dentro da cidade de Manaus. Entretanto, foram observadas várias outras entidades locais, que por não terem na descrição dos seus CNAE que são a (classificação das atividades produtivas junto à Receita Federal) a palavra biotecnologia, ficam de fora de levantamentos, haja vista que cada região tem suas peculiaridades, e essas organizações que fazem os mapeamentos deveriam se ajustar criando novas metodologias de busca. Os resultados alcançados foram a construção de uma ferramenta para mapeamento, aplicada na busca de empresas e institutos de pesquisa do estado em websites e plataformas que apontaram a existência de 40 empresas e 4 institutos de pesquisa, em que, 36 estão na cidade de Manaus e 7 no interior do Amazonas. Quanto a classificação pelo seguimento de atuação, os resultados foram 11 são do setor de Alimentos, 3 de Biorrefinaria, 2 de Insumos, 8 de Cosméticos, 5 Ambiental, 1 de Bioenergia, 2 de Fármaco, 7 de Químicos e 5 de Inovação. Quanto a utilização da biotecnologia industrial, 34 empresas e institutos de pesquisas estão na fase moderna de terceira geração e 10 na fase clássica de primeira geração.

Palavras-chave: Biotecnologia Industrial. Indústria. Produção. Evolução. Biotecnológica.

ABSTRACT

Industrial biotechnology also known as white biotechnology, has been observed as the production of the future. The objective of this research is to analyze the development of industrial biotechnology in the production processes in the State of Amazonas. This is a multi-cases research, with a quali-quantitative approach with exploratory and descriptive approaches. A mapping of the companies and research institutes was made, as to the difficulties faced and the challenges. A bibliographic and exploratory research was carried out in official sites and a questionnaire was applied to local companies. From the data collected, the stage of development and its advances based on this concept were analyzed, as well as the obstacles that interfere in its evolution. The intention was also to identify the legal parameters, the degree of evolution, and comparisons with other states. Its relevance will be not only to expand the body of scientific knowledge on the subject, but also to present the practices of the industrial processes in the State of Amazonas. The results achieved were the mapping of the companies and research institutes that act in conformity with its concepts, as well as the obstacles that were observed. The research projects, in their majority, are developed by the CBA (Center of Biotechnology of Amazonas, which recently changed its name to Center of Bionegocios of Amazonas). A survey was made of activities that are generating products derived from biodiversity that can be understood within this philosophy, exemplifying the coffee of Apuí produced in the city of Apuí-AM, as well as the derivatives of the camu-camu fruit produced in some municipalities of the state. Although the State of Amazonas has industries focused on industrial biotechnology, the mapping employed by Map Biotech verified only 4 companies, one startup and three national companies, both within the city of Manaus. However, several other local entities were observed, which for not having in the description of their CNAE (classification of productive activity with the IRS) the word biotechnology, are left out of surveys, given that each region has its peculiarities, and these organizations that make the mappings should adjust by creating new search methodologies. The results achieved were the construction of a mapping tool, applied to the search for companies and research institutes in the state on websites and platforms that pointed to the existence of 40 companies and 4 research institutes, of which, 36 are in the city of Manaus and 7 in the interior of Amazonas. As for the classification by segment of activity, the results were 11 are from the Food sector, 3 from Biorefinery, 2 from Inputs, 8 from Cosmetics, 5 Environmental, 1 from Bioenergy, 2 from Pharmaceuticals, 7 from Chemicals and 5 from Innovation. As for the use of industrial biotechnology, 34 companies and research institutes are in the modern phase of third generation and 10 in the classical phase of first generation.

Keywords: Industrial Biotechnology. Industry. Development. Production. Evolution.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
BRBIOTEC – Associação Brasileira de Biotecnologia
C&T – Ciência e Tecnologia
C&T&I – Ciência, Tecnologia e Inovação
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CBA - Centro de Biotecnologia da Amazônia
CNB - Comitê Nacional de Biotecnologia
CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CPG - Colegiado de Pós-Graduação
CONSUNI- Conselho Universitário da UFAM
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GM – Geneticamente Modificado
IGI – Índice Global de Inovação
INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial
MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MEC – Ministério da Educação e Cultura
NEBs - Novas Empresas de Biotecnologia
PIM- Polo Industrial de Manaus
PPGBIOTEC - Programa Multi-institucional de Pós-graduação em Biotecnologia
SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus
TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI - Tecnologia da Informação
UEA - Universidade do Estado do Amazonas
UFAM – Universidade Federal do Amazonas

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Ranking do Índice Global de Inovação 2020.	26
Figura 02- Ranking de empresas de biotecnologia da Europa	27
Figura 03- Mapa das Empresas de Biotecnologia no Brasil	32
Figura 04 - Atuação das empresas de biotecnologia no Brasil.....	33
Figura 05 - Estimativa da produção e mercado mundial de etanol até 2024.....	33
Figura 06- Levantamento de empresas de biotecnologia no Brasil em 2021.....	35
Figura 07- Quantidade vendida em níveis local, nacional e internacional de sais perfumados e de outras preparações para banhos da indústria de transformação amazonense – 2010-2015....	46
Figura 08- Etapas do estudo de casos múltiplos.....	48
Figura 09- Fluxograma da aplicação da ferramenta no mapeamento.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01- Espinha de Peixe: Atributos para o Mapeamento da Biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas.....	58
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Sequência de cores da biotecnologia	22
Quadro 02- Agentes biológicos que a biotecnologia Industrial já utilizam na manufatura.....	41
Quadro 03- Atuação da biotecnologia Industrial nos processos das indústrias químicas.....	43
Quadro 04- Matriz dos setores produtivos da biotecnologia industrial.....	52
Quadro 05- Matriz do desenvolvimento da Biotecnologia Industrial.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Modelo da Tabela para mapeamento da biotecnologia industrial.....	59
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO	20
1.1 A biotecnologia e as diversas áreas de atuação.....	20
1.1.1 Código de cores da biotecnologia	21
1.2 A evolução da biotecnologia Industrial no mundo.....	23
1.3 A evolução da biotecnologia e da biotecnologia Industrial no Brasil	27
1.4 A biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas	36
1.5 A Biotecnologia Industrial e os processos de produção.....	38
1.5.1 Produção de Enzima	43
1.6 A contribuição da biotecnologia Industrial para o desenvolvimento do Estado do Amazonas.....	44
CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA	47
2.1 Características da Pesquisa	47
2.2 Universo, amostragem e objeto de análise	50
2.3 Características das Empresas e instituições de pesquisas estudadas.....	51
2.4 Constructos do estudo	52
2.5 Metodologia para mapeamento da Biotecnologia Industrial	57
2.6 Instrumento de Coleta de Dados.....	58
2.6.1 Coleta de dados secundários.....	58
2.6.2 Próxima Etapa da Coleta de Dados: Primários – Estudo de campo	59
2.7 Análise e apresentação dos dados	60
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS DA PESQUISA.....	61
Capítulo 3.1 - Artigo 01 - O desenvolvimento da Biotecnologia Industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas.....	62
Capítulo 3.2- Artigo 02 - O avanço da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas.....	86
Capítulo 3.3- Artigo 03 - Os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo.....	98
Capítulo 3.4- Artigo 04 - Mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas.....	117
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	132
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICES	150
Apêndice 01- Questionário sobre Biocnologia Industrial	151
Apêndice 02- TCLE – Termo De Consentimento Livre e Esclarecimento.....	153
ANEXO	156
Anexo 01 – Relatório do questionário sobre Biotecnologia Industrial	157

INTRODUÇÃO

A aplicação da biotecnologia industrial nos processos de produção tem sido considerada marcante na mudança de métodos tradicionais e no desenvolvimento de novos produtos. Tornando-os mais competitivos, além de reduzir os impactos ambientais, substituindo a utilização de matérias-primas fósseis por outras, tendo como base materiais biológicos ou renováveis, que também auxiliam na diminuição da utilização energética e de resíduos. Vem ganhando importância e enfoque por causa das suas vantagens competitivas, além de tornar-se um apoio à P&D, às políticas governamentais, à agricultura, à comercialização de produtos, impostos, empréstimos, e a preparação da sociedade para o futuro.

Na atual conjuntura mundial são muitas as preocupações com o meio ambiente. Os países estão buscando alternativas que possam trazer redução nos impactos ambientais, com contribuições através de atividades biotecnológicas com fortes perspectivas de crescimento, praticamente em todos os setores da indústria, em uma proporção plena substituindo as tecnologias poluidoras por outras ecologicamente corretas e límpidas.

São numerosos os aspectos da competitividade e benefícios econômicos na perspectiva tecnológica e social que tem impulsionado essa biotecnologia, citando a confiança e variedade da matéria-prima para abastecimento, combustíveis, água e alimentos. Com otimização dos custos de investimento e operacionais, proporcionando eficiência de conhecimento nas atividades ao utilizar microrganismos, enzimas e materiais biológicos. Tendo como aliados as ciências básicas e a engenharia, que a anos vem desenvolvendo atividades em todas as extensões, tornando-se a base fundamental no desenvolvimento de novos produtos biotecnológicos (BARRIE, 2019).

Com o presente estudo, investiga-se o desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos de produção no Estado do Amazonas.

Observa-se assim a importância de estudos voltados para esse campo, a fim de disseminar sua importância para ajudar organizações que já estão caminhando nesse novo conceito, assim como, identificar potencialidades para o crescimento biotecnológico, apontando caminhos que possam auxiliar na integração entre desenvolvimento sustentável e indústria.

A biodiversidade amazônica tem um enorme potencial em matéria-prima para uso e conseqüentemente para o aproveitamento econômico e desenvolvimento sustentável. É relevante que o estado, foque mais suas políticas para esse âmbito, apesar do desafio que

representa para a região, haja vista ser irreversível as mudanças que já estão ocorrendo no país e no mundo, face aos avanços econômicos pautados nas inovações e nos seus desdobramentos.

É nesse universo de possibilidades, de aproveitamento dos recursos naturais da biodiversidade amazônica, que podem surgir benefícios para os numerosos tipos de indústrias já instaladas e para futuras. O emprego de tecnologias, pode ser utilizado pelas indústrias de concentrados de bebidas, de madeireiras, de óleo de origem vegetal, fito-cosméticos, fitoterápicos e farmacêuticos, entre outros.

Haja vista que, a aplicação dos conceitos da biotecnologia nos processos industriais tradicionais vem evoluindo no decorrer dos anos. Os avanços tecnológicos e científicos sobre a estrutura e as transformações dos materiais biológicos têm trazido novas definições para todas as áreas, não só pelos novos produtos ou transformações, mais no contexto de desenvolvimento sustentável, chamada de biotecnologia Industrial ou biotecnologia Branca (SALVATI, 2016; VASCONCELOS, 2018).

Essa esfera tende a ser importante para a economia industrial do amanhã, principalmente por ter como uso os recursos fósseis e material vegetal. É interessante implementar pesquisas que possam trazer avanços na sustentabilidade para a região amazônica, particularmente para o Amazonas, pelos benefícios que poderão trazer para a atividade produtiva. Compreender os mecanismos, as vantagens e implicações de novas ferramentas tecnológicas e inovadoras são alternativas para o crescimento das indústrias amazonenses para a conservação e sustentabilidade.

Após levantamentos em sites de busca do google, goolge acadêmico, banco de tese da Capes e Ufam, verificou-se que há poucas abordagens no Estado do Amazonas sobre biotecnologia Industrial, mesmo tendo um dos colossais de biomas, mais da metade das florestas tropicais remanescentes, maior biodiversidade do planeta com a maior bacia hidrográfica do mundo cerca de 6 milhões de km² com 1.100 afluentes (NEVES, et al., 2020; CORDERO-SOTO, 2020).

As diversas pesquisas no país e no mundo, voltadas para esse campo, tem proporcionado uma colossal compreensão das variedades de seres vivos presentes na natureza, criando um universo de possibilidades em aproveitamento dos recursos naturais, desempenhando um papel fundamental na indústria do futuro, face às crescentes transformações, os avanços tecnológicos e as mudanças de paradigmas, causando impactos na manufatura. Tornando ainda mais importante que haja pesquisas dentro do Estado do Amazonas.

Com a presente pesquisa foram mapeadas as empresas e instituto de pesquisa do estado do Amazonas que utilizam a biotecnologia industrial. Adicionalmente, são apresentados dados

significativos das economias envolvidas, seus processos produtivos, tipos de matérias-primas, insumos e outras informações relevantes para o crescimento, observada a sustentabilidade ambiental da localidade.

Para a realização do mapeamento foi desenvolvida uma metodologia por meio da adaptação da ferramenta 10M's criada por Eliezer Andrade Costa em 2005 e reformulada em 2007, que é voltada para análise de dez áreas consideradas relevantes em uma empresa. Essa ferramenta já é uma adaptação do método de causa e efeitos mais conhecida como espinha de peixe, chamado de gráfico de Ishikawa (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Esta pesquisa deverá contribuir com informações relevantes para atividades de CT&I no esforço de proporcionar conhecimento para o melhor uso de recursos da biodiversidade amazônica. O acervo de conhecimento científico e tecnológico, sobre o desenvolvimento da biotecnologia Industrial, em um estado da Amazônia brasileira, que concentra uma das gigantescas riquezas mundiais de espécies da biodiversidade, representa notável valor. A biotecnologia é de atuação ampla e abrangente com uma prospecção multidisciplinar, estando ligada a vários tipos de aplicabilidade, em várias seções e atividades tais como saúde, fermentação, agricultura, mineração e pecuária, dentre outros seguimentos.

São apresentados dados no contexto da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas, incluindo projetos e informações sobre a legislação que regula essa seção. Assim como um aprofundamento no conhecimento da trajetória para melhor entender sua evolução, potencialidades, desafios e os avanços no Brasil e no mundo. Isto permitirá comparar o grau de crescimento regional e identificar as possíveis práticas produtivas que merecem estímulo.

Considera-se também valoroso o aproveitamento da estrutura do Polo Industrial de Manaus(PIM) para o estabelecimento e desenvolvimento de bioindústrias, valendo-se de definições e modelos. Que inevitavelmente vem para mudar e fortalecer as indústrias e a economia do Estado em setores que podem empregar na manufatura e na oferta de serviços, recursos de origem da biodiversidade, com o fortalecimento e inserção de empresas locais e outras estado.

Apesar da região ter organizações voltadas para esse ramo, o Mapa da Biotech (2023), lista apenas as que tem em suas atividades principais a inovação e tecnologia. Essa falta de caracterização das práticas da biotecnologia industrial nos CNAEs das empresas, dificultam a identificação dessa esfera, haja vista, que existem projetos de lei que dão incentivos para essa prática. E por desconhecerem a importância de ter na descrição de suas atividades produtivas, ficam fora da lista, daí a importância de criar novas metodologias para mapeamento dessas empresas.

E foi pensando em soluções que pudessem contribuir, desenvolveu-se uma metodologia para mapeamento da biotecnologia industrial de empresas e institutos de pesquisas dentro do Estado do Amazonas.

Considerando esse contexto, pretende-se responder a seguinte pergunta de pesquisa: Como a Biotecnologia Industrial pode trazer avanços para o Estado do Amazonas?

Como objetivo geral, com esta pesquisa pretende-se: Analisar o desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos de produção no Estado do Amazonas,

A fim de atender o objetivo geral, foram formulados os seguintes objetivos específicos, a qual referem-se ao Estado do Amazonas e a Biotecnologia Industrial:

1. Descrever os diferentes marcos no Brasil e no Mundo;
2. Apresentar os avanços e o desenvolvimentos nos processos produtivos;
3. Desenvolver uma metodologia para mapeamento das empresas e instituto de pesquisa que utilizam os conceitos;
4. Mapear as empresas e institutos de pesquisas que utilizam os conceitos.

O trabalho foi estruturado, além da Introdução, em quatro capítulos, conforme detalhamento a seguir:

O **primeiro capítulo** é dedicado à fundamentação teórica. Neste tópico apresenta-se um breve histórico sobre Biotecnologia Industrial seus avanços e potencialidades. Além da legislação política, das dificuldades enfrentadas pelas empresas destinadas a fortalecer a biotecnologia no Amazonas. Ainda neste capítulo são abordadas as principais definições.

O **segundo capítulo** trata da metodologia utilizada no estudo. Foram definidos três instrumentos de pesquisa distintos sobre o desenvolvimento da biotecnologia industrial no estado do Amazonas. Primeiro, é identificar as dificuldades enfrentadas. O Segundo é o mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia em seus processos; o terceiro é a classificação após mapeamento de acordo com sua caracterização;

No **terceiro capítulo** são apresentados os resultados alcançado a partir dos múltiplos instrumentos de pesquisas (mapeamentos, estudo e levantamento), construídos para atender os objetivos propostos e apresentados através de artigos publicados. Por fim, são apresentados a conclusão acerca do estudo, assim como as observações acerca da concretização dos objetivos propostos pela tese, além dos destaques sobre os resultados alcançados, bem como as recomendações relativas à pesquisa realizada, sobretudo quanto ao avanço e as sugestões de futuros estudos.

Atendendo a uma das opções de estrutura de tese recomendadas pelo Programa, são apresentados neste capítulo quatro artigos publicados em revistas científicas: Artigo 1 - O

desenvolvimento da Biotecnologia Industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas.; Artigo 2 - O avanço da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas; Artigo 3- Os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo; e Artigo 4 - Mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas

CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO

Na seção seguinte serão descritos algumas definições, as diversas aplicações da biotecnologia, caracterizadas por cores, incluindo a biotecnologia Industrial. Em seguida é feita uma análise da evolução no mundo e no Brasil e, por fim, como ela tem se desenvolvido na região.

1.1 A biotecnologia e as diversas áreas de atuação

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), a biotecnologia se refere à “aplicação da ciência e tecnologia aos organismos vivos, bem como suas partes, produtos e modelos, para alterar materiais vivos ou não vivos para a geração de conhecimentos, bens e serviços” (OECD, 2005, p. 9).

A biotecnologia vem evoluindo rapidamente, indo desde do desenvolvimento farmacêutico até a fabricação alimentícia, além de tratamento de resíduos poluentes. São muitas as estimativas de crescimento da biotecnologia Industrial, já que o Brasil tem o uma gama de matéria-prima que podem ser extraído do bioma para o aumento das atividades industriais.

A biotecnologia também pode ser conceituada como ciência que utiliza a biologia pela tecnologia, para produzir ou alterar produtos para aplicações específicas. Utiliza organismos vivos, ou produtos derivados desses, para aprimorar as atividades industriais e gerar materiais e produtos de alto valor agregado. Não está limitada a categorias específicas, capaz de atuar na química, farmacêutica, alimentícia e de energia. Surgindo como uma área ampla, ao utilizar materiais biológicos, com base em novos e idéias tradicionais, incorporando recentes desenvolvimentos tais como o conhecimento do material genético, bem como novas tecnologias essenciais, para obter produtos eficientes (MMA, 2000; SANDBERG, 2019, SANDERO et al. 2019).

Em sumula a biotecnologia é um pedaço da biologia que desenvolve tecnologias usando os organismos vivos ou matérias-primas desenvolvidas a partir deles, através da fazedura celulares e biomoleculares, que modifica ou cria produtos ou serviços inovadores, biotecnológicos, buscando desenvolver e/ou melhorar os métodos e procedimentos produtivos tais como indústrias, farmacêuticas e a agricultura (ESTEVES, 2018).

O uso da biotecnologia está crescendo cada vez mais no campo industrial, mencionando a produção de combustíveis renováveis a partir de resíduos agrícolas de forma sustentável. Já a indústria química tem utilizado a biotecnologia para a fabricação de álcool, acetonas e enzimas;

a indústria da saúde na criação de antibióticos e vacinas e traz um inúmeros avanço na medicina, em terapias, transplantes e no combate de doenças (HEUX et al., 2015).

No espaço agrícola a biotecnologia ajudou no avanço da fabricação de sementes, as transgênicas, assim como na pecuária, a criação de embriões e de animais modificados, e nas plantações de trigo e soja também (NEPOMUCENO, 2007).

Uma ferramenta como base da economia é a fermentação usada nas atividades industriais que utiliza agentes microbiológicos que deu origem a centenas de produtos (SERAFINE; BARROS; AZEVEDO, 2002).

São muitas as contribuições feitas pela biotecnologia, que ajudam no avanço da sustentabilidade e diminuição dos efeitos danosos ao meio ambiente e seres humanos, também têm a produção de microrganismos que ajuda no tratamento de águas poluídas por dejetos de empresas, esgotos e poluentes (RENDUELES; DÍAZ, 2014).

Isso inclui o Estado do Amazonas que tem a gigantesca floresta do mundo, que o faz ser uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do país, contribuindo significativamente com as questões ambientais mundiais, já que tem uma das descomunal biodiversidades do planeta com uma vasta riqueza biológica a ser explorada. No entanto, para que a biotecnologia possa contribuir deve haver interesse tanto das empresas, quanto do governo, assim como mais estudos voltados para essa vertente (BARBOSA, 2000).

Como são diversas os ramos que a biotecnologia pode atuar, para facilitar a identificação dos campos de aplicação foram criadas código de cores, em que cada cor se refere a uma área específica, facilitando assim a compreensão e identificação de cada setor de atuação.

1.1.1 Código de cores da biotecnologia

A biotecnologia possui multidisciplinaridade nas suas áreas de atuação e para facilitar sua identificação foram classificadas por cores como um código para cada âmbito. Conforme Oliveira (2020) o emprego das cores ajuda a separar os ramos de estudo da biotecnologia, e essa classificação permite colocar em uma mesma categoria as seções que têm os mesmos aspectos. Até alguns anos atrás, apenas três cores eram utilizadas para essa classificação:

- Biotecnologia Verde: Agricultura;
- Biotecnologia Vermelha: Saúde;
- Biotecnologia Branca: Industria

No ano de 2003, a então diretora da Fundação Nacional da Ciência (NSF) dos Estados Unidos Dr^a. Rita Colwell, afirmou que ao longo do tempo a bandeira da biotecnologia poderia

agrupar mais cores além da verde, vermelha e industrial. Hoje, são diversas as cores que representam as várias áreas da biotecnologia (SILVA, 2004). Para facilitar o entendimento foi elaborada uma sequência de cor para representar cada seção de atuação da biotecnologia.

A sequência de cores da biotecnologia utilizadas nos tempos atuais foram descritas pelos autores (SILVA, 2004; OLIVEIRA, 2020):

Quadro 01 – Sequência de cores da biotecnologia

Nº	Cores da Biotecnologia	Tipo de Biotecnologia
01	Biotecnologia Branca	A cor Branca se refere à Biotecnologia industrial, que utiliza sistemas biológicos em vez de catalisadores químicos clássicos, tais como a geração de polímeros, biocombustíveis ou têxteis. É aplicado em processos industriais e utiliza algum tipo de organismo vivo para criar produtos em larga escala. Pode-se citar a fabricação de cerveja feita por meio de fermentação e a elaboração de vacinas contra a <i>COVID-19</i> , ao utilizar bioprocessos, biorrefinarias, biorreatores e enzimas, fazendo-se o objeto deste estudo.
02	Biotecnologia Vermelha	A cor vermelha representa a biotecnologia do âmbito da saúde e farmacêutico, operando na ampliação de novos tratamentos ou remédios. Atuando também nas manipulações genéticas com o objetivo de contribuir com diagnósticos de doenças ou curas, e na geração de vacinas, antibióticos e fármacos.
03	Biotecnologia Amarela	A cor amarela representa a biotecnologia na área de processo de fermentação, citando a fabricação de queijo, cerveja, bebidas tais como vinho. Também atua na produção de enzimas para preparação de alimentos. Nos biorreatores de corantes utiliza a levedura de adoçantes como xilitol <i>Rodothorula spp.</i> que usa a levedura e as cepas industriais do gênero <i>Cândida spp.</i>
04	Biotecnologia Azul	A cor azul representa a biotecnologia marinha, com a exploração da biodiversidade para produções de rações, aquicultura, alimentos e estudos voltados para tratamento de doenças aproveitando moléculas encontradas nas algas. A biotecnologia azul busca tecnologia inovadora manuseando organismo marítimo e moléculas derivadas dos mesmos. Tornando-se uma das mais multidisciplinares, por conseguir gerar tecnologias para serem aplicadas em outros campos da biotecnologia.
05	Biotecnologia Verde	A cor verde se refere a biotecnologia aplicada na área de agricultura, principalmente para a criação de sementes e plantas geneticamente modificadas para se tornem mais resistentes às pragas. Além da criação de substâncias químicas tais como agrotóxicos e pesticidas, e de vitaminas que possa acelerar o crescimento das plantas, também atua na preparação de ingredientes alimentícios e farmacêuticos. Ela é pautada nos cuidados com o meio ambiente e inovações das técnicas de manejo, buscando o melhoramento aplicando a engenharia genética.
06	Biotecnologia Marrom	A cor marrom se refere a biotecnologia ligada a melhoria de ambientes desérticos e/ou semiáridos, criando sementes resistentes a falta de água e ao calor extremo e plantas ornamentais. Usa técnicas de clonagem para produzir plantas como orquídeas que são vendidas para colecionadores e a aplicação de técnicas de modificações genéticas que aumenta a manufatura de óleo vegetal em sementes.
07	Biotecnologia preta	A cor preta se refere a biotecnologia ligada a biodefesa e fins militares, relacionada ao desenvolvimento de armas biológicas, na busca de conter o bioterrorismo bem como de ações de vigilância e anti-bioterrorismo para ajudar a proteger a população mundial.
08	Biotecnologia Roxa	A cor roxa refere-se à biotecnologia voltada para a propriedade intelectual, às patentes e publicações, suas questões éticas e legais e, através de tecnologias à proteção intelectual que pode ser protegida pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI, pode-se citar a biopirataria.
09	Biotecnologia Dourada	A cor dourada se refere à inteligência artificial e bioinformática, com o uso de abordagens <i>in silício</i> , operando ferramentas capazes de predizer estruturas de proteínas e moléculas, vias de inibição, caminhos e vias metabólicas e síntese de proteínas e peptídeos. Atua também na nanotecnologia empregando nanopartículas para manipular átomos e moléculas. Pode ainda criar inúmeros

		produtos baseados em nanoestruturas, como biossensores, medicamentos biossensores, materiais para regeneração de ossos e tecidos, kits de autodiagnóstico.
10	Biotecnologia Cinza	A cor cinza representa a biotecnologia voltada para as questões ambientais, sobretudo os cuidados com poluentes, incluindo a biotecnologia ambiental, com a recuperação e a conservação de ambientes naturais que foram contaminados por meio da biorremediação e tratamento de lixo e resíduos. Com a ampliação de ferramentas biotecnológicas para a introdução no meio ambiente, atua também na fazedura de compostagem, que usa microrganismos termofílicos aeróbicos em pilhas de terra construídas para decompor alimentos e solos contaminados, apresentando soluções sustentáveis. Utiliza também microrganismos aeróbicos para degradar os contaminantes orgânicos e transformar em material orgânico estabilizado, gás carbônico (CO ₂) e água.
11	Biotecnologia laranja	A cor laranja é aplicada na biotecnologia no campo da informação, ajudando na elaboração de conteúdos educacionais, estimulando a participação de novos profissionais, ajudando a sociedade a ter acesso aos materiais.

Fonte: Adaptado de Silva, 2004; Oliveira, 2020.

É importante o uso das cores, para diferenciar atuações, e essa classificação permite colocar em uma mesma classe aqueles campos que têm as mesmas características, contribuindo assim para o avanço tecnológico.

1.2 A evolução da biotecnologia Industrial no mundo

A Biotecnologia Industrial também chamada de Biotecnologia Branca, utiliza organismos vivos para aprimoramento. Uma manufatura bem conhecida é o da fermentação, ou produtos derivados delas, não limitando a setores específicos, capaz de operar em diversas ramos tais: como farmacêutica, alimentícia, energia e química (GUIDOTTI; VIDEIRA, 2021).

A origem dessa biotecnologia vem antes do que se imagina, apesar do seu termo ser recente, a sua atuação é bem antiga, há mais de 6 mil anos, quando os antigos usavam a fermentação nos processos de produção para produzir vinho, cervejas e pães (HEUX et al., 2015). Uma das mais antigas cervejarias do mundo que ainda está em funcionamento foi fundada em 1040 na Bavária na Alemanha e a Weihenstephan Abbey, usa em sua fabricação de organismo vivos para a fermentação (STRESOW, 2004). Outra indústria antiga é a vinícola Schloss Johannisberg também na Alemanha e existe desde 1100, ambas já utilizavam desde sua fundação tais conceitos.

Tendo sua evolução nas guerras ocorridas no mundo a qual impulsionara a manufatura de produtos de fermentação e microbiológicos, utilizados para a extração de álcool para a produção de glicerol, em que transformavam em insumo, para a fabricação de explosivos. Primordial para a criação de antibióticos a partir de 1928, após sua descoberta por Alexander Fleming (GUSMÃO, 2017).

Tendo início com a utilização da síntese química do DNA, os ácidos desoxirribonucleicos, tendo como responsável pelo desenvolvimento o pesquisador Kornberg em 1967, que utilizou técnicas de manipulação genética através de recombinação de DNA e fusão celular ou hibridoma para produzir bens e serviços a partir de organismos e materiais biológicos encontrados na natureza, modificados ou não. Observa-se a ampla abordagem capaz de criar uma estrutura abrangente com limites mais claros, em que os processos industriais se apresentam com novas contribuições aos conhecimentos atuais (SCRIBAN, 1985 apud GUSMÃO, 2017).

No início do século XIX, Louis Pasteur, se destacou pelos experimentos microbiológicos, trazendo a compreensão através de suas experiências na fermentação. Nesse mesmo período se fortalecia a Abiogênese também conhecida como a Teoria da Geração Espontânea, que trazia estudos voltados para a geração de seres vivos a partir de uma matéria não viva. Começando por aí o interesse pela teoria celular, dando origem aos estudos dos microrganismos. No começo do século XX, a atividade de fermentação foi aumentando em grande escala pelas indústrias alimentícias, além do avanço da Medicina, após a descoberta do antibiótico penicilina em 1928, que utiliza o fungo *Penicillium notatum* para a fabricação, com aumento produtivo após o início da II Guerra Mundial, pelo Estados Unidos pelo Laboratório Abbott, citando também a elaboração de insulina e vacinas (CRUDELI; VIANA, 2015).

Por volta de 1940 ocorreu um dos exemplos mais famosos referente a biotecnologia foi no campo agrícola com o plantio de trigo, o qual estavam sendo ameaçado por um fungo "*Puccinia graminis*" causador da ferrugem do colmo. O engenheiro agrônomo Norman Borlaug especialista em melhoramento genético desenvolveu variedades de trigo resistentes ao fungo, aplicando cruzamento e criando a variedade de trigo anão que tinha uma melhor resposta ao uso de fertilizantes. Isto fez avançar e desenvolver a produção de trigo, que ainda é uma das mais utilizadas nos dias de hoje. Esse melhoramento genético foi tão grandioso para a humanidade que em 1970, Norman Ernest Borlaug, recebeu o Prêmio Nobel da Paz. Ele foi o responsável pelo desenvolvimento de diversas variedades de trigos, além de um pacote de técnicas agrícolas. Graças a suas pesquisas ajudou a impedir a fome na Índia, no Paquistão e nas Filipinas nos anos 1960, além de ter contribuído para que esses países pudessem dobrar a produtividade de cereal, ajudando também os países de Terceiro Mundo a se tornarem autossuficientes na produção de grãos (BARROS; TELES, 2019).

No ano de 1953, os cientistas Francis Crick e James Watson causaram espanto e admiração ao mundo quando anunciaram a descoberta da estrutura da molécula de DNA, contribuindo para o avanço científico. O estudo só ganhou enfoque no ano de 1957, quando pesquisas demonstraram que o DNA se autorreplica, comprovando as descobertas de Crick e Watson. A descoberta de Crick (falecido em julho de 2004), Watson e Wilkins abriu uma nova era para a ciência e a Biotecnologia, abrindo caminho para a moderna biologia molecular (AMB, 2005).

Na década de 70 o engenheiro agrícola Karl Ereky fez o primeiro registro do termo Biotecnologia, quando utilizou para descrever o uso de uma dieta manipulada com beterraba e microrganismos na alimentação de porcos. Naquele mesmo ano o termo ganhou mais destaque, após o desenvolvimento da engenharia genética. No ano de 1971, a primeira empresa de Biotecnologia (Cetus Corporation, USA) foi fundada e, desde então, diversas outras abertas e estabelecidas ao redor do mundo. A primeira indústria que utilizou a engenharia genética foi a farmacêutica Genentech, fundada por Robert Swanson e Dr. Herbert Boyer em 1976, tornando-se a pioneira, tendo como destaque a produção da primeira proteína humana o *somatostatina* em bactéria *E. coli*, no ano de 1977, que ganhava mais destaque a cada ano que passava, com a fabricação de hormônio de crescimento, insulina humana recombinante, diversas vacinas, enquanto as produções tornavam-se em larga escala industrial. Hoje em dia, a Genentech pertence à farmacêutica suíça Roche (SCARMANHÃ et al., 2019).

Já no ano de 1978 os cientistas conseguiram isolar as enzimas de restrição, que foi fundamental para a criação da técnica do DNA recombinante, por conseguinte vieram a Nanotecnologia, Engenharia de Processos e a Biologia Molecular (NASCIMENTO et al., 2020).

Em janeiro de 2013, o governo escocês para estimular o crescimento nessa categoria lançou um Plano Nacional de Biotecnologia Industrial com um compromisso de £30 milhões de euros, para apoiar projetos de pesquisa e desenvolvimento colaborativos entre a indústria e a academia. E para administrar o fundo e fomentar a rede nacional, foi criado em janeiro de 2014 o Centro de Inovação em Biotecnologia Industrial (IBioIC) (Chemical Sciences Scotland, 2015).

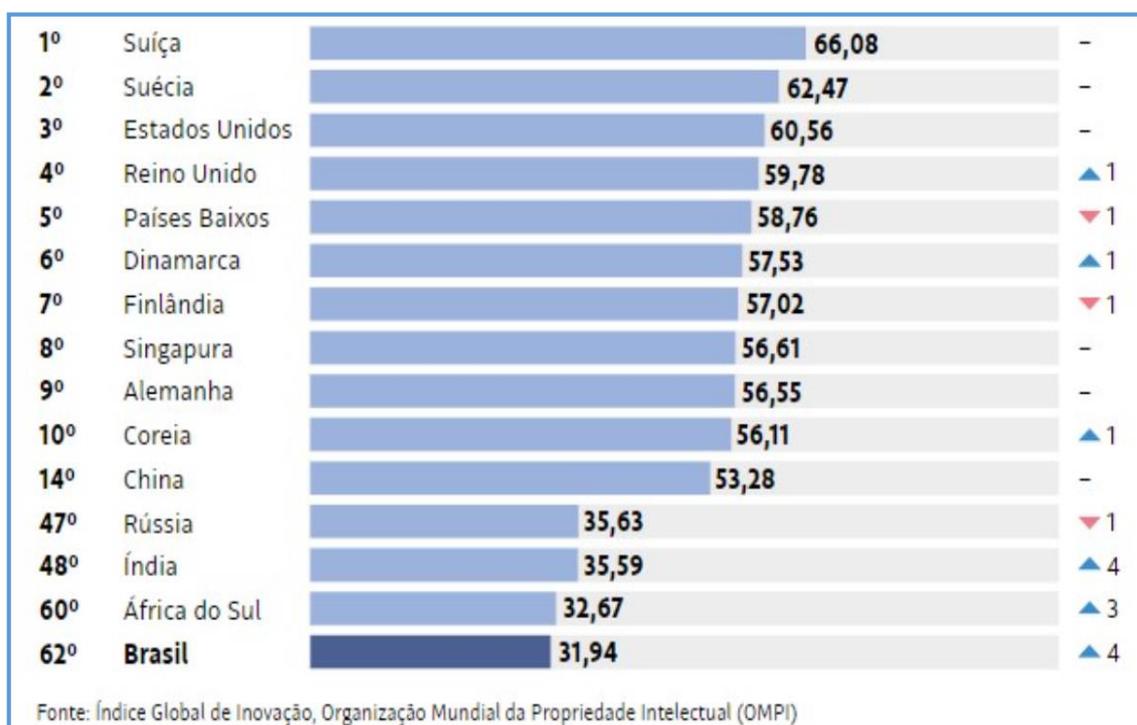
De acordo com o relatório *The biotechnology indicators* de 2015 da OECD, Coréia, Alemanha, Reino Unido, Japão, México, Nova Zelândia e Bélgica ocupam as dez primeiras posições e o Brasil aparece na posição 18º com 155 empresas de biotecnologia, já o Estados Unidos possui 11.367, acompanhada por Espanha com 2.831 e França com 1.950 (OECD, 2015).

Recentemente vem ganhando destaque por ter como um dos seus enfoques a substituição de tecnologias poluentes por outras mais limpas e ecologicamente corretas, trazendo como exemplo o bioetanol que hoje vem se destacando em escala produtiva, também pode-se citar a geração de biogás através do reaproveitamento de lixo orgânico, além da aquisição de enzimas para as indústrias sem explorar a natureza, e os avanços como contribuição na diminuição do uso recursos naturais e de matérias-primas fósseis e criação de soluções sustentáveis (SCHERER, 2021).

Quando se ouve falar em biotecnologia, pensa-se logo nos fatores benéficos e inovações que ela pode proporcionar. E foi durante esse período epidemiológico que ficou mais evidente a necessidade de investimento em inovações biotecnológicas, que foi no caso da criação de vacinas.

A importância de investimentos em inovações está diretamente relacionada ao desenvolvimento sustentável de um país, com isso, a Biotecnologia é uma dos ramos que mais vem sendo impactada pela inovação. Quanto mais for o aumento em inovação de um País, avultado é o avanço biotecnológico (AMARAL et al, 2020). Na Figura 01 vimos o ranking do índice global de inovação em 2020.

Figura 01- Ranking do Índice Global de Inovação 2020.

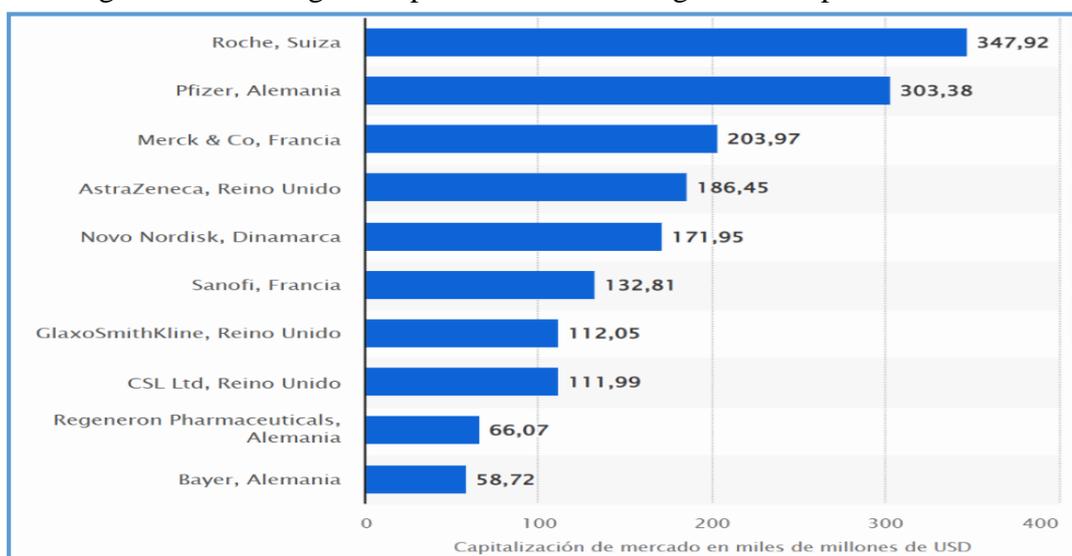


Fonte: IEDI, 2020.

Constam na Figura 01, os 10 primeiros colocados no ranking do IGI (2020), estando em 1º lugar a Suíça com pontuação de 66,08, já o Brasil está na posição 62º lugar com 31,94 pontos. Comparando com a Coreia que está em 10º que possui uma pontuação de 56,11, observa-se uma diferença significativa entre o Brasil com os países mais inovadores do mundo, ficando atrás dos países emergentes como África do Sul (32,67) e Índia (35,59).

Fazendo uma comparação mundial com os países europeus, observa-se o avanço que a biotecnologia vem tendo, decorrente ao crescimento de inovação. Haja vista que, uma das grandes conquistas que País pode ter é o aumento em investimento na inovação, que amplia os horizontes do conhecimento, impactando de forma significativa no desenvolvimento da biotecnologia, a Figura 02 traz o ranking de empresas de biotecnologias da Europa.

Figura 02- Ranking de empresas de biotecnologia da Europa em 2021



Fonte: Statista (2020).

A Figura 02 traz um ranking por capitalização de mercado das principais empresas de biotecnologia da Europa em 2021. Observa-se que a Novartis ficou no topo do ranking com uma capitalização de mercado de mais de 300 bilhões de dólares.

1.3 A evolução da biotecnologia e da biotecnologia Industrial no Brasil

A biotecnologia Industrial vem avançando de modo gradativo no Brasil, haja vista que a comunidade científica brasileira vem desenvolvendo a cada ano que passa uma respeitável capacidade de manipulação de novas ferramentas para serem aplicados nos variados segmentos da indústria, a chamada “Biotech”, que é uma forma abreviada do termo Biotecnologia, retirado

da língua inglesa para referir tanto a área de estudo quanto as empresas que atuam nesse âmbito (DYSON, 2007).

Em 14 de novembro de 1975, foi criado o Programa Nacional do Álcool, o Proálcool, uma iniciativa conjunta das organizações fabricantes de automóveis, do governo e das universidades, resultando no que mais tarde viria a ser considerado o grande programa dedicado ao incentivo de biocombustíveis renováveis do mundo, baseado na cana-de-açúcar, cultura que era explorada no País desde o século XVI. Desenvolvido para evitar o aumento da dependência externa de divisas quando dos choques de preço de petróleo, apesar da sua contribuição, foi desativado no início da década de 1990 pelo presidente Fernando Collor (ANDRADE; CARVALHO; SOUZA, 2009).

Em 1988 foi criado o Programa de Capacitação de Empresas de Base Tecnológica pelo BNDES tendo como subsidiária o BNDESPAR, um dos primeiros financiamentos para inovação tecnológica com capital de risco no Brasil, tendo avultada aplicação na telecomunicação, ecologia, biotecnologia e eletrônica. A Biotecnologia foi a que mais recebeu recursos deste programa desde a sua criação (GONÇALVES, 2002).

Em 1988 foi fundada a Sociedade Brasileira de Biotecnologia (SBBIOTEC), é uma organização sem fins lucrativos, com o objetivo de promover a biotecnologia com excelência e competência para o benefício da sociedade, teve como seu primeiro presidente o Dr. Marcos Mares Guia, fundador da BIOBRÁS – primeira empresa brasileira que produziu insulina recombinante, um valioso marco de sucesso na história da indústria brasileira, com o objetivo de unir, aprimorar e interligar com os mais variados setores da economia e da sociedade (SBBIOTEC, 2022).

No início da década de 1990 o mercado brasileiro foi aberto à concorrência estrangeira, ingressando no país muita inovação tecnológica de qualidade e preços competitivos, forçando assim as entidades a aumentarem seus esforços para inovar e construir vantagens competitivas dando início ao delineamento da biotecnologia surgindo assim várias nesse campo de atuação (BAER, 2002).

Ainda em 1990 as pesquisas em Biotecnologia avançaram no Brasil, tendo como destaque o Projeto Genoma Brasileiro que ganhou notoriedade por ter sido o primeiro do mundo a sequenciar um fito patógeno (a bactéria *Xyllela fastidios*) a que causa a doença do amarelinho em cítricos (BORGES, 2003). No final da década de 1990, o Brasil contava com 125 instituições geradoras e vinculadas à biotecnologia (GOUVEA; KASSICIEH, 2005).

Em maio de 1997 a Biotecnologia avançou ainda mais no Brasil com a pesquisa genômica e teve sua iniciativa com a FAPESP que organizou a Rede ONSA (Organização para

o Sequenciamento e Análise de Nucleotídeos). Na época a pesquisa teve início em 30 laboratórios de diversas instituições de pesquisa do Estado de São Paulo, e que até hoje é uma das avultadas pesquisas de Biotecnologia no Brasil.

No início do ano de 2000 o mercado mundial de biotecnologia já estava gerando recursos de cerca de US \$ 780 bilhões anuais e crescendo exponencialmente. Não é à toa que bilhões de dólares gastos na biotecnologia Industrial em todo o mundo, principalmente pelos países de potências como Japão, Estados Unidos e Europa, sendo que no período o Brasil ainda estava iniciando nesse novo segmento que tinha uma estimativa de US \$ 500 milhões anualmente (ENRIQUEZ, 2002).

Em maio de 2000, foi criado o Programa Inovar/MCT-FINEP, que tem como principal objetivo o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, ao considerar a escassez de capital de risco. Passou-se a promover Investimentos do Capital de Risco em pequenas e médias empresas de base tecnológica buscando conectar incubadores, centros de pesquisa, universidades, agências de fomentos federais e estaduais, prestando serviços de consultoria a entidades e gestores de fundos e estimulando a criação de negócios (FINEP; MCT, 2001).

Ainda em 2000 foi criado pelo Governo Federal, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em parceria com o CNPq e FINEP e com participação da Embrapa e Fiocruz o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos, com atuações voltadas a conservar recursos genéticos e o desenvolvimento de produtos biotecnológicos com aplicabilidade na produção industrial, na agropecuária e na saúde humana (SILVEIRA, 2004). Atualmente o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) passou a ser chamado de Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI).

No ano de 2001 foi criado o Fundo Setorial de Biotecnologia – CT-Biotecnologia por meio da Lei n. 10.332 de 19 de dezembro, tendo como objetivo incentivar e aumentar o científico e tecnológico brasileiro na área de biotecnologia e recursos genéticos, criando parcerias entre instituições de ensino e pesquisa, tecnológico e empresarial. Tendo como fonte de recursos a parcela equivalente a 7,5% da Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE). Nesse mesmo ano foi criado o Comitê Gestor do Fundo, com representantes dos ministérios da Ciência e Tecnologia, Saúde, Agricultura e Pecuária, da FINEP, do CNPq e por membros da esfera acadêmica e da indústria (GONÇALVES, 2002; SALLES-FILHO, 2002; MAGALHÃES, 2003).

Ainda no ano de 2001, já havia mais de 75 empresas de biotecnologia em operação no Brasil. Eram principalmente filhas de dois dos grandes parques industriais: BioMinas e BioRio. A Abrabi (Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia) organiza as indústrias

brasileiras de biotecnologia. Que estavam concentradas nas áreas de agronegócio, pesca agrícola, pecuária, produção de vegetais, proteção ambiental e doenças tropicais e saúde (GOUVEA; KASSICIEH, 2005).

E nesse mesmo ano de 2001, a Fundação BioMinas fez um levantamento baseado na Base de Dados Tropicais (BDT) e da Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia (ABRABI), que identificou que já existiam em torno de 304 entidades de biotecnologia atuantes no Brasil, tanto na área da saúde humana e animal, quanto no agronegócio e demais segmentos. Das 304 identificadas no levantamento, 81% delas concentravam-se no Rio de Janeiro com 9%, em Minas Gerais com 29% e em São Paulo com 42% (BIOMINAS, 2001).

Fazendo parte da rede a Associação Brasileira das Empresas de Ciências da Vida (ABCV) foi criada em novembro de 2002, lideradas pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental – CB 38 da Associação Brasileira de Normas Técnicas e tem por objetivo congrega pessoas físicas e jurídicas que se interessem pelo desenvolvimento e aplicação da técnica Avaliação do Ciclo de Vida, na execução direta de projeto, programas ou planos de ação, doação de recursos físicos, humanos e financeiros, ou prestação de serviços intermediários de apoio a outras organizações sem fins lucrativos e órgãos públicos para atuação em diversos ramos (ABCV, 2022).

Em 2002 foi criado o Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) no Distrito Industrial da cidade de Manaus no Estado do Amazonas, considerada uma das criações mais relevantes para a região, por meio do Ministério do Meio Ambiente, com o objetivo de ser a mais avançada e inovadora Instituição de Pesquisa e Desenvolvimento para o aproveitamento da estrutura industrial da ZFM, para o estabelecimento de bioindústrias (BARBOSA, 2000).

Em 2007, o Brasil para melhorar a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia criou o Comitê Nacional de Biotecnologia, a qual foi instituída pelo Decreto Nº 6.041 de 08/02/2007, Art. 01:

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso VI, alínea “a”, da Constituição. DECRETA: Art. 1º Fica instituída a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, na forma do Anexo a este Decreto, que tem por objetivo o estabelecimento de ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, o estímulo à maior eficiência da estrutura produtiva nacional, o aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras, a absorção de tecnologias, a geração de negócios e a expansão das exportações (BRASIL, 2007, p. 01).

Em 2011 a Associação Brasileira de Biotecnologia fez um levantamento de organizações no seguimento que constatou 237, das quais 80% são formadas de micro e pequenas empresas. Nesse levantamento constatou-se que 75%, tem suas pesquisas voltadas apenas para o mercado interno. Em que 86% delas importam seus equipamentos, insumos e serviços, e 70% se mantem apenas com o repasse do governo, cerca de R\$ 10 bilhões (EACH, 2022).

No ano de 2014, o Brasil representava um dos grandes mercados de produtos de saúde da América Latina com US\$ 26.2 bilhões, de acordo com o cenário do mercado Brasileiro. Embora as políticas industriais estejam privilegiando o segmento de Biotecnologia no ramo da saúde, ainda são poucos os avanços no país (EACH, 2022).

Em 2021, foi criada a iniciativa Brasil-Biotec através da Portaria nº 4.488/2021, que tem como objetivo a promoção da ciência, inovação e do desenvolvimento econômico e social através da elaboração de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I) (SCHERER; VIDEIRA, 2021).

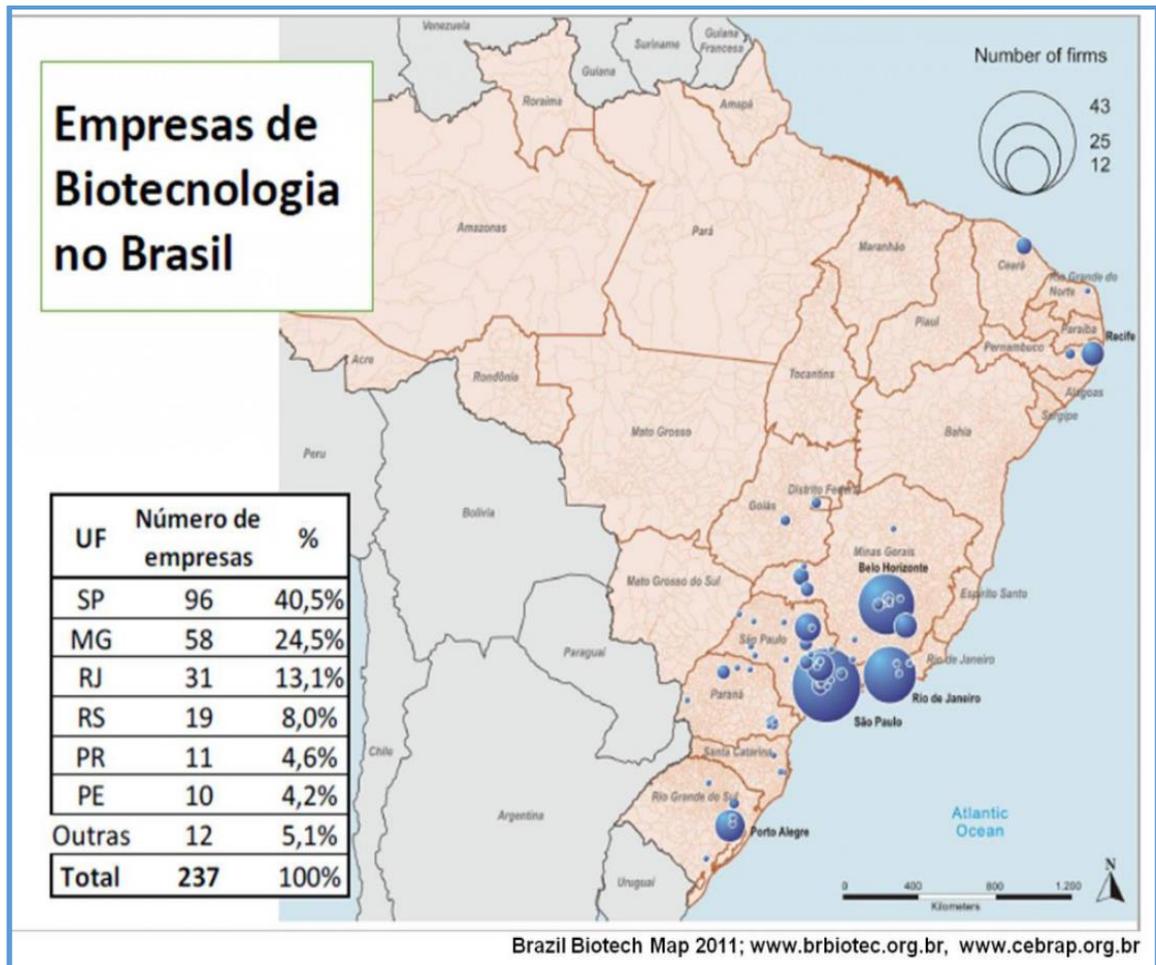
Também fazendo parte da rede a Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial (ABBI) é uma organização civil, sem fins lucrativos, apartidária, e de abrangência nacional que acredita no Brasil como potencial líder da bioeconomia avançada global. A ABBI representa empresas e instituições que investem em tecnologias inovadoras, baseadas em recursos biológicos e renováveis para criar produtos ou modelos de negócios gerando benefícios sociais e ambientais coletivos (ABBI, 2022).

Assim como a Sociedade de Bioenergia (BIOEN FAPESP), o Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN) tem como objetivo fomentar e encadear atividades de pesquisa e desenvolvimento servindo-se de laboratórios acadêmicos e industriais para promover o avanço do conhecimento e sua aplicação em áreas relacionadas à produção do Bioenergia no Brasil (BIOENFAPESP, 2022).

Fazem parte também as redes governamentais tais como o Comitê Nacional de Biotecnologia (CNB), a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (STI/MDIC), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(INPI), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o Conselho Nacional de Saúde (CNS), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) (EACH, 2022).

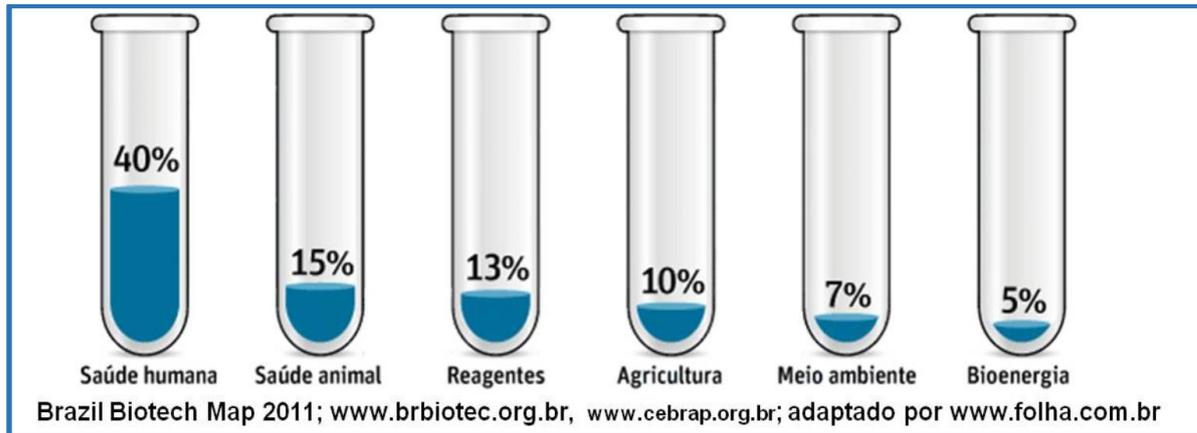
Figura 03- Mapa das Empresas de Biotecnologia no Brasil em 2011



Fonte: Each, 2022.

De acordo com Each (2022), na Figura 03, com base nos dados da feira de Biotecnologia realizada em 2011, a BIO 2011, a maior feira de biotecnologia do mundo, que aconteceu em junho, em Washington (EUA). Observa-se que São Paulo é onde mais se concentra empresas de biotecnologia 40,5%, seguida de Minas Gerais com 24,5% e ficando em terceiro Rio de Janeiro com 13,1%, o Rio Grande do Sul em quarto com 19, Paraná em quinto com 11, Pernambuco em sexto com 10, nesse levantamento o Amazonas não aparece. Apresentando também atuação das empresas de biotecnologia, conforme Figura 04.

Figura 04 - Atuação das empresas de biotecnologia no Brasil em 2011

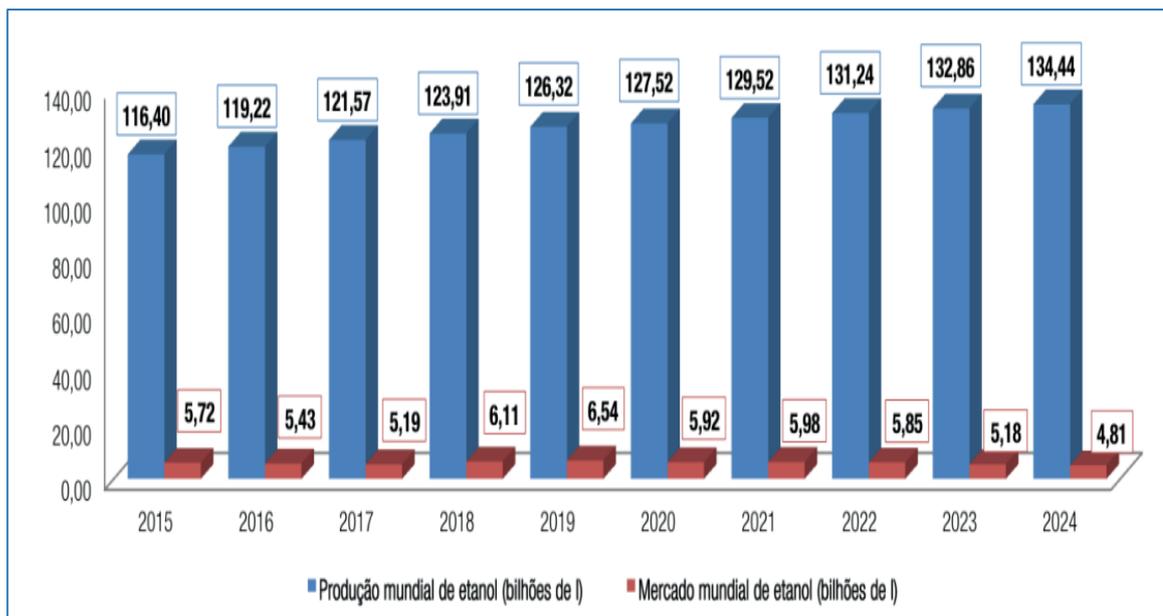


Fonte: Each (2022).

Sobre a área de atuação Figura 04, 40% das empresas de Biotecnologia concentram-se na saúde humana, 15% saúde animal, 13% reagentes, 10% agricultura, 7% meio ambiente e 5% bioenergia e os 10% restante em outros seguimentos diversas (EACH, 2022).

Brasil ficou em 12º lugar em número de empresas *biotech* no mundo (OECD, 2015). E que em 2030 a Biotecnologia Industrial será responsável por 39% do valor económico gerado pela Biotecnologia (P-BIO, 2022). A OECD (2015) fez uma estimativa da produção e mercado mundial de etano até 2024, conforme Figura 05.

Figura 05 - Estimativa da produção e mercado mundial de etanol até 2024



Fonte: Avellar (p. 03, 2015).

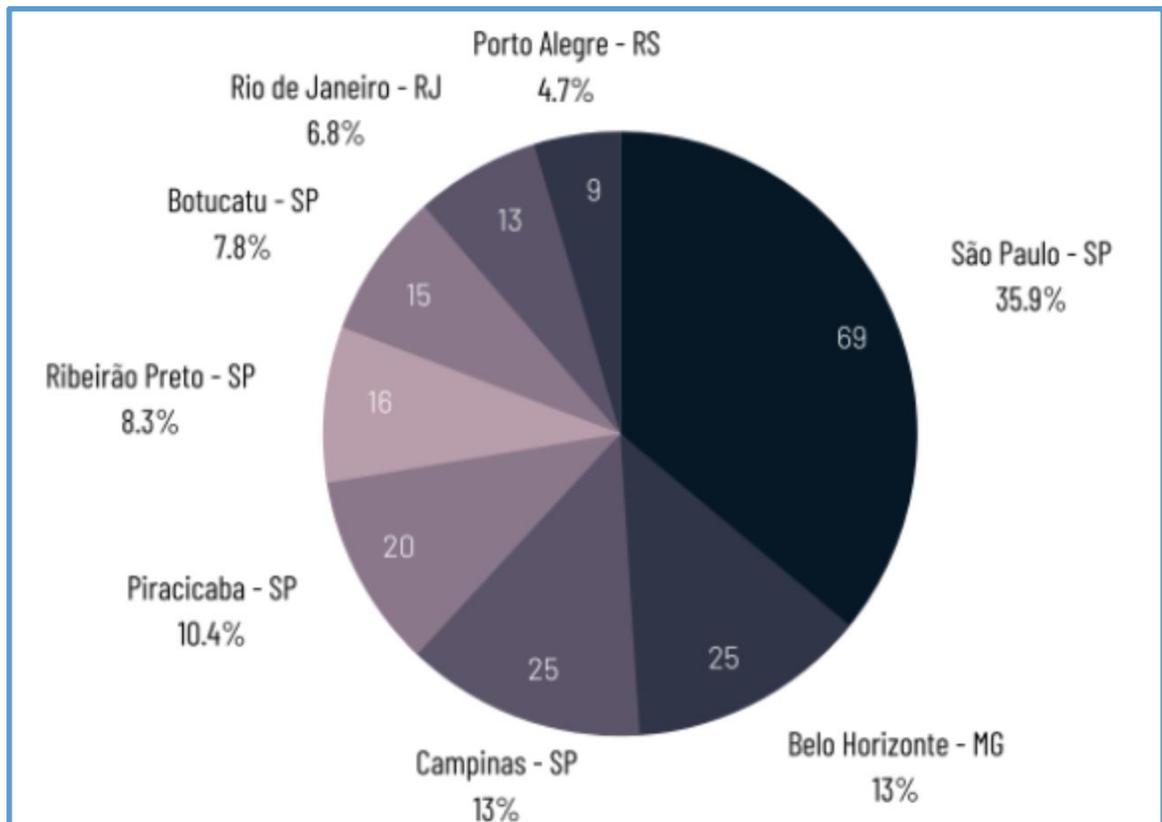
Conforme a Figura 05, observa-se uma projeção para o mercado de biocombustíveis sobre a produção de etanol, com estimativa de gerar em torno de 173 bilhões de litros até 2024, prospectando um aumento de 17% em relação ao ano de 2015, tendo o Brasil como responsável por cerca de 31% da fabricação e 29% do consumo mundial (OECD, 2015).

A Sociedade Brasileira de Biotecnologia, em dezembro de 2017, realizou um levantamento do total de indústrias de biotecnologia no País, apontando a existência de 736 delas espalhadas em múltiplas regiões, sendo que não consta nessa estatística o Estado do Amazonas. São muitos os fatores que trazem a importância de pesquisas que possam criar novas compreensões e contribuir para o avanço de novas estruturas nas indústrias, por meio da biotecnologia no Estado, considerando-se que no começo do século XX, 40% da produção de manufatura dos países mais avançados da época, já utilizavam itens da natureza biológica (EIC, 2020).

Tornando-se uma esferas da bioeconomia com uma estimativa de participação do PIB anual do País e muitas potencialidades mundiais. A Associação Brasileira de Bioinovação (ABBI) projetou o potencial de crescimento para os próximos 20 anos, com o intuito de sanar a falta de dados nesse categoria. Informando que o mesmo, deverá integrar aproximadamente US\$ 53 bilhões anuais à economia brasileira, em que US\$ 20 bilhões deverão ser investidos em 120 plantas para fabricação de etanol de segunda geração e US\$ 33 bilhões em bioprodutos derivados da celulose. Para que isso aconteça a esfera produtiva irá precisar investir aproximadamente US\$ 132 bilhões ao longo dos próximos 20 anos para aperfeiçoamento de normas e do sistema de inovação. Pode-se citar o exemplo da União Europeia, que tem uma movimentação 2,3 trilhões de Euros no setor de Bioeconomia em que a Biotecnologia está inclusa, quase o PIB da França, que é a 7ª economia do mundo e que emprega 18 milhões de pessoas (CNI, 2020).

Em março de 2021, o Profissão Biotec fez um levantamento de empresas de biotecnologia no Brasil estando apoiado pela Eppendorf e DiBlasi, Parente & Associados: Mapa Biotec, fez um levantamento que traz dados de junho de 2021 conforme demonstrado na Figura 06 (SCHERER; VIDEIRA, 2021).

Figura 06- levantamento de empresas de biotecnologia no Brasil em 2021



Fonte: SCHERER; VIDEIRA, 2021.

Conforme observado na Figura 06 traz as 7 primeiras cidades que mais possuem empresas de biotecnologia no país que são: São Paulo/SP com 69, Belo Horizonte/MG com 25, Campinas/SP com 25, Piracicaba/SP com 20, Ribeirão Preto/SP com 16, Botucatu/SP com 15, Rio de Janeiro/RJ com 13 e Porto Alegre/RS com 9.

Os avanços mundiais da biotecnologia nos últimos anos foram valiosos para seu crescimento. No Brasil um dos maiores potenciais mercadológicos é a fabricação de biocombustível. Conta atualmente com 361 usinas supra energéticas, que teve em 2020 um processamento acima de 660 milhões de toneladas de cana de açúcar e gerou uma produção em torno de 34 bilhões de litros de etanol, fazendo com que o país se tornasse o grande produtor do mundo nesse âmbito. O Brasil também produz biocombustível a partir do milho, com um processamento em 2020 de 2,4 bilhões de litros, um aumento de 84% com relação ao ano anterior. “Dados da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), aponta a vocação brasileira para a geração de energias renováveis”. Vale destacar que os biocombustíveis tem um potencial para competir com os combustíveis fósseis (BRASIL, 2021).

Ainda contribuindo para o avanço da biotecnologia no Brasil o Grupo Centroflora de São Paulo desenvolveu uma plataforma que reúne uma biblioteca inédita de produtos naturais

com extratos da flora de quatro biomas brasileiros: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Só na Floresta Amazônica, são 40 mil espécies identificadas. Na Mata Atlântica, são 20 mil; no Cerrado, 11 mil; e na Caatinga, 923 espécies. A organização produz extratos botânicos, óleos essenciais e ativos isolados para a indústria farmacêutica (ANI, 2022).

Em 2021 foi feito um levantamento pela Confederação Nacional da Indústria que destacou a importância das empresas para o desenvolvimento econômico do País. Esse levantamento traz que as principais características do setor industrial do Distrito Federal e dos 26 Estados, para cada R\$ 1 produzido, são gerados R\$ 2,43 adicionais na economia, que representam 20,4% de todas as riquezas produzidas no Brasil. Em que as indústrias são responsáveis por 33% do pagamento dos tributos federais e 31,2% da arrecadação previdenciária, além de 69,2% das exportações brasileiras de bens e serviços (BRASIL, 2021).

Nos últimos anos, o Brasil tem feito avanços significantes na produção científica e na formação de especialistas para atuação na área de Biotecnologia. Entretanto, um dos problemas está na carência de pesquisadores aptos a atuar no ramo, identificando uma desconexão entre os avanços em ciência e tecnologia e a inovação nos órgãos privados de Biotecnologia (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2017).

Esse avanço é voltado principalmente para o desenvolvimento, atualmente as pesquisas Biotecnológicas tem integrado a base produtiva de múltiplos setores da economia brasileira, atingindo um PIB nacional de aproximadamente 3% (BRASIL, MCTI, 2021).

1.4 A biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas

O Estado do Amazonas é a região do planeta com a colossal biodiversidade do mundo, tendo uma estimativa em torno de 60 mil espécies de plantas superiores, sem contar com as quais ainda faltam fazer a prospecção botânica e econômica, 300 espécies de mamíferos já foram catalogadas, 2.000 espécies de peixes já são conhecidas, 2,5 milhões de espécies de artrópodes prospectados, aconteceram descobertas dezenas de milhões de espécies de microrganismos. Mostrando assim, ser possuidora de imensas diversidades de recursos naturais com capacidade de tornar as matérias-primas fabril ilimitadas. São várias as diversidades da fauna e flora existentes, entretanto, poucas espécies têm uso tradicional e comercializada economicamente (MATIAS; PIMENTEL, 2005).

O Amazonas é um dos estados com uma imensa potencialidade de aproveitamento dos recursos naturais retirado da biodiversidade para o desenvolvimento da biotecnologia Industrial. Sendo que a indústria vem se desenvolvendo desde o ciclo da borracha de 1840 a

1910. Passando pela batalha da borracha de 1940 a 1945 podendo ser chamado de segundo ciclo, após vieram as indústrias para substituição das importações de 1966 a 1970 com a implantação da Zona Franca de Manaus (ZFM) em 1967. A pecuária incentivada e a colonização na década de 70, o extrativismo mineral e madeireiro nas décadas de 80 e 90, além das instituições regionais de pesquisa, que já trabalham nessa área (LIMA; SCHOR, 2010).

Em dezembro de 1997, foi estabelecido, o Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Amazônia (PROBEM/Amazônia). E até hoje se discute um novo potencial para o crescimento da Amazônia, dentro da imensidão da sua biodiversidade e os recursos que poderão proporcionar com o uso da biotecnologia Industrial (BARBOSA, 2000).

A localidade Amazônica supera as demais regiões do Brasil e possui uma enorme quantidade de genes raros do mundo (SIJBESMA; SCHEPERS, 2003). Na biotecnologia, os genes são agentes de alto valor agregado e já explorado em diversos países do mundo. No Brasil se desenvolve de forma lenta e no Amazonas apesar da imensa potencialidade é pouco explorada pelas indústrias (CAPELLI, 2000).

Algumas indústrias já atuam em atividades sustentáveis tais como: empresas de extração de vegetais para concentrados para fabricação de bebidas; as indústrias de móveis, serrarias objetos de madeira, aglomerados, laminados e casas pré-fabricadas. Atuam nesse âmbito de extração de óleos fixos de origem vegetal tais como: os de buriti e copaíba, que são utilizados pelas indústrias de fitoterápicos e fitocosméticos; óleos essenciais tais como o pau-rosa que é indispensável para as indústrias de perfumaria e fragrâncias; óleos fixos de origem animal tais como o óleo de peixe que é utilizado como fontes vitamínicas pela indústria de complementos alimentícios. Outra esfera de valor é a produção de biomassa pela indústria de biofertilizantes e de energia com a queima em caldeiras, barras para lareiras (BARBOSA, 2000).

Sendo voltada para o aproveitamento dos recursos naturais da biodiversidade local dos diversos tipos de óleos tanto animal quanto de origem vegetal e produtos madeireiros e não-madeireiros. Entretanto, são necessárias políticas públicas adequadas para o desenvolvimento socioeconômico regional sustentável, de forma que o Polo Industrial de Manaus (PIM) possa produzir com matéria-prima extraído da localidade (MATIAS; PIMENTEL, 2005).

De acordo com a pesquisa realizada pela OECD, estima-se que até 2030 a biotecnologia terá contribuído com US\$ 1 trilhão/ano para o Estado do Amazonas, tendo sua distribuição na produção primária (US\$ 380 bilhões/ano), de saúde (US\$ 260 bilhões/ano) e industrial (US\$ 420 bilhões). A exemplo nos Estados Unidos da América a indústria *biobased* teve uma geração de emprego em torno de 4 milhões.

Buscar, gerar riquezas para o Estado de maneira sustentável aproveitando os recursos da floresta Amazônica é um dos desafios do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) e das Universidades.

Recentemente o Ministério da Economia publicou a Portaria 2.287/2022, autorizando a publicação das atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação voltados a negócios na área de bioeconomia do Centro de Biotecnologia da Amazônia, da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa).

Uma das barreiras para alcançar esse objetivo está na baixa quantidade de empresas secundária que usam os bioinsumos na sua produção. São bastantes problemas a serem enfrentados, tais como a precariedade nos transportes, dificuldade logística no fornecimento de matérias-primas por parte dos fornecedores e a falta de regularização fundiária que atravança a captação de recursos (ALVES, 2017).

1.5 A Biotecnologia Industrial e seus processos de produção

Biotecnologia Branca é um termo usado no âmbito produtivo, mais conhecido no Brasil como “Biotecnologia industrial” e suas principais ferramentas são os Biocatalisadores (enzimas e microrganismos), considerado como um dos principais impulsos tecnológicos para o crescimento da bioeconomia. De forma que os biocatalisadores já estão presentes nas indústrias químicas e de alimentos, e também é utilizado para a fabricação de produtos tais como antibióticos, polpa de papel, pão ou polímeros avançados (LIMA; MOTA, 2003). Gera novos produtos através de micro-organismos ou enzimas de melhor performance (FERNANDES, 2018). Serve para produzir produtos úteis a uma ampla gama de setores industriais, incluindo produtos químicos, farmacêuticos, de nutrição humana e animal, pasta e papel, têxteis, energia, materiais e polímeros, consumindo matérias-primas renováveis (LIMA, 2019).

Tornando-se o produto da combinação de desenvolvimentos tecnológicos nas áreas de biologia celular e biologia molecular, aliados ao crescimento no setor químico e microeletrônico que promete mudar a natureza produtiva e a capacidade de modificar a matéria (GOUVEIA, 2004). As combinações da biotecnologia Industrial com os processos de produção ganharam forças em 1993 com a descobertas de novas enzimas, além de terem aprimorados as já existentes, aplicando técnicas de evolução dirigida, premiada pelo prêmio Nobel de Química de 2018, o prêmio láurea foi concedida a três cientistas na época (TEIXEIRA; MILAGRE, 2020).

Conceituada no mundo como um termo usado para descrever a implementação no meio industrial, em que os Biocatalisadores (enzimas e microrganismos) são suas principais ferramentas tecnológicas, estando presentes em setores como a química e agroalimentar e são utilizadas nas diversas fabricações de produtos tais como polpa de papel, antibióticos e polímeros avançados. De forma global está se tornando um novo marco para a produção do futuro, e são amplas as gamas de atividades que já estão sofrendo impactos significativos proveniente desse novos territórios. Olhando pela ótica regional, o ecossistema amazônico acaba se tornando de grande importância para essa evolução, pelas diversidades e quantidades de riquezas genéticas, e com um potencial de genes que podem entrar no patenteamento da bioindústria e do desenvolvimento da região (MATIAS; PIMENTEL, 2005; HEUX, 2015)

Seus avanço tem proporcionado novas técnicas e estratégias para a ampliação de bioprocessamento na produção industrial (ALCALDE et al., 2006; FENG et al., 2010). Nos últimos anos a biotecnologia Industrial tem desenvolvido aplicações de enzimas, extratos celulares ou microrganismos inteiros na manufatura que levam à elaboração de uma ampla variedade de produtos, como combustíveis, ingredientes alimentícios, compostos químicos (SENAI, 2009).

E tem ganhado enfoque por ter sido referenciada como a bioindústria do futuro, por estar transformando recursos naturais em produtos comerciais, desencadeando uma nova revolução tecnológica, aumentando a produtividade e mudando paradigmas de negócios tendo os mercados de grande crescimento as indústrias farmacêutica, agrícola e de remediação ambiental (OLIVER, 2003).

Com métodos inovadores a biotecnologia retira as matérias-primas da própria natureza sem causar degradação ou diminuição dos recursos naturais, com aprimoradas soluções para os numerosos tipos de problemas enfrentados pelas indústrias. Propondo substituir as tecnologias poluentes por outras mais limpas e ecologicamente corretas. Alguns exemplos são o bioetanol, o reaproveitamento de lixo orgânico na geração de biogás, a obtenção de enzimas industriais sem explorar a natureza (LOVELL, 2017; ZABANIOTOU, 2018; ESTEVES, 2018).

A Biotecnologia Industrial e as técnicas agrícolas recentes podem ser usadas em todas as etapas para gerenciar o meio ambiente. Os plásticos substituíram rapidamente a madeira e os metais em muitos itens de consumo, edifícios e móveis. Regulamentações ambientais mais rígidas e a massa crescente de produtos sintéticos não degradáveis em aterros sanitários tornaram os produtos biodegradáveis novamente no foco das indústrias (KAUR; VERMA, 2017).

Tendo avançado em larga proporção, por contribuir com a diminuição do uso de matérias-primas fósseis e recursos naturais, considerada uma tecnologia de muita importância para a criação de soluções sustentáveis, colaborando com a solução para os desafios globais, tornando um marco no avanço biotecnológico. Nos últimos anos inúmeros países tem gastado bilhões de dólares em pesquisas nesse campo, com uma crescente busca por nova técnica que tem causado mudanças significativas nas áreas de engenharia enzimática, genética microbiana, cultura de tecidos e atuação da fermentação, proporcionando um melhor aproveitamento quantitativo e qualitativo dos recursos naturais. A exemplo desse avanço, tem-se o aproveitamento da biomassa na geração de energia, produtos químicos industriais e proteínas, citando o crescimento na extração de lixiviação de metais e petróleo através da utilização de microorganismos (HANSEN, 2017).

Pautada na busca de soluções bioeconômicas no setor de energia, química, bioplástico e farmacêuticos, iniciando novos caminhos e padrões para a produção em massa. É nesse momento que as pesquisas devem avançar, de forma que possam contribuir em todos os campos da ciência, principalmente das entidades que buscam uma economia sustentável, haja vista que é uma preocupação mundial. E deve ser com essa preocupação que as políticas públicas e iniciativas dos variados segmentos (DIAS, 2017).

Embora o termo “Biotecnologia Industrial” seja uma invenção linguística recente, o uso de enzimas e microrganismos para a criação de itens essenciais como alimentos e materiais tem uma longa história, datando em alguns casos em milhares de anos (MCGOVERN et al., 2004). Na contemporaneidade já havia o interesse por parte das organizações de promover o desenvolvimento desse conceito. Fato que já era visto na década de 1980, em que várias instituições haviam manifestado tal interesse como o aproveitamento sustentável de seus recursos naturais (KATE; LAIRD, 2000).

Fazendo substituição da matéria-prima fósseis por outras que tem como base os materiais biológicos ou renováveis, são muitas as vantagens que a biotecnologia Industrial pode trazer tais como economia de energia, água e resíduos, redução no impacto ambiental, recursos renováveis, menores custos de investimento, e operacionais, eficiência tecnológica, vantagens econômicas através do bionegócio, sustentabilidade, entre outras (GARCÍA, 2004).

A aplicabilidade da biotecnologia nas áreas da agricultura, indústria, saúde, pecuária e meio ambiente, tem proporcionado novas descobertas que utilizam as técnicas de DNA para a criação de métodos de cultivo de tecidos e células, além da produção de transgênicos, enzimas, fármacos, vacinas hormônios e produtos químicos bioconvertidos (COUTOULY, 2000).

São muitos os avanços biotecnológicos tais como o uso de enzimas e microrganismos, por meio de técnicas ômicas, engenharia proteílica, *in silico*, engenharia metabólica, assim como no pós-tratamento de bioprocessamento, fenômenos de superfície, cromatografia e membranas, nas mistura, na fluidização, na separação *in situ* e processamentos acoplados, assim como na instrumentação e controle. Estando atuando desde a antiguidade até os dias de hoje em diversas áreas da manufatura, assim como variados tipos de manufatura em larga escala, trazendo uma enorme importância para o avanço industrial e tecnológico, além da questão ambiental e social. (DÍAZ, 2012). E é através desse norteamento que Rendueles e Díaz (2014) destacam alguns agentes biológicos que a biotecnologia Industrial já utilizam na manufatura, são:

Quadro 02- Agentes biológicos que a biotecnologia Industrial já utilizam na manufatura

Nº	Tipo de Produção	Atividade Produtiva
01	Bebidas alcoólicas	É uma produção milenar resultado da fermentação. A cerveja que é feita pela fermentação alcoólica e substratos empregando a cevada germinada, o lúpulo, a água e leveduras do gênero <i>Saccharomyces</i> . O Vinho que é feito através da fermentação por leveduras do gênero <i>Saccharomyces</i> do suco de uva. A cidra é feita pela fermentação do mosto de maçã por leveduras do mesmo gênero: <i>Saccharomyces</i> .
02	Ácidos orgânicos	são produtos originários das bebidas (cerveja, vinho, cidra) que utiliza bactérias acéticas (<i>Acetobacter</i> ou <i>Glucobacter</i>) para a fabricação do Vinagre, a qual exige o aporte de uma enorme quantidades de oxigênio que é introduzido por aeração.
03	Ácido láctico	É obtido a partir da lactose extraído por meio de fermentação com diversos tipos de <i>Lactobacillus</i> .
04	Ácido cítrico	Hoje é uma área de desenvolvimento nas indústrias alimentícias e farmacológicas. É obtido pela fermentação do melão ou extração dos frutos em bandejas ou em profundidade no período de até 7 dias, e utiliza os fungos <i>Aspergillus niger</i> ou <i>Candida guilliermondii</i> , que podem ser usados como conservante natural e antioxidante para conservas, vegetais, doces, gomas. Tem também o ácido glucônico de cola fermentado com <i>A. niger</i> . E o ácido lobiônico feito a partir de soro de leite com <i>Pseudomonas taetrolens</i> como inóculo.
05	Gorduras e óleos	Produzidos a partir da extração direto de produtos naturais, não é comum a obtenção pela fermentação, utilizando o melão ou soro de leite como substratos, através de uma regulação das relações C / N e C / P que devem ser altas e o PH ácido e condições aeróbias. Já o ácido γ -linolênico é obtido pela fermentação dos substratos com fungos do gênero <i>Mucor</i> .
06	Polissacarídeos	Que podem ser usados em xaropes, sorvetes e geléias, são produzidos em processos mesofílicos e aeróbicos. Dextran é um polissacarídeo microbiológico biodegradável em humanos, não é tóxico e não provoca reações no organismo. Já a Goma Xantana é um

		polissacarídeo produzido naturalmente através da fermentação da bactéria <i>Xanthomonas campestris</i> .		
07	Proteína unicelular	É produzida manuseando microorganismos que usa um número elevado de substratos e leveduras para a fabricação de fermento que é utilizado no refrigerante para remover o amargor, sendo lavado com ácido fosfórico. As <i>Saccharomyces cerevisiae</i> que são usadas em reatores contínuos que permitem aeração e agitação ideais, evitando a fabricação de álcool. As bactérias <i>Methylophilus</i> , <i>Methylomonas</i> e actinomicetos são usadas como substrato e utilizam os resíduos agrícolas e silvicultura. Já nas fazendas de cogumelos em pasta ou composto sintético são utilizados os bolores e fungos superiores. E para a produção de algas através do crescimento autotroficamente (com 700 nm de luz e CO ₂) ou heterotrófico (com carbono orgânico e energia).		
08	Inóculos starters ou	São produzidos para serem usados como biocatalisadores em bioprocessos, usados nas indústrias de alimentos principalmente nos de carne para a fabricação de enchidos curados. O <i>Pediococcus cerevisiae</i> ou <i>Micrococcus</i> que reduz o nitrato a nitrito que é um conservante. Nos laticínios produzindo <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Streptococcus cremoris</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> para a produção de queijos e iogurtes. Na panificação são utilizados fermentos para fabricação de pão, <i>S. Cerevisiae</i> e Leveduras que também são usadas para fermentações alcoólicas, para a produção de cerveja- <i>S. cerevisiae</i> ou <i>Saccharomyces carlsbergensis</i> .		
09	Enzimas	<p>São proteínas que atuam como catalisadores para as reações químicas de sistemas biológicos. O uso de enzimas é difundido nos processamentos. O custo do biocatalisador (a enzima) representa uma porcentagem significativa do custo total dos processos. Hoje existem cerca de 400 enzimas de interesse industrial, que já são utilizadas para a produção de alimentos há milhares de anos. As enzimas podem ser:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Extracelular: que são produzidas na parte externa de membranas celulares tais como as <i>Proteases de Bacillus subtilis</i> que hidrolisam as proteínas usadas para amaciar carnes ou hidrolisar material de gelatina fina. As amilases degradantes de amido, α-amilases ou amil <i>glucosidases</i> obtidas de <i>A. Niger</i> são utilizadas para produzir açúcares fermentáveis em farinha ou bebidas álcool ou farinha. As <i>Hemicelulases</i> tais como <i>pectinases</i> também obtidas de <i>A. niger</i> são usadas para o extração de sucos de frutas. A <i>Tri choderma reesei</i> são celulases que quebram células e também é usada na indústria alimentícia. As lipases são obtidas principalmente de leveduras e fungos e são utilizadas em detergentes, alimentos, biodiesel. Agentes biológicos usados na produção alimentícia são os dextranases e as tactases.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Intracelulares: São agentes biológicos, para cuja obtenção é necessário inativar o microrganismo através da quebra. Entre elas estão a: <i>Glucosaisomerase</i> usada para produzir frutose em xaropes. Lactases de várias espécies de <i>Saccharomyces e Bacillus</i>.</p> </td> </tr> </table>	<p>Extracelular: que são produzidas na parte externa de membranas celulares tais como as <i>Proteases de Bacillus subtilis</i> que hidrolisam as proteínas usadas para amaciar carnes ou hidrolisar material de gelatina fina. As amilases degradantes de amido, α-amilases ou amil <i>glucosidases</i> obtidas de <i>A. Niger</i> são utilizadas para produzir açúcares fermentáveis em farinha ou bebidas álcool ou farinha. As <i>Hemicelulases</i> tais como <i>pectinases</i> também obtidas de <i>A. niger</i> são usadas para o extração de sucos de frutas. A <i>Tri choderma reesei</i> são celulases que quebram células e também é usada na indústria alimentícia. As lipases são obtidas principalmente de leveduras e fungos e são utilizadas em detergentes, alimentos, biodiesel. Agentes biológicos usados na produção alimentícia são os dextranases e as tactases.</p>	<p>Intracelulares: São agentes biológicos, para cuja obtenção é necessário inativar o microrganismo através da quebra. Entre elas estão a: <i>Glucosaisomerase</i> usada para produzir frutose em xaropes. Lactases de várias espécies de <i>Saccharomyces e Bacillus</i>.</p>
<p>Extracelular: que são produzidas na parte externa de membranas celulares tais como as <i>Proteases de Bacillus subtilis</i> que hidrolisam as proteínas usadas para amaciar carnes ou hidrolisar material de gelatina fina. As amilases degradantes de amido, α-amilases ou amil <i>glucosidases</i> obtidas de <i>A. Niger</i> são utilizadas para produzir açúcares fermentáveis em farinha ou bebidas álcool ou farinha. As <i>Hemicelulases</i> tais como <i>pectinases</i> também obtidas de <i>A. niger</i> são usadas para o extração de sucos de frutas. A <i>Tri choderma reesei</i> são celulases que quebram células e também é usada na indústria alimentícia. As lipases são obtidas principalmente de leveduras e fungos e são utilizadas em detergentes, alimentos, biodiesel. Agentes biológicos usados na produção alimentícia são os dextranases e as tactases.</p>	<p>Intracelulares: São agentes biológicos, para cuja obtenção é necessário inativar o microrganismo através da quebra. Entre elas estão a: <i>Glucosaisomerase</i> usada para produzir frutose em xaropes. Lactases de várias espécies de <i>Saccharomyces e Bacillus</i>.</p>			

Fonte: adaptado Rendueles e Díaz (2014)

1.5.1 Produção de enzimas

Outro segmento que a biotecnologia Industrial tem atuação são indústrias químicas que vem crescendo cada vez mais nos últimos anos. Sánchez (2007) cita alguns processos tais como:

Quadro 03- Atuação da biotecnologia Industrial nos processos das indústrias químicas

Nº	Produto	Característica
01	Produtos químicos	Bioetanol é extraído das matérias-primas tais como a beterraba, cana-de-açúcar, amido de milho. Acetona e butanol são obtidos a partir de amidos operando <i>Clostridium acetobutylicum</i> , com aplicação em detergentes. Butanodiol que pode ser obtido a partir de <i>hexoses</i> e <i>pentosas</i> , por meio da <i>Klebsiella oxytoca</i> . Bioplásticos que são obtidos a partir de vários materiais renováveis e biodegradáveis.
02	Produtos alimentícios	Aminoácidos tais como a <i>glicina</i> , <i>L-cisteína</i> e <i>L-cistina</i> que são obtidos por fermentação, já os <i>L-asparagina</i> , <i>L-leucina</i> , <i>L-tirosina</i> que são obtidos por purificação de hidrolisados de proteínas, ambos são usados como nutrientes e aromatizantes em alimentos. Aditivos de sabor os <i>Nucleosídeos L-lisina</i> , um aminoácido essencial podem ser obtidos por <i>Corynebacterium glutamicum de oxala cetato</i> do ciclo do ácido cítrico, via <i>L-aspartato</i> com <i>aspartato quinase</i> , <i>Metionina</i> e <i>L-treonina</i> . Vitaminas são obtidas por fermentação aeróbia com levedura <i>Ashbya gossypii</i> e lipídios como fonte de energia. Os Carotenóides são obtidos fermentativamente a partir de <i>Blakeslea trispora</i> com meios viscosos e complexos, exigindo a adição de antioxidantes e a recuperação de caroteno, extraíndo o micélio de cogumelos com óleos refinados e são pigmentos naturais precursores da vitamina A, que só podem ser sintetizados por plantas e microrganismos. Adoçante aspartame, é um éster metílico de dois aminoácidos, <i>L-aspartato</i> e <i>L-fenilalanina</i> , que são produzidos enzimaticamente ou por bactérias.
03	Saúde	Antibióticos que são compostos gerados por microorganismos, que têm a capacidade de inibir crescer ou destruir microorganismos. Bioinseticidas produtos de fermentação de <i>Bacillus thuringiensis</i> são usados contra lagartas ou mosquitos. Fitormônios o ácido giberélico, <i>gibberelinas</i> , são obtidos por fermentação com <i>Fusarium moniliforme</i> em fermentadores submersos e são produtos de muita importância no desenvolvimento e crescimento das plantas. Para a produção de esteróides existem muitas transformações microbianas da progesterona. Os hormônios esteróides como a cortisona podem ser obtidos quimicamente a partir da bile bovina em muitas etapas, mas também é obtido por <i>hidroxilação microbiana</i> com <i>Rhizopus arrhizus</i> aproveitando resíduos de soja como nutriente.

Fonte: adaptado de Sánchez (2007).

1.6 A contribuição da biotecnologia Industrial para o desenvolvimento do Estado do Amazonas

O Estado do Amazonas possui um dos extenso ecossistema do mundo. O desenvolvimento sustentável foi se consolidando decorrente de transformações no comportamento da sociedade, tendo como parâmetro a percepção de que o uso incorreto dos recursos naturais representa o risco de extinção da humanidade, obrigando a uma mudança necessária para a preservação da própria existência do homem, podendo ser chamada de “Revolução Ambiental”. A sustentabilidade se tornou uma forma de diminuir os impactos negativos da Revolução Industrial, averiguando-se que a tecnologia, atrelada a ciência dentro dos conceitos de Biotecnologia Industrial, pode ser uma forte aliada para o desenvolvimento do Estado e ao mesmo tempo criar uma conscientização ambiental (ALVES, 2017).

Com o intuito de estimular o empreendedorismo biotecnológico no Norte do País, o Conselho de Administração da Suframa (CAS) regulamentou, em 2021, a Resolução nº 2 que estabelece os critérios que levam ao acesso aos incentivos fiscais previstos no Decreto-Lei nº 1.435/1975, aumentando as possibilidades de industrialização de matéria-prima de origem na localidade para toda a Amazônia Ocidental. Em súmula, essa Resolução traça diretrizes que orientam as empresas a utilizarem a matéria-prima regional de forma absoluta na produção, de que forma pode ser usada, e quando o insumo local pode ser misturado com diversos insumos durante a fabricação, tendo ainda a utilização por importância (ANCHIETA, 2021).

Realizou-se um levantamento entre o período 2010-2016, sobre as patentes de biotecnologia, que tem como resultado 1.583 registros analisados, a região Norte encontra-se em último lugar, com apenas 30, que só demonstra uma desigualdade regional. O índice de produtos de biotecnologias gerados por patente no Brasil é pequeno comparado com demais países, em biotecnologia que a média gira em torno de 6% a 7% enquanto que no Brasil é de 3,5% a 4%, além da falta de existência de um banco brasileiro para o depósito obrigatório do material biológico pertencente a esses registros. De acordo com o Tratado de Budapeste, tem a reclamação por parte dos pesquisadores com relação a demora no patenteamento que varia de 8 a 10 anos e mais os custos. Outra dificuldade para avanço da biotecnologia são os entraves burocráticos do licenciamento para o uso de recursos genéticos (ADEODATO, 2020).

O modelo atual da Zona Franca de Manaus pode ser descrito como consequência de mudanças após o ano 2002, com a entrada em vigor da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) aprofundando a Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), cujo objetivo é o de proporcionar mais eficiência produtiva e capacidade de inovação das empresas

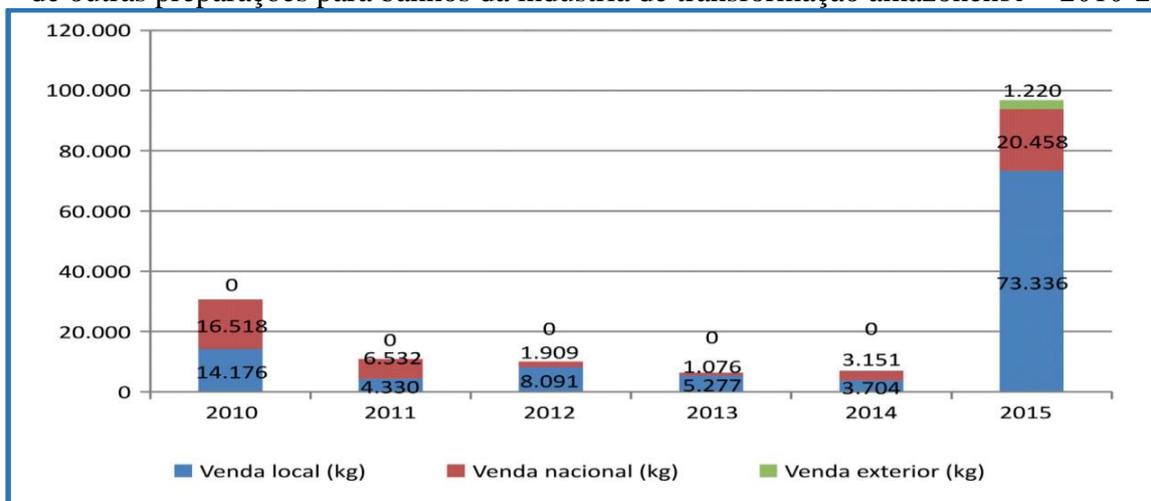
e expansão das exportações. Durante esse período, a Suframa buscou fomentar projetos para o fortalecimento do PIM e o aproveitamento de potencialidades regionais com a criação do Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM) e do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA). Surgiu no decorrer desse percurso o DIMPE (Distrito Industrial de Micro e Pequenas em Empresas do Amazonas), onde são instaladas empresas que utilizam em seus processos, insumos naturais (SUFRAMA, 2003). Atualmente o DIMPE está praticamente extinto.

Um dos pontos de partida para o avanço local pode ter sido por meio das empresas de biocosméticos, ao contribuírem com o crescimento das cidades pequenas e ribeirinhas por utilizarem matéria-prima de produtos florestais não-madeireiros, que pode ser empregada desde as primeiras etapas do processo produtivo. Isto pode agregar valor e trazer avanços regionais, além de possibilitar o desenvolvimento econômico sustentável, e os avanços da ciência, tecnologia e inovação (LIMA; SCHOR, 2010).

Já existe no Brasil uma crescente procura por produtos naturais oriundos da Amazônia, de forma que vem impulsionando a biotecnologia Industrial para o território surgindo um sistema de parcerias entre entidades, universidade, institutos de pesquisa, agências financeiras oficiais, comunidades organizadas e cooperativas (MIGUEL, 2009). Despondo de um cenário de prospecção econômica voltado para esse campo, e em plena expansão de possibilidades de aumento de matéria-prima para a produção em inúmeros setores (MIGUEL, 2009). Um exemplo é a seção de extratos vegetais e concentrados, no qual a matéria-prima é usada na fabricação de bebidas não alcoólicas que tem crescido de forma gradual o seu faturamento no Polo Industrial de Manaus o PIM (SUFRAMA, 2021).

Outros exemplos são os empreendimentos de pequeno porte tais como a Pharmakos da Amazônia, Pronatus do Amazonas, a Ervativa, a Insumos da Amazônia, entre outras, empresas que estão em crescente expansão. Hoje há uma cooperação constante para a inovações incrementais e criação de bioprodutos e capacitação de recursos oriundos do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Banco da Amazônia (Basa), Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam). Realizou-se análise das indústrias de biocosméticos nos anos de 2010 a 2015, pelo total produzido e o total de vendas nos cenários local, nacional e internacional. Os dados obtidos trouxeram como resultado que ainda é pequena a produção de biocosméticos indicando ser um segmento econômico promissor, ainda pouco explorado (SANTOS, BRITO E NEVES, 2019).

Figura 07- Quantidade vendida em níveis local, nacional e internacional de sais perfumados e de outras preparações para banhos da indústria de transformação amazonense – 2010-2015



Fonte: SUFRAMA (2019).

A Figura 07 traz as vendas da indústria de cosméticos de sais perfumados e outras preparações para banhos da indústria de transformação amazonense dentro do estado, se comparada com as empresas industriais do PIM, evidencia uma realidade pouco animadora de que a maioria dos produtos produzidos mal consegue atender a própria localidade. A diversificação produtiva do polo e a interiorização das indústrias na Amazônia é um dos caminhos para o crescimento, com riquezas de produtos ainda a serem explorados, a exemplo do buriti, que produz um óleo que ajuda na melhoria do processo fabril do plástico (SANTOS; BRITO; NEVES, 2021).

O desenvolvimento da biotecnologia tem contribuído com o aumento da produção agrícola e alimentos, tem um papel fundamental na geração de bioenergia, com origem a partir de recursos renováveis já existentes. Podem ser citadas as enzimas sintéticas existentes que operam na celulose da biomassa para obtenção de açúcares fermentáveis, além da criação de microrganismos capazes de produzir diretamente o biocombustível (ANI, 2020).

CAPÍTULO II - METODOLOGIA

Neste Capítulo são descritas as características metodológicas da pesquisa quanto à abordagem, natureza, objetivos e procedimentos técnicos, bem como quanto aos meios da investigação, instrumentos de coleta e tratamento dos dados.

2.1 Características da Pesquisa

Quanto à característica trata-se de pesquisa qualitativa, pela preocupação com aspectos subjetivos e abstratos como valores, atitudes e crenças relacionadas à Biotecnologia Industrial a serem identificadas por meio da análise das informações coletadas nas pesquisas bibliográficas e primárias.

Na pesquisa quantitativa, acontece coleta de dados numéricos que são apresentados estatisticamente, podendo retratar eventos da vida real a partir das perspectivas dos participantes; para qual a coleta exigirá quantidades variáveis de dados e registros de campo com abundantes níveis de detalhamento (YIN, 2016).

Esta pesquisa é também quantitativa, pois tem como foco comprovar, de forma quantificada, a importância dos dados coletados referentes a quantidades de empresas e instituto de pesquisa que utilizam a biotecnologia. Para tanto, coletou-se dados taxados como concretos e quantificáveis, isto é, parte-se de números.

A pesquisa quantitativa é adequada para medir atitudes, opiniões, mercado entre outras variáveis. Faz o estudo através de mensuração que comprove medidas de forma precisa e confiável dispondo de análise estatística. Na pesquisa quantitativa, os pesquisadores olham as manifestações de fora sem se envolver com o objeto de pesquisa usando variáveis objetivas e tangíveis por meio de testes estatísticos (SILVA; RUSSO; OLIVEIRA, 2018).

O estudo é suportado pelo levantamento e mapeamento de dados secundários através de:

- Primeira etapa: revisão de literatura e pesquisa em website, google, google acadêmico, banco de tese da Capes, biblioteca virtual da Ufam e biblioteca virtual da Capes;

A pesquisa de literatura decorre da pesquisa nos sites, em artigos, teses, dissertações e publicações afins.

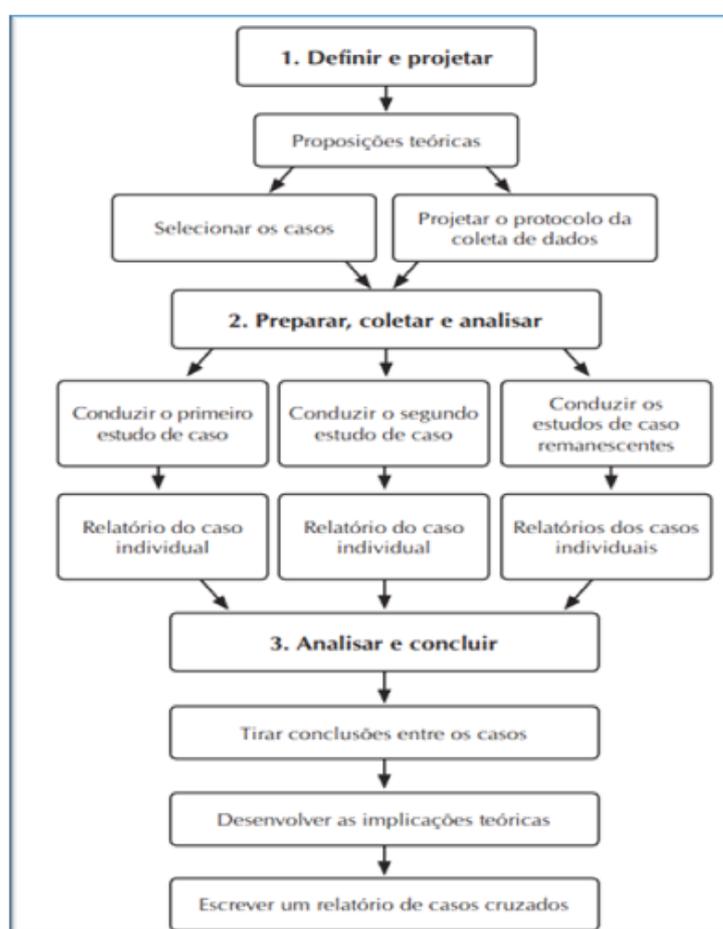
A Pesquisa em website caracteriza-se pela análise de publicações de dados nos na Receita Federal, plataforma da Econodata, sites oficiais das empresas e institutos de pesquisas que utilizam conceitos da biotecnologia industrial.

- Segunda etapa: pesquisa de campo.

Concernente a pesquisa de campo, esta tese se caracteriza como um estudo de caso múltiplo, propondo-se a analisar fenômenos que aconteceram nas organizações, regido por investigação empregando os mecanismos tecnológicos com intuito de identificar empresas que utilizam em seus processos de produção.

Com estudo de caso múltiplos seguindo as etapas de acordo com Silva e Mercês (2018) representado na Figura 08.

Figura 08- Etapas do estudo de casos múltiplos



Fonte: Silva e Mercês (2018) adaptado de Yin, 2015.

Considerando o esquema apresentado na Figura 08, o estudo dos casos múltiplos desta tese tem as seguintes etapas:

Fase 1 - Definição e planejamento: foram definidas as características das empresas e institutos de pesquisas a serem mapeadas e estudadas tendo como base a coleta de dados secundários. Ainda nesta etapa, foram selecionadas as empresas e institutos de pesquisas que compreenderam os casos estudados.

Foi criada uma metodologia para o mapeamento baseado no gráfico de Ishikawa e nos 10M's de Eliezer Costa (2012), dispendo de dados dos Quadros 01 e 02, descritos no tópico 2.5. Constructos do Estudo, para coleta de dados primários e secundários.

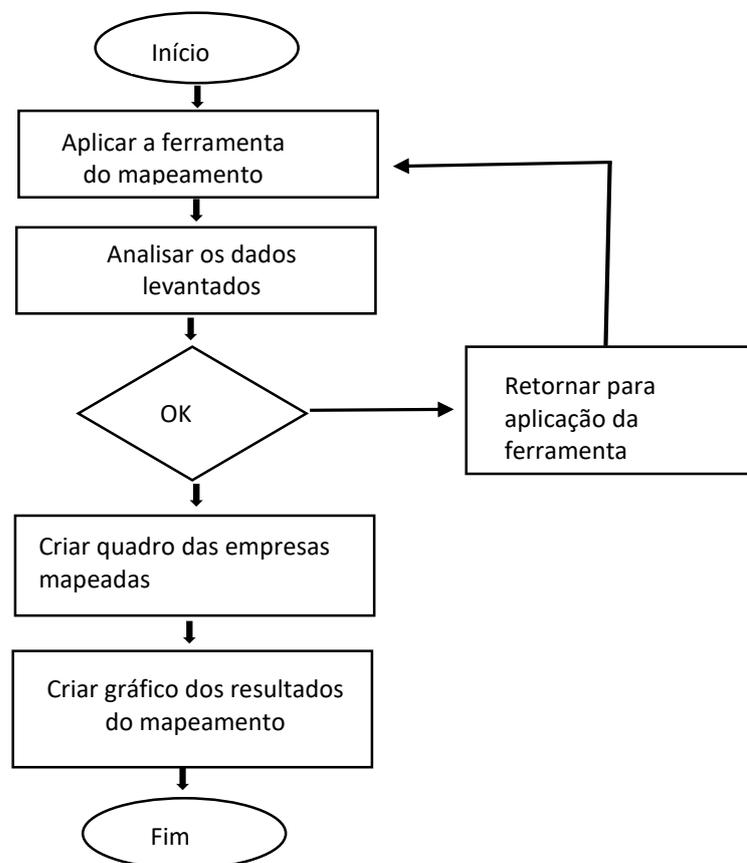
O método de *Ishikawa* é uma ferramenta para identificação de causa e efeito. Serve para analisar os processos, em múltiplas perspectivas, relacionando causas potenciais para um determinado cenário, por meio da análise, constituído de 6 tópicos, conhecidos como os 6M do Diagrama Espinha de Peixe, tendo os itens relacionados a organização (PALADINI, 2010; OLIVEIRA, 2015).

Fase 2- Preparação, coleta e análise: após a coleta dos dados foi procedida uma primeira análise para aferir da qualidade dos dados.

Fase 3- Análise e conclusão: foi realizada a análise de todos os dados coletados e as conclusões.

A coleta dos dados ocorreu por meio da aplicação da ferramenta metodológica criada para mapear as empresas e institutos de pesquisas do estado do Amazonas, conforme Figura 09.

Figura 09- Fluxograma da aplicação da ferramenta no mapeamento



Fonte: do autor, 2022.

Com relação à pesquisa exploratória, esta decorre da averiguação minuciosa com procedimentos sistemáticos e intensivos, com o foco voltado para descobrir, explicar e compreender os fatos indagados nos objetivos, na busca de resultados dos mais fidedignos possíveis (APPOLINÁRIO, 2011).

O caráter exploratório desta tese resulta da inexistência de dados não documentados sobre o tema que se trata da problemática de verificar as práticas industriais da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas e seu estágio de desenvolvimento. Visa, assim por diante, procurar padrões, ideias ou hipóteses. A ideia não é testar ou confirmar uma determinada hipótese, e sim realizar descobertas.

Referente à pesquisa descritiva, esta configura-se como um estudo intermediário entre a pesquisa exploratória e a explicativa, ou seja, não é tão preliminar como a primeira nem tão aprofundada como a segunda (BEUREN; SILVA, 2010).

O caráter descritivo caracteriza-se pela busca da realidade de forma imparcial, sem interferências do pesquisador, com o objetivo de confrontar as hipóteses e correlacionar as variáveis para obter as respostas e analisá-las, beneficiando do princípio da naturalidade, que implica no estudo dos fatos em seu modo natural, sem influências, debruçando sobre o tema que passa por permanente movimento de mudança, para descobrir a frequência que ocorre o fenômeno do tema proposto, com a pretensão de avaliar a estrutura do sistema, observando os métodos operacionais (ANDRADE, 2010).

2.2 Universo, amostragem e objeto de análise

O universo amostral da pesquisa compreende as empresas e instituições de pesquisa científica locais que atuam em Biotecnologia, mapeadas em sites constantes na lista dos sites da Associação Nacional de Biotecnologia (ANB), no site da profissaoBiotec.com.br, Embrapa, plataforma da Econodata, Receita Federal, Ministério da Agricultura, SEBRAE, sites de pesquisa que tem estudos de empresas de Biotecnologia Industrial.

Pela dificuldade de obter informações de todos os elementos que se pretendeu estudar na pesquisa, pela numerosidade e dificuldades de acesso aos dados, julgou-se necessária a seleção de amostra não probabilística. Neste caso, a seleção dos itens da pesquisa não depende da probabilidade, mas dos motivos relacionados com as características do estudo em que a tomada de decisão é feita pelo pesquisador.

Seguindo essa linha de pensamento, considerou-se satisfazer as seguintes condições, necessidade e interesse para definir a amostra, todas não excludentes.

- Disponibilidade das informações: as amostras foram por oportunidade;
- Facilidades de acessos aos entrevistados ou interesse das empresas ou institutos de pesquisas em participar da pesquisa: as amostras foram por conveniência;
- Pelos menos uma empresa de cada setor.

Diante dessas condições, foi estabelecida como amostra as empresas que atuam em Biotecnologia, com atividades caracterizadas no contexto da bioeconomia como é o caso das empresas que usam matéria-prima e/ou insumos da biodiversidade, dos institutos de pesquisas que desenvolvem projetos voltados para a biotecnologia, cujas características são apresentadas na seção a seguir.

2.3 Característica das empresas e instituições estudadas

O estudo está focado nas empresas utilizando definições da biotecnologia e instituições envolvidas na condução de pesquisa e atuação científica. A Biominas (2007) justifica a necessidade de diferenciação entre tradicional e moderna que envolva classes terapêuticas, microrganismos geneticamente modificados e projetos de pesquisa científica. Nessa pesquisa foram contempladas ambos os tipos de organização.

Optou-se pela exclusão de empresas cujo foco de atividade principal é o de panificação, confeitaria, fabricação de bolos, distribuidora de bebidas, distribuidores de cosméticos e medicamentos, ainda que contemplem algum tipo de atividades biotecnológica.

Posterior a identificação, foram classificadas conforme porte, atividades, o ramo e atuação da atividade. Após o mapeamento foram feitas as seleções das empresas que se enquadraram na caracterização conforme Quadro 04 constante da seção 2.5.

O critério de seleção das empresas restringiu-se àquelas que desenvolvem atividades da biotecnologia industrial e que estão localizadas no Estado do Amazonas, valendo-se dos setores especificados no Quadro 04.

2.4 Constructos do estudo

A biotecnologia industrial usa microrganismos Geneticamente Modificados (OGM) ou fabrica células para produzir copiosos produtos com alto rendimento e tolerância a condições industriais adversas, utilizados na substituição dos processos tradicionais para uma produção mais eficiente e sustentável (COPLIFE, 2022).

Entretanto, não se pode esperar que em um território como a do Estado do Amazonas a biotecnologia desenvolvida seja predominante a moderna. Assume-se que, pela sua ampla definição, é possível que a biotecnologia desenvolvida nas diversas indústrias se enquadre ainda em estágios iniciais ou intermediários, conforme apontam alguns estudos já realizados.

E para elaboração dessa pesquisa foi desenvolvido o Quadro 04 com a classificação das indústrias conforme a seção de atuação com base nos setores que foram propostos por Rizzon e Manfroi (2006) e Billacrês; Costa e Nunes (2020); Embrapa (2019); Mafra e Medeiros (2021); Embrapa (2022); Leite (2022) e Shirahigue (2022), adaptados para compor a ferramenta metodológica de mapeamento da biotecnologia industrial da Tabela 01 do tópico 2.6.1, a seguir.

Quadro 04 – Matriz dos setores produtivos da biotecnologia industrial

Setor	Atividade produtiva	Procedimentos utilizados da biotecnologia	Adaptado pelo autor de:
Alimentos	Produção de queijos, picles, cerveja, vinho, proteína unicelular e aditivos;	Produção de alimentos usando a Fermentação e Enzimas	Shirahigue (2022).
Agricultura	Produção de Adubo composto, pesticidas, silagem, mudas de plantas ou de árvores aprimoradas e plantas transgênicas;	Melhoramento da produção agrícola	Mafra e Medeiros (2021)
Insumos	Produção de Bioinsumos, Bioinseticidas (inseticidas biológicos), Biofertilizantes (fertilizantes biológicos), Bioreguladores (reguladores biológicos de crescimento), Bidesalojantes (desalojantes biológicos), Biofungicidas (fungicidas biológicos)	Produção que utiliza a manipulação de determinados organismos vivos a fim de modificar produtos ou processos agroindustriais desenvolvidos a partir de enzimas, extratos (de plantas ou de microrganismos), microrganismos, macrorganismos (invertebrados),	Mafra e Medeiros (2021)

		<p>metabólitos secundários e feromônios, destinados ao controle biológico.</p> <p>Desenvolvimento e comercialização de reagentes, métodos para isolamento, identificação e tipagem de microorganismos, kits para extração de DNA, meios de cultura, biopolímeros, etc.</p>	
Fermentação	<p>Produção em larga escala de microrganismos, células ou componentes celulares e seus produtos para processo de fermentação.</p>	<p>São processos de transformação dos alimentos utilizando microrganismos.</p> <p>Produção de novos antibióticos e agentes terapêuticos; probióticos; produtos químicos; enzimas e polímeros para aplicações industriais e tecnológicas; biorremediação de poluentes; e biolixiviação e recuperação de minérios. Prognóstico e prevenção de doenças emergentes em seres humanos, animais e plantas, e a otimização da capacidade microbiana para a fertilização dos solos e despoluição das águas.</p>	Rizzon e Manfroi (2006)
Ambiental	<p>Produção de Bioplásticos e biocombustível, recuperação de petróleo, tratamento do lixo e purificação da água.</p>	<p>Utiliza sistemas orgânicos e vivos para limpar resíduos ambientais, prevenir a polui por meio de ações enzimáticas são por meio do desenvolvimento de tecnologias verdes e melhorar os processos industriais.</p>	Mafra e Medeiros (2021)

Pecuária	Produção de Embriões	Produção que utiliza a reprodução para aumentar a eficiência reprodutiva e produtiva, preservar os recursos genéticos animais, melhorar a qualidade dos produtos ou introduzir novas estratégias de produção e novos produtos animais.	Embrapa (2019)
Biorrefinaria	Processos de conversão de biomassa em biocombustíveis, biodiesel renovável, insumos químicos, materiais, alimentos, rações e energia.	Processo de aproveitamento da biomassa de modo que se tenham cadeias de valor similares às das derivadas do petróleo, mas com menor impacto no meio ambiente.	Embrapa (2022)
Química	Produção de Butanol, acetona, glicerol, ácidos, enzimas e metais. proteases, celulases, xilanases, biocatalizadores.	Produção que utiliza materiais renováveis ao invés de recursos fósseis. Hoje em dia, as matérias-primas mais comuns utilizadas são o amido, açúcar ou óleos vegetais, em um futuro próximo, outras formas de biomassa, como a celulose, ganharão importância. Produção de enzimas, para serem usados em processos industriais, tornando-os mais rápidos e eficientes, utilizados na indústrias têxtil, farmacêutica, de alimentos e de papel celulose.	Leite (2022)
Bioenergia	Produção de eletricidade, combustível ou calor.	Desenvolvimento de tecnologias para produção de etanol e biodiesel	Mafra e Medeiros (2021)
Inovação	Produção de Biossensores, inovação na cadeia produtiva, melhoramento dos processos de produção.	Identificação de soluções em biotecnologia para reduzir a utilização de fontes poluentes ou de recursos naturais, criação de substitutos sintéticos, de forma a reduzir a	Billacrês, Costa e Nunes (2020)

		dependência humana por fontes da natureza;	
Cosmético	Produção de Peptídeos que rejuvenescem a pele, Prebióticos que protegem a microbiota da pele, Via alternativa para produção de compostos vegetais ou animais, Substituição do plástico nas embalagens de cosméticos, Enzimas como princípio ativo, Métodos para teste de cosméticos sem crueldade animal, Fragrâncias produzidas via fermentação, Máscaras feitas com biocelulose, Produção de ácido hialurônico por fermentação, Microalgas como fonte de ativos biotecnológicos, Células-tronco de plantas para longevidade da pele e Fatores de crescimento.	Produção que faz uso das enzimas , espécies de proteínas presentes nas células animal e vegetal, e que têm o poder de interferir em quase todas as funções metabólicas dos organismos vivos.	Mafra e Medeiros (2021) Enríquez (2009)
Farmacêutico	Produção de Antibióticos, hormônios e produtos farmacêuticos, vacinas, reagentes e testes para diagnóstico.	Realização de testes de toxicidade, formulação e estabilidade, identificando novos compostos e funções de extratos naturais,	Mafra e Medeiros (2021)
Saúde Humana	Produção de vacinas, clonagem, análise do DNA, transformação genética, uso de microrganismo, controle biológico, melhoramento genético, cultura de tecidos e células	Desenvolvimento e comercialização de kits de diagnóstico, vacinas, proteínas recombinantes, anticorpos, próteses, dispositivos e equipamentos médicos especializados, terapias celulares, curativos e peles artificiais, identificação de novas moléculas e fármacos, validação de novos medicamentos (ensaios pré-clínicos e clínicos), biosensores, metodologias avançadas de reprodução assistida, etc.	Mafra e Medeiros (2021)

Fonte: adaptado de Rizzon e Manfroi (2006) e Billacrês, Costa e Nunes (2020) e Embrapa (2019) e Mafra e Medeiros (2021) e Embrapa (2022) e Leite (2022) e Shirahigue (2022).

No Quadro 04 estão destacados os setores, as atividades produtivas e os procedimentos utilizados da biotecnologia.

Ainda para compor a elaboração da ferramenta metodológica para o mapeamento, foi criado o Quadro 05 com os critérios do grau de complexidade da biotecnologia praticada nos processos de produção das empresas e institutos de pesquisas, adaptado dos autores: Brazil (2006); Araújo Filho (2010); Souza e Figueiredo (2015); Ferreira, Lima e Rosanova (2020); Mafra e Medeiros (p. 22, 2021), a seguir.

Quadro 05 - Matriz do desenvolvimento da Biotecnologia Industrial

Fase da Biotecnologia	Evolução da Biotecnologia	Método produtivo da Biotecnologia	Adaptado pelo autor de:
Clássica	Primeira Geração	Se baseia na utilização de organismos vivos da forma como são encontrados na natureza ou melhorados por <u>genética estatística convencional</u> . Incluindo o uso secular da fermentação para a produção	Brazil (2006); Araújo Filho (2010); Souza e Figueiredo (2015);
Moderna	Segunda Geração	Faz uso intenso da <u>genética molecular (DNA recombinante)</u> e <u>biologia molecular</u> , a ponto de quase perder sua identidade ampla e se resumir a biologia molecular. Inclui o desenvolvimento de novos processos para a produção	Brazil (2006); Araújo Filho (2010); Souza e Figueiredo (2015);
	Terceira Geração	Ocorre <u>melhoramento genético, transgenia e organismos geneticamente modificados, reprodução artificial, cultura de células, tecidos e órgãos de seres vivos, controle biológico, terapia gênica, terapia celular</u> , novas terapias moleculares, <u>ciências ômicas</u> e biologia molecular, <u>bioprocessos industriais</u> , cuidados com a biodiversidade e meio ambiente, biomateriais e dispositivos tecnológicos (biorreatores,	Brazil (2006); Araújo Filho (2010); Souza e Figueiredo (2015);

		dispositivos médicos, órteses e próteses) e <u>biomimética</u> . Inclui o uso de novas combinações genéticas não-naturais, pois a informação genética necessária à produção não ocorre naturalmente na célula produtora.	
--	--	---	--

Fonte: adaptado pelo autor de Brazil (2006); Araújo Filho (2010); Souza e Figueiredo (2015); Ferreira, Lima e Rosanova (2020); Mafra e Medeiros (p. 22, 2021).

No Quadro 05 estão destacadas as fases da biotecnologia que está dividida em Clássica e Moderna e conforme à evolução que que são três: primeira geração, segunda geração e terceira geração bem como os métodos produtivos da biotecnologia.

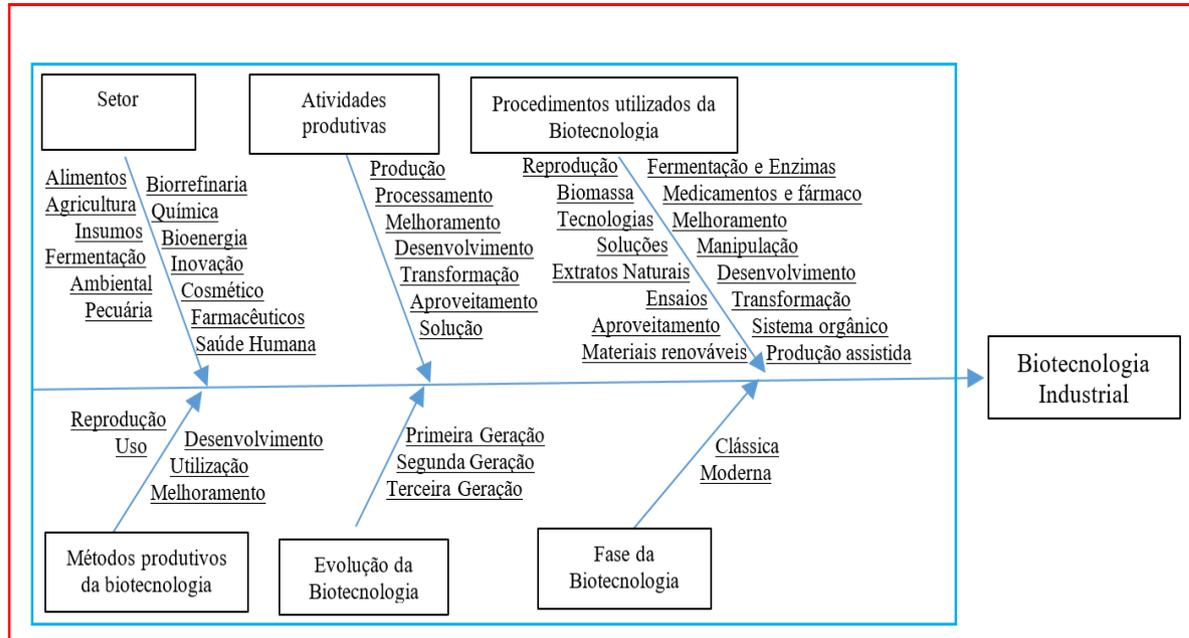
2.5 Metodologia para mapeamento da Biotecnologia Industrial

A composição da ferramenta metodológica para o mapeamento foi desenvolvido servindo-se de base o gráfico de *Ishikawa*, mais conhecido como diagrama de causa-efeito, tendo como referência bibliográfica o autor Paladini (2010). O diagrama de causa-efeito ou *Ishikawa* fornece uma representação gráfica que se assemelha com uma espinha-de-peixe, que classifica as causas, estimula ou fatora o seu impacto sobre um efeito e resultado. E para as caracterização do mapeamento foi utilizado como referência dos 10-Ms criado por Eliezer Costa (2012).

Os 10 M's é um autodiagnóstico, com dez áreas internas consideradas importantes para o funcionamento dos processos de produção, enquanto a descrição dos 10M's serve para ilustrar tópicos a serem lembrados na hora de se implementar o mecanismo de *brainstorming* no diagnóstico situacional da empresa (OLIVEIRA, 2015).

Tanto o gráfico de *Ishikawa* como os 10 M's serviram como estrutura metodológica para mapeamento da biotecnológica industrial. Para a caracterização das empresas e institutos de pesquisas utilizou-se os Quadro 04 e Quadro 05, dando origem assim ao Gráfico 01, que traz o desenvolvimento da metodologia para o mapeamento, um dos objetivos específicos proposto nesta pesquisa.

Gráfico 01- Espinha de Peixe: Atributos para o Mapeamento da Biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas



Fonte: adaptado pelo autor de Brazil (2006); Rizzon e Manfroi (2006); Paladini (2010); Araújo Filho (2010); Costa (2012); Oliveira (2015); Souza e Figueiredo (2015); Embrapa (2019); Ferreira, Lima e Rosanova (2020); Billacrês, Costa e Nunes (2020); Mafrá e Medeiros (2021); Embrapa (2022); Leite (2022); Shirahigue (2022).

No Gráfico 01, são descritas as informações utilizando o design gráfico, a fim de proporcionar visão geral e simplificada. O mapeamento dos dados coletados das empresas e institutos de pesquisa estão classificados conforme cabeçalho das colunas da Tabela 01.

2.6 Instrumentos de coleta de dados

2.6.1 Coleta de dados secundários

A partir da criação da metodologia do mapeamento descrito na seção 2.5, foi realizada a coleta de dados secundários, coletados com base nas informações do mapeamento, pesquisas nos sites e plataforma de pesquisa.

Os dados da empresa tais como: nome, localização, porte, setor e atividade produtiva foram pesquisados na plataforma Econodata, site da Receita Federal, Portal do Empreendedor e no site Mapa de Empresas — Empresas & Negócios - Portal Gov.br.

Com relação à Classificação das Empresas, quanto à utilização da Biotecnologia Industrial tais como procedimentos utilizados, fase, evolução e métodos produtivos, foi baseada nos Quadros 01 e 02 da seção 2.4, e apresentada na Tabela 1.

Tabela 01- Modelo da tabela para mapeamento da biotecnologia industrial

Dados da Empresa ou Institutos de Pesquisas						Classificação das Empresas quanto a utilização da Biotecnologia Industrial			
Nº	Empresa	Localização	Atividade Produtiva	Porte	Setor	Procedimento utilizado	Fase	Evolução	Método produtivo

Fonte: adaptado pelo autor de Paladini (2010); Costa (2012); Oliveira (2015)

A Tabela 01 trata-se do modelo para o mapeamento da biotecnologia industrial, de acordo com os atributos constantes no Gráfico 01 da seção 2.5, a fim de facilitar o mapeamento das mesmas.

2.6.2 Próxima Etapa da Pesquisa: Coleta de Dados Primários – Estudo de campo

A partir da coleta e tratamento de dados secundários, previstos na seção 2.5.1, foram definidas as informações, indicadores e variáveis, obtidos nas instituições e empresas objeto da pesquisa, como atividade de campo, para a coleta de dados primários, ou seja, aqueles ainda não publicados.

Para a coleta dos dados primários foram consultados representantes das empresas e institutos de pesquisa que ocupam cargos no nível de gerência ou direção. A consulta ocorreu por meio de entrevista, seguindo um roteiro com questões semiestruturadas, conforme Apêndices 01.

O roteiro da entrevista foi elaborado com perguntas estruturadas de acordo com os objetivos e com base na vivência da pesquisadora desta pesquisa e o que está descrito pela literatura sobre o tema em estudo. A entrevista ocorreu durante visita ou conforme a modalidade de preferência do interlocutor para o qual foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento de Livre e Esclarecido (TCLE), de acordo com o Apêndice 02, não estando aproveitadas em sua totalidade. Foi ainda adotada a observação direta, realizada no ambiente produtivo das empresas e nos projetos de pesquisas que são desenvolvidos pelos institutos de pesquisa, a fim

de examinar as matérias-primas utilizadas e identificar a possibilidade de substituição por insumos de origem de recursos naturais e da biodiversidade amazônica.

2.8 Análise e apresentação dos dados

Após o levantamento de dados foi feita uma averiguação das informações, entendidas como grande relevância para compor a análise dos dados, considerando as estratégias analíticas de Yin (2015):

- As empresas foram mapeadas obedecendo a classificação dos setores de acordo com o Quadro 04?
- A organização das empresas mapeadas obedeceu a matriz de fase e evolução do Quadro 05?
- A criação de uma matriz de classificação das empresas mapeadas estava de acordo com os Quadros 04 e 05?

O tratamento dos dados ocorreu mediante a classificação dispendo de softwares (Word e Excel). Os dados foram apresentados no formato de tabelas e gráficos, caracterizados por representações ilustrativas, a fim de melhor possibilitar sua interpretação.

CAPÍTULO III - RESULTADOS DA PESQUISA

Como resultados alcançados, foram publicados **QUATRO** Artigos:

ARTIGO 1 - O desenvolvimento da Biotecnologia Industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas. Este artigo traz os resultados da pesquisa referente ao Objetivo Específico número 2 - Apresentar os avanços e o desenvolvimentos nos processos produtivos no Estado do Amazonas.

O resultado desse objetivo específico foi publicado na Revista Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 8, p. 57836 – 57858, aug. 2022. ISSN: 2525-8761. DOI: 10.34117/bjdv8n8-195, acompanha a declaração da revista com Qualis B2. O Artigo se encontra no Capítulo 3.1.

ARTIGO 2 – O avanço da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. Este artigo traz os resultados da pesquisa referente ao objetivo específico número 2 - Apresentar os avanços e o desenvolvimentos nos processos produtivos no Estado do Amazonas.

O resultado desse objetivo específico foi publicado na Revista CONCILIUM, Vol. 23. Nº 02, 2023. ISSN: 0010-5236. DOI: 10.53660/CLM-773-23A34. Tendo seu Qualis A2. O artigo se encontra no Capítulo 3.2.

ARTIGO 3 - Os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo. Este artigo traz os resultados da pesquisa referente ao Objetivo Específico número 1 - Descrever os diferentes marcos da Biotecnologia Industrial no Brasil e no Mundo.

O resultado desse objetivo específico foi publicado na Revista SODEBRAS, Volume 18 - Nº 206 – Fevereiro/2023. ISSN - 1809-3957. Tendo seu Qualis B2. Artigo se encontra no Capítulo 3.3.

ARTIGO 4 – Mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. Este artigo traz os resultados da pesquisa referente ao Objetivo Específico número 5 - Mapear as empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas.

O resultado desse objetivo específico foi submetido a Revista PEER REVIEW, Vol. 5, Nº 5, 2023 DOI: 10.53660/204.prw207bISSN: 1541-1389. Tendo seu Qualis A3. O artigo se encontra no Capítulo 3.4.



BJD

Brazilian Journal of Development

DECLARAÇÃO

A Revista Brazilian Journal of Development, ISSN 2525-8761 avaliada pela CAPES como Qualis CAPES 2019 B2, declara para os devidos fins, que o artigo intitulado **“O desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos produtivos no estado do Amazonas”** de autoria de *Rosimeire Freires Pereira Oliveira, Dimas José Lasmar, Rosana Zau Mafra, Abel de Oliveira Costa Filho, Sidney dos Santos Oliviera*, foi publicado no v. 8, n .8, p. 57836-57858.

A revista é on-line, e os artigos podem ser encontrados ao acessar o link:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/issue/view/184>

DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-195>

Por ser a expressão da verdade, firmamos a presente declaração.

São José dos Pinhais, 18 de Agosto de 2022.

Prof. Dr. Edilson Antonio Catapan
Editor Chefe



QR de validade da publicação

O desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos produtivos no estado do Amazonas

The development of industrial biotechnology in production processes in the state of Amazonas

DOI:10.34117/bjdv8n8-195

Recebimento dos originais: 21/06/2022

Aceitação para publicação: 29/07/2022

Rosimeire Freires Pereira Oliveira

Doutorando pela Universidade Federal do Amazonas (PPGBIOTEC – UFAM)
Instituição: Universidade Federal do Amazonas (PPGBIOTEC – UFAM)
Endereço: Av. Gal. Rodrigo Otávio, Bloco M, BIOTEC, Setor Sul, Campus
Universitário, Coroado, Manaus – AM, Brasil
E-mail: rosimeirefpol@yahoo.com.br

Dimas José Lasmar

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Instituição: Universidade Federal do Amazonas (PPGBIOTEC – UFAM)
Endereço: Av. Gal. Rodrigo Otávio, Bloco M, BIOTEC, Setor Sul, Campus
Universitário, Coroado, Manaus – AM, Brasil
E-mail: dimas_lasmar@ufam.edu.br

Rosana Zau Mafra

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Endereço: Av. Gal. Rodrigo Otávio, Bloco M, BIOTEC, Setor Sul, Campus
Universitário, Coroado, Manaus – AM, Brasil
E-mail: rosanazau@ufam.edu.br

Abel de Oliveira Costa Filho

Doutorando pela Universidade Federal do Amazonas (PPGBIOTEC – UFAM)
Instituição: Universidade Federal do Amazonas (PPGBIOTEC – UFAM)
Endereço: Av. Gal. Rodrigo Otávio, Bloco M, BIOTEC, Setor Sul, Campus
Universitário, Coroado, Manaus – AM, Brasil
E-mail: abelcostajr@ufam.edu.br

Sidney dos Santos Oliviera

Doutorando pela Universidade do Vale do Taquari (PPGECE – UNIVATES)
Instituição: Universidade do Vale do Taquari (PPGECE – UNIVATES)
Endereço: Av. Avelino Talini, 171, Universitário, Lajeado – RS, Brasil
E-mail: sidneyoliveira54@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa é analisar o desenvolvimento da biotecnologia industrial, denominada de biotecnologia branca, nos processos produtivos no Estado do Amazonas. Trata-se, de uma pesquisa multicase, com abordagem qualitativa e quantitativa e

enfoques exploratório e descritivo. Realizou-se pesquisa bibliográfica e exploratória em sites oficiais e visitas técnicas em instituições de pesquisa local, empresas do PIM e universidades locais. Buscou-se identificar empresas de biotecnologia no Polo Industrial de Manaus (PIM), os parâmetros legais para o ramo e os entraves, no intuito de obter levantamento e mapeamento de biotecnologia Industrial nestas empresas. A partir dos dados coletados, buscou-se analisar o estágio de desenvolvimento da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas e seus avanços baseados nesse conceito, bem como os entraves que interferem na evolução deste tipo de biotecnologia. Buscou-se também identificar os parâmetros legais da biotecnologia Industrial, o grau de evolução e as comparações com outros estados e no âmbito mundial, além do mapeamento das práticas de processos e atividades econômicas pré-existentes e existentes. A Pesquisa tem como foco principal um estudo que visa contribuir para a produção de novos conhecimentos e informações relevantes e originais, ao fazer uma análise do desenvolvimento da Biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. Sua relevância tanto será para ampliar o acervo de conhecimento científico sobre o assunto quanto para as práticas dos processos industriais no Estado e assim contribuir para a sociedade amazonense, além de servir como fonte de informação para as empresas e governo. Como Resultados foram encontradas várias pesquisas no campo da biotecnologias no Estados do Amazonas, sendo que a maioria estão sendo desenvolvidas pelo CBA (Centro de Biotecnologia do Amazonas), outras em fase de produção por empresas nos interiores do Amazonas, como o café do Apuí produzido na cidade do Apuí, tem também as empresas de bioindústrias que estão produzindo produtos derivados do fruto camu-camu, dentre outras pesquisas pontadas no estudo.

Palavras-chave: biotecnologia, industria, desenvolvimento, produção.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the development of industrial biotechnology in production processes in the State of Amazonas. It is a multi-case research, with a qualitative and quantitative approach and exploratory and descriptive approaches. Bibliographic and exploratory research was carried out on official websites and technical visits to local research institutions, PIM companies and local universities. We sought to identify biotechnology companies in the PIM, the legal parameters for the branch and the obstacles, in order to obtain a survey and mapping of Industrial biotechnology in these companies. From the data collected, we sought to analyze the stage of development of Industrial biotechnology in the State of Amazonas and its advances based on this concept, as well as the obstacles that interfere in the evolution of this type of biotechnology. It was also sought to identify the legal parameters of industrial biotechnology, the degree of evolution and comparisons with other states and worldwide, in addition to mapping the practices of pre-existing and existing economic processes and activities. The Research's main focus is a study that aims to contribute to the production of new knowledge and relevant and original information, by analyzing the development of Industrial Biotechnology in the State of Amazonas. Its relevance will be both to expand the body of scientific knowledge on the subject and for the practices of industrial processes in the State, both for academia and society, in addition to serving as a basis for companies and government. As the results are at various stages in the field of biotechnology in the States of Amazonas, most of which are being produced by coffee from Biotechnology do Amazonas (Center), such as the researches of Apuí do Amazonas. in other cities of bioindustries that are producing camu-camu fruit products, among researches.

Keywords: biotechnology, industry, development, production.

1 INTRODUÇÃO

Busca-se com o presente estudo analisar o desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas. Foram feitos levantamentos e mapeamentos das indústrias e das práticas dentro do ambiente biotecnológico. Na dimensão do Estado do Amazonas são apresentados os dados sobre o contexto da biotecnologia Industrial na região Amazônica, além de dados dos projetos e da legislação pertinente; na dimensão do País, são analisados os dados do restante do Brasil, para aprofundar o conhecimento da trajetória da biotecnologia Industrial; e sobre o mundo são discutidas sua evolução, potencialidades, desafios e os avanços, a fim de compará-los com o grau de desenvolvimento desses parâmetros no Estado do Amazonas, e quais as possíveis práticas produtivas biotecnológicas que podem ser estimuladas.

Embora essa biotecnologia ainda seja uma temática pouco conhecida no Amazonas, algumas empresas e centros de pesquisas locais já vem utilizando seus conceitos dentro da bioeconomia e outras nomenclaturas, pela existência no Estado de água em abundância, solo fértil, vastos recursos minerais, variedades de frutos e espécies vegetais. Alguns dos municípios do Estado tais como São Gabriel da Cachoeira possuem reservas de ferro, manganês, fosfato, barita, zinco, titânio, entre outros; Silves, Autazes, Itacoatiara, Nova Olinda do Norte e Itapiranga possuem silvinita, óleo e gás, calcário e caulim, recursos estes que podem ser explorados pelas indústrias do Polo Industrial de Manaus- PIM, onde estão concentradas mais de 500 empresas que geram cerca de 92 mil empregos e uma receita de 101 bilhões de reais. Assim como o gás natural que é transferido de Coari para Manaus-Am, percorrendo uma distância de 363km, pode ser usado na produção de insumos agrícolas, materiais plásticos e até vidros, bem como refinarias, podendo ainda fornecer ureia para a produção de insumos agrícolas (CIEAM, 2020).

Existem poucas abordagens no Brasil sobre a biotecnologia Industrial, assim como no Estado do Amazonas, que apesar do seu grande bioma é pouco explorado nessa área. E mesmo sendo um dos maiores biomas do país e do mundo tendo mais da metade das florestas tropicais remanescentes, e que compreende a maior biodiversidade em uma floresta tropical do planeta, possuindo a maior bacia hidrográfica do mundo com cerca de 6 milhões de km² e tem 1.100 afluentes, ainda há pouco investimento nesse setor

(NEVES, et al., 2020; CORDERO-SOTO, 2020). As diversas pesquisas, voltadas para esse campo na região, tem proporcionado maior compreensão das variedades de seres vivos presentes na natureza no estado do Amazonas, criando um universo de possibilidades em aproveitamento dos recursos naturais da biodiversidade amazônica pelas indústrias locais. E irá desempenhar um papel fundamental na indústria do futuro, face às crescentes transformações, os avanços tecnológicos e as mudanças de paradigmas, causando grandes impactos nos processos de manufatura.

O uso da biotecnologia está crescendo cada vez mais no campo industrial, podendo-se citar a produção de combustíveis renováveis a partir de resíduos agrícolas de forma sustentável. Já a indústria química tem utilizado a biotecnologia para a fabricação de álcool, acetonas e enzimas; a indústria da saúde na criação de antibióticos e vacinas e traz um grande avanço no campo da medicina em terapias, transplante e no combate de doenças (HEUX et al., 2015).

A biodiversidade amazônica tem um grande potencial de matéria-prima para uso da biotecnologia Industrial e conseqüentemente para o aproveitamento econômico e desenvolvimento sustentável. É importante que o estado do Amazonas foque mais suas políticas para esse segmento, apesar do grande desafio que representa para o desenvolvimento regional, haja vista ser irreversível as mudanças que já estão ocorrendo no país e no mundo, face aos avanços econômicos pautados nas inovações da biotecnologia Industrial e nos seus desdobramentos.

E é nesse universo de possibilidades de aproveitamento dos recursos naturais da biodiversidade amazônica que podem surgir benefícios para os diversos tipos de indústrias já instaladas na região e para outras que ainda serão instaladas. O emprego de tecnologias nesse campo pode ser utilizado pelas indústrias de concentrados de bebidas, setor de madeireiras, de óleo de origem vegetal, pelos setores de fitocosméticos, fitoterápicos e farmacêuticos entre outros. A biotecnologia Industrial no Amazonas inevitavelmente vem para mudar e fortalecer as indústrias e a economia do estado nos setores que podem empregar na manufatura e na oferta de serviços e recursos de origem na biodiversidade. Deve contribuir também com o fortalecimento e inserção de empresas locais e atração de outras de interesse para o desenvolvimento regional, além de desenvolver uma produção mais sustentável. Por trazer grandes possibilidades de soluções para os problemas enfrentados pelo estado no setor industrial, deverá auxiliar na qualificação de mão de obra; na transferência de tecnologia das instituições de pesquisa para o setor produtivo; e no aumento da rede de fornecedores. Além dos cuidados com os

impactos ambientais, deverá empregar tecnologias mais competitivas, orientar as políticas públicas de apoio, melhorar os produtos para o mercado e diminuir as barreiras para o uso dos recursos naturais e da biodiversidade amazônica.

Assim, torna-se a presente pesquisa uma importante revisão de literatura com ênfase nas empresas do Estado do Amazonas.

2 METODOLOGIA

Com relação ao tipo da pesquisa se caracteriza como uma pesquisa de bibliográfica de cunho exploratória e descritiva, a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2017). Para Gil (2017) a pesquisa bibliográfica tem como principais ato ou a ação um fato já existente para explicar alguma situação através das investigações sobre aqueles que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema.

É usada para fundamentar o estudo e coletar informações através da internet, documentos e dados de empresas, instituto e órgãos competentes que atuam direta e indiretamente no campo da biotecnologia branca. Segundo Lima e Miotto (2007), a pesquisa bibliográfica traz como resultado um conjunto ordenado de procedimentos de busca de resposta correta, atenta ao objeto de estudo. Serve também como embasamento para todos os assuntos pesquisados, que permite analisar variáveis de uma problemática, buscando adquirir informações e fatos relevantes, comparando as opiniões e teses de diferentes autores que abordam sobre o mesmo assunto para análise e conclusão. O estudo está focado nas empresas que utilizam atividades e processos que podem estar associados ao segmento da biotecnologia, bem como na condução de pesquisa e desenvolvimento científico e em produção de produtos que utilizam bioinsumos.

3 AS IMPLICAÇÕES DO AVANÇO DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO ESTADO DO AMAZONAS

Buscar gerar riquezas para o Estado de maneira sustentável usando os recursos da floresta Amazônica é um dos desafios do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), órgão este vinculado à Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa) e ao Ministério da Economia (ME). Uma das maiores barreiras para alcançar esse objetivo está na baixa quantidade de empresas do setor secundário que usam os bioinsumos na sua

produção. São muitos os problemas a serem enfrentados, tais como a precariedade nos transportes, dificuldade logística no fornecimento de matérias-primas por parte dos fornecedores e a falta de regularização fundiária que atravanca a captação de recursos (ALVES, 2017).

Existem muitas leis que abrem leques para o desenvolvimento da biotecnologia no campo industrial, podendo citar a Lei de Concessão de Florestas Públicas criada em 2006, Lei n. 11.284/06 implementada pelo Ministério do Meio Ambiente como sendo em defesa de uma Amazônia condenada pela falta de políticas públicas de desenvolvimento sustentável, que até hoje traz muitas inquietações aos defensores da Amazônia (LINS, 2006). A citada Lei se dispõe sobre:

a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDf; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências (BRASIL, 2006, p. 01).

As implicações do avanço da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas envolvem um complexo sistema social, ambiental, econômico, político e jurídico. Tendo como um pressuposto nesse entrave, a biopirataria tem feito com que o sistema governamental crie legislação ambiental mais severa para resguardar o meio ambiente de impactos negativos. Apesar de existir urgência em proporcionar o desenvolvimento econômico e social no Amazonas o combate aos crimes ambientais - incluindo a biopirataria - é considerado como uma forma de garantir a sustentabilidade ambiental e econômica da região e o avanço da biotecnologia Industrial. Observa-se que as leis que regulamentam o desenvolvimento da biotecnologia dificultam o seu crescimento, destacando-se que a Convenção de Diversidade Biológica assinada durante a ECO-92 (primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992), estabelece três critérios de exploração sustentável, por parte de cada país (ALVES, 2001): I. A participação da pesquisa sobre os recursos; II. A divisão dos benefícios financeiros obtidos da exploração comercial desses recursos; e III. A divisão em partes dos benefícios tecnológicos obtidos desses recursos.

A propriedade intelectual no setor de biotecnologia no Brasil, e particularmente no Amazonas, é predominantemente de universidades e fundações de pesquisas de apoio

que são responsáveis pela maioria dos registros de patentes, apontando a baixa participação das empresas (WEID, *et al.*, 2018). É importante que o empreendedor da área de biotecnologia tenha uma percepção e compreensão do processo de crescimento como um fenômeno multidimensional para entender o que determina e as dificuldades de crescimento dessas empresas. Existe uma grande dificuldade de interação entre empresas, universidades e centro de pesquisas, e o Governo no campo da biotecnologia Industrial, sendo de grande importância essa integração para desenvolver a região de forma sustentável (MAFRA; LASMAR; VILELA JÚNIOR, 2019).

4 A CONTRIBUIÇÃO DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO AMAZONAS

O Estado do Amazonas possui um dos maiores biomas do mundo. O desenvolvimento sustentável foi se consolidando decorrente de muitas transformações no comportamento da sociedade, tendo como parâmetro a percepção de que o uso incorreto dos recursos naturais representa o risco de extinção da humanidade, obrigando a uma mudança necessária para a preservação da própria existência do homem, podendo ser chamada de “Revolução Ambiental”. A sustentabilidade se tornou uma forma de diminuir os impactos negativos da Revolução Industrial, averiguando-se que a tecnologia, atrelada a ciência dentro dos conceitos de Biotecnologia Industrial, pode ser uma forte aliada para o desenvolvimento do Estado e ao mesmo tempo criar uma conscientização ambiental (ALVES, 2017).

E com o intuito de estimular o empreendedorismo biotecnológico no Norte do País, o Conselho de Administração da Suframa (CAS) regulamentou, em 2021, a Resolução nº 2 que estabelece os critérios que levam ao acesso aos incentivos fiscais previstos no Decreto-Lei nº 1.435/1975, aumentando as possibilidades de industrialização de matéria-prima de origem na região para toda a Amazônia Ocidental. Em sumula, essa Resolução traça diretrizes que orientam as empresas a utilizarem a matéria-prima regional de forma absoluta na produção, de que forma pode ser usada, e quando o insumo local pode ser misturado com diversos outros insumos durante a produção, tendo ainda a utilização por importância (ANCHIETA, 2021).

Foi realizado um levantamento compreendendo o período 2010-2016 sobre as patentes de biotecnologia, que trouxe como resultado 1.583 registros analisados, em que a Região Norte ficou em último lugar, com apenas 30 patentes no período, mostrando uma grande desigualdade regional. O índice de produtos de biotecnologias gerados por

patente no Brasil é pequeno comparado com outros países em biotecnologia que a média gira em torno de 6% a 7% enquanto que no Brasil é de 3,5% a 4%”, além da fala de existência de um banco brasileiro para o depósito obrigatório do material biológico pertencente a esses registros. De acordo com o Tratado de Budapeste, tem a reclamação por parte dos pesquisadores com relação a demora no processo de patenteamento que varia de 8 a 10 anos e mais os custos. Outra dificuldade para avanço da biotecnologia são os entraves burocrático do licenciamento para o uso de recursos genéticos (ADEODATO, 2020).

Segundo Filho *et al.* (2022) ressaltam que o desenvolvimento do setor industrial no Estado do Amazonas exige uma grande quantidade produtiva, que traz a falta de produtos, decorrente do pequeno produtor não conseguir atender a demanda. Apontando a necessidade de políticas públicas que possam atender às necessidades das indústrias locais através da produção gerada no Estado do Amazonas pontuando a importância de trazer essas questões para o centro dos debates com a finalidade de obter avanços na biotecnologia para o desenvolvimento sustentável utilizando matéria prima do ecossistema local.

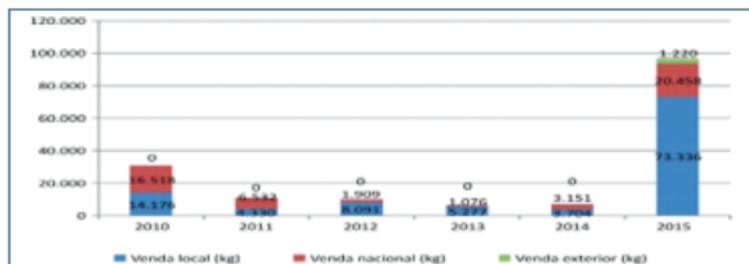
O modelo atual da Zona Franca de Manaus pode ser descrito como consequência de mudanças após o ano 2002, com a entrada em vigor da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) aprofundando a Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), cujo objetivo é o de proporcionar maior eficiência produtiva e capacidade de inovação das empresas e expansão das exportações. Durante esse período, a Suframa buscou fomentar projetos para o fortalecimento do PIM e de aproveitamento de potencialidades regionais com a criação do Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM) e do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA). Surgiu no decorrer desse percurso o DIMPE (Distrito Industrial de Micro e Pequenas em Empresas do Amazonas), onde são instaladas empresas que utilizam em seu processo produtivo insumos naturais (SUFRAMA, 2003). Atualmente o DIMPE está praticamente extinto.

Um dos pontos de partida para o avanço da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas pode ter sido por meio das empresas de biocosméticos, ao contribuírem com o desenvolvimento das cidades pequenas e ribeirinhas por utilizarem matéria-prima de produtos florestais não-madeireiros que pode ser empregada desde as primeiras etapas do processo produtivo. Isto pode agregar valor e trazer avanços regionais, além de possibilitar o desenvolvimento econômico sustentável, e os avanços da ciência,

tecnologia e inovação (LIMA; SCHOR, 2010). Já existe no Brasil uma crescente procura por produtos naturais oriundos da Amazônia, de forma que vem impulsionando biotecnologia Industrial para a região e surgindo um sistema de parcerias entre empresas, universidade, institutos de pesquisa, agências financeiras oficiais, comunidades organizadas e cooperativas (MIGUEL, 2009). O estado do Amazonas dispõe de um cenário de prospecção econômica voltado para o campo da biotecnologia Industrial, e em plena expansão de possibilidades de desenvolvimento de matéria-prima para a produção em diversos setores (MIGUEL, 2009). Um exemplo é o setor de extratos vegetais e concentrados, no qual a matéria-prima está sendo usada na fabricação de bebidas não alcoólicas que tem crescido de forma gradual o seu faturamento no Polo Industrial de Manaus o PIM (SUFRAMA, 2021).

Outros exemplos são os empreendimentos de pequeno porte tais como a Pharmakos da Amazônia, Pronatus do Amazonas, a Ervativa, a Insumos da Amazônia, entre outras, empresas que estão em crescente expansão em sua produção. Hoje há uma cooperação constante para o processo de inovações incrementais e criação de bioprodutos e capacitação de recursos oriundos do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Banco da Amazônia (Basa), Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa (Fadusp) entre outros. Santos, Brito e Neves (2019) analisaram as indústrias de biocosméticos, pelo total produzido e o total de vendas nos cenários local, nacional e internacional. Os dados obtidos trouxeram como resultado que ainda é pequena a produção de biocosméticos indicando ser um segmento econômico promissor, ainda pouco explorado.

Figura 01- Quantidade vendida em níveis local, nacional e internacional de sais perfumados e de outras preparações para banhos da indústria de transformação amazonense – 2010-2015.



Fonte: SUFRAMA (2019).

Observa-se na Figura 07 que ainda é pequena a produção da indústria de cosméticos dentro do estado se comparada com as demais indústrias do PIM, evidenciando uma realidade pouco animadora de que a maioria dos produtos é produzido

em quantidades que em sua maioria atende somente o próprio estado do Amazonas, com exceção dos cremes de beleza, cremes nutritivos e loções tônicas, cuja maior parte da produção é para atender o mercado nacional (SANTOS; BRITO; NEVES, 2019).

A diversificação produtiva do polo e a interiorização das indústrias na Amazônia é um dos caminhos para o desenvolvimento da região, com riquezas de produtos ainda a serem explorados, a exemplo do buriti, que produz um óleo que ajuda na melhoria do processo fabril do plástico. Portanto, fazer investimento na biotecnologia industrial é um retorno certo em desenvolvimento tendendo para grandes positivos para o país com tanto potencial de biodiversidade Amazônica.

5 RESULTADOS ALCANÇADOS

A Política de Desenvolvimento da Biotecnologia foi instituída através do Decreto nº 6.041 em 2007, e a iniciativa Brasil-Biotec foi instituída em 2021 pela Portaria nº 4.488 do MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação) com foco no P, D & I (desenvolvimento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), com o objetivo de trazer a promoção da ciência, inovação e do desenvolvimento econômico e social, priorizando quatro áreas da biotecnologia, sendo elas: Industrial; Saúde Humana; Agropecuária; Ambiental e Marinha.

Em março de 2021, o Profissão Biotec realizou um levantamento no país de empresas de biotecnologia, contando com o apoio das empresas Eppendorf e DiBlasi, Parente & Associados, que traz as 7 cidades que mais sediam empresas de biotecnologia no Brasil: São Paulo/SP, Belo Horizonte/MG, Campinas/SP, Piracicaba/SP, Ribeirão Preto/SP, Botucatu/SP, Rio de Janeiro/RJ e Porto Alegre/RS. Apesar das grandes riquezas de biodiversidades se encontrarem no Amazonas, ainda são pouco exploradas e são poucas as empresas e instituições que se voltaram para o desenvolvimento da biotecnologia no Amazonas, principalmente no campo produtivo, apesar de ser o maior Polo Industrial do Brasil o PIM.

Após pesquisas em sites oficiais verificou-se que no dia 18 de outubro 2021, a Webinar promovida pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) realizou um evento online sobre os desafios da Indústria na Economia da Amazônia, que teve como foco de discussão os desafios da indústria na economia amazônica. Trouxe como debate o futuro da indústria da Amazônia e como o Polo Industrial de Manaus (PIM) deverá avançar na adoção de práticas ESG.

Nesse encontro o presidente da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (Abir), afirmou que “A Zona Franca tem um potencial enorme de diversificação na bioeconomia, com possibilidades imensas de exploração da produção local de frutas e manufatura dos minérios da região”.

No mesmo evento o presidente da Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (Eletros) declarou que, para assegurar a diversificação produtiva é preciso de “mais investimentos em inovação e pesquisa para uso industrial e na formação de capital intelectual, igualmente como foi feito no início da Zona Franca”, citando que região Amazônica é rica na oferta de produtos a explorar. Citou como exemplo o buriti, fruta típica da região, que além de doce e compota também produz um óleo excepcional para a melhoria do processo fabril do plástico. Ressaltou ainda a necessidade, importância e urgência de mais investimentos em pesquisas para o uso industrial das riquezas da região.

Segundo pesquisa feita no site <https://profissaobiotec.com.br/quantos-institutos-brasileiros-de-pesquisa-em-biotecnologia-voce-conhece/>, para levantar a quantidade de institutos brasileiros de biotecnologia, constatou-se que existem cerca de 35 institutos de pesquisa públicos não relacionados a universidades. Constatou-se ainda que os institutos de biotecnologias no Amazonas que existem são apenas dois voltados para **pesquisa focada na biodiversidade brasileira, sendo eles (BIOTECNOLOGIA, 2019):**

- **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 que em Manaus existem startups de biotecnologia que estão se destacando tais como (SILVA; GIRARDI, 2020):

- **A AMAZONZYME** (enzimas para aplicação industrial) – Manaus-AM, atua na Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Biotecnológicos. A Startup Amazonzyme busca tornar pesquisas desenvolvidas na Universidade em produtos e processos úteis para a sociedade. Formada por uma equipe técnica de egressos de Biotecnologia, a Amazonzyme traz um portfólio diversificado de enzimas para aplicação em diferentes segmentos industriais.

➤ **BIOZER - Outra startup a se destacar de acordo com a pesquisa realizada. Trata-se de uma fabricante de cosméticos, que emprega óleos extraídos de plantas da região, com a produção de Cosméticos 100% naturais realizada em Manaus (AM), preparando-se no momento para exportar seus produtos para os EUA, Emirados Árabes e Europa. A Biozer da Amazônia é uma Startup genuinamente amazônica, com setor produtivo instalado no CIDE – Centro de Incubação e Desenvolvimento Empresarial (www.cide.org.br). A Biozer nasceu da busca por moléculas bioativas de origem natural. Em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, a empresa vem desenvolvendo vários produtos naturais (sabonetes, óleos, cremes, hidratantes, alimentos funcionais, dentre outros) que possuem a segurança e eficácia, cientificamente comprovadas. São utilizadas matérias-primas rigidamente selecionadas e que estejam devidamente certificadas, aumentando a confiabilidade dos produtos. Acredita-se que a inovação deva ser feita de modo sustentável, estabelecendo uma conexão harmônica entre a natureza e o homem.**

5.1 PROJETOS DE BIOTECNOLOGIA EM DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DO AMAZONAS

5.1.1 Pesquisas realizadas pelo Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA)

5.1.1.1 Projeto do Bioplástico (ATUAL, 2021):

Pesquisadores do CBA desenvolveram o “bioplástico” usando produtos da região do Amazonas que pode ser produzido pelas indústrias do Polo Industrial de Manaus o PIM, utilizando material biodegradável e extraído de matéria-prima natural que pode facilmente compor a produção de sacos em grande escala para serem utilizados nos estabelecimentos comerciais. O saco é derivado de amido, renovável, não possui reagente tóxico, não se perpetua no meio ambiente e não deriva de petróleo. Por utilizar as nanoceluloses para dar resistência ao material, é possível que essa sacola transporte um peso maior e seja bem mais barato. A foto do protótipo é apresentada abaixo na figura 02.

Figura 02- Protótipo do bioplástico



Fonte: Atual (2021)

Os pesquisadores do projeto afirmam que a medida mais eficaz seria incorporar o “bioplástico” na indústria e oferecer o saco biodegradável nos estabelecimentos comerciais “A gente sempre pensa em aproveitar tudo isso porque, por exemplo, toneladas de sementes de açaí são geradas todos os dias e nós confirmamos aqui que elas têm um alto potencial como fonte de celulose porque a composição delas é de 70% celulose. A madeira, que é normalmente utilizada, possui em torno de 40%. Então, por que não aproveitar esse resíduo para a produção de celulose?” “É possível transformar essa matéria-prima natural em embalagens “ativas” que, além de proteger os alimentos, os conservam por muito mais tempo”.

5.1.2 Projetos Pronametro (SUFRAMA, 2022)

Considerando a necessidade de atrair pesquisadores e técnicos nacionais e do exterior para fortalecimento estratégico do CBA para atuar em áreas de fronteira da Biotecnologia e de novos negócios promove a viabilização de Programa de bolsas a pesquisadores e técnicos para o Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), por meio do Programa Nacional de Apoio ao Desenvolvimento da Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Pronametro) Programa Nacional de Apoio ao Desenvolvimento da Metrologia, Qualidade e Tecnologia, visando estimular e apoiar o desenvolvimento do Centro como indutor no desenvolvimento de negócios relacionados a Biotecnologia e Bioeconomia.

Tabela 1. Projetos realizados no Centro de Bioecnologia (CBA) com apoio do Pronametro.

Projeto	Produção de mudas em larga escala e elaboração de bioprodutos derivados da fibra do curauá
Resumo do Projeto	Promover a produção de mudas micropropagadas do curauá (<i>Ananas erectifolius</i>) nos laboratórios que compõem a Coordenação de Biotecnologia Vegetal do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), visando à criação de uma Unidade de Observação das referidas mudas, em campo, e elaboração de protótipos à base de suas fibras. Desse modo, o CBA poderá apoiar o desenvolvimento da cadeia produtiva do curauá, a aplicação e o uso industrial de suas fibras,

	utilizando conhecimento científico e tecnológico para criar novas técnicas e produtos a fim de demonstrar e auxiliar na consolidação de um polo de bioindústrias na Amazônia brasileira.
Projeto	Extração e valoração de rejeitos amazônicos para obtenção de nanocelulose e desenvolvimento de novos bioprodutos
Resumo do Projeto	<p>Extrair nanofibras celulósicas provenientes do endocarpo do tucumã e aplicá-las no desenvolvimento de novos bioprodutos, tais como um sistema de liberação controlada de xilitol por hidrogel e filmes antioxidantes para conservar alimentos por tempo prolongado. Os produtos desenvolvidos neste projeto (celulose, nanocelulose, hidrogel e filme antioxidante) são de grande relevância científica e mercadológica. No mercado brasileiro já existe o soro fisiológico com xilitol, contudo sua aplicação é nas vias nasais por diversas vezes para ter o efeito necessário por ser um líquido o qual escorre facilmente pelas narinas e muitas vezes vai para a garganta. O hidrogel a base de nanocelulose prologaria o efeito desejado, pois permaneceria por mais tempo em contato das paredes e fossas nasais, além de liberar doses circunscriptas controladamente, facilitando a ação contra micro-organismos. É importante ressaltar que existem produtos similares no exterior, mas são de alto custo. Até então, não há registro formal no mercado brasileiro de filmes antioxidantes para conservação de alimentos. Assim, esse produto inovador pode atrair muita atenção de diversas empresas alimentícias, visto que a própria embalagem pode prolongar o tempo de prateleira de diversos produtos.</p>
Projeto	Qualificação de insumos e produtos amazônicos para a bioindústria
Resumo do Projeto	<p>Propor a qualificação dos insumos desde o início da cadeia produtiva até a padronização dos bioativos presentes nos óleos e frutos regionais. Um ingrediente que possua os critérios de qualidade comprovados tem maior valor de mercado e mais facilidade de ser comercializado tanto nacional como internacionalmente. Desta forma, pretende-se promover o desenvolvimento tecnológico e o rastreamento dos insumos provenientes das cadeias produtivas regionais com interesse comercial de frutos e óleos.</p>
Projeto	Plataforma de produção de anticorpos de interesse econômico/sanitário a partir de ovos de galinha para a Amazônia
Resumo do Projeto	<p>Dentre os insumos científicos mais utilizados no Brasil, os anticorpos são um dos maiores alvos de importação internacional. Dentre as metodologias alternativas, a produção de anticorpos em ovos de galinha destaca-se, por requerer menor estrutura, sem precisar retirar o sangue do animal e sem sacrificar a galinha, visto que a purificação do anticorpo ocorre a partir dos ovos. Além disso, existem vantagens pela distância filogenética entre ave/mamífero, possibilitando uma capacidade superior de reconhecimento sem preocupações com reações cruzadas ou interferências com proteínas homólogas. Isto permite que os anticorpos produzidos em ovos de galinha possam ter diferentes aplicações.</p>
Projeto	Desenvolvimento de bioativos oriundos da biodiversidade microbiana amazônica com potencial econômico
Resumo do Projeto	<p>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.</p>
Projeto	Valoração dos frutos amazônicos e impacto do processamento sobre sua qualidade
Resumo do Projeto	<p>O estudo dos frutos amazônicos, ao longo de seu desenvolvimento, é fundamental para propostas de domesticação de espécies e transformação em culturas rentáveis. Já o estudo de formas de agregação de valores é fundamental para garantir a presença destes frutos e seus subprodutos no mercado, ao longo do ano, com segurança e qualidade.</p>
Projeto	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
Resumo do Projeto	<p>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.</p>

Projeto	Apoio às atividades de cultura de tecidos vegetais e montagem de unidade de observação de <i>Ananas erectifolius</i>
Resumo do Projeto	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. 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.
Projeto	Desenvolvimento de uma membrana fitoterápica com propriedade anti-inflamatória e cicatrizante, oriunda da biodiversidade amazônica
Resumo do Projeto	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.
Projeto	Desenvolvimento de consórcios microbianos com aplicação na biodegradação de resíduos oleosos e derivados de petróleo
Resumo do Projeto	Desenvolver consórcios microbianos com aplicação na biodegradação de resíduos oleosos industriais e derivados de petróleo, apresentando-se como uma importante ferramenta biotecnológica.
Projeto	Desenvolvimento de produtos cosméticos oriundos de extratos e óleos da biodiversidade amazônica
Resumo do Projeto	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.
Projeto	Uso de marcadores moleculares de DNA para identificação de mudas de <i>Copaibas</i> (<i>Copaifera</i> spp.) com alto potencial de produção de oleorresina
Resumo do Projeto	Busca entender porque algumas árvores de <i>Copaibas</i> (<i>Copaifera</i> spp.) produzem oleorresina e outras não. Espera-se 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 <i>Copaibas</i> por empresas ou comunidades tradicionais extratoras.
Projeto	Monitoramento de marcadores químicos para a rastreabilidade de cadeias de interesse comercial de óleos vegetais amazônicos
Resumo do Projeto	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.
Projeto	Implantação de parâmetros de qualidade em cadeias de interesse comercial de óleos e frutos amazônicos e caracterização de bioativos
Resumo do Projeto	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.
Projeto	Implantação ou desenvolvimento de métodos para controle da qualidade e/ou rastreabilidade de insumos da Amazônia
Resumo do Projeto	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).
Projeto	Micropropagação de material vegetal para o cultivo <i>in vitro</i> de <i>Ananas erectifolius</i> (L. B. Sm.)
Resumo do Projeto	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) – Bromeliaceae].
Projeto	Desenvolvimento de atividades de cultura de tecidos de <i>Ananas</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm.)

Resumo do Projeto Produzir mudas micropropagadas de *Ananas erectifolius* para a produção do banco de germoplasma e produção em larga escala da referida espécie no CBA.

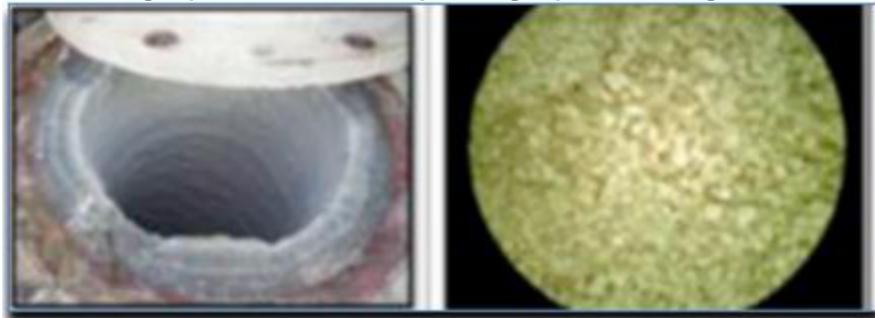
Fonte: Adaptado de Suframa (p.01, 2022) adaptado pelo autor.

Observa-se na Tabela 01 que são diversos os projetos que estão em andamento sendo desenvolvidos pelo Centro de Biotecnologia da Amazonas, faltando ainda um ambiente mais favorável para o florescimento de negócios associados aos recursos naturais da região. Existem entraves diversos que precisam ser superados: legais, infraestrutura de pesquisa, produção de matéria prima e insumos em quantidade e qualidade etc. Assim, a mitigação desses óbices deverá contribuir para o fortalecimento da biotecnologia industrial e o desenvolvimento sustentável do Estado do Amazonas.

5.1.3 Projeto Catalizador para produção de biocombustível (PESSOA JUNIOR, *et al.*, 2020)

A utilização do lodo proveniente de estações de tratamento de esgoto (ETEs) como um catalisador para produzir biocombustível. A pesquisa foi chefiada por pesquisador do CBA, além de pesquisadores do Instituto Federal de Educação Tecnológica (Ifam), Universidade Federal do Amazonas (Ufam) e da Edith Cowan University da Austrália.

Figura 03 - Precipitação mineral na tubulação e ampliação estereoscópica de uma amostra



Fonte: Pessoa Junior, *et al.* (2020).

Na Figura 03, observa-se a precipitação mineral na tubulação e ampliação estereoscópica de uma amostra em escala. A pesquisa concluiu que a utilização do catalisador poderá reduzir em até 30% o custo na produção do biocombustível, além de ser reutilizável e tem a possibilidade de regeneração. Segundo um dos pesquisadores ‘Como produzimos a partir de um rejeito (lodo), há uma diminuição nos custos finais do biocombustível. Também observamos que o catalisador a partir do lodo Figura 03,

podendo ser reutilizado e regenerado, diferente dos catalisadores disponíveis no mercado, que podem ser reutilizados, mas em uma proporção menor e também não possuem a capacidade de regeneração’.

De acordo com Pessoa Junior *et al.* (2020) as estações de tratamento de água de Manaus têm uma produção cerca de 20 toneladas de lodo diariamente. Conforme um dos pesquisadores do Centro de Biotecnologia do Amazonas (CBA) diz que “O Plano Nacional de Saneamento Básico já prevê a questão do tratamento do esgoto e as empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM), em sua maioria, precisam terceirizar o tratamento dos rejeitos, enquanto, a partir da pesquisa, observa-se que esse mesmo lodo poderia até ser comercializado para uma empresa de produção de biocombustível, por exemplo”.

Os pesquisadores do CBA atuante no projeto explicaram no artigo publicado em 2020 na revista científica *Energy*, periódico internacional multidisciplinar em engenharia e pesquisa de energia de grande notoriedade mundial, que o protótipo da pesquisa abre diferentes nichos de mercado, que tem a possibilidade do uso do catalisador a partir do lodo nas empresas que já trabalham com biocombustível, além da criação de novas empresas, ou até mesmo a própria produção de biocombustível na fábrica para abastecer a frota interna de veículos (PESSOA JUNIOR (2020).

Para um dos pesquisadores do CBA a qual diz em sua fala que “Essa pesquisa vai ao encontro da proposta do CBA, de transformar o que antes era um rejeito, em um produto de alto valor agregado (biocombustível), trazendo, ainda, uma solução ambiental, economicamente rentável para as empresas do polo e gerando empregos na região”.

3.1.2 O projeto Café em Agrofloresta (APUÍ, 2021)

O Café Agroflorestal de Apuí município do Amazonas usa grãos de plantações em áreas sombreadas pela floresta para produção, tornando o primeiro café 100% Robusta orgânico cultivado em agrofloresta na Amazônia brasileira. O grão se transforma em uma bebida encorpada e harmônica, com o uso de tecnologias adequadas e acessíveis aos produtores, além de regenerar áreas degradadas, o fomento à atividade trouxe benefícios sociais e econômicos para as famílias envolvidas no projeto ao longo de toda a cadeia produtiva.

O projeto oferece todo um suporte aos produtores, desde a coleta das sementes para produzir as mudas até a comercialização do café. Com todo esse trabalho de apoio na cadeia local, o projeto gerou dois produtos: o Café Apuí Agroflorestal (o primeiro do tipo na Amazônia) e o Café Apuí Agroflorestal Orgânico. Em parceria com uma

startup foi desenvolvida nova identidade visual do produto, encontrando-se em preparação para exportar para a Alemanha.

5.1.3 Projetos de bioindústrias que trabalham com a produção derivada do camu-camu (BILLACRÊS; COSTA; NUNES, 2020)

O camu-camu está entre os frutos com um dos maiores potencial funcional e industrial, devido aos elevados teores de vitamina C e compostos fenólicos presentes em sua polpa e casca, que pode ser utilizado como medicamento para diversas doenças, além de diversos benefícios tais como: efeito antioxidante, ajuda na prevenção da catarata, entre outros. As empresas vem empregando na fabricação de sucos, sorvetes, bebidas e geleia.

Figura 04: Licor de Camu-camu



Fonte: Billacrês; Costa; Nunes (p. 227, 2020)

Figura 05- Pó de Camu-Camu



Fonte: Billacrês; Costa; Nunes (p. 227, 2020)

Outra grande potencialidade que vem crescendo na bioindústria é a produção de licor de camu-camu Figura 04, bebida alcoólica fermentada e pó de camu-camu Figura 05, visando à obtenção de um produto com alto teor de compostos bioativos e capacidade antioxidante além de polpas. São várias as bioindústrias no Estado do Amazonas, conforme a Figura 06, que trabalham com a fruta do camu-camu e seus principais produtos.

Figura 06 - Bioindústrias regionais que apresentam o camu-camu como matéria-prima

Bioindústrias	Principais produtos
Fazenda santa maria ¹	Polpas de frutas.
Amazônia polpas ¹	Polpas de frutas.
Aspoc/cooptur ²	Polpas de frutas
Cupuama – cupuaçu do amazonas ind. Com. Exp. Ltda ²	Polpas de frutas congeladas
Magama industrial Ltda ² .	Extratos
Licores da amazônia ²	Licores e doces
Wotüra ²	Polpas de frutas

Fonte: Billacrês; Costa; Nunes (p. 234, 20209).

Durante a pesquisa sobre as bioindústrias que trabalham com a produção derivadas do camu-camu os pesquisadores Billacrês; Costa; Nunes (2020) conseguiram adquirir informações de 5 empresas, Figura 06, sendo que de algumas o levantamento foi pelo trabalho de campo e de outras pela internet, em suas respectivas páginas: Associação de Silves pela Preservação Ambiental Cultural/Cooperativa de Trabalho Ecoturístico e Ambiental do Amazonas (ASPOC/COOPTUR) nos municípios de Silves; Licores da Amazônia, Magama no município de Manaus; Cupuama no município de Careiro Castanho; Wotüru no município de Benjamin Constant.

6 CONCLUSÃO

O levantamento bibliográfico e pesquisa em websites fortalecem o entendimento de que o desenvolvimento da biotecnologia industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas pode trazer soluções mais sustentáveis e que promovam menor impacto possível para o meio ambiente. Por meio de resultados e soluções inovadoras, a biotecnologia Industrial pode proporcionar contribuições importantes para o estado do Amazonas, com a busca do desenvolvimento sustentável com preservação da floresta, fortalecendo a cultura e comunidades locais e agregando mais valor agregado às matérias-primas regionais.

No que tange ao desenvolvimento regional a biotecnologia Industrial merece um grande enfoque visto que pode contribuir não apenas para o crescimento da bioeconomia, mas sobretudo para que empresas se desenvolvam e contribuam para o adensamento de processos produtivos, bioempresas, startups, além de contribuir para o fortalecimento de institutos de pesquisas.

A relação entre a biotecnologia Industrial e o desenvolvimento regional preconiza atenção para os incentivos e políticas públicas de governos. O foco das políticas

industriais e de inovação tem se modificado de forma a melhorar a competitividades e o desenvolvimento regional. Espera-se que novas pesquisas possam adensar o conhecimento sobre o desenvolvimento industrial da biotecnologia branca nas empresas que se utilizam de recursos predominantemente amazônicos e que, ao longo do tempo, o entrelaçamento das inovações tecnológicas com a indústria seja compensado com resultados positivos no que concerne ao desempenho empresarial.

REFERÊNCIAS

ADEODATO, S. A riqueza oculta da floresta. **PPBIO**, Programa Prioritário de Bioeconomia, p. 22, publicado em 20 ago. 2020.

ALVES, A. W. G. **A ineficácia da legislação no combate à Biopirataria na Amazônia**. 2001. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/anna_walleria_guerra_alves.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022.

AMAZONZYME. Soluções Enzimáticas. Disponível em: <<https://amazonzyme.com.br/>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

ANCHIETA, Fundação Padre. Economia para o amanhã – Diversificação econômica. Publicado 21 set. 2021. Disponível em: <https://cultura.uol.com.br/cenarium/2021/09/21/177369_especial-economia-para-o-amanha-diversificacao-economica.html>. Acesso em 02 jan. 2022.

APUÍ, Café. Nova marca do Café Apuí representa expansão do projeto. **Cafeapui**. 15 de set. de 2021. Disponível em: <<https://www.cafeapui.com.br/post/nova-marca-do-cafe-apui-representa-expansao-do-projeto>>. Acesso em: 25 abri. 2022.

ATUAL, Amazonas. Bioplástico já é realidade em Manaus, mas falta interesse das empresas. **Amazonas Atual**, Comunicação, 6 de outubro de 2021. Disponível em: <<https://amazonasatual.com.br/bioplastico-ja-e-realidade-em-manaus-mas-falta-interesse-das-empresas/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

BILLACRÊS, M. A. R.; COSTA, R. C.; NUNES, C. V. A cadeia produtiva na Gestão da Inovação da Biotecnologia: o camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K.) no Amazonas. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro. v.14, n. 2, p. 222-237, 2020.

BIOTECNOLOGIA, Blog do Profissão Biotec (ISSN 2675-6013), **Ciência, Institutos de Pesquisa**, Natália Videira, V.4, 2019. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/quantos-institutos-brasileiros-de-pesquisa-em-biotecnologia-voce-conhece/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

CIEAM, Centro das Indústria do Estado do Amazonas. Geração de empregos no PIM foi de 92 mil. **Site oficial do CIEAM**, Postado em: 04/02/2020. Acesso em: <<https://cieam.com.br/geracao-de-empregos-no-pim-foi-de-92-mil>>. Disponível em: 02 jan. 2022.

CORDERO-SOTO, I. N. *et al.* Solid/gas biocatalysis for aroma production: An alternative process of white biotechnology. **Biochemical Engineering Journal**, v. 164, p. 107767, 2020.

ELETROS, Associação Nacional de Fabricantes de Produtos EletroEletrônico. Zona Franca de Manaus tem potencial para impulsionar economia do Brasil. Em destaque, notícia, 22 de outubro de 2021. Disponível em: <<https://eletros.org.br/zona-franca-de-manaus-tem-potencial-para-impulsionar-economia-do-brasil/#:~:text=Webinar%20promovido%20pela%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pesquisa%20em%20Biotecnologia>>

C3%A3o% 20Get%C3% BAio,500%20 empresas%20instaladas% 20no%20PIM.>. Acesso em: 15 fev. 2022.

FILHO, A. O. C. *et al.* Gold of the Amazon floodplain: panorama and stimulus for the cultivation of jute vegetable fiber (*Corchorus capsularis*) and job creation for riverside people in the state of Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, p. 31423-31438, apr., 2022.

GERRING, j. **Pesquisa de estudo de caso: princípios e práticas**. Tradução de Caesar Souza – Petrópolis, RJ: Vozes, 2019.

HEUX, S. *et al.* White biotechnology: State of the art strategies for the development of biocatalysts for biorefining. **Biotechnology Advances**. v. 33, p.1653–1670, 2015.

LIMA, S. P. M. de; SCHOR, T. Aglomerado industrial, sustentabilidade, biotecnologia e desenvolvimento regional: um olhar sobre o polo de biocosméticos em Manaus/Amazonas. **Paper final. Pluris**, 2010, Disponível em: <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper479.pdf>>. Acesso em 05 jan. 2022.

LINS, E. F. O Amazonas e seus problemas. Manaus. **Imprensa Oficial do Estado do Amazonas**, VI, 2006.

MAFRA, R. Z.; LASMAR, D. J.; VILELA JÚNIOR, D. C. Interorganizational Relationships in the Amazon Biotech Industry Based on Entrepreneurs' Perceptions. **Journal of Contemporary Administration**. Maringá, PR, Brasil, v. 23, n. 5, art. 5, p. 672-695, setembro/outubro, 2019.

MIGUEL, L. M. Experiência sobre a utilização da biodiversidade: as bioindústrias de cosméticos na Amazônia brasileira. Trabalho apresentado no 12º Encuentro de Geógrafos da América Latina - EGAL, **Montevideo/Uruguai**, 2009.

MIGUEL, Laís Mourão. Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia Brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos. Dissertação de Mestrado. **Programa de Pós-graduação em Geografia Humana**. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: USP, 2007.

NEVES, *et al.* Assessment of terra-class and mapbiomas data on legend and map agreement for the Brazilian Amazon biome. **Acta Amazonica**, v. 50, p. 170-182, 2020.
PESSOA JUNIOR, W. A.G. et al. Application of water treatment sludge as a low-cost and eco-friendly catalyst in the biodiesel production via fatty acids esterification: Process optimization. **Energy**. v. **213**, 15 December 2020.

SANTOS, A. C; BRITO, A. P. S. B.; NEVES, S. F. A importância da indústria de biocosméticos para o desempenho econômico do estado do Amazonas. **Revista Terceira Margem Amazônia**. v. 6, n. especial 16, p. 105-125, 2021.

SANTOS, A. C; BRITO, A. P. S. B.; NEVES, S. F. A importância da indústria de biocosméticos para o desempenho econômico do estado do Amazonas. **Revista Terceira Margem Amazônia**. v. 6, n. especial 16, p. 105-125, 2021.

SILVA, C.; GIRARDI, G. **Estadão: Conteúdo**. São Paulo. 23/08/2020. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2020/08/23/baseadas-em-ativos-da-floresta-startups-da-amazonia-impulsionam-a-bioeconomia.htm>>. Acesso em: 01 mai 2022.

SILVA, L. A. G. P. S.; MERCÊS, N. N. A. Estudo de casos múltiplos aplicado na pesquisa de enfermagem: relato de experiência. **Revista Brasileira de Enfermagem REBEN**, ano 3, v. 71, p. 1263-1267, 2018.

SUFRAMA, Ministério da Economia. **Projetos Pronametro/CBA**. Aqui você encontra uma compilação de dados acerca de projetos realizados ao longo dos anos no CBA. Publicado em 11/08/2021 11h25 e Atualizado em 04/05/2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/zfm/cba/projetos-pronametro-cba>>. Acesso em: 18 mai. 2022.

SUFRAMA, Potencialidades de bioprodutos são discutidas em visita da Suframa à 3M no Polo Industrial de Manaus. **Gov. Br, Ministério da Economia**. Publicado em 31/05/2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/noticias/potencialidades-de-bioprodutos-sao-discutidas-em-visita-da-suframa-a-3m-no-polo-industrial-de-manaus>>. Acesso em 05 jan. 2022.

SUFRAMA. Indicadores industriais. **Manaus**, 2019. Disponível em: < <https://exame.com/bussola/faturamento-do-polo-industrial-de-manaus-cresce-mais-que-o-nacional/>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Histórico da Zona Franca de Manaus**. 2003. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

WEID, I. V. D. *et al.* Categorização do setor de biotecnologia baseada na Classificação Internacional de Patentes e análise do panorama de depósito de pedidos de patentes neste Setor, no Brasil (2012-2016). Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial –INPI, Diretoria de Patentes - **DIRPA, Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica – CEPIT**, Divisão de Estudos e Projetos-DIESP, 2018.

O avanço da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas

The advance of industrial biotechnology in the State of Amazonas

Rosimeire Freires Pereira Oliveira^{1*}, Dimas José Lasmar¹, Rosana Zau Mafra¹, Ananélia Claudia Rodrigues de Queiroz Albuquerque², Sidney dos Santos Oliveira³.

Received: 2023-01-03 | Accepted: 2023-02-05 | Published: 2023-02-10

RESUMO

A Biotecnologia Industrial tem sido observada como a produção do futuro, podendo ser objeto de estudo e estratégia organizacional. O objetivo dessa pesquisa é analisar o desenvolvimento da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas. Trata-se de uma pesquisa com abordagem quali-quantitativa com enfoque exploratório e descritivo. Foram feitos mapeamento das empresas e institutos de pesquisas existentes no Estado do Amazonas, através de pesquisa bibliográfica e exploratória em websites e sites oficiais. Os resultados apontaram que no Estado do Amazonas só aparecem no Mapa da Biotech (2023) apenas 4 empresas, das quais três nacionais e uma startup. Mas, durante a pesquisa, constatou-se a existência de diversas outras empresas no estado do Amazonas que possuem atividades produtivas voltadas para os conceitos da biotecnologia industrial, das quais foram listadas algumas e apresentadas nesse estudo.

Palavras-chave: Biotecnologia Industrial; Mapeamento; Estado do Amazonas;

ABSTRACT

Industrial Biotechnology has been seen as the production of the future, and can be an object of study and organizational strategy. The objective of this research is to analyze the development of industrial biotechnology in the State of Amazonas. This is a research with a quali-quantitative approach with an exploratory and descriptive approach. Mapping of existing companies and research institutes in the State of Amazonas was carried out, through bibliographic and exploratory research on websites and official sites. The results showed that in the State of Amazonas, only 4 companies appear on the Biotech Map (2023), of which three are national and one is a startup. But, during the research, it was verified the existence of several other companies in the state of Amazonas that have productive activities focused on the concepts of industrial biotechnology, of which some were listed and presented in this study.

Keywords: Industrial Biotechnology. Mapping. State of Amazonas.

¹ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - PPGBiotec

*E-mail: rosimeirefpol@yahoo.com.br

² Centro Universitário de Ensino Superior do Amazonas (CIESA)

³ Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES)- PPGECE

INTRODUÇÃO

São muitas as discussões relacionadas a novos mecanismos para o desenvolvimento do Amazonas, convencionado a magnitude da biodiversidade da região e do máximo aproveitamento utilizando o crescimento da biotecnologia. Isto torna importante a iniciativa conjunta da comunidade científica, do setor privado, do governo federal e do governo estadual da região, para os avanços no campo da inovação, pesquisa e desenvolvimento baseados nesse novo conceito produtivo.

Considera-se também o importante aproveitamento da estrutura industrial do Polo Industrial de Manaus (PIM), para o estabelecimento e desenvolvimento da biotecnologia Industrial. Observa-se assim, a importância de estudos voltados para esse campo, a fim de disseminar a biotecnologia Industrial como um dos instrumentos que possam auxiliar empresas que já estão caminhando.

A aplicação do conhecimento biotecnológicos a processos industriais tradicionais vem evoluindo no decorrer dos anos, os avanços tecnológicos e científicos sobre a estrutura e as transformações dos materiais biológicos têm trazido novos conceitos para todas as áreas, não só pelos novos produtos ou transformações, mas que se encaixa no contexto de desenvolvimento sustentável, chamada de biotecnologia Industrial, também conhecida como biotecnologia Branca (SALVATI, 2016; VASCONCELOS, 2018).

A biotecnologia industrial teve sua evolução nas guerras ocorridas no mundo a qual impulsionara a manufatura de produtos de fermentação e microbiológicos que eram utilizados para a extração de álcool para a produção de glicerol, em que transformavam em insumo para a fabricação de explosivos. Outro ponto importante é citar que a Biotecnologia Industrial foi primordial para o desenvolvimento de antibióticos a partir de 1928 após sua descoberta por Alexander Fleming (GUSMÃO, 2017).

O estado do Amazonas ainda está caminhando a passos bem lentos para os avanços biotecnológicos, não foram identificadas muitas pesquisas nesta área. Apesar das grandes contribuições que ela pode proporcionar para o estado através de geração de renda e riquezas, a utilização dos inúmeros recursos biológicos disponíveis na natureza e do emprego de tecnologia e inovação nos processos produtivos, alinhados com a sustentabilidade, é ainda incipiente, pelo pouco conhecimento sobre a biotecnologia Industrial.

O Estado do Amazonas, por possuir uma grande biodiversidade, serve como suporte para o desenvolvimento socioeconômico, com grande capacidade para o crescimento da biotecnologia industrial. Entretanto, o crescimento das indústrias no estado não foi pautado no desenvolvimento sustentável, e sim no econômico. Existem projetos com projeções para o avanço da biotecnologia no PIM, e estimativas de ganhos, mas não se tem conhecimento de que houve implantação.

Esse segmento tende a ser muito importante para a economia industrial do amanhã, principalmente por ter como uso os recursos fósseis o uso de material vegetal para a produção da biomassa. É importante implementar pesquisas que possam trazer avanços no campo da sustentabilidade para a região amazônica, particularmente para o Amazonas, associados aos benefícios para a atividade produtiva.

Compreender os mecanismos, as vantagens e implicações de novas ferramentas tecnológicas com o suporte dessa biotecnologia poderá oferecer alternativas para o desenvolvimento e crescimento das indústrias amazonenses pautadas na conservação e sustentabilidade ambiental.

São muitas as dificuldades pelas quais as empresas têm de passar para obter licenciamentos ambientais no Estado do Amazonas, por exemplo, para obter uma licença ambiental em Minas Gerais são necessários 50 dias. No Espírito Santo, 25 dias. Já no Amazonas são necessários quase 400 dias, em média. Isso acaba levando as empresas de biotecnologias desistirem de instalar sua indústria no Estado (CNN BRASIL, 2020).

Considerando esse contexto, esta pesquisa vem questionar: Quais os avanços da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas?

Esse estudo deverá contribuir com as universidades, centros de pesquisas, empresas e demais agentes que apoiam atividades de CT&I que buscam pesquisar e desenvolver atividades pautadas na sustentabilidade do aproveitamento dos recursos da biodiversidade.

Podendo contribuir também para aumentar o acervo de conhecimentos científicos e tecnológicos sobre o desenvolvimento da biotecnologia Industrial em um importante estado da Amazônia brasileira, onde se concentra uma das maiores riquezas mundiais de espécies da biodiversidade.

Sua atuação é ampla e abrangente com uma prospecção multidisciplinar, estando ligada a diferentes tipos de aplicabilidade em vários setores e atividades tais como saúde, fermentação, agricultura, mineração, pecuária, entre outros.

O AVANÇO DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO ESTADO DO AMAZONAS

O Estado do Amazonas é a região do planeta com a maior biodiversidade do mundo, tendo uma estimativa em torno de 60 mil espécies de plantas superiores, sem contar com as espécies para as quais ainda falta fazer a prospecção botânica e econômica, 300 espécies de mamíferos já foram catalogadas, 2.000 espécies de peixes já são conhecidas, 2,5 milhões de espécies de artrópodes prospectados, já foram descobertas dezenas de milhões de espécies de microrganismos. Mostrando assim, ser possuidora de imensas diversidades de recursos naturais com capacidade de tornar as matérias-primas fabril ilimitadas utilizando a biotecnologia Industrial. São muitas as diversidades da fauna e flora existentes no estado do Amazonas,

entretanto, poucas espécies têm uso tradicional e comercializada economicamente (MATIAS; PIMENTEL, 2005).

O Amazonas é um dos estados com maior potencialidade de aproveitamento dos recursos naturais retirado da biodiversidade para o desenvolvimento da biotecnologia Industrial. A indústria vem sendo desenvolvida desde o ciclo da borracha de 1840 a 1910, passando pela batalha da borracha de 1940 a 1945 podendo ser chamado de segundo ciclo da borracha, após veio as indústrias para substituição das importações de 1966 a 1970 com a implantação da Zona Franca de Manaus (ZFM) em 1967, a pecuária incentivada e a colonização na década de 70, o extrativismo mineral e madeireiro nas décadas de 80 e 90, além das instituições regionais de pesquisa, que já trabalham nessa área (LIMA; SCHOR, 2010).

Foi estabelecido em dezembro de 1997, o Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Amazônia (PROBEM/Amazônia). E até hoje vem sendo discutido um novo potencial para o desenvolvimento da Amazônia, dentro da imensidão da sua biodiversidade e os grandes recursos que poderá proporcionar com a biotecnologia Industrial. Uma das criações mais importantes foi a do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) em 2002, construído no Distrito Industrial de Manaus, por meio do Ministério do Meio Ambiente, com o objetivo de ser a mais avançada e inovadora Instituição de Pesquisa e Desenvolvimento para o aproveitamento da estrutura industrial da ZFM, para o estabelecimento de bioindústrias (BARBOSA, 2000).

A região Amazônica supera as demais regiões do Brasil e possui a maior quantidade de genes raros do mundo (SIJBESMA; SCHEPERS, 2003). Na biotecnologia, os genes são agentes de alto valor agregado e já explorado em vários países do mundo. No Brasil a biotecnologia Industrial está sendo desenvolvida de forma lenta e no Amazonas apesar da grande potencialidade é pouco explorada pelas indústrias (CAPELLI, 2000). Algumas indústrias já atuam em processos sustentáveis tais como: empresas de extração de vegetais para concentrados para fabricação de bebidas; as indústrias de móveis, serrarias objetos de madeira, aglomerados, laminados e casas pré-fabricadas.

Atuam no segmento de extração de óleos fixos de origem vegetal tais como: os de buriti e copaíba, que são utilizados pelas indústrias de fitoterápicos e fitocosméticos; óleos essenciais tais como o pau-rosa que é indispensável para as indústrias de perfumaria e fragrâncias, entre outros; óleos fixos de origem animal tais como o óleo de peixe que é utilizado como fontes vitamínicas pela indústria de complementos alimentícios. Outro segmento importante é a produção de biomassa pela indústria de biofertilizantes e de energia com a queima em caldeiras, barras para lareiras (BARBOSA, 2000).

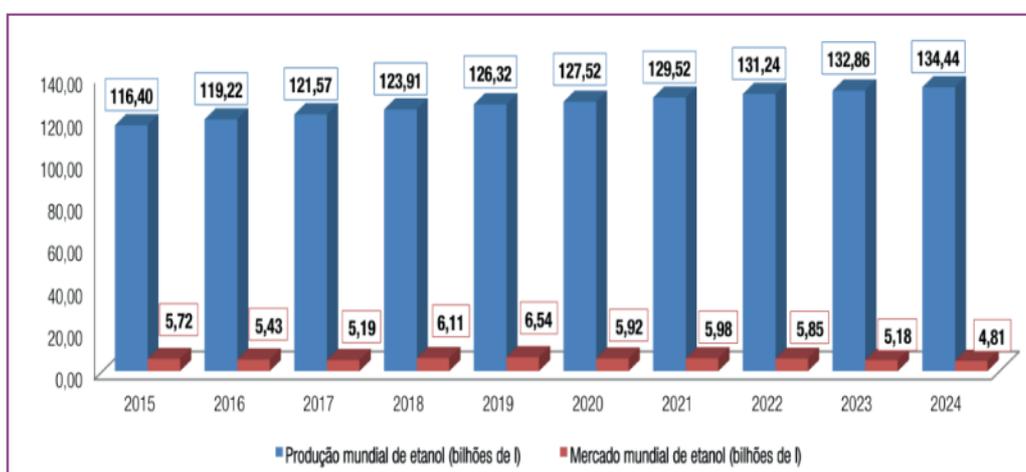
Tem uma produção voltada para o aproveitamento dos recursos naturais da biodiversidade local dos diversos tipos de óleos tanto animal quanto de origem vegetal e produtos madeireiros e não-madeireiros. Entretanto, são necessárias políticas públicas adequadas para o desenvolvimento

socioeconômico regional sustentável, de forma que o Polo Industrial de Manaus (PIM) possa desenvolver uma economia com base nas matérias-primas regionais, proporcionando um desenvolvimento socioeconômico e sustentável do Estado do Amazonas (MATIAS; PIMENTEL, 2005).

O desenvolvimento da biotecnologia tem contribuído com o aumento da produção agrícola, que além da produção de alimentos tem um papel fundamental na geração de bioenergia, com origem a partir de recursos renováveis já existentes. Podem ser citadas as enzimas sintéticas existentes que operam na celulose da biomassa para obtenção de açúcares fermentáveis, além da criação de microrganismos capazes de produzir diretamente o biocombustível (ANI, 2020).

De acordo com a pesquisa realizada pela OCDE, estima-se que até 2030 a biotecnologia terá contribuído com US\$ 1 trilhão/ano para o Estado do Amazonas, tendo sua distribuição nos setores de produção primária (US\$ 380 bilhões/ano), de saúde (US\$ 260 bilhões/ano) e industrial (US\$ 420 bilhões). A exemplo nos Estados Unidos da América a indústria *biobased* teve uma geração de emprego em torno de 4 milhões. E o Brasil ficou em 12º lugar em número de empresas *biotech* no mundo (OCDE, 2015). E que em 2030 a Biotecnologia Industrial será responsável por 39% do valor econômico gerado pela Biotecnologia (P-BIO, 2022).

Figura 01 - Estimativa da produção e mercado mundial de etanol até 2024



Fonte: Avellar (2015, P. 03).

Conforme a Figura 01, observa-se uma projeção para o mercado de biocombustíveis sobre a produção de etanol, que irá gerar em torno de 173 bilhões de litros até 2024, prospectando um aumento de 17% em relação ao ano de 2015, tendo o Brasil como responsável por cerca de 31% da produção e 29% do consumo mundial (AVELLAR, 2017).

O avanço da biotecnologia Industrial enfrenta muitos desafios como as leis destinadas a regular acordos e atividades entre biogrupos brasileiros e empresas multinacionais na área de bioprospecção que tem regulamentação cercada de parâmetros definidos que só causam

embargos, como exemplo pode-se citar Novartis que em 2001 retirou seu acordo de bioprospecção no Brasil com a BioAmazônia (MOREIRA, 2001).

METODOLOGIA

Quanto à característica trata-se de pesquisa qualitativa, pela preocupação com aspectos subjetivos e abstratos como valores, atitudes e crenças relacionadas à Biotecnologia Industrial a serem identificadas por meio da análise das informações coletadas nas pesquisas bibliográficas e primárias.

Além de qualitativa, esta pesquisa é também quantitativa, pois tem como foco comprovar, de forma quantificada, a importância dos dados coletados referentes a quantidades de empresas e instituto de pesquisa que utilizam a biotecnologia. Para tanto, coletou-se dados taxados como concretos e quantificáveis, isto é, parte-se de números.

O estudo é suportado pelo levantamento e mapeamento de dados secundários através de: i. revisão de literatura; ii. pesquisa em website. A pesquisa de literatura decorre da pesquisa nos sites, em artigos, teses, dissertações e publicações afins.

A Pesquisa em website caracteriza-se pela análise de publicações de dados nos sites oficiais das empresas e instituto de pesquisa, que utilizam a biotecnologia industrial. Com relação ao tipo da pesquisa esta pesquisa se caracteriza como uma pesquisa de cunho exploratória e descritiva, através de mapeamento usando mecanismo tecnológico e pesquisa bibliográfica.

Com relação à pesquisa exploratória, esta decorre da averiguação minuciosa com procedimentos sistemáticos e intensivos, com o foco voltado para descobrir, explicar e compreender os fatos indagados nos objetivos, na busca de resultados dos mais fidedignos possíveis (APPOLINÁRIO, 2011). O caráter exploratório deste estudo decorre devido a inexistência de dados não documentados sobre o tema que se trata da problemática de verificar as práticas industriais da biotecnologia branca no Estado do Amazonas. O objetivo dessa pesquisa é procurar padrões, ideias ou hipóteses. A ideia não é testar ou confirmar uma determinada hipótese, e sim realizar descobertas.

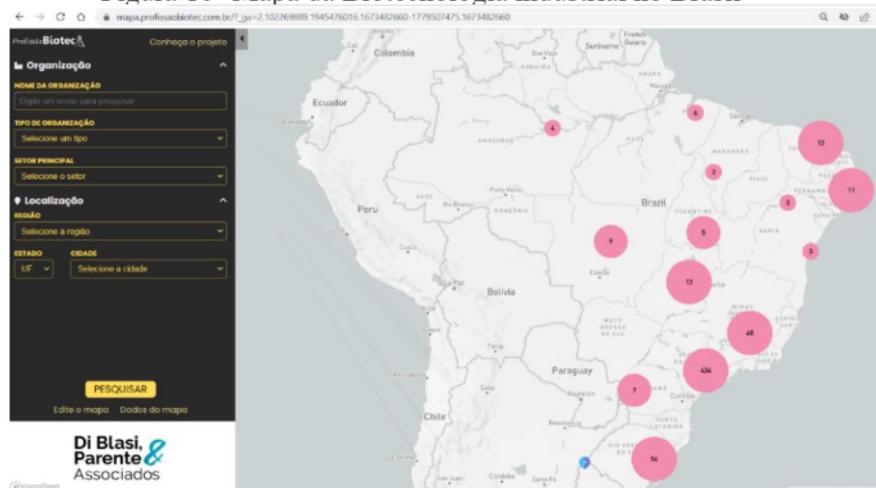
O universo amostral da pesquisa compreende as empresas e instituições de pesquisa científica que atuam em Biotecnologia e áreas afins no Estado do Amazonas a serem mapeadas em sites constantes na lista dos sites da Associação Nacional de Biotecnologia, no site da profissaoBiotec.com.br, Embrapa, entre outros sites de pesquisa que tem estudos de empresas de biotecnologia Industrial.

RESULTADOS ALCANÇADOS

Mapeamento das empresas e institutos de pesquisa que utilizam a biotecnologia industrial no estado do Amazonas

Existem várias empresas no país, mas que não tem na classificação de suas atividades econômicas descrição voltadas para a produção biotecnológica, fazendo com que as mesmas fiquem de fora do mapa da biotecnologia industrial no Brasil e dos fomentos destinados para investimentos nesse campo. Mesmo diante desse cenário, observa-se um grande crescimento em todo o país de empresas de biotecnologia industrial, conforme Figura 10.

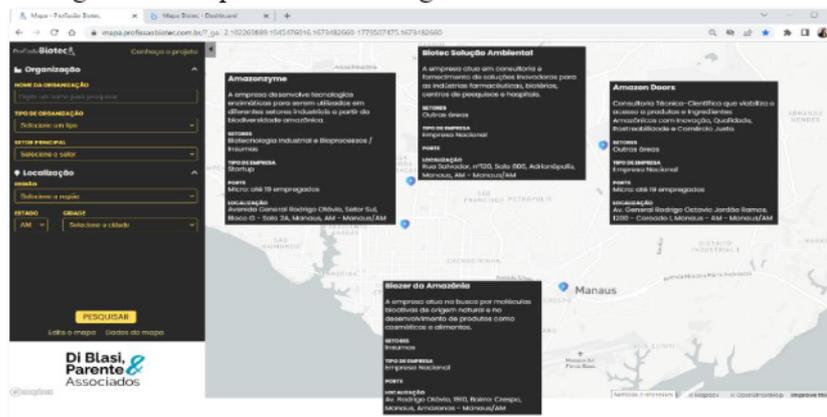
Figura 10- Mapa da Biotecnologia industrial no Brasil



Fonte: Biotech (2023).

Observa-se no mapa da Figura 10, uma grande quantidade de empresas e startup no campo da biotecnologia industrial, sendo que a maior concentração está no Estado de São Paulo com 434, seguido do Estado do Rio de Janeiro com 68 e em terceiro lugar o Rio Grande do Sul com 54. Já a Figura 11, traz o mapa das empresas no Estado do Amazonas.

Figura 11- Mapa da Biotecnologia no Estado do Amazonas



Fonte: Biotech (2023).

Apesar do estado do Amazonas ter indústrias voltadas para a biotecnologia industrial, o mapeamento feito usando web site, constatou apenas 4 empresas, sendo uma startup e três nacionais, ambas dentro da cidade de Manaus, conforme Figura 11.

A biotecnologia é tida para o avanço estratégica uma área prioritária no Brasil. Sendo que em 2007, foi instituída a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia através do Decreto nº 6.041. E recentemente no ano de 2021, foi instituída a iniciativa Brasil-Biotec através da Portaria nº 4.488, tendo seu foco voltado para a Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I), com o objetivo de promover a ciência, inovação e desenvolvimento econômico e social do país.

É por isso que é importante fazer um mapeamento das empresas que usam a biotecnologia em seus processos produtivos, mas que não constam na classificação geral. Trazer para essas organizações o conhecimento de que suas empresas estão mapeadas no campo da biotecnologia industrial e tornar esse levantamento público para o país, é promover o desenvolvimento da pesquisa nesse seguimento.

Após o mapeamento feito de forma parcial das empresas que utilizam conceitos da biotecnologia industrial no estado do Amazonas, foi criada um tabela que lista algumas empresas com suas localizações e atividades produtivas conforme demonstrado na Tabela 01.

Tabela 01- Empresas que utilizam conceitos da biotecnologia industrial nos processos de produção

Nº	Empresa	Localização	Atividades produtivas
01	Amazônia Polpas	Rua Ponta Grossa n.º 33A – Colônia Oliveira Machado, Manaus/Am,	- Fabricação e Comercialização de Sucos e Concentrados de Frutas, Sorvetes e Outros Gelados Comestíveis
02	Magama Industrial Ltda	Rua Guiana Francesa, 75	Fabricação de aditivos de uso industrial
03	Biorrefinaria da BBF	Refinaria a primeira do país a usar fontes renováveis para o produto e deve ficar pronta em 2025 na cidade de Manaus-Am	Vai produzir combustível sustentável de aviação, conhecido como SAF, a partir principalmente de óleo de palma.
04	Sohervas da Amazonia	Av. Rodrigo Otávio, 1726-1740 - São Lázaro, Manaus - AM	Produção de Aguardentes de cupuaçu e açaí
05	Licores da Amazônia	Rua dos Japoneses, Nº 500 Parque 10 de Novembro, Manaus-Am	Fabricação de licores com frutos típicos da floresta Amazônica.
06	Megav Industria de Polpas de Frutas da Amazonia Ltda	Rua Emilio Tapudima Marizal, Benjamin Constant- AM	Fabricação de conservas de frutas
07	Café Apuí agroflorestal	Rua Barão de Solimões 12 Manaus Amazonas	Produção de café orgânico e Agroflorestal
08	Cafessai da Amazônia	Avenida Coronel Sávio Belota, 3, Novo Aleixo - Letra B Manaus/AM	Fabricação De Produtos Para Infusão. Produção de café do caroço do açaí

09	Pronatus do Amazonas	Av. Visc. de Porto Alegre, 440 - Centro, Manaus - AM	Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal. Produção fitocosméticos e cosmecêuticos
10	Amazon Ervas Laboratório Botanico LTDA	Empresa Av. Buriti, 3447 - Distrito Industrial I, Manaus - AM	-Fabricação de medicamentos fitoterápicos, homeopático para uso humano, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
11	Kapernorte	Avenida Buriti, 5500, Distrit Industrial I, Manaus, AM	Fabricação de produtos de pastas celulósicas
12	Bioamazon	Localizado na cidade de Manaus-Am.	produção de biofertilizantes na forma liofilizada, obtendo maior viabilidade celular.
13	Aroma Produtos Naturais do Amazonas	R. 18, 384 - Japiim, Manaus - AM, 69077	Produção de produtos naturais, utilizando manteigas, óleos e extratos da flora amazônica.
14	Flora Amazônica Cosmética	R. Padre João Ribeiro, 60 - Cidade Nova, Manaus - AM,	Produção de Cosméticos naturais e veganos produzidos com materia prima da biodiversidade amazônica.
15	Beleza da Floresta	Rua Dom Romoaldo G de Azevedo n 991 Nova Cidade - Manaus - AM	Fabricação de Cosméticos feitos com ingredientes naturais da Floresta

Fonte: Dos autores, (2022).

Na Tabela 01, foram listados 15 empresas do Estado do Amazonas, sendo que a maioria estão localizada na cidade de Manaus, sendo que a maioria no setor de alimentos, seguido do setor de cosméticos. Já na Tabela 02, demonstrado a seguir, estão listadas alguns institutos de pesquisas que foram identificados no durante o mapeamento.

Tabela 02- Instituto de Pesquisas que desenvolvem projetos de biotecnologia industrial

Nº	Instituto de pesquisa	Bens e serviços pesquisados	Pesquisa relacionadas a Atividades produtivas
01	Embrapa Amazônia Ocidental	Rodovia AM 010 Km 29 Estrada Manau, Itacoatiara - AM	Invação, que foca na geração de conhecimentos e tecnologias para agropecuária
02	Instituto Conecthus	Parque Industrial - R. Anhandui, 520 - Galpão 7F - Flores, Manaus - AM	Pesquisa e Desenvolvimento de tecnologias voltadas à informação, soluções para software & hardware e biotecnologia.
03	Instituto Transire de Tecnologia e Biotecnologia do Amazonas	Parque Industrial - R. Anhandui, 520 - Galpão 7F - Flores, Manaus - AM	A principal atividade dessa empresa é Pesquisa e Desenvolvimento Experimental em Ciências Físicas e Naturais.
04	Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA)	Av. Gov. Danilo de Matos Areosa, 690 - Distrito Industrial I, Manaus - AM	Tem por objetivo criar alternativas econômicas mediante a inovação tecnológica para o melhor aproveitamento econômico e social da biodiversidade amazônica de forma sustentável.

05	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)	Av. André Araújo, 2936 - Petrópolis, Manaus - AM	Tem por finalidade pesquisar e fornecer conhecimento científico sobre a Região Amazônica
----	---	--	--

Fonte: Dos autores, (2022).

Na Tabela 02, foram listados 05 institutos de pesquisas, todos localizados na cidade de Manaus, sendo que o maior é o Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), que desenvolve diversos projetos de pesquisas voltados para a biotecnologia industrial. Que tem uma grande contribuição para o desenvolvimento desse seguimento no Estado do Amazonas, seguido do Embrapa, que também tem uma grande contribuição e desenvolve muitos outros projetos nesse campo e o INPA que tem grande contribuição no desenvolvimento da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da biotecnologia industrial ainda ser um assunto pouco conhecido pelas indústrias no Estado do Amazonas, algumas empresas e centros de pesquisas locais já vem utilizando seus conceitos nos seus processos produtivos.

E por possuir água em abundância, solo fértil, vastos recursos minerais, variedades de frutos e espécies vegetais, tem surgido muitas empresas que aproveitam os recursos existentes no Estado, mas que por desconhecerem os conceitos de biotecnologia industrial, acabam perdendo os benefícios que estão disponíveis para esse seguimento, ficando fora do mapeamento desse seguimento.

Alguns dos municípios da região tais como São Gabriel da Cachoeira possuem reservas de ferro, manganês, fosfato, barita, zinco, titânio, entre outros; Silves, Autazes, Itacoatiara, Nova Olinda do Norte e Itapiranga possuem silvinita, óleo e gás, calcário e caulim, possuem recursos estes que podem ser explorados pelas indústrias do Estado do Amazonas e o PIM, onde estão concentradas mais de 500 empresas que geram cerca de 92 mil empregos e uma receita de 101 bilhões de reais.

Assim como o gás natural que é transferido de Coari para Manaus-Am, percorrendo uma distância de 363 km, pode ser usado na produção de insumos agrícolas, materiais plásticos e até vidros, bem como refinarias, podendo ainda fornecer ureia para a produção de insumos agrícolas (CIEAM, 2020).

E como iniciativa a promoção da pesquisa ciência, inovação e desenvolvimento econômico e social do país foi feito um mapeamento parcial de instituições de pesquisas e empresas que estão localizadas no Estado do Amazonas, mas que não constam no mapa da biotecnologia industrial das organizações responsável por esse levantamento. Que resultou de

forma parcial na identificação de 15 (quinze) empresas e 5 (cinco) instituto de pesquisa que utilizam conceitos da biotecnologia industrial em seus processos produtivos e pesquisas.

Espera-se que novas pesquisas possam surgir sobre esse assunto e assim, aumentar o conhecimento sobre o avanço da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas, para que haja um engajamento da inovações tecnológicas nos processos produtivos, de forma que venha alavancar o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ANI, Agencia de Notícias da Industria. **Por que a bioeconomia tem tudo para ser o futuro do desenvolvimento do Brasil**,.10 de novembro de 2020. Disponível em: <[HTTPS://noticias.portaldaindustria.com.br/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/](https://noticias.portaldaindustria.com.br/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/)>. Acesso em: 01 jan. 2022.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

AVELLAR, R. **Bioeconomia** – Um novo paradigma para a sociedade mundial e uma oportunidade para o setor agropecuário brasileiro. CNA, Brasil. 12 jun. 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/38-artigo_-_rogerio_avellar_0.14306100%201514912085.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

BARBOSA, F. B. da C. **A moderna biotecnologia na Amazônia: nova perspectiva de desenvolvimento regional?** Universidade Federal do Pará. Papers do Naea nº 126. Belém, Janeiro de 2000. <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/viewFile/11639/8030>>. Acesso em: 25 dez. 2021.

BIOTECH, Mapa. Profissão Biotech. 2023. Disponível em: <<https://www.mapa.profissaobiotec.com.br/>>. Acesso em 05 jan. 2023.

CAPELLI, S. **Biotechnologia e Meio Ambiente**. Rev. Direito Ambient. v.5, n.20, p. 94 – 110, 2000.

CNN, Brasil. **Organização quer fomentar novo polo industrial de biotecnologia no Amazonas**. Site Agência Brasil. Publicado em 15/03/2020. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/organizacao-quer-fomentar-novo-polo-industrial-de-biotecnologia-no-amazonas/>>. Acesso em: 04 jan. 2022.

GUSMÃO, A. O. M. *et al.* **A biotecnologia e os avanços da sociedade**. Biodiversidade - V.16, n. 1, p. 135, 2017.

LIMA, S. P. M. de; SCHOR, T. **Aglomerado industrial, sustentabilidade, biotecnologia e desenvolvimento regional: um olhar sobre o polo de biocosméticos em Manaus/Amazonas**. Paper final. Pluris, 2010, Disponível em: <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper479.pdf>>. Acesso em 05 jan. 2022.

MATIAS, E.; PIMENTEL, N. **Biotecnologia**: um desafio para o Amazonas. Parcerias estratégicas, n. 21, dezembro 2005.

MOREIRA, A. **Novartis reage a quebra de patentes**, Gaz. Merc. C-5, May 24, 2001. P-BIO, Portugal's. **Biotechnology Industry Organization**. O que é biotecnologia industrial. 2022. Disponível em: < <https://p-bio.org/pt/grupos/biotecnologia-industrial/quem-somos/>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

SALVATI, C. **Biotecnologia industrial**: onde tudo começou. Ciência, Históricos, v.1, 2016. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-industrial-onde-tudo-comecou/>>. Disponível em: 02 fev. 2022.

SIJBESMA, F.; SCHEPERS, H. (eds.). **White Biotechnology**: Gateway to a More Sustainable Future. p. 1-26. Europa, Bio, 2003.

VASCONCELOS, C. B. **Biotecnologia industrial**: uma importante aliada da sustentabilidade. Ciência, Históricos, v.3, 2018. Disponível em: < <https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-industrial-uma-importante-aliada-da-sustentabilidade/>>. Acesso em 02 fev. 2022

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>

Área: Interdisciplinar

9-11	<p>OS DIFERENTES MARCOS DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL E NO MUNDO</p> <p>THE DIFFERENT MILESTONES OF INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY IN BRAZIL AND IN THE WORLD</p> <p>Rosimeire Freires Pereira Oliveira; Dimas José Lasmar; Rosana Zau Mafra; Ananélia Claudia Rodrigues de Queiroz Albuquerque; Antonio Claudio Kieling; Sidney dos Santos Oliveira</p>
------	--

OS DIFERENTES MARCOS DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL E NO MUNDO

THE DIFFERENT MILESTONES OF INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY IN BRAZIL AND IN THE WORLD

Rosimeire Freires Pereira Oliveira¹

Dimas José Lasmar²

Rosana Zau Mafra³

Ananélia Claudia Rodrigues de Queiroz Albuquerque⁴

Antonio Claudio Kieling⁵

Sidney dos Santos Oliveira⁶

Resumo – *A Biotecnologia Industrial tem sido observada como a produção do futuro podendo ser objeto de estudo e estratégia organizacional. Neste artigo procura-se apresentar os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no mundo. A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa, pela preocupação com aspectos subjetivos e abstratos como valores, atitudes e crenças relacionadas à Biotecnologia Industrial, identificadas por meio da análise das informações coletadas nas pesquisas bibliográficas através de revisão de literatura e pesquisas em websites. A pesquisa de literatura decorreu da pesquisa nos sites, em artigos, teses, dissertações e publicações afins. A Pesquisa tem como foco principal um estudo que visa contribuir para a produção de novos conhecimentos e informações relevantes e originais. Nos resultados buscou-se identificar o avanço da biotecnologia Industrial e seus diferentes marcos. Constatou-se que a biotecnologia vem evoluindo rapidamente e atuando cada vez mais em diversos campos, que vai desde do desenvolvimento farmacêutico até a produção alimentícia, além de tratamento de resíduos poluentes. E que são muitas as estimativas de crescimento, sendo que o Brasil possui um grande potencial de matéria-prima para o desenvolvimento das atividades da Biotecnologia Industrial.*

Palavras-chave: *Biotecnologia Industrial. Desenvolvimento. Marcos. Matéria-Prima.*

Abstract - *Industrial Biotechnology has been observed as the production of the future and can be an object of study and organizational strategy. This research aims to study the different landmarks of industrial biotechnology in Brazil and the world. The methodology used was*

¹ Doutorando no PPGBIOTEC – UFAM. Contato: rosimeirefpol@yahoo.com.br.

² Dr. Engenharia de Produção – UFRJ. Professor no PPGBIOTEC–UFAM. Contato: dimas_lasmar@ufam.edu.br.

³ Doutora em Biotecnologia pela UFAM. Professor na UFAM. Contato: rosanazau@ufam.edu.br.

⁴ Mestre em Engenharia de Processos – UFPA. Professora no CIESA. Contato: ananeliaalbuquerque@gmail.com.

⁵ Dr. Administração – UDE/USP e Biotecnologia – UFAM. Professor na UEA e no Programa de Pós-Graduação PROFNIT. Contato: akieling@uea.edu.br.

⁶ Doutorando no PPGECE – UNIVATES. Professor na SEDUC. Contato: sidneyoliveira54@yahoo.com.br.

qualitative research, due to concern with subjective and abstract aspects such as values, attitudes, and beliefs related to Industrial Biotechnology to be identified through the analysis of information collected in bibliographic research through literature review and research on websites. Literature research stems from research on websites, articles, theses, dissertations, and similar publications. The Research has as its main focus a study that aims to contribute to the production of new knowledge and relevant and original information. In the results, we sought to identify the progress of Industrial biotechnology and its different milestones. It was found that biotechnology has been evolving rapidly and increasingly acting in several fields, ranging from pharmaceutical development to food production and treatment of polluting waste. And there are many growth estimates, considering that Brazil has a great raw material potential for the development of Industrial Biotechnology activities.

Keywords: Industrial Biotechnology. Development. Frames. Feedstock.

I. INTRODUÇÃO

Biotecnologia Industrial é conceituada mundialmente e no Brasil como um termo usado para descrever a implementação no meio industrial, em que os Biocatalisadores (enzimas e microrganismos) são suas principais ferramentas tecnológicas. Já estando presentes em setores como a química e agroalimentar e são utilizadas nas diversas fabricações de produtos tais como polpa de papel, antibióticos e polímeros avançados.

Seu marco inicial foi a utilização da síntese química do DNA, os ácidos desoxirribonucleicos, tendo como o grande responsável pelo desenvolvimento o pesquisador Kornberg em 1967, que utilizou técnicas de manipulação genética através de recombinação de DNA e fusão celular ou hibridoma para a produzir bens e serviços a partir de organismos e materiais biológicos encontrados na natureza, modificados ou não. Observa-se a ampla abordagem capaz de criar uma estrutura abrangente com limites mais claros, em que os processos industriais se apresentam com novas contribuições aos conhecimentos atuais (SCRIBAN, 1985 *apud* GUSMÃO, 2017).

Com métodos inovadores a biotecnologia industrial retira as matérias-primas da própria natureza sem causar degradação ou diminuição dos recursos naturais, com aprimoradas soluções para os diversos tipos de problemas enfrentados pelas indústrias. Propondo a substituir as tecnologias poluentes por outras mais limpas e ecologicamente corretas. Alguns exemplos são a produção de bioetanol, o reaproveitamento de lixo orgânico na geração de biogás, a obtenção de enzimas industriais sem explorar a natureza, entre outros (LOVELL, 2017; ZABANIOTOU, 2018; ESTEVES, 2018).

São diversos os aspectos da competitividade e benefícios econômicos na perspectiva tecnológica e social que tem impulsionado essa biotecnologia, podendo ser citadas a confiança e variedade da matéria-prima para abastecimento, dos combustíveis, água, alimentos entre outros. Além de proporcionando eficiência tecnológica aos processos produtivos ao utilizar microrganismos, enzimas e materiais biológicos na produção. Processos esses que tem como aliados a ciência básica e a engenharia, nas quais há anos vem se desenvolvendo atividades em todos os campos da biotecnologia tornando-se a base fundamental no desenvolvimento de novos produtos biotecnológicos (BARRIE, 2019).

Na atual conjuntura mundial são grandes as preocupações com o meio ambiente, os países estão buscando alternativas que possam trazer redução nos impactos ambientais, e é aí que entra a biotecnologia Industrial através de processos biotecnológicos com fortes perspectivas de desenvolvimento praticamente em todos os setores da indústria em uma proporção plena substituindo as tecnologias poluidoras por outras ecologicamente corretas e límpidas. Segundo Oliveira *et al.* (2015) afirmam que as empresas iniciam um processo de

aprimoramento de seus processos produtivos após o surgimento de novos estudos e desenvolvimento da ciência científica,

O objetivo dessa pesquisa é, portanto, estudar os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo. Considerando esse contexto, pretende-se responder com esta pesquisa a seguinte questão: Como tem ocorrido os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo?

II. METODOLOGIA

Este estudo trata-se de pesquisa qualitativa, pela preocupação com aspectos subjetivos e abstratos como valores, atitudes e crenças relacionadas à Biotecnologia Industrial, identificadas por meio da análise das informações coletadas nas pesquisas bibliográficas. O estudo é suportado pelo levantamento de dados através de revisão de literatura e pesquisa em website. A pesquisa de literatura decorre da pesquisa em sites, websites, em artigos, no banco de teses e dissertações da Capes, Livros e revistas. A Pesquisa em website caracteriza-se pela análise de publicações de dados nos sites oficiais das empresas e instituto de pesquisa, que utilizam a biotecnologia industrial.

Este estudo é de caráter exploratório. Com relação à pesquisa exploratória, esta decorre da averiguação minuciosa com procedimentos sistemáticos e intensivos, com o foco voltado para descobrir, explicar e compreender os fatos indagados nos objetivos, na busca de resultados dos mais fidedignos possíveis (APPOLINÁRIO, 2011). O caráter exploratório desta pesquisa decorre devido a poucos estudos sobre o tema de estudar os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo.

O estudo está focado nas empresas que atuam com seu processo produtivo utilizando a biotecnologia e nas instituições envolvidas na condução de pesquisa e desenvolvimento científico e em produção de produtos que utilizam bioinsumos, pesquisados no site da Receita Federal e na plataforma da Econodata.

III. RESULTADOS

3.1- A evolução da biotecnologia industrial no mundo

A Biotecnologia Industrial, que é também conhecida como Biotecnologia Branca, utiliza organismos vivos nos processos produtivos para aprimoramento. Uma manufatura bem conhecida é a da fermentação, ou produtos derivados deste processo, não limitando a setores específicos, podendo operar em diversas áreas tais: como farmacêutica, alimentícia, energia e química (GUIDOTTI; VIDEIRA, 2021).

A origem dessa biotecnologia vem antes do que se imagina, apesar do seu termo ser recente, a sua atuação é bem antiga, há mais de 6 mil anos, quando os antigos usavam a fermentação nos processos produtivos para produzir vinho, cervejas, pães entre outros (HEUX *et al.*, 2015). Uma das mais antigas cervejarias do mundo que ainda está em funcionamento foi fundada em 1040 na Bavária na Alemanha e a Weihenstephan Abbey e usa em seu processo de fabricação organismo vivos para a fermentação (STRESOW, 2004). Outra indústria antiga é a vinícola Schloss Johannisberg, também na Alemanha, existe desde 1100, ambas já utilizavam desde sua fundação os conceitos de biotecnologia Industrial.

No início do século XIX, Louis Pasteur, se destacou pelos experimentos microbiológicos, trazendo a compreensão através de suas experiências o processo de fermentação. Nesse mesmo período se fortalecia a Abiogênese também conhecida como a Teoria da Geração Espontânea, que trazia estudos voltados para a geração de seres vivos a partir de uma matéria não viva. Começando por aí o interesse pela teoria celular, dando origem aos estudos dos microrganismos. No começo do século XX, o processo de fermentação foi aumentando em grande escala pelas indústrias alimentícias, além do grande

avanço no campo da Medicina, após a descoberta do antibiótico penicilina em 1928, que utiliza o fungo *Penicillium notatum* para a fabricação, iniciando sua produção em larga escala após o início da II Guerra Mundial, pelo Estados Unidos pelo Laboratório Abbott, podendo citar também a produção da insulina e vacinas (CRUDELI; VIANA, 2015).

Por volta de 1940 ocorreu um dos exemplos mais famosos referentes a biotecnologia, ocorrida no campo agrícola com o plantio de trigo, o qual estava sendo ameaçado por um fungo "*Puccinia graminis*" causador da ferrugem do colmo. O engenheiro agrônomo Norman Borlaug especialista em melhoramento genético desenvolveu variedades de trigo resistentes ao fungo, utilizando cruzamento e criando a variedade de trigo anão que tinha uma melhor resposta ao uso de fertilizantes. Isto fez avançar e desenvolver a produção de trigo, que ainda é uma das mais utilizadas nos dias de hoje. Esse melhoramento genético foi tão importante para a humanidade que em 1970 Norman Ernest Borlaug recebeu o Prêmio Nobel da Paz. Ele foi o grande responsável pelo desenvolvimento de diversas variedades de trigos, além de um pacote de técnicas agrícolas. Suas pesquisas ajudaram a impedir uma grande fome na Índia, no Paquistão e nas Filipinas nos anos 1960, além de ter contribuído para que esses países pudessem dobrar sua produção de cereal, bem como ter ajudado com sua pesquisa os países de Terceiro Mundo a se tornarem autossuficientes na produção de grãos (BARROS; TELES, 2019).

No ano de 1953, os cientistas Francis Crick e James Watson causaram espanto e admiração ao mundo quando anunciaram a descoberta da estrutura da molécula de DNA, contribuindo para o avanço científico. O estudo só ganhou enfoque no ano de 1957, quando pesquisas demonstraram que o DNA se autorreplica, comprovando as descobertas de Crick, Watson e Wilkins. A descoberta de Crick (falecido em julho de 2004), Watson e Wilkins abriu uma nova era para a ciência e a Biotecnologia, abrindo caminho para a moderna biologia molecular (AMB, 2005).

Na década de 70 do século passado o engenheiro agrícola Karl Ereky fez o primeiro registro do termo Biotecnologia, quando utilizou para descrever o uso de uma dieta manipulada com beterraba e microrganismos na alimentação de porcos. Naquele mesmo ano o termo ganhou mais destaque, após o desenvolvimento da engenharia genética. No ano de 1971, a primeira empresa de Biotecnologia (Cetus Corporation, USA) foi fundada e, desde então, diversas empresas têm sido fundadas e estabelecidas ao redor do mundo. A primeira indústria que utilizou a engenharia genética foi a empresa farmacêutica Genentech, fundada por Robert Swanson e Dr. Herbert Boyer em 1976, tornando-se a pioneira, tendo como destaque a produção da primeira proteína humana o *somatostatina* em bactéria *E. coli*, no ano de 1977, que ganhava mais destaque a cada ano que passava, com a produção de hormônio de crescimento, insulina humana recombinante, diversas vacinas entre outros enquanto as produções tornavam-se em larga escala industrial. Hoje em dia, a Genentech pertence à empresa farmacêutica suíça Roche (SCARMANHÃ *et al.*, 2019).

Já no ano de 1978 os cientistas conseguiram isolar as enzimas de restrição, que foi fundamental para a criação da técnica do DNA recombinante, por conseguinte vieram a Nanotecnologia, Engenharia de Processos e a Biologia Molecular (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Em janeiro de 2013, o governo escocês para estimular o crescimento da biotecnologia Industrial lançou um Plano Nacional de Biotecnologia Industrial com um compromisso de £30 milhões de euros, para apoiar projetos de pesquisa e desenvolvimento colaborativos entre a indústria e a academia. E para administrar o fundo e fomentar a rede nacional, foi criado em janeiro de 2014 o Centro de Inovação em Biotecnologia Industrial (IBioIC) (CSS, 2015).

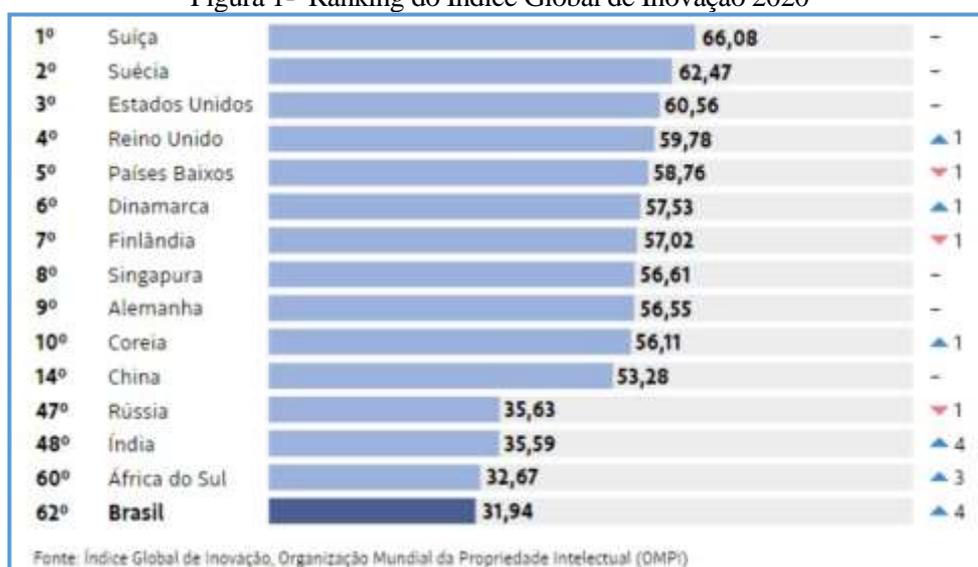
Atualmente a biotecnologia Industrial vem ganhando destaque por ter como um dos seus enfoques a substituição de tecnologias poluentes por outras mais limpas e ecologicamente corretas, trazendo como exemplo o bioetanol que hoje vem se destacando em

escala produtiva, também pode-se citar a geração de biogás através do reaproveitamento de lixo orgânico, além da aquisição de enzimas para as indústrias sem explorar a natureza, e muitas outros avanços como contribuição na diminuição do uso recursos naturais e de matérias-primas fósseis e criação de soluções sustentáveis (SIJBESMA; SCHEPERS, 2003).

Quando se ouve falar em biotecnologia, pensa-se logo nos fatores benéficos e inovações que ela pode proporcionar. E foi durante esse período epidemiológico que ficou mais evidente a necessidade de investimento em inovações biotecnológicas, que foi no caso do desenvolvimento de vacinas entre outros (SCHERER, 2021).

A importância de investimentos em inovações está diretamente relacionada ao desenvolvimento sustentável de um país, com isso a Biotecnologia é uma das áreas que mais vem sendo impactada pela inovação. Quanto maior for o aumento em inovação de um País, maior é o avanço biotecnológico (AMARAL *et al*, 2020). Na Figura 1 vimos o ranking do índice global de inovação em 2020.

Figura 1- Ranking do Índice Global de Inovação 2020

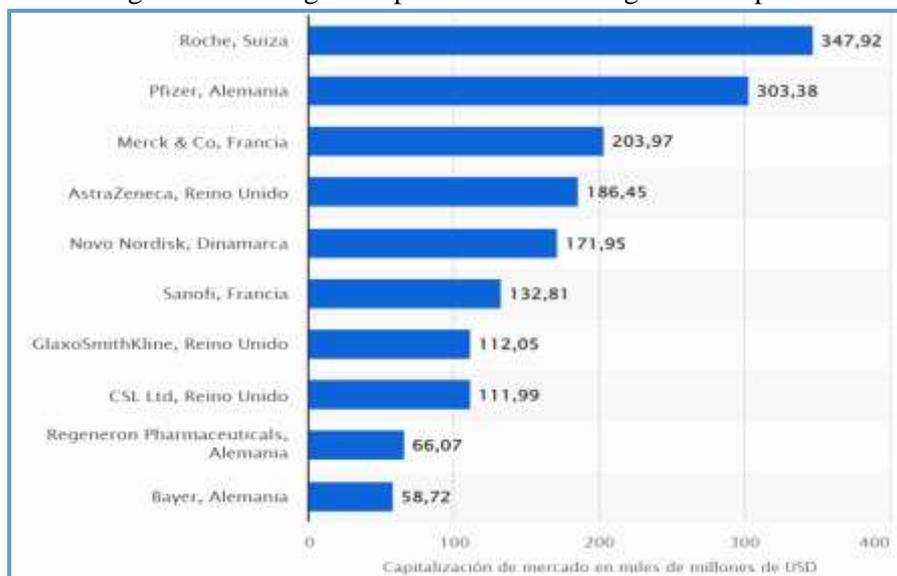


Fonte: IEDI (2020).

Constam na Figura 1, os 10 primeiros colocados no ranking do IGI (2020), estando em 1º lugar a Suíça com pontuação de 66,08, sendo que estando de cor azul as 10 primeiras barras do gráfico e os demais estão na cor amarela, já o Brasil está na posição 62º lugar com 31,94 pontos. Comparando com a Coreia do Sul que está em 10º que possui uma pontuação de 56,11, observa-se uma grande diferença entre o Brasil com os países mais inovadores do mundo, além de que, está sendo superado por países emergentes como África do Sul (32,67) e Índia (35,59).

Fazendo uma comparação mundial com os países europeus, observa-se o grande avanço que a biotecnologia vem tendo, decorrente ao crescimento de inovação. Haja vista que, uma das grandes conquistas que País pode ter é o aumento em investimento na inovação, que amplia os horizontes do conhecimento, impactando de forma significativa no desenvolvimento da biotecnologia. Na Figura 02, traz o ranking de empresas de biotecnologias da Europa, que ao ser comparada com o ranking mundial em inovação, verifica-se que os países mais inovadores são os que mais possuem empresas biotecnológicas.

Figura 2 - Ranking de empresas de biotecnologia da Europa



Fonte: Statista (2021).

Na Figura 2 apresenta-se um ranking por capitalização de mercado das principais empresas de biotecnologia da Europa em 2021. Observa-se que a Novartis na Suíça ficou no topo do ranking com uma capitalização de mercado de mais de 300 bilhões de dólares.

3.2 - A evolução da biotecnologia e da biotecnologia industrial no Brasil

A biotecnologia Industrial vem avançando de modo gradativo no Brasil, haja vista que a comunidade científica brasileira vem desenvolvendo a cada ano que passa uma respeitável capacidade de manipulação de novas ferramentas para serem aplicadas nos diversos seguimentos da indústria, a chamada “Biotech”, que é uma forma abreviada do termo Biotecnologia, retirado da língua inglesa para referir tanto a área de estudo quanto as empresas que atuam nesse segmento (DYSON, 2007).

Em 1988 foi criado o Programa de Capacitação de Empresas de Base Tecnológica pelo BNDES tendo como subsidiária o BNDESPAR, sendo um dos primeiros financiamentos para inovação tecnológica com capital de risco no Brasil, com a maior aplicação nos setores telecomunicação, ecologia, biotecnologia e eletrônica. A Biotecnologia foi o setor que mais recebeu recursos deste programa desde a sua criação (GONÇALVES, 2002).

E para melhorar o avanço da Biotecnologia no Brasil, foi criada uma rede de instituições, que têm por objetivo unir, aprimorar e interligar a Biotecnologia brasileira com os mais variados setores da economia e da sociedade. Entidades da sociedade civil como a Sociedade Brasileira de Biotecnologia (SBBIOTEC) é uma organização sem fins lucrativos, com o objetivo de promover a biotecnologia com excelência e competência para o benefício da sociedade. A SBBIOTEC foi fundada em 1988 e teve como seu primeiro presidente o Dr. Marcos Mares Guia, fundador da BIOBRÁS – primeira empresa brasileira que produziu insulina recombinante, um importante marco de sucesso na história da nossa indústria (SBBIOTEC, 2022).

No início da década de 1990 o mercado brasileiro foi aberto à concorrência estrangeira, ingressando no país muita inovação tecnológica de qualidade e preços competitivos, forçando assim as empresas a aumentar seus esforços para inovar e

construir vantagens competitivas dando início ao delineamento da biotecnologia surgindo assim várias empresas nesse campo de atuação (BAER, 2002).

Ainda em 1990 as pesquisas em Biotecnologia avançaram no Brasil, tendo como destaque o Projeto Genoma Brasileiro que ganhou notoriedade por ter sido o primeiro do mundo a sequenciar um fitopatógeno (a bactéria *Xyllela fastidios*) a que causa a doença do amarelinho em cítricos (BORGES, 2003). No final da década de 1990, o Brasil contava com 125 instituições geradoras e vinculadas à biotecnologia (GOUVEA; KASSICIEH, 2005).

Em maio de 1997 a Biotecnologia avançou mais ainda no Brasil com a pesquisa genômica e teve sua iniciativa com a FAPESP (FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) que organizou a Rede ONSA (Organização para o Sequenciamento e Análise de Nucleotídeos). Na época a pesquisa teve início em 30 laboratórios de diversas instituições de pesquisa do Estado de São Paulo, e que até hoje é uma das maiores pesquisas de Biotecnologia no Brasil.

No início do ano de 2000 o mercado mundial de biotecnologia já estava gerando recursos de cerca de US \$ 780 bilhões anuais e crescendo exponencialmente. Enriquez (2002) já destacava que não era à toa que bilhões de dólares estavam sendo gastos na biotecnologia Industrial em todo o mundo, principalmente pelas grandes potências Japão, Estados Unidos e países europeus, enquanto o Brasil ainda estava iniciando nesse novo seguimento com mercado estimado de US \$ 500 milhões anualmente.

Em maio de 2000, foi criado o Programa Inovar/MCT-FINEP, que tem como principal objetivo o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, ao considerar a escassez de capital de risco. Passou-se a promover Investimentos do Capital de Risco em pequenas e médias empresas de base tecnológica buscando conectar incubadores de empresas, centros de pesquisa, universidades, agências de fomentos federais e estaduais e empresas, prestando serviços de consultoria a empresas e gestores de fundos e estimulando o desenvolvimento de negócios (FINEP; MCT, 2001).

Ainda em 2000 foi criado pelo Governo Federal, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em parceria com o CNPq e FINEP e com participação da Embrapa e Fiocruz o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos, com atuações voltadas a conservar recursos genéticos e o desenvolvimento de processos e produtos biotecnológicos com aplicabilidade na produção industrial, na agropecuária e na saúde humana (SILVEIRA, 2004).

No ano de 2001 foi criado o Fundo Setorial de Biotecnologia – CT-Biotecnologia por meio da Lei n. 10.332 de 19 de dezembro, tendo como objetivo incentivar e aumentar o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro na área de biotecnologia e recursos genéticos, criando parcerias entre instituições de ensino, pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico e setor empresarial. Tendo como fonte de recursos a parcela equivalente a 7,5% da Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE). Nesse mesmo ano foi criado o Comitê Gestor do Fundo, com representantes dos ministérios da Ciência e Tecnologia, Saúde, Agricultura e Pecuária, da FINEP, do CNPq e por membros do segmento acadêmico e do setor industrial (GONÇALVES, 2002; SALLES-FILHO, 2002; MAGALHÃES, 2003).

Ainda no ano de 2001, já havia mais de 75 empresas de biotecnologia em operação no Brasil. Essas empresas de biotecnologia eram principalmente spin-offs dos maiores parques industriais de biotecnologia do Brasil: BioMinas e BioRio. A Abrabi (Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia) organiza a indústria brasileira de biotecnologia. As empresas brasileiras de biotecnologia estão concentradas nas áreas de agronegócio, pesca agrícola, pecuária, produção de vegetais, proteção ambiental e doenças tropicais e saúde (GOUVEA; KASSICIEH, 2005).

E nesse mesmo ano de 2001, a Fundação BioMinas fez um levantamento baseado na Base de Dados Tropicais (BDT) e da Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia (ABRABI), que identificou que já existiam em torno de 304 empresas de biotecnologia atuantes no Brasil, tanto na área da saúde humana e animal, quanto no agronegócio, nas indústrias de diversos seguimentos. Das 304 empresas identificadas no levantamento, 81% delas concentravam-se no Rio de Janeiro com 9%, em Minas Gerais com 29% e em São Paulo com 42% (BIOMINAS, 2001).

Fazendo parte da rede a Associação Brasileira das Empresas de Ciências da Vida (ABCV) foi criada em novembro de 2002, lideradas pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental – CB 38 da Associação Brasileira de Normas Técnicas e tem por objetivo congrega pessoas físicas e jurídicas que se interessem pelo desenvolvimento e aplicação da técnica Avaliação do Ciclo de Vida, na execução direta de projeto, programas ou planos de ação, doação de recursos físicos, humanos e financeiros, ou prestação de serviços intermediários de apoio a outras organizações sem fins lucrativos e órgãos do setor público para atuação em diversas áreas (ABCV, 2022).

Em 2007, o Brasil para melhorar a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia criou o Comitê Nacional de Biotecnologia, a qual foi instituída pelo Decreto Nº 6.041 de 08/02/2007, Art. 01:

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso VI, alínea “a”, da Constituição. DECRETA: Art. 1º Fica instituída a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, na forma do Anexo a este Decreto, que tem por objetivo o estabelecimento de ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, o estímulo à maior eficiência da estrutura produtiva nacional, o aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras, a absorção de tecnologias, a geração de negócios e a expansão das exportações (BRASIL, 2007, p. 01).

Em 2011 a Associação Brasileira de Biotecnologia fez um levantamento que mostrava que o país tinha 237 empresas na área (conforme Figura 2), das quais 80% são formadas de micro e pequenas. Nesse levantamento constatou-se que 75% das empresas mesmo com os investimentos do governo, tem suas pesquisas voltadas apenas para o mercado interno. Sendo que 86% delas importam seus equipamentos, insumos e serviços, e 70% se mantem apenas com o repasse do governo, cerca de R\$ 10 bilhões (EACH, 2022).

No ano de 2014, o Brasil representava um dos maiores mercados de produtos de saúde da América Latina com US\$ 26.2 bilhões, de acordo com o cenário do mercado Brasileiro. Embora as políticas industriais estejam privilegiando o seguimento de Biotecnologia da área de saúde, ainda são poucos os avanços no país (EACH, 2022).

Em 2021, foi criada a iniciativa Brasil-Biotec através da Portaria nº 4.488/2021, que tem como objetivo a promoção da ciência, inovação e do desenvolvimento econômico e social através do desenvolvimento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I) (SCHERER; VIDEIRA, 2021).

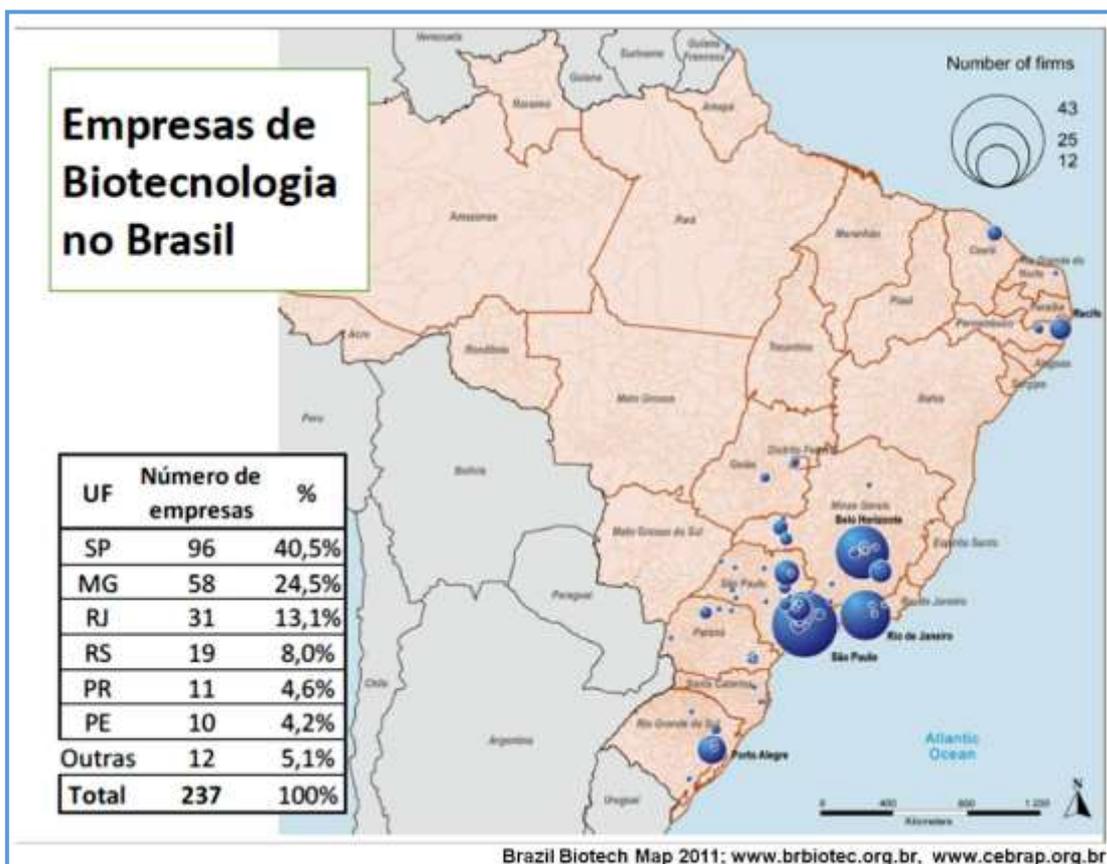
Também fazendo parte da rede a Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial (ABBI) é uma organização civil, sem fins lucrativos, apartidária, e de abrangência nacional que acredita no Brasil como potencial líder da bioeconomia avançada global. “Representamos empresas e instituições de diversos setores da economia que investem em tecnologias inovadoras, baseadas em recursos biológicos e renováveis para criar produtos, processos ou modelos de negócios gerando benefícios sociais e ambientais coletivos” (ABBI, 2022).

Fazendo parte da rede a Sociedade de Bioenergia (BIOEN FAPESP), o Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN) tem como objetivo fomentar e encadear atividades de pesquisa e desenvolvimento utilizando laboratórios acadêmicos e industriais para promover o avanço do conhecimento e sua aplicação em áreas relacionadas à produção do Bioenergia no Brasil (BIOENFAPESP, 2022).

Fazem parte, ainda, as redes governamentais tais como o Comitê Nacional de Biotecnologia (CNB), a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (STI/MDIC), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o Conselho Nacional de Saúde (CNS), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) (EACH, 2022).

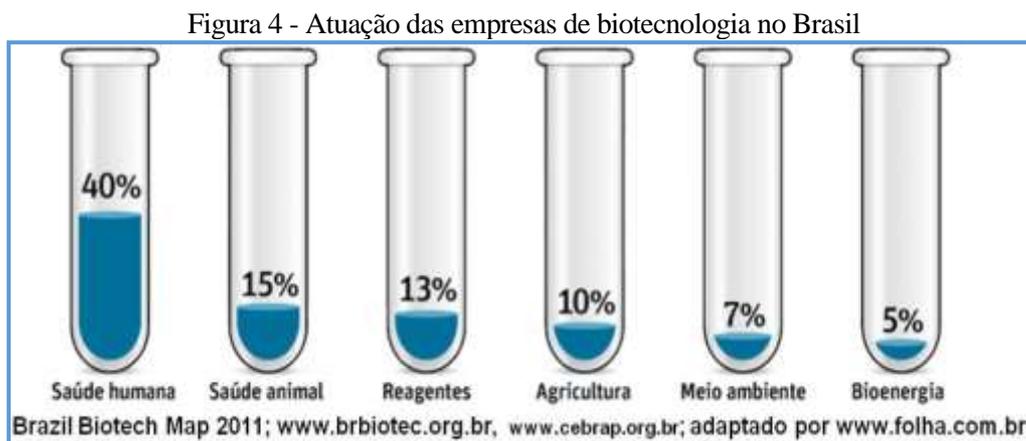
De acordo com o relatório *The biotechnology indicators* de 2015 da OECD, Coréia, Alemanha, Reino Unido, Japão, México, Nova Zelândia e Bélgica ocupam as dez primeiras posições e o Brasil aparece na posição 18º com 155 empresas, já os Estados Unidos possui 11.367 empresas de Biotecnologia, acompanhada por Espanha com 2.831 e França com 1.950 (OECD, 2015).

Figura 3- Mapa das Empresas de Biotecnologia no Brasil



Fonte: Each, 2022.

De acordo com Each (2022) com base nos dados da feira de Biotecnologia realizada em 2011, a BIO 2011, a maior feira de biotecnologia do mundo, que aconteceu em junho, em Washington (EUA). Na Figura 3, observa-se que São Paulo é a região que com o mapa feito pela Associação Brasilmais se concentra empresas de biotecnologia sendo 40,5%, seguida de Minas Gerais com 24,5% e ficando em terceiro Rio de Janeiro com 13,1%, sendo que o Amazonas nem aparece. Sobre a área de atuação, 40% das empresas de Biotecnologia concentram-se na saúde humana, 15% saúde animal, 13% reagentes, 10% agricultura, 7% meio ambiente e 5% bioenergia (EACH, 2022), conforme demonstrado na Figura 4.

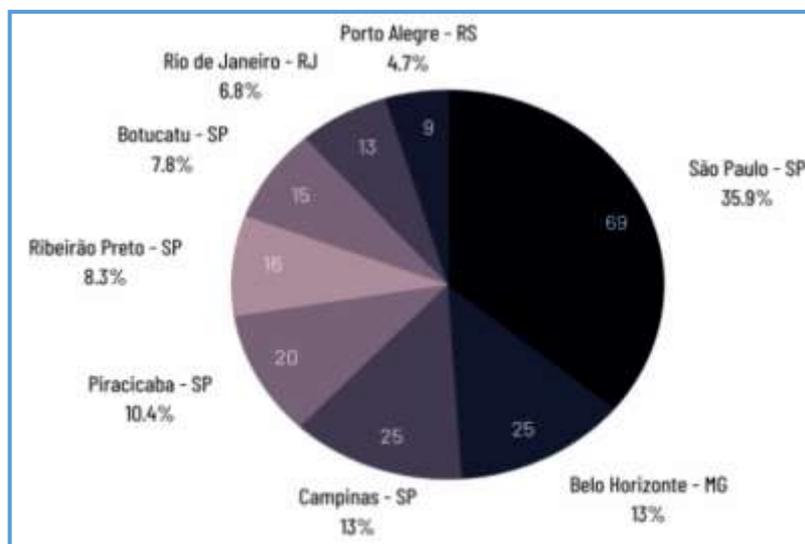


Fonte: Each (2022).

A biotecnologia Industrial é um dos setores da bioeconomia com uma grande estimativa de participação do PIB anual do País e potencialidades mundial. A Associação Brasileira de Bioinovação (**ABBI**) projetou o potencial de crescimento do setor de biotecnologia Industrial para os próximos 20 anos, com o intuito de sanar a falta de dados nesse setor. Informando que o setor deverá integrar aproximadamente US\$ 53 bilhões anuais à economia brasileira, em que US\$ 20 bilhões deverão ser investidos em 120 plantas para produção de etanol de segunda geração e US\$ 33 bilhões em bioprodutos derivados da celulose. Para que isso aconteça o setor produtivo irá precisar investir aproximadamente US\$ 132 bilhões ao longo dos próximos 20 anos para aperfeiçoamento de normas e do sistema de inovação. Pode-se citar o exemplo da União Europeia, que tem uma movimentação 2,3 trilhões de euros no setor de Bioeconomia em que a Biotecnologia está inclusa, quase o PIB da França, que é a 7ª economia do mundo e que emprega 18 milhões de pessoas (CNI, 2020).

Em março de 2021, o Profissão Biotec fez um levantamento de empresas de biotecnologia no Brasil sendo apoiado pela Eppendorf e DiBlasi, Parente & Associados: **MAPA BIOTEC**, este levantamento traz os dados de junho de 2021 conforme demonstrado na Figura 5 (SCHERER; VIDEIRA, 2021).

Figura 5 - levantamento de empresas de biotecnologia no Brasil em 2022



Fonte: Scherer e Videira (2021).

Conforme observado na Figura 5, traz as 7 primeiras cidades que mais possuem empresas de biotecnologia no país são: São Paulo/SP com 69 empresas, Belo Horizonte/MG com 25, Campinas/SP com 25, Piracicaba/SP com 20, Ribeirão Preto/SP com 16, Botucatu/SP com 15, Rio de Janeiro/RJ com 13 e Porto Alegre/RS com 9 empresas.

Os avanços mundiais da biologia nos últimos anos foram importantes para o desenvolvimento da biotecnologia Industrial, no Brasil um dos maiores potenciais mercadológicos é a produção de biocombustível. Conta atualmente com 361 usinas supra energéticas, que teve em 2020 um processamento acima de 660 milhões de toneladas de cana de açúcar e gerou uma produção em torno de 34 bilhões de litros de etanol, fazendo com que o país se tornasse o maior produtor do mundo nesse seguimento. O Brasil também produz biocombustível a partir do milho, com um processamento em 2020 de 2,4 bilhões de litros, um aumento de 84% com relação ao ano anterior. “Dados da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), aponta a vocação brasileira para a produção de energias renováveis”. Vale destacar que os biocombustíveis têm um grande potencial para competir com os combustíveis fósseis (BRASIL, 2021).

Ainda contribuindo para o avanço da biotecnologia no Brasil o Grupo Centroflora de São Paulo desenvolveu uma plataforma que reúne uma biblioteca inédita de produtos naturais com extratos da flora de quatro biomas brasileiros: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Só na Floresta Amazônica, são 40 mil espécies identificadas. Na Mata Atlântica, são 20 mil; no Cerrado, 11 mil; e na Caatinga, 923 espécies. A empresa produz extratos botânicos, óleos essenciais e ativos isolados para a indústria farmacêutica (ANI, 2022).

Em 2021 foi feito um levantamento pela Confederação Nacional da Indústria que destacou a grande importância da indústria para o desenvolvimento econômico do País. Esse levantamento traz que as principais características do setor industrial do Distrito Federal e dos 26 Estados, para cada R\$ 1 produzido no setor, são gerados R\$ 2,43 adicionais na economia, que representam 20,4% de todas as riquezas produzidas no Brasil. E que as indústrias são responsáveis por 33% do pagamento dos tributos federais e 31,2% da arrecadação previdenciária, além de 69,2% das exportações brasileiras de bens e serviços (BRASIL, 2021).

Nos últimos anos, o Brasil tem feito grandes avanços na produção científica e na formação de especialistas para atuação na área de Biotecnologia, entretanto, um dos grandes

problemas está na carência de pesquisadores aptos a atuar na área de desenvolvimento, identificando uma desconexão entre os avanços em ciência e tecnologia e a inovação no setor privado de Biotecnologia (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2017).

O avanço da Biotecnologia no Brasil tem sido voltado principalmente para o desenvolvimento produtivo. Atualmente as pesquisas Biotecnológicas têm integrado a base produtiva de diversos setores da economia brasileira, atingindo um PIB nacional de aproximadamente 3% (BRASIL, MCTI, 2021).

E tem proporcionado novas técnicas e estratégias para o desenvolvimento de bioprocessamento na produção industrial (ALCALDE *et al.*, 2006; FENG *et al.*, 2010). Nos últimos anos a biotecnologia Industrial desenvolve a aplicação de enzimas, extratos celulares ou microrganismos inteiros em processos industriais que levam à produção de uma ampla variedade de produtos, como combustíveis, ingredientes alimentícios, compostos químicos entre outros (MOZAFARI; TARIVERDIAN; BEYNAGHI, 2020).

Nos últimos anos muitos países têm gastado bilhões de dólares em pesquisas nesse campo, sendo grande a busca por essa nova técnica que tem causado grandes mudanças nas áreas de engenharia enzimática, genética microbiana, cultura de tecidos e processos de fermentação, proporcionando um melhor aproveitamento quantitativo e qualitativo dos recursos naturais. A exemplo desse avanço, tem-se o aproveitamento da biomassa na produção de energia, produtos químicos industriais e proteínas, citando-se também o crescimento na extração de lixiviação de metais e petróleo através da utilização de microrganismos, além dos grandes avanços de produção no campo farmacêutico e na agricultura (HANSEN, 2017).

Pautada na busca de soluções bioeconômicas no setor de energia, produção química, bioplástico e de produtos farmacêuticos, a biotecnologia Industrial iniciou novos caminhos e padrões para a produção em massa. É nesse momento que as pesquisas devem avançar, de forma que possam contribuir em todos os campos da ciência, principalmente as empresas que buscam uma economia sustentável, haja vista que é uma preocupação mundial. E deve ser com essa preocupação que as políticas públicas e iniciativas dos diversos segmentos produção e de CT&I no Estado devem pautar muitas de suas atividades (DIAS, 2017).

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o termo “Biotecnologia Industrial” seja uma invenção linguística recente, o uso de enzimas e microrganismos para a produção de itens essenciais como alimentos e materiais tem uma longa história, datando em alguns casos de vários milhares de anos (MCGOVERN *et al.*, 2004). Na contemporaneidade já havia o interesse por parte das empresas de promover o desenvolvimento da biotecnologia no campo industrial. Fato que já era visto na década de 1980, em que várias instituições haviam manifestado tal interesse como o aproveitamento sustentável de seus recursos naturais (KATE; LAIRD, 2000).

Fazendo substituição da matéria-prima fósseis por outras que tem como base os materiais biológicos ou renováveis, são muitas as vantagens que a biotecnologia Industrial pode trazer tais como economia de energia, água e resíduos, redução no impacto ambiental, recursos renováveis, menores custos de investimento, e operacionais, eficiência tecnológica, vantagens econômicas através do bionegócio, sustentabilidade, entre outras (GARCÍA, 2004).

A aplicabilidade da biotecnologia nas áreas da agricultura, indústria, saúde, pecuária e meio ambiente, tem proporcionado grandes descobertas de processos de produção que utilizam as técnicas de DNA para desenvolvimento de métodos de cultivo de tecidos e células, além da produção de transgênicos, enzimas, fármacos, vacinas hormônios e outros produtos químicos bioconvertidos (COUTOULY, 2000).

São muitos os avanços biotecnológicos no campo industrial tais como o uso de enzimas e microrganismos em processos ou produtos, por meio de técnicas ômicas,

engenharia proteína, *in silico*, engenharia metabólica, assim como no pós-tratamento de bioprocessamento, fenômenos de superfície, cromatografia e membranas, nas mistura, na fluidização, na separação *in situ* e processamentos acoplados, assim como na instrumentação e controle. Estando atuando desde a antiguidade até os dias de hoje em diversas áreas da manufatura, assim como diversos tipos de produção em larga escala, trazendo uma grande importância para o avanço industrial e tecnológico, além da questão ambiental e social (DÍAZ, 2012).

Em suma, a biotecnologia Industrial vem crescendo com fortes perspectivas de desenvolvimento em praticamente todos os setores industriais em uma escala global, e tendo como contribuição no seu desenvolvimento a diminuição do impacto ambiental, favorecendo o avanço da competitividade.

V. REFERÊNCIAS

ABBI, **Associação Brasileira de BioInovação**. Disponível em: <www.abbi.org.br/pt/home_pt_br/>. Acesso em: 01 jan. 2022.

ABCV. **A Associação Brasileira das Empresas de Ciências da Vida**. Disponível em: <<http://www.abcv.org.br>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

ALCALDE, M., *et al*, Environmental biocatalysis: from remediation with enzymes to novel green processes. **Trends Biotechnol.** v. 24, p. 281, 2006.

ALVES, N.; VARGAS, M. A.; BRITTO, J. **Empresas de biotecnologia e biociências no Brasil: um panorama**, p. 1069-1088. São Paulo: Blucher, 2017.

AMARAL, C. S. T. *et al*. Novos caminhos da biotecnologia: as inovações da indústria 4.0 na saúde humana. **Revista Brasileira Multidisciplinar- REBRAM**, v. 23, n. 03, 2020.

AMB, Associação Médica Brasileira. A descoberta do DNA e o projeto genoma. **Revista da Associação Médica Brasileira**, SciELO - Scientific Electronic Library Online, 51 (1), Ver. Editorial: Assoc. Med. Bras. Fev, 2005. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ramb/a/kMWr3VJcPHS8dNrQnNnY5PWx/?lang=pt>>. Acesso em: 23 set. 2021.

ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 10ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ANI, Agencia de Notícias da Industria. **Por que a bioeconomia tem tudo para ser o futuro do desenvolvimento do Brasil**, 10 de novembro de 2020. Disponível em: <[HTTPS://noticias.portaldaindustria.com.br/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/](https://noticias.portaldaindustria.com.br/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/)>. Acesso em: 01 jan. 2022.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BAER, W. **O desenvolvimento das capacidades tecnológicas do Brasil**, Lat. Sou. Ônibus. Rev. 3 (1) 1-29, (2002). Disponível em: < <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14921>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

BARRIE, J. *et al*. Assessing the role of triple helix system intermediaries in nurturing an industrial biotechnology innovation network. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, p. 209 – 223, 2019.

BARROS, F.; TELES, Y. **O terceiro salto a história dos brasileiros que fizeram o futuro chegar**: Trajetória Cultural, Econômica, Ambiental e Social do Alimento no Brasil – A Revolução da Agricultura Tropical Sustentável. 1ª ed. Brasília/DF: Instituto Fórum do Futuro, 2019.

BIOENFAPESP. **Programa Fapesp Bioenergia** – Bioen, 2022. Disponível em: <<http://bioenfapesp.org/sbe>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

BIOMINAS. **Estudo de empresas de biotecnologia do Brasil**. [S.l.]: Fundação Biominas, 2007. Disponível em: <<http://biominas.org.br/wp-content/uploads/2015/06/Estudo-de-Empresas-de-Biotecnologia-do-Brasil.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BORGES, D. Polos Tecnológicos em Formação, **Jornal do Comercio**, ano 27, march 2003.

BRASIL, Casa Civil, Presidência da República. **Dia da Indústria: Setor industrial é responsável por 20,4% do Produto Interno Bruto Brasileiro**, segundo CNI. Gov. br., publicado em 24 de maio de 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/maio/setor-industrial-e-responsavel-por-20-4-do-produto-interno-bruto-brasileiro-segundo-cni>>. Acesso em: 12 out. 2021.

BRASIL, Governo do Brasil. **Brasil avança no setor de biocombustíveis**. Site oficial gov.br, publicado em 12 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

BRASIL. **Decreto no 6.041, de 8 de fevereiro de 2007**. Institui a política de desenvolvimento da biotecnologia, cria o comitê nacional de biotecnologia e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, p. 1, 9 fev. 2007.

BRAZIL, **Biotec Map**, 2011. Disponível em: <<https://cebrap.org.br/wp-content/uploads/2017/05/Brazil-Biotec-Map-2011.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

CNI, Confederação Nacional da Indústria. **Por que a bioeconomia tem tudo para ser o futuro do desenvolvimento do Brasil**. Agência de notícias da indústria, 10 de nov/2020. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/especiais/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/>>. Acesso em: 16 out. 2021.

COUTOULY, Gérard (Coordenador de la unidad). **Biotechnología: pasado y presente**. Deutschland: European Initiative for Biotechnology Education, 2000.

CRUDELI, R. B., VIANA, H. E. B. **Da fermentação à geração espontânea: uma relação entre dois trabalhos de Louis Pasteur**. Pôster, Academia, Anais do Encontro de História e Filosofia da Biologia, 2015.

CSS - (Chemical Sciences Scotland). **The biorefinery roadmap for Scotland [online]**. 2015. Disponível em: <<https://www.scottish-enterprise.com/knowledge-hub/articles/comment/biorefinery-roadmap>>. Acesso em: 30 dez. 2021.

DIAS, R.F.; de Carvalho, C. A. A. **Bioeconomia no Brasil e no Mundo: panorama Atual e Perspectivas**, Rev. Virtual Quim., v.9, n.1, p. 410-430, 2017. Disponível em: <<http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v9n1a23.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2022.

DYSON, F. **Our Biotech Future**. The New York Review of Books, july 19, 2007.

EACH, Escola de Artes, Ciências e Humanas, Universidade de São Paulo, Bacharelado em Biotecnologia, 2022. Disponível em: <<https://sites.usp.br/biotec-each/biotecnologia-no-brasil/>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

ENRIQUEZ, J. **As the Future Catches You: How Genomics and Other Forces are Changing Your Life, Work, Health and Wealth**, Crown Publishers, New York, 2002.

ESTEVES, M. **Biotechnologia industrial é caminho para crescimento sustentável**. Vitrine Tecnológica da Unidade. 11ª ed. da Agroenergia em Revista, 20 de março de 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/SC5R8D>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

- FENG, X. *et al.* Bridging the gap between fluxomics and industrial biotechnology. **J. Biomed. Biotechnol.** p. 460717. 2010.
- FINEP; MCT, 2001. Disponível em: <<http://finep.gov.br/afinep/28-apoio-e-financiamento/programas-e-linhas>>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- GARCÍA, J. L. **Ingeniería genética y biotecnología.** Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia, Monografía XV: Nuevos avances en medicamentos, p. 199-236. 2004.
- GONÇALVES, E. Financiamento de empresas de base tecnológica: algumas evidências da experiência brasileira. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 33, n. 1, jan./mar. 2002.
- GONÇALVES, H. A. **Manual de metodologia da pesquisa científica.** 2ªed., Revista e ampliada, São Paulo: Avercamp, 2014.
- GOUVEA, R.; KASSICIEH, S. Using resources in R&D policy planning: Brazil, the Amazon and biotechnology. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 72, p. 535 – 547, 2005.
- GUIDOTTI, I. L., VIDEIRA, N.B. As cores da Biotecnologia. **Revista Blog do Profissão Biotec**, v.8, 2021. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/cores-da-biotecnologia/>> Acesso em: 01/10/2021.
- GUSMÃO, A. O. M. *et al.* A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade** - V.16, n. 1, p. 135, 2017.
- HANSEN, A. S. L. *et al.* Systems biology solutions for biochemical production challenges. **Curr. Opin. Biotechnol.** v. 45, p. 85–91. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.018>>. Acesso em: 15 ago. 2021.
- HEUX, S. *et al.* White biotechnology: State of the art strategies for the development of biocatalysts for biorefining. **Biotechnology Advances.** v. 33, p.1653–1670, 2015.
- IEDI, Instituto de Estudo para o Desenvolvimento Industrial. Panorama Global da Inovação. Destaque em 19/09/2020. Disponível em: <https://iedi.org.br/artigos/destaque/2017/destaque_iedi_20200917.html>. Acesso em: 05 jan. 2022.
- LIMA, T.C.S de; MIOTO, R.C.T. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico:** a pesquisa bibliográfica. Katál, Florianópolis, v.10, spe, 2007.
- LOVELL, H. The Governance of Innovation in Socio-technical Systems: the Difficulties of Strategic. **Niche Management in Practice**, v. 34, p. 35 – 44, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3152/030234207X190540>. Acesso em: 19 ago 2021.
- MAGALHÃES, L. C. G. **Estratégias empresariais de crescimento na indústria farmacêutica brasileira:** investimento, fusões e aquisições, 1988-2002. Rio de Janeiro: IPEA, 2003.
- MCGOVERN, P.E., *et al.* Fermented beverages of pre- and proto-historic China. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.** 101, 17593, 2004.
- MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. C. **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. 34. Ed., Petrópolis: Vozes; 2015.
- MOZAFARI, M.; TARIVERDIAN, T.; BEYNAGHI, A. Trends in Biotechnology at the Turn of the Millennium. **Recent Patents on Biotechnology**, 2020.
- OECD, Organisation For Economic Co-Operation And Development. *The biotechnology indicators*, 2015. Disponível em <<http://www.oecd.org/sti/inno/keybiotechnologyindicators.htm>>. Acesso em: 09 fev. 2022.

OLIVEIRA, S. dos S.; LEITE, J. C.; SILVA, J. A. da S. ; OLIVEIRA, R. F. P. Uso do Controle Estatístico de Processo (CEP) na gestão de operações produtivas em uma indústria no Polo Industrial de Manaus. **Revista Sodebras [on line]**, v. 10, n. 117, Set./2015, p. 171-177, ISSN 1809-3957. Disponível em: < <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N117.pdf>>. Acesso em: 20 jan.2022.

SALLES-FILHO, S. *et al.* **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia**. Campinas: MCT/FINEP, 2002.

SBBIOTEC, Sociedade Brasileira de Biotecnologia, 2022. Disponível em: <<http://www.sbbiotec.org.br/>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

SCARMANHÃ, B. O. S. G. *et al.* Os avanços biotecnológicos e da engenharia genética: sob a perspectiva da reprodução humana assistida e seus reflexos no direito de família. **RJLB**, Ano 5 n. 3, p. 259-279, 2019. Disponível em: <http://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2019/3/2019_03_0259_0279.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

SCHERER, J. **ODS 9**: a biotecnologia na indústria, inovação e infraestrutura Biotecnologia, Biotecnologia Agrícola (verde), Biotecnologia Industrial (Branca), Meio Ambiente (biotecnologia cinza), Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, Profissão Biotec, (ODS), v.8, 2021. Disponível em: < <https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-na-industria-inovacao-infraestrutura/>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SCHERER, J. **ODS 9**: a biotecnologia na indústria, inovação e infraestrutura Biotecnologia, Biotecnologia Agrícola (verde), Biotecnologia Industrial (Branca), Meio Ambiente (biotecnologia cinza), Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, Profissão Biotec, (ODS), v.8, 2021. Disponível em: < <https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-na-industria-inovacao-infraestrutura/>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SCHERER, J.; VIDEIRA, N. **A biotecnologia no Brasil em 2021**. Biotec pelo mundo, Biotecnologia, Profissional, v. 8, 2021. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/a-biotecnologia-no-brasil-em-2021/>>. Disponível em: 09 fev. 2022.

SIJBESMA, F.; SCHEPERS, H. (eds.). **White Biotechnology**: Gateway to a More Sustainable Future. p. 1-26. Europa, Bio, 2003.

SILVEIRA, J. M. F. J. da. **Evolução recente da biotecnologia no Brasil**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 114, fev. 2004.

STATISTA. **Capitalização de mercado das principais empresas europeias de biotecnologia 2021**. Publicado pelo Departamento de Pesquisa Statista , 21 de janeiro de 2022. Disponível em: <<https://es.statista.com/estadisticas/667584/capitalizacion-de-mercado-de-las-empresas-europeas-lideres-en-biotecnologia/>>. Acesso em: 03 dez. 2022.

STRESOW, G. *In*: From monasteries, churches and clergymen in the yearbook 2004, Society for the History of Brewing e.V. (GGB), Berlin, 2004.

ZABANIOTOU, A. Redesigning a bioenergy sector in EU in the transition to circular waste-based Bioeconomy. A multidisciplinary review. **J. Clean. Prod.** v. 177, p. 197-206, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.172>>. Acesso em: 14 de ago. 2021.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas

Mapping of companies and research institutes that use Industrial biotechnology in the State of Amazonas

Rosimeire Freires Pereira Oliveira^{1*}, Dimas José Lasmar¹, Rosana Zau Mafra¹, Antonio Claudio Kieling², Ananélia Claudia Rodrigues de Queiroz Albuquerque³, Lucas Gabriel Pereira Oliveira², Sidney dos Santos Oliveira⁴.

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa é mapear empresas e institutos de pesquisas do Estado do Amazonas que utilizam métodos produtivos da biotecnologia industrial. Trata-se de pesquisa qualitativa e quantitativa com enfoque exploratório e descritivo. O estudo visa contribuir para a produção de novos conhecimentos e informações relevantes e originais. Sua relevância tanto será para ampliar o acervo de conhecimento científico sobre o assunto quanto para o desenvolvimento da Biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. Foram feitos mapeamento das empresas e institutos de pesquisas no Estado do Amazonas, através de pesquisa no banco de dados da Econodata, site da Receita Federal, site do Sebrae, site do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento e site do Mapa Profissão Biotech. Os resultados apontaram que no Estado do Amazonas existem 40 empresas e 4 institutos de pesquisas, sendo que a sua maioria são constituídas de micro empresas. A partir dos dados coletados, analisou-se os desenvolvimentos da biotecnologia Industrial, fase e seus avanços baseados nesse conceito. Não foram observadas nenhuma empresa de grande porte ou multinacional.

Palavras-chave: Empresas; Institutos; Pesquisas; Mapeamento; Biotecnologia Industrial;

ABSTRACT

The objective of this research is to map companies and research institutes in the State of Amazonas that use productive methods of industrial biotechnology. This is a qualitative and quantitative research with an exploratory and descriptive approach. The study aims to contribute to the production of new knowledge and relevant and original information. Its relevance will be both to expand the body of scientific knowledge on the subject and for the development of Industrial Biotechnology in the State of Amazonas. The mapping of companies and research institutes in the State of Amazonas was made through research in the Econodata database, Federal Revenue site, Sebrae site, Ministry of Agriculture and Development site and Map Profissão Biotech site. The results pointed out that in the State of Amazonas there are 40 companies and 4 research institutes, most of which are micro companies. From the data collected, the development of industrial biotechnology, phase and its advances based on this concept were analyzed. No large or multinational companies were observed.

Keywords: Companies; Institutes; Research; Mapping; Industrial Biotechnology;

¹Universidade Federal do Amazonas/PPGBiotec.

*E-mail: rosimeirefpol@yahoo.com.br.

²Universidade do Estado do Amazonas/PROFNIT.

³Centro Universitário de Ensino Superior do Amazonas.

⁴Universidade do Vale do Taquari/PPGECE.

INTRODUÇÃO

Busca-se com o presente estudo, mapear as empresas e institutos de pesquisas do Estado do Amazonas que utilizam em seus métodos produtivos a biotecnologia industrial, classificar quanto a fase e geração, setor, porte e localização.

No Estado do Amazonas o conceito de Biotecnologia Industrial vem crescendo entre as pequenas e médias empresas nos diversos segmentos. Fazendo com que as empresas se tornem mais competitivas, além de, reduzir os impactos ambientais, substituindo a utilização de matérias-primas fósseis por outras, tendo como base materiais biológicos ou renováveis, e também auxiliam na diminuição da utilização energética e de resíduos.

Por fim, no desenvolvimento sustentável da região, preparando a sociedade para o futuro. É muito importante mudança de métodos tradicionais para o desenvolvimento de novos produtos e processos através dos conceitos de inovação e tecnologia.

É importante, estudos voltados para esse segmento para ajudar empresas que já estão caminhando nesse novo conceito, assim como as de potencialidades, identificando-as e apontando caminhos que possam auxiliar na interação com o desenvolvimento sustentável.

O Estado do Amazonas tem um grande potencial de matéria-prima sustentável e renovável, para o aproveitamento econômico e utilização da biotecnologia Industrial. É importante que os órgãos governamentais voltem-se para esse segmento, que mesmo sendo um desafio é irreversível as mudanças que já estão ocorrendo na região, face aos avanços econômicos pautados nas inovações da biotecnologia Industrial e nos seus desdobramentos que vem ocorrendo no país e no mundo.

É nesse universo de possibilidades, de aproveitamento dos recursos naturais da biodiversidade amazônica, que estão surgindo diversas empresas já instaladas dentro da região utilizando métodos produtivos da biotecnologia industrial.

Com a presente pesquisa foram mapeadas as empresas e instituto de pesquisa do Estado do Amazonas que utilizam conceitos da biotecnologia industrial. De forma complementar, são apresentados dados importantes dos segmentos econômicos envolvidos, atividades produtivas, produtos e serviços, portes das empresas, localização e outras informações relevantes para conhecimento e desenvolvimento da biotecnologia industrial da região.

Para a realização do mapeamento foi desenvolvida uma metodologia através da adaptação da ferramenta 10M's criada por Eliezer Andrade Costa em 2005 e reformulada em 2007, voltada para análise de dez áreas consideradas importantes em uma empresa. Essa ferramenta já é uma adaptação do método de causa e efeitos (espinha de peixe), mais conhecida como gráfico de Ishikawa (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Esta pesquisa deverá contribuir com informações relevantes no esforço de se alcançar a sustentabilidade ambiental, com o uso de recursos da biodiversidade amazônica.

O acervo de conhecimento científico e tecnológico, sobre o desenvolvimento da biotecnologia Industrial, em um estado da Amazônia brasileira que concentra uma das maiores riquezas mundiais de espécies da biodiversidade e representa importante valor, que é o Estado do Amazonas.

A biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas, impescidivelmente veio para trazer mudanças e fortalecer a economia da região, nos diversos setores que utilizam recursos de origem da biodiversidade, buscando o fortalecimento e inserção de empresas para o desenvolvimento através da produção sustentável.

A biotecnologia é de atuação ampla e abrangente com uma prospecção multidisciplinar, estando ligada a diferentes tipos de aplicabilidade, em vários setores e atividades como saúde, fermentação, agricultura, mineração, pecuária, entre outros (OLIVEIRA, *et al.*, 2023).

O Objetivo geral dessa pesquisa foi mapear as empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. Mediante o exposto surgiu a seguinte problemática: Quais empresas e institutos de pesquisas utilizam em seus métodos produtivos conceitos da biotecnologia industrial?

A BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO ESTADO DO AMAZONAS

O desenvolvimento da biotecnologia no campo industrial, tem ganhado enfoque após a criação de várias Leis que abre um leque para o avanço desse setor. Podendo ser citada a Lei n. 11.284 de 2006 de Concessão de Florestas Públicas, que traz a defesa de uma Amazônia condenada pela falta de políticas públicas no desenvolvimento sustentável, implementada pelo Ministério do Meio Ambiente.

Também foi Criado o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF), que institui o Serviço Florestal Brasileiro(SFB) na estrutura do Ministério do Meio Ambiente e altera as Leis nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, nº 5.868 de 12 de dezembro de 1972, nº 6.015 de 31 de dezembro de 1973, nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, nº 10.683 de 28 de maio de 2003, dando-lhes providências (BRASIL, 2006).

Apesar de ter leis que regulamentam o desenvolvimento da biotecnologia, ao mesmo tempo causa entrave ao seu crescimento, destacando-se que a Convenção de Diversidade Biológica assinada durante a ECO-92 (primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1992), estabeleceu três critérios de exploração sustentável, por parte de cada país, sendo o primeiro a participação da pesquisa sobre os recursos, segundo a divisão dos benefícios financeiros obtidos da exploração comercial desses recursos e o terceiro, a divisão em partes dos benefícios tecnológicos obtidos desses recursos (ALVES, 2001).

Conjectura que o desenvolvimento da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas sofre entrave pelos órgãos governamentais, decorrente da biopirataria, fazendo com que os governos com o intuito de proteger o meio ambiente crie legislações ambientais mais severa para resguardar a biodiversidade dos impactos negativos, como uma forma de garantir a sustentabilidade ambiental e econômica da região.

E para diminuir esse entrave, o Conselho de Administração da Suframa (CAS) na busca de aumentar as possibilidades de industrialização de matéria-prima de origem na região para toda a Amazônia Ocidental, regulamentou em 2021, a Resolução nº 2 que estabelece os critérios que levam ao acesso aos incentivos fiscais através do Decreto-Lei nº 1.435 de 975, que traz diretrizes de orientação para as empresas, quanto a utilização da matéria-prima regional de forma absoluta na produção, a forma que pode ser usada, e quando o insumo local pode ser misturado com diversos outros insumos durante a produção, tendo ainda a utilização por importância (ANCHIETA, 2021).

Outro grande problema que traz dificuldade para o desenvolvimento da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas, são as poucas quantidades de empresas do setor secundário que buscam utilizar nos seus processos produtivos a matéria-prima regional.

Segundo Filho *et al.* (2022), ressaltam que o desenvolvimento do setor industrial no Estado do Amazonas, quanto ao avanço da biotecnologia industrial, depende dos

incentivos dados ao pequeno produtor para que possa atender a demanda das empresas secundárias.

Expondo a necessidade de criar políticas públicas que possam contemplar às necessidades das indústrias locais, para aumentar a produção gerada no Estado do Amazonas, sinalizando a importância de trazer essas questões para um enfoque geral, com a finalidade de obter avanços na biotecnologia industrial e o desenvolvimento sustentável.

Um dos pontos de partida para o avanço da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas pode ter sido por meio das empresas de biocósméticos, utilizando matéria-prima de produtos florestais não-madeireiros, podendo ser empregada desde as primeiras etapas do processo produtivo, que vem contribuindo com o desenvolvimento da região, trazendo avanço para esse segmento (LIMA; SCHOR, 2010).

O estado do Amazonas dispõe de um campo de prospecção econômica, voltada para o segmento da biotecnologia Industrial, com ampla expansão de possibilidades de desenvolvimento de matéria-prima para a produção em diversos setores (MIGUEL, 2009).

Trazendo como exemplo, o setor de extratos vegetais e concentrados, que tem crescido de forma gradual em seu faturamento no Polo Industrial de Manaus (PIM), em que a matéria-prima regional está sendo usada na fabricação de bebidas não alcoólicas (SUFRAMA, 2021).

Muitas empresas de outros estados do Brasil estão buscando produtos naturais oriundos da Amazônia, de forma que vem impulsionando a biotecnologia Industrial na região, dando origem a um sistema de parcerias entre empresas, universidade, institutos de pesquisa, agências financeiras oficiais, comunidades organizadas e cooperativas (MIGUEL, 2009).

Atualmente, existe um grande avanço no processo de inovações incrementais e criação de bioprodutos e capacitação de recursos oriundos do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Banco da Amazônia (BASA), Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa (FADESP) entre outros, mesmo com tanto apoio e fomento ainda é pequena a produção, indicando ser um segmento econômico promissor ainda pouco explorado (SANTOS; BRITO; NEVES, 2019).

A diversificação produtiva do PIM e a interiorização das indústrias na Amazônia são caminhos para o desenvolvimento da região, com riquezas de produtos ainda a serem explorados.

Proporcionar investimento na biotecnologia industrial é um retorno certo em desenvolvimento, tendendo para grandes resultados positivos tanto para o Estado do Amazonas quanto para o país, com tanto potencial da biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa qualitativa, pela preocupação com aspectos subjetivos e abstratos a serem identificadas por meio da análise das informações coletadas nas pesquisas.

E também quantitativa, que tem como foco comprovar, de forma quantificada, a importância dos dados coletados referentes a quantidades de empresas e institutos de pesquisa que utilizam a biotecnologia industrial.

Para tanto, coletou-se dados taxados como concretos e quantificáveis, isto é, parte-se de números. Foram definidas fases para o levantamento de dados:

Fase 1 - Definição e planejamento: foram definidas as características das empresas e institutos de pesquisas a serem mapeadas e estudadas tendo como base a coleta de dados secundários.

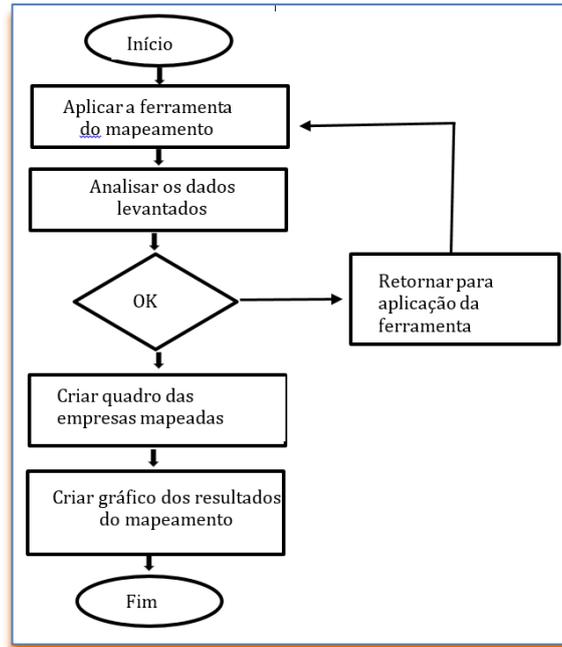
Ainda nesta etapa, foram selecionadas as empresas e institutos de pesquisas que compreenderam os casos estudados. Foi criada uma metodologia para o mapeamento baseado no gráfico de Ishikawa e nos 10M's de Eliezer Costa (2012).

Fase 2- Preparação, coleta e análise: após coleta dos dados foi procedida uma primeira análise para aferir da qualidade dos dados.

Fase 3- Análise e conclusão: foi realizada a análise de todos os dados coletados e as conclusões.

A coleta dos dados ocorreu por meio da aplicação da ferramenta metodológica criada para mapear as empresas e institutos de pesquisas do estado do Amazonas, conforme Figura 01.

Figura 01- Fluxograma da aplicação da ferramenta no mapeamento



Fonte: do autor, 2023.

O universo amostral da pesquisa compreende as empresas e instituições de pesquisa locais que atuam em Biotecnologia e áreas afins no Estado do Amazonas, mapeadas em sites constantes na lista dos sites da Associação Nacional de Biotecnologia, no site da profissaoBiotec.com.br, Embrapa, plataforma da Econodata, Receita Federal, Ministério da Agricultura, Sebrae, entre outros sites de pesquisa que tem estudos de empresas de Biotecnologia Industrial.

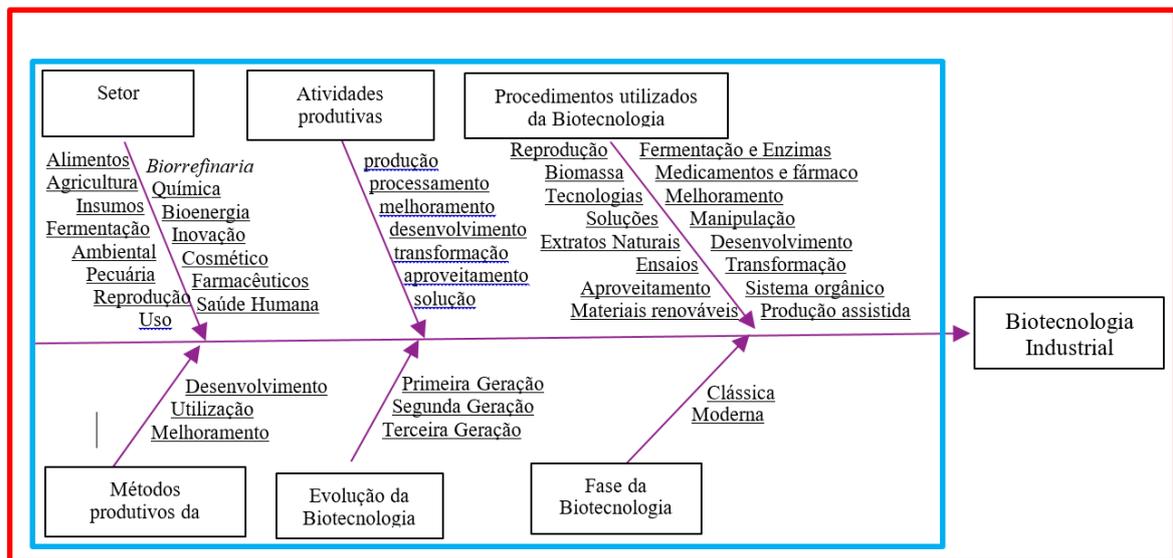
O estudo está focado nas empresas que atuam com seu processo produtivo utilizando a biotecnologia e nas instituições envolvidas na condução de pesquisa e desenvolvimento científico. A Biominas (2007) justifica a necessidade de diferenciação entre empresas de biotecnologia tradicional e moderna que envolva classes terapêuticas, microrganismos geneticamente modificados e projetos de pesquisa científica. Nessa pesquisa foram contempladas ambos os tipos de empresas.

Optou-se pela exclusão de empresas cujo foco de atividade principal é o de panificação, confeitaria, fabricação de bolos, distribuidora de bebidas, distribuidores de cosméticos e medicamentos, ainda que contemplem algum tipo de processo biotecnológico em suas atividades. Posterior a identificação, as empresas foram classificadas conforme porte, atividades, o ramo e atuação da atividade. Após o mapeamento foram feitas as seleções das empresas que se enquadraram na caracterização conforme Gráfico 01 constante nessa seção.

A composição da ferramenta metodológica para o mapeamento foi desenvolvido utilizando-se como base o gráfico de Ishikawa, mais conhecido como diagrama de causa-efeito, tendo como referência bibliográfica o autor Paladini (2010). O diagrama de causa-efeito ou Ishikawa fornece uma representação gráfica que se assemelha com uma espinha-de-peixe, que classifica as causas, estimula ou fatora o seu impacto sobre um efeito e resultado. E para as caracterização do mapeamento foi utilizado como referência dos 10-Ms criado por Eliezer Costa (2012). Os 10 M's é um autodiagnostico, com dez áreas internas consideradas importantes para o funcionamento dos processos de produção, enquanto a descrição dos 10M's serve para ilustrar tópicos importantes a serem lembrados na hora de se implementar o mecanismo de *brainstorming* no diagnóstico situacional da empresa (OLIVEIRA, 2015).

Tanto o gráfico de Ishikawa como os 10 M's serviram como estrutura metodológica para mapeamento da biotecnológica industrial. Para a caracterização das empresas e institutos de pesquisas utilizou-se o Gráfico 01, que traz o desenvolvimento da metodologia para o mapeamento da biotecnologia industrial, sendo um dos objetivos específicos proposto nesta pesquisa.

Gráfico 01- Espinha de Peixe: Atributos para o Mapeamento da Biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas



Fonte: adaptado pelo autor de Brazil (2006); Rizzon e Manfroi (2006); Paladini (2010); Araújo Filho (2010); Costa (2012); Oliveira (2015); Souza e Figueiredo (2015); Embrapa (2019); Ferreira, Lima e Rosanova (2020); Billacrês, Costa e Nunes (2020); Mafra e Medeiros (2021); Embrapa (2022); Leite (2022); Shirahigue (2022).

No Gráfico 01, são descritas as informações utilizando o design gráfico, a fim de proporcionar visão geral e simplificada da metodologia para mapeamento da biotecnologia industrial do Estado do Amazonas-AM. O mapeamento dos dados coletados das empresas e institutos de pesquisa estão classificados conforme cabeçalho das colunas da Tabela 01.

A partir da criação da metodologia do mapeamento, foi realizada a coleta de dados com base nas informações do mapeamento, pesquisas nos sites e plataforma de pesquisa, modelo apresentado na Tabela 1.

Tabela 01- Modelo da tabela do Mapeamento da biotecnologia industrial

Dados da Empresa ou Institutos de Pesquisas						Classificação das Empresas quanto a utilização da Biotecnologia Industrial			
Nº	Empresa	Localização	Atividade Produtiva	Porte	Setor	Procedimento utilizado	Fase	Evolução	Método produtivo

Fonte: adaptado pelo autor de Paladini (2010); Costa (2012); Oliveira (2015).

A Tabela 01, trata-se do modelo para o mapeamento da biotecnologia industrial, de acordo com os atributos constantes no Gráfico 01, a fim de facilitar o mapeamento das empresas e institutos de pesquisas. O tratamento dos dados ocorreu mediante a classificação das empresas e utilizando-se softwares (word e excel). Os dados serão apresentados no formato de tabelas e gráficos, caracterizados por representações ilustrativas, a fim de melhor possibilitar sua interpretação.

RESULTADOS ALCANÇADOS

Foi aplicado a metodologia para identificação das empresas e institutos de pesquisa que utilizam os conceitos de biotecnologia industrial no Estado do Amazonas, utilizando a tecnologia para pesquisa nos sites e plataformas, os resultados estão apresentados na Tabela 02.

Tabela 02- Mapeamento das Empresas e Institutos de Pesquisas 2023

DADOS DAS EMPRESAS OU INSTITUTOS DE PESQUISAS					QUANTO A UTILIZAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL				
Nº	Empresa	Localização	Atividade Produtiva	Porte da empresa	Setor	Procedimento Utilizado	Fase	Evolução	Método produtivo
1	Amazônia Polpas	Rua Ponta Grossa n.º 33ª – Colônia Oliveira Machado, Manaus/Am,	Fabricação e Comercialização de Sucos e Concentrados de Frutas, Sorvetes e Outros Gelados Comestíveis	Mé dio port e	Ali mentos	Produção derivadas do camu-camu e frutas do Amazonas, utilizando bioativos.	Clássi ca	Primei ra	Se baseia na utilização de organismos vivos da forma como são encontrados na natureza ou melhorados por genética estatística convencional. Incluindo o uso secular da fermentação para a produção
2	Magama Industrial Ltda	Rua Guiana Francesa, 75, Mauazinho, Manaus, AM	Fabricação de aditivos de uso industrial	Mé dio Port e		Elaboração de produtos naturais a partir da biodiversidade amazônica.			
3	Sohervas da Amazonia	Avenida Rodrigo Otavio, 1866, Crespo, Manaus-Am	Fabricação de aditivos de uso industrial. Produção de Aguardentes de cupuaçu e açaí	Mic ro Em pres a		Produtora de bebidas e compostos inovadores derivados dos produtos da Amazônia			
4	Licores da Amazônia	Rua dos Japoneses, Nº 500, Parque 10 de Novembro, Manaus-Am	Fabricação de licores com frutos típicos da floresta Amazônica.	Mic ro Em pres a		Produção de licores com sabores exóticos de frutas do Amazonas.			
5	Wotura Polpa de Frutas	Rua Emilio Tapudima, Marizal, Benjamin Constant- AM	Fabricação de conservas de frutas (frutas conservadas em álcool, secas, desidratadas, polpas conservadas, purês e semelhantes) usando produtos da Amazônia.	Mic ro Em pres a		Produção derivadas do camu-camu e frutas do Amazonas, utilizando bioativos.			
6	Café Apuí - Amazonia Agroflores tal	Avenida Acre, 1027, Vila Nova, Apuí-Am.	Produção de café orgânico e Agroflorestal	Pequ eno Port e		Primeiro café 100% Robusta orgânico cultivado em agrofloresta na Amazônia brasileira, nosso grão se transforma em uma bebida encorpada e harmônica.			
7	Coimbra Alimentos da Amazônia	Rua Aveiros Castanhal 80, Nova Esperanca, Manaus-Am.	Produção de Biscoitos e cookies	Mic ro Em pres a		A empresa fabrica biscoitos e cookies regionais de castanha e cupuaçu livres de conservantes e corantes e feitos com responsabilidade socioambiental.			
8	Terrazonia Indústria e Comércio de Produtos Naturais da Amazônia Ltda	Avenida Rodrigo Otavio, 1910, Crespo, Manaus-Am	Produção de alimento natural obtido a partir da biodiversidade da Amazônia	Mic ro Em pres a		A empresa desenvolve alimentos naturalmente funcionais à base de ativos amazônicos provenientes de comunidades ribeirinhas.			
9	Fabrica Virrosas Limitada	Rua Pe Agostinho C Martin, 197, Compensa I, Manaus, AM	Fabricação de vinagres	Mé dio port e		Atuam desde a plantação até a produção, utilizando como matérias-primas as plantas do Amazonas.			

10	Cafessai da Amazônia	Avenida Coronel Savio Belota (ate 516), 3, Novo Aleixo, Manaus-AM.	Fabricação de produtos para infusão (chá, mate, etc.)	Micrompresa		Produção de café à base de caroço do açaí.			
11	Amanayara Alimentos	Avenida Professor Nilton Lins, 3259, Parque das Laranjeiras, Manaus/AM	Fabricação de conservas de peixes, crustáceos e moluscos	Micrompresa		Desenvolvimento de tecnologia para produzir o análogo do caviar a partir de ovas de peixes amazônicos.			
12	Brasil BioFuels - BBF	Refinaria a primeira do país a usar fontes renováveis para o produto e deve ficar pronta em 2025 na cidade de Manaus-AM	Produção de HVO, conhecido como diesel verde, fabricado com 100% de óleo vegetal, com início da produção previsto para 2025.	Médioporte		O HVO é produzido por meio do processamento de matéria-prima renovável, como palma e soja. O diesel verde permite a mistura com outras matérias-primas no processo de produção.	Moderna	Terceira	
13	Brasil Bio Fuels S.A.	Estrada Tefe Emade, 3231, Centro, Tefe, AM.	Cultivo da palma de óleo, produção de biocombustíveis, biotecnologia e geração de energia renovável.	Médioporte	Biorrefinaria	Fabricação de biocombustíveis, exceto álcool. Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho.			Ocorre melhoramento genético, transgenia e organismos geneticamente modificados, reprodução artificial, cultura de células, tecidos e órgãos de seres vivos, com role biológico, terapia gênica, terapia celular, novas terapias moleculares, ciências ômicas e biologia molecular, processos industriais, cuidados com a biodiversidade e meio ambiente, biomateriais e dispositivos tecnológicos (biorreatores, dispositivos médicos, órteses e
14	Brasil Bio Fuels S.A.	Estrada Pedro Teixeira Km 23, Sítio Ibacatu, Zona Rural, Atalaia do Norte, AM.	Cultivo da palma de óleo, produção de biocombustíveis, biotecnologia e geração de energia renovável.	Médioporte		Fabricação de biocombustíveis, exceto álcool. Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho.			
15	Bioamazon	Rua Michel Fokine, 246, - Parque 10, Manaus, AM.	Produção de biofertilizantes na forma liofilizada, obtendo maior viabilidade celular.	Micrompresa		plataforma de Produção Própria de Bioinsumos, chamada Biofábrica			
16	Terramars Solucoes Ambientais Ltda	Avenida Andre Araujo, 2721, Aleixo, Manaus-AM.	biotech que conecta produtores e empresas às tecnologias de microalgas para o agronegócio.	Micrompresa	Insumos	As principais áreas de atuação da startup são no desenvolvimento de bioinsumos, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&DI) e consultoria.			
17	Pronatus do Amazonas	Av. Visc. de Porto Alegre, 440 - Centro, Manaus - AM	Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal. Produção fitocosméticos e cosmeceuticos.	Pequeno Porte		Utilização consciente e sustentável dos recursos da biodiversidade da Amazônia em seus cosméticos. Através de pesquisas e desenvolvimentos científicos e tecnológicos.	Moderna	Terceira	
18	Amazon Ervas Laboratório Botânico LTDA	Empresa Av. Buriti, 3447 - Distrito Industrial I, Manaus - AM	-Fabricação de medicamentos fitoterápicos, homeopático para uso humano, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	Pequeno Porte	Cosmético	Desenvolvimento de produtos naturais para a saúde do corpo utilizando matérias-primas da Amazônia.			
19	Aroma Produtos Naturais do Amazonas	R. 18, 384 - Japiim, Manaus - AM, 69077	Produção de produtos naturais, utilizando manteigas, óleos e extratos da flora amazônica.	Micrompresa		Produção de produtos naturais, utilizando manteigas, óleos e extratos da flora amazônica, a composição do mix de produtos é baseada no conhecimento tradicional da			

						com transparência e segurança jurídica.			molecular, bioprocessos industriais, cuidados com a biodiversidade e meio ambiente, biomateriais e dispositivos tecnológicos (biorreatores, dispositivos médicos, órteses e próteses) e biomimética. Inclui o uso de novas combinações genéticas não-naturais, pois a informação genética necessária à produção não ocorre naturalmente na célula produtora.
28	IBI - Abelhas da Amazônia	Rua Cupiuba, 39, Hónorio Roldão, Presidnete Figueiredo-Am.	produção de extrato de própolis das abelhas indígenas sem ferrão e a oferta de serviços de assessoria em meliponicultura (criação de abelhas indígenas sem ferrão).	Micro Empresa		especializada em produtos advindos das abelhas da Amazônia e serviços ecossistêmicos associados.			
29	Save the Green World	Avenida Andre Araujo, 2721, Aleixo, Manaus-Am.	Venda de Crédito de Carbono	Micro Empresa		Por um mundo mais verde o movimento SaveTheGreen. World tem o propósito de conscientizar, colaborar e desenvolver por meio da Pegada de Carbono integração do mundo com os povos da Amazônia promovendo sustentabilidade de ponta a ponta.			
30	Amazon Ecotechnology	Rua Ismael Pontes, 48, Parque 10, Manaus-Am.	Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais	Micro Empresa	Bioenergia	A empresa está desenvolvendo um equipamento para reduzir o consumo de diesel em motores de grande porte.			
31	Urupy Biotech Ltda.	Avenida Constantino Nery, 320, Centro, Manaus-Am	criação de bioprodutos com potenciais terapêuticos e farmacológicos, baseados em um fungo que possui propriedades antivirais, antioxidantes, antifúngicas, antibacterianas e cicatrizantes.	Micro Empresa	Fármaco	desenvolvimento no setor da biotecnologia de maneira sustentável por meio da criação de produtos naturais extraídos dos microrganismos presentes na região amazonense.			
32	Biotec Solução Ambiental Ind	R. Salvador, 120 - Adrianópolis, Manaus - AM, 69057-040	Fabricação de artigos hospitalares	Pequeno Porte		oferecem aparelhos ortopédicos, artigos para fisioterapia, artigos para enfermagem, fisioterapia e odontológico com alta qualidade.			
33	Amazonyme Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Biotecnológicos Ltda.	Avenida Professor Nilton Lins, Flores, Manaus-Am.	Desenvolvimento de tecnologias de soluções enzimáticas para serem utilizados em diferentes setores industriais, mantendo o diferencial de criar novas soluções tecnológicas utilizando fontes da biodiversidade amazônica.	Micro Empresa	Químico	Desenvolvimento de enzima que pode substituir componentes químicos de detergentes e cosméticos, aumentando a qualidade e a eficiência dos produtos.	Moderna	Terceira	
34	Befer Agroindustrial e comercial Ltda	Avenida Castelo Branco, 504, Cachoeirinha, Manaus-Am.	geração de soluções inovadoras ecológicas por meio de materiais sustentáveis.	Pequeno Porte		através de pesquisa e desenvolvimento buscar um referencial na geração de soluções inovadoras ecológicas por meios de matérias sustentáveis, buscando			Ocorre melhoramento genético, transgenia e organismos geneticamente

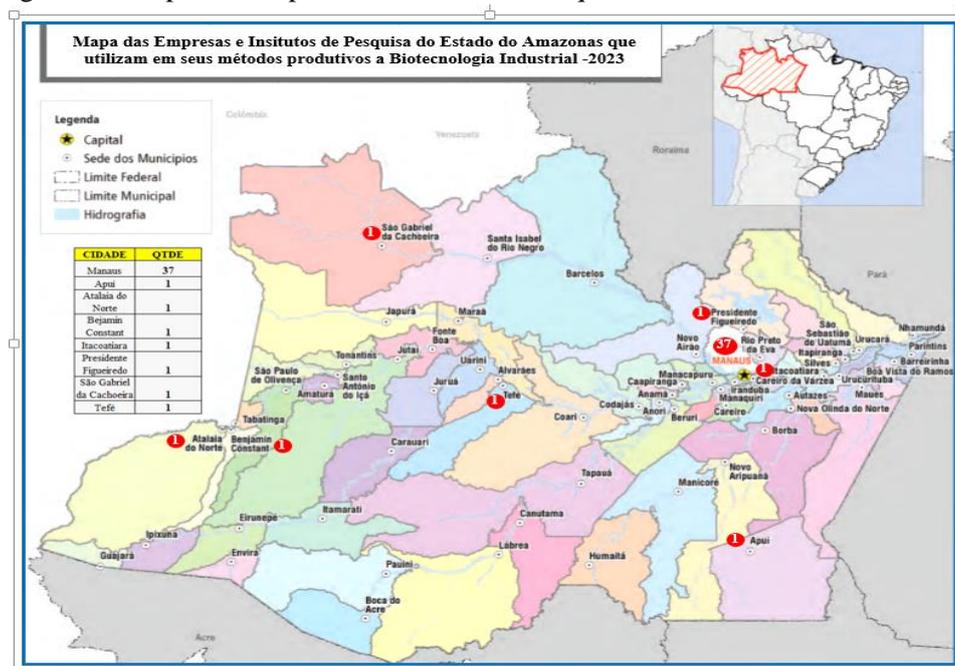
						uma sociedade mais consciente e fortalecendo a economia circular.				
35	Bioplazon - Bioplásticos da Amazonia	Rua Jose San Martin, 958, Japiim, Manaus-Am.	Fabricação de embalagens de material plástico	Micro Empresa		Produção de embalagens biodegradáveis utilizando subprodutos da produção amazônica.				modificados, reprodução artificial, cultura de células, tecidos e órgãos de seres vivos, cont
36	Chemical Treinamento e Inovação Tecnológica	Rua Bom Jesus, 681, Coroado, Manaus-Am.	Consultoria em tecnologia da informação	Micro Empresa		A startup desenvolveu um aplicativo que mensura a qualidade da água.				role biológico, terapia gênica, terapia celular, novas terapias
37	Licores da Amazonia	Rua dos Japoneses, 500, Parque 10, Manaus-Am.	Fabricação de outras aguardentes e bebidas destiladas	Micro Empresa		Fabricação de licores com frutos típicos da floresta Amazônica, através dos processos de fermentação e destilação.				moleculares, ciências ômicas e biologia molecular, bioprocessos
38	Geen Manaus	Avenida Abiurana, 244, Distrito Industrial I, Manaus-Am.	Produção de caixa d'água verde	Pequeno Porte		Adaptar processos e contribuir positivamente com todos os elos da sociedade e do Meio Ambiente através do reaproveitamento inteligente dos recursos nos processos, resíduos se tornam ingredientes em novos processos e materiais puderam ser reparados, reutilizados, atualizados ou reinseridos em novos ciclos ao invés de serem descartados.				industriais, cuidados com a biodiversidade e meio ambiente, biomateriais e dispositivos tecnológicos (biorreatores, dispositivos médicos, órteses e próteses) e biomimética. Inclui o uso de novas combinações genéticas não-naturais, pois a informação genética necessária à produção não ocorre naturalmente na célula produtora.
39	Bio Renova	Rua Balata, 356, Distrito Industrial I, Manaus-Am.	Recuperação de materiais plásticos	Pequeno Porte		Processo de reciclagem e transformação de materiais plásticos.				
40	Sioduhi Studio	Rua Buriti, 52, Nova Esperanca, Sao Gabriel da Cachoeira, AM	Criações de roupas tingidas com o Maniicolor, corante extraído da casca de mandioca. A parte dessa raiz considerada resíduo, é reintroduzida no ecossistema da moda, ocupando um lugar essencial: o tingimento.	Micro Empresa		Usa um corante natural têxtil biodegradável no tingimento de roupa, feito à base de mandioca para diminuir os impactos negativos dos corantes sintéticos e agregar valor social, cultural e ambiental à indústria têxtil e da moda.				
41	Embrapa Amazônia Ocidental	Rodovia AM 010 Km 29 Estrada Manau, Itacoatiara - AM	Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais	Instituto	Inovação	Soluções de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação que ajudem a aumentar a produtividade da agricultura no Amazonas e na Amazônia, de modo sustentável, preservando os recursos naturais e a biodiversidade.				
42	Conecthus Instituto de Tecnologia e Biotecnologia	Parque Industrial - R. Anhandui, 520 - Galpão 7F - Flores, Manaus - AM	Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais	Instituto		Pesquisa e Desenvolvimento de tecnologias voltadas à informação, soluções para software &				

	gia do Amazonas				hardware e biotecnologia.		
43	Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA)	Av. Gov. Danilo de Matos Areosa, 690 - Distrito Industrial I, Manaus - AM	Tem por objetivo criar alternativas econômicas mediante a inovação tecnológica para o melhor aproveitamento econômico e social da biodiversidade amazônica de forma sustentável.	Instituto	Desenvolvimento e difusão de produtos e processos biotecnológicos com Valor Agregado em toda a cadeia produtiva.		
44	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)	Av. André Araújo, 2936 - Petrópolis, Manaus - AM	Tem por finalidade pesquisar e fornecer conhecimento científico sobre a Região Amazônica	Instituto	Gerar e disseminar conhecimentos e tecnologias e capacitar recursos humanos para o desenvolvimento da Amazônia.		

Fonte: Econodata (2023); Receita Federal (2023); Sebrae (2023); Gov.Br.(2023).

A Tabela 02, apresenta o resultado do levantamento realizado nos sites e plataformas conforme a metodologia deste estudo para o mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam os conceitos de biotecnologia industrial. Os resultados apontam a existência de 40 empresas e 4 institutos de pesquisa, sendo 33 na cidade de Manaus, 6 no interior do Amazonas, 3 institutos na capital e 1 na cidade de Itacoatiara. Conforme distribuído e apresentado na Figura 01, traz o mapa da distribuição das empresas e institutos de pesquisa no Estado do Amazonas.

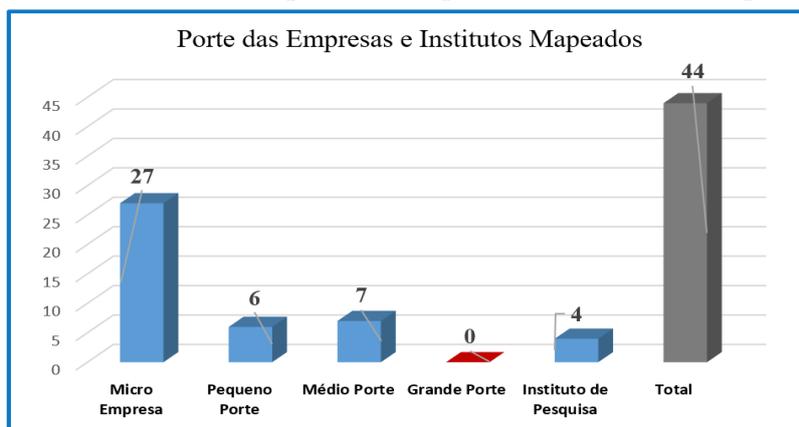
Figura 01- Mapa das Empresas e Institutos de Pesquisa do Estado do Amazonas 2023



Fonte: do autor, 2023.

De acordo com a Figura 01, observa-se que 37 empresas e institutos de pesquisas, estão concentradas na cidade de Manaus e as demais estão distribuídas sendo que 1 na cidade de Apuí, 1 na Atalia do Norte, 1 em Bejamin Constant, 1 em Presidente Figueiredo, 1 em São Gabriel da Cachoeira, 1 em Tefé e 1 instituto em Itacoatiara. Totalizando 40 empresas e 4 institutos de pesquisas. Com relação ao porte das Empresas, está demonstrado no Gráfico 02.

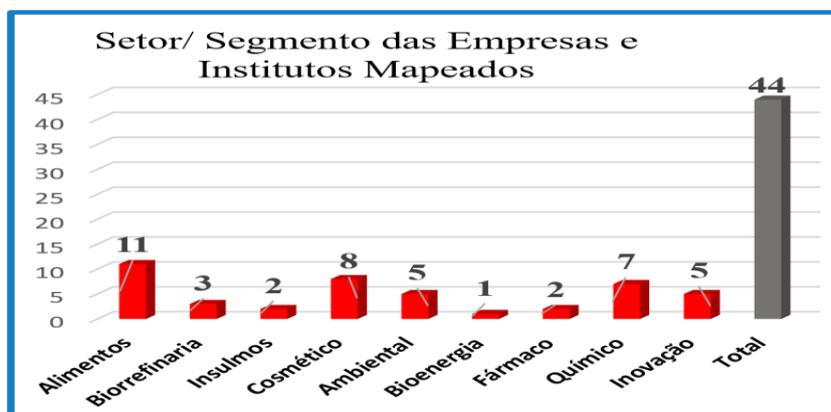
Gráfico 02- Quanto ao porte das Empresas e Institutos de Pesquisas



Fonte: do autor, 2023.

No Gráfico 02, observa-se que das 40 empresas mapeadas 27 são Micro, 6 de Pequeno Porte, 7 de Médio Porte, 4 Instituto de Pesquisa e nenhuma de Grande Porte. Com relação ao setor ou segmento dessas empresas, os resultados estão apontados no Gráfico 03.

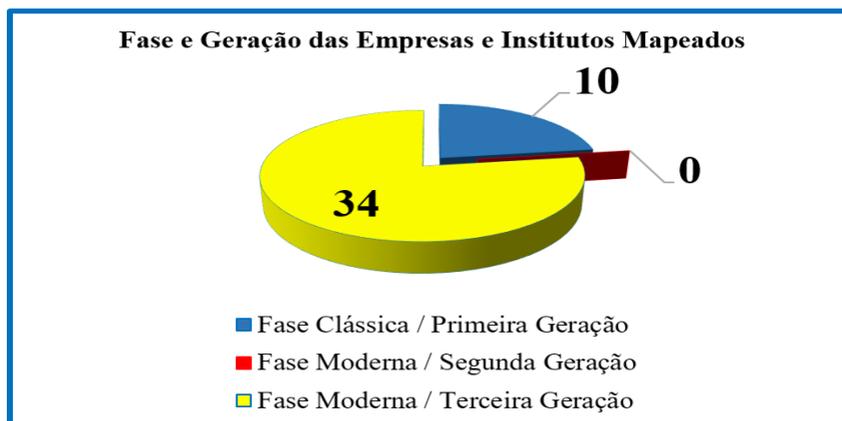
Gráfico 03- Quanto ao setor das Empresas e Institutos de Pesquisas



Fonte: do autor, 2023.

O Gráfico 03, traz os seguimentos das empresas mapeadas, sendo que 11 são de Alimentos, 3 de Biorrefinaria, 2 de Insumos, 8 de Cosméticos, 5 Ambiental, 1 de Bioenergia, 2 de Fármaco, 7 de Químicos e 5 de Inovação. Quanto a fase e geração das Empresas e Institutos de Pesquisas com relação a Biotecnologia Industrial, é apresentado no Gráfico 04.

Gráfico 04- Quanto a fase e geração das Empresas e Institutos de Pesquisas



Fonte: do autor, 2023.

O Gráfico 04, apresenta a fase e geração da Biotecnologia Industrial da empresas e institutos de pesquisas mapeados, tomando como base os conceitos dos métodos produtivo comparando com os procedimentos utilizados pelas organizações identificadas. Após análise e comparação, chegou-se ao resultado de que 34 empresas e institutos de pesquisas foram classificadas na Fase Moderna de Terceira Geração, enquanto apenas 10 estão na Fase Clássica e e Primeira Geração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a biotecnologia industrial ainda seja pouco conhecida no Estado do Amazonas, algumas empresas e institutos de pesquisas da região, vem utilizando seus conceitos, pela existência de água em abundância, solo fértil, vastos recursos minerais, variedades de frutos e espécies vegetais.

No que tange ao desenvolvimento regional a biotecnologia Industrial merece um grande enfoque visto que pode contribuir não apenas para o crescimento da Estado, mas sobretudo para que empresas se desenvolvam e contribuam para o adensamento de processos produtivos, resultando no desenvolvimento sustentável da região.

E como iniciativa a promoção da pesquisa ciência, inovação e desenvolvimento econômico e social do país foi feito um mapeamento de instituições de pesquisas e empresas que estão localizadas no Estado do Amazonas. Que resultou na identificação de 40 (quarenta) empresas e 4 (quatro) instituto de pesquisa que utilizam conceitos da biotecnologia industrial em seus processos produtivos e pesquisas. Sendo que não foram identificadas empresas de grande porte e nem multinacionais que estejam atuando dentro desse conceito. Foram observados que as empresas e institutos de pesquisas identificados no mapeamento são de vários seguimentos, e que 34 (trinta e quatro) empresas estão localizadas na cidade de Manaus e 6 (seis) no interior do Estado. Com relação aos institutos de pesquisas 3 (três) estão localizados na cidade de Manaus e 1 (um) na cidade de Itacoatiara.

Com relação ao desenvolvimento da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas, o mapeamento aponta que das 44 organizações identificadas. Sendo 34 estão organizações utilizam em seus processos produtivos procedimentos e métodos modernos da terceira geração, enquanto apenas 10 ainda utilizam em sua produção métodos tradicionais da primeira geração da biotecnologia industrial. Espera-se que novas pesquisas possam surgir sobre esse assunto e assim, aumentar o conhecimento sobre o desenvolvimento da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas. Para que haja um engajamento das inovações e tecnológicas nos processos produtivos, de forma que venha alavancar o desenvolvimento sustentável da região.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. W. G. **A ineficácia da legislação no combate à Biopirataria na Amazônia**. 2001. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/anna_walleria_guerra_alves.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022.

ANCHIETA, Fundação Padre. Economia para o amanhã – Diversificação econômica. Publicado 21 set. 2021. Disponível em: <https://cultura.uol.com.br/cenarium/2021/09/21/177369_especial-economia-para-o-amanha-diversificacao-economica.html>. Acesso em 02 jan. 2022.

ARAÚJO FILHO, G. Iniciativas em bionegócios e o programa pappe-subvenção no estado do Amazonas. Revista T&C Amazônia, Ano VIII, n. 19, 2010.

BILLACRÊS, M. A. R.; COSTA, R. C.; NUNES, C. V. A cadeia produtiva na Gestão da Inovação da Biotecnologia: o camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K.) no Amazonas. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro. v.14, n. 2, p. 222-237, 2020.

BIOMINAS. Estudo de empresas de biotecnologia do Brasil. [S.l.]: **Fundação Biominas**, 2007. Disponível em: <<http://biominas.org.br/wp-content/uploads/2015/06/Estudo-de-Empresas-de-Biotecnologia-do-Brasil.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRASIL, Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. **Gestão de Florestas Públicas**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm>. Acesso em: 04 jan. 2022.

COSTA, E. A. da. **Gestão estratégica: construindo o futuro de sua empresa**. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

ECONODATA, Plataforma. 2023. Disponível em: <<https://www.econodata.com.br/consulta-empresa/14186324000170-pronatus-do-amazonas-ind-e-com-de-prod-farm-cosmet-ltda>>. Acesso em: 03 fev. 2023.

EMBRAPA, Agroenergia. Biorrefinarias. Parque Estação Biol. 2022. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48750/1/biorrefinaria-modificado-web.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2022.

EMBRAPA, Recursos Genéticos e Biotecnologia. Situação atual da produção de embriões bovinos no Brasil e no mundo. Publicações. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1113394/situacao-atual-da-producao-de-embrioes-bovinos-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em 02 set. 2022.

FERREIRA, C. C. B.; LIMA, S. de O.; ROSANOVA, C. BIOTECNOLOGIA: Aplicação da inovação tecnológica a favor do desenvolvimento por meio do uso de organismos geneticamente modificados. **IV Encontro Internacional de gestão, desenvolvimento e inovação**. IV EIGEDIN, 2020.

FILHO, A. O. C. *et al.* Gold of the Amazon floodplain: panorama and stimulus for the cultivation of jute vegetable fiber (*Corchorus capsularis*) and job creation for riverside people in the state of Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, p. 31423-31438, apr., 2022.

GOV.BR, Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdic/pt-br>>. Acesso em: 05 fev. 2023.

LEITE, M. B. A. AmbienteBrasil. Biotecnologia: Produtos e Serviços. Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/biotecnologia/biotecnologia/biotecnologia_produtos_e_servicos.html>. Acesso em 02 set. 2022.

LIMA, S. P. M. de; SCHOR, T. Aglomerado industrial, sustentabilidade, biotecnologia e desenvolvimento regional: um olhar sobre o polo de biocosméticos em Manaus/Amazonas. **Paper final. Pluris**, 2010, Disponível em: <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper479.pdf>>. Acesso em 05 jan. 2022.

MAFRA, R Zau Mafra; MEDEIROS, R. L. M. (Org.). **Estudos da bioindústria amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia**, Manaus: EDUA, 2021.

MIGUEL, L. M. Experiência sobre a utilização da biodiversidade: as bioindústrias de cosméticos na Amazônia brasileira. Trabalho apresentado no 12º Encuentro de Geógrafos da América Latina - EGAL, **Montevideo/Uruguai**, 2009.

OLIVEIRA, R.F.P; *et al.* Os avanços da Biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. **Revista Concilium**, v. 23, n. 2, 2023.

OLIVEIRA, R.F.R.; *et al.* os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo. **Revista SODEBRAS**, v. 18, n. 206, fevereiro/2023.

OLIVEIRA, R. F. P.; LEITE, J. C.; SOUZA, J. A. da S., OLIVEIRA, S. dos S. Utilização do Método 10 M's como auxílio na Elaboração das análises dos pontos críticos nos processos industriais. **Revista SODEBRAS**. v. 10, nº 115 de julho/2015.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. 2ª ed. São Paulo: Atlas S.A, 2010.

RECEITA FEDERAL, Gov. Br. Ministério da Fazenda, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

RIZZON, L. A.; MANFROI, L. Sistema de Produção de Vinho Tinto. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção, 12, Dez/2006.

SANTOS, A. C; BRITO, A. P. S. B.; NEVES, S. F. A importância da indústria de biocosméticos para o desempenho econômico do estado do Amazonas. **Revista Terceira Margem Amazônia**. v. 6, n. especial 16, p. 105-125, 2021.

SEBRAE, Amazonas. Inova Amazonas: Empresas do Amazonas. 2023. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/inovaamazonia/portfoliodeempresas/amazonas#>>. Acesso em: 04 fev. 2023.

SHIRAHIGUE, L. D. Biotecnologia em alimentos e bebidas. Disponível em: <http://www.lamam.ufscar.br/files/2010/07/Aula_Biotecnologia-em-alimentos-e-bebidas_Ligianne.pdf>. Acesso em: 02 set. 2022.

SOUZA, K. A.; FIGUEIREDO. G. L. A. de S. Bionegócios e desenvolvimento alternativo no estado do Amazonas (Brasil). Rev. Hist. UEG - Anápolis, v.4, n.2, p. 139-159, ago. /dez. 2015.

SUFRAMA, Potencialidades de bioprodutos são discutidas em visita da Suframa à 3M no Polo Industrial de Manaus. Gov. Br, Ministério da Economia. Publicado em 31/05/2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/noticias/potencialidades-de-bioprodutos-sao-discutidas-em-visita-da-suframa-a-3m-no-polo-industrial-de-manaus>>. Acesso em 05 jan. 2022.

SUFRAMA, apresenta incentivos fiscais durante Seminário de Cosméticos em RR, Publicado em 31/05/2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/noticias/suframa-apresenta-incentivos-fiscais-durante-seminario-de-cosmeticos-em-rr>>. Acesso em 05 jan. 2022.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O levantamento bibliográfico e de campo corrobora para o entendimento de que, a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas vem crescendo com fortes perspectivas de desenvolvimento nos setores industriais, tendo como contribuição a diminuição do impacto ambiental.

São muitos os avanços biotecnológicos no campo industrial tais como o uso de enzimas e microrganismos em processos ou produtos, por meio de técnicas ômicas, engenharia proteína, *in silico*, engenharia metabólica, assim como no pós-tratamento de bioprocessamento, fenômenos de superfície, cromatografia e membranas, nas mistura, na fluidização, na separação *in situ* e processamentos acoplados, assim como na instrumentação e controle dos processos produtivos.

Os resultados alcançados com esta pesquisa foram descritas em 4 artigos publicados em revistas de periódicos a partir de B2 associados aos objetivos específicos.

Objetivo Específico 01 - Descrever os diferentes marcos da Biotecnologia Industrial no Brasil e no Mundo

Os resultados do objetivo específico 01 foram alcançado com a publicação do Artigo 3, que tem como título: Os diferentes marcos da biotecnologia industrial no Brasil e no Mundo.

O artigo apresenta como resultados da pesquisa a identificação do avanço da biotecnologia Industrial e seus diferentes marcos. Durante a pesquisa ficou constatada que a biotecnologia tem evoluindo rapidamente e atuando cada vez mais em diversos campos, que vai desde do desenvolvimento farmacêutico até a produção alimentícia e tratamento de resíduos poluentes.

O artigo apresenta também a evolução da biotecnologia industrial no Brasil e no mundo, com a cronologia dos fatos históricos, as mudanças, leis e regulamentações criadas no decorrer desse percurso. Além do levantamento da participação da biotecnologia industrial no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro.

São apresentados dados da aplicabilidade da biotecnologia nas áreas da agricultura, indústria, saúde, pecuária e meio ambiente, as descobertas nos processos de produção, a utilização das técnicas de DNA para desenvolvimento de métodos de cultivo de tecidos e células, e dados sobre a produção de transgênicos, enzimas, fármacos, vacinas hormônios e outros produtos químicos bioconvertidos.

Objetivo Específico 02 - Apresentar os avanços e o desenvolvimento da Biotecnologia Industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas.

Os resultados do objetivo específico 02, foi alcançado com a publicação do Artigo 1, que tem como título: O desenvolvimento da Biotecnologia Industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas.

O artigo apresenta como resultados da pesquisa a análise do estágio de desenvolvimento da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. Assim como os entraves que interferem no desenvolvimento, a identificação dos parâmetros legais e o grau de evolução, as comparações com outros estados e países, além do mapeamento das práticas de processos e atividades econômicas pré-existentes e existentes.

O artigo aponta contribuições para o desenvolvimento da região, que foi se consolidando em decorrência de muitas transformações no comportamento da sociedade. Tendo como parâmetro a percepção de que o uso incorreto dos recursos naturais representa o risco de extinção da humanidade, obrigando a uma mudança necessária para a preservação da própria existência do homem, podendo ser chamada de “Revolução Ambiental”. Em que a sustentabilidade se tornou uma forma de diminuir os impactos negativos da Revolução Industrial.

Constata-se que a tecnologia, atrelada a ciência dentro dos conceitos de Biotecnologia Industrial, pode ser uma forte aliada para o desenvolvimento do Estado e ao mesmo tempo criar mudanças.

No que tange ao desenvolvimento regional, identificou-se que a biotecnologia Industrial merece um enfoque maior, por contribuir para o desenvolvimento das bioempresas, startups e institutos de pesquisas. Visto que a relação entre a biotecnologia Industrial e o desenvolvimento regional preconiza atenção para os incentivos e políticas públicas governamentais.

Durante o estudo foram identificadas várias pesquisas na área de biotecnologia no estado Amazonas, sendo que a maioria está sendo desenvolvida pelo CBA (Centro de Binegócios do Amazonas), e outras por empresas no interior do Amazonas, como o café do Apuí produzido na cidade do Apuí, e bioindústrias que produzem produtos derivados do fruto camu-camu entre outras.

Objetivo Específico 02 - Apresentar os avanços e o desenvolvimento da Biotecnologia Industrial nos processos produtivos no Estado do Amazonas

Os resultados finais do objetivo específico 02, foi alcançado com a publicação do Artigo 2, que tem como título: O avanço da biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas.

O artigo apresenta como resultados da pesquisa, o levantamento das empresas de biotecnologia industrial no Estado do Amazonas, sendo apenas 4, das quais três nacionais e uma startup, estudo levantado pelo Mapa Biotech. Entretanto, durante a pesquisa foram identificadas a existências de diversas outras empresas dentro na região, que usam na produção a biotecnologia industrial.

O estudo menciona as dificuldades pelas quais as empresas têm de passar para obter licenciamentos ambientais. A exemplo, a obtenção da licença ambiental, que são necessários quase 400 dias, em média dentro do estado, sendo que em outros estados tais como Minas Gerais são necessários apenas 50 dias e Espírito Santo, 25.

Objetivo Específico 03 - Metodologia para mapeamento da Biotecnologia Industrial

Os resultados do objetivo específico 03, metodologia para mapeamento da Biotecnologia Industrial foi alcançado com o desenvolvimento da seção 2.5 desta tese e apresnetado na metodologia do artigo 04, que tem como título: Mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas.

Da qual composição da ferramenta metodológica para o mapeamento, utilizando-se como base o gráfico de *Ishikawa*, mais conhecido como diagrama de causa-efeito, tendo como referência bibliográfica o autor Paladini (2010).

Objetivo Específico 04 – Mapear as empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas

Os resultados do objetivo específico 04, Mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas. Foi alcançado com a publicação do Artigo 4 que tem como título: Mapeamento das empresas e institutos de pesquisas que utilizam a biotecnologia Industrial no Estado do Amazonas.

O estudo traz o desenvolvimento da biotecnologia industrial e a criação de algumas Leis tais como, Lei n. 11.284 de 2006 de Concessão de Florestas Públicas, criada para o

desenvolvimento sustentável, implementada pelo Ministério do Meio Ambiente. A criação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF), que institui o Serviço Florestal Brasileiro(SFB) na estrutura do Ministério do Meio Ambiente e altera as Leis nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, nº 5.868 de 12 de dezembro de 1972, nº 6.015 de 31 de dezembro de 1973, nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, nº 10.683 de 28 de maio de 2003, dando-lhes providências.

Durante a pesquisa observou-se que apesar de ter leis que regulamentam o desenvolvimento da biotecnologia, ao mesmo tempo causa entrave ao seu crescimento, destacando a Convenção de Diversidade Biológica assinada durante a ECO-92 (primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1992), que estabeleceu três critérios de exploração sustentável, por parte de cada país.

Durante a pesquisa foi aplicado a metodologia criada na seção 2.5 desta tese, para atender o objetivo 04, fazendo a identificação das empresas e institutos de pesquisa que utilizam os conceitos de biotecnologia industrial no Estado do Amazonas.

Os resultados apontaram a existência de 40 (quarenta) empresas e 4 (quatro) instituto de pesquisa que utilizam conceitos da biotecnologia industrial em seus processos de produção, não foram identificadas organizações de grande porte e nem multinacionais. Sendo 34 (trinta e quatro) empresas e 3 (três) institutos de pesquisas localizadas na cidade de Manaus; e 6 (seis) empresas e 1 instituto de pesquisa no interior do Amazonas. Das 44 empresas e institutos identificados, 34 utilizam em seus processos produtivos procedimentos e métodos modernos da terceira geração e 10 utilizam métodos tradicionais da primeira geração.

Do ponto de vista acadêmico a presente pesquisa pode favorecer o desenvolvimento de novas investigações que tenham como foco a biotecnologia industrial, considerando outras nuances, objetivos, relações entre outras variáveis, bem como outros métodos de exploração, complementando ou aprofundando os aspectos.

Espera-se que novas pesquisas possam surgir sobre esse assunto e assim, aumentar o conhecimento sobre o desenvolvimento da biotecnologia industrial no Estado do Amazonas. Para que haja um engajamento das inovações e tecnológicas nos processos produtivos, de forma que venha alavancar o desenvolvimento sustentável da região.

REFERÊNCIAS

- ABBI, Associação Brasileira de BioInovação. Disponível em: <www.abbi.org.br/pt/home_pt_br/>. Acesso em: 01 jan. 2022.
- ABCV. A Associação Brasileira das Empresas de Ciências da Vida. Disponível em: <<http://www.abcv.org.br>>. Acesso em: 01 jan. 2022.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: informação e documentação - projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ADEODATO, S. A riqueza oculta da floresta. **PPBIO**, Programa Prioritário de Bioeconomia, p. 22, publicado em 20 ago. 2020.
- ALCALDE, M., *et al*, Environmental biocatalysis: from remediation with enzymes to novel green processes. **Trends Biotechnol.** v. 24, p. 281, 2006.
- ALVES, A. W. G. **A ineficácia da legislação no combate à Biopirataria na Amazônia.** 2001. Disponível em: < http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/anna_walleria_guerra_alves.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022.
- ALVES, N.; VARGAS, M. A.; BRITTO, J. **Empresas de biotecnologia e biociências no Brasil: um panorama**, p. 1069-1088. In: São Paulo: Blucher, 2017.
- AMARAL, C. S. T. *et al*. Novos caminhos da biotecnologia: as inovações da indústria 4.0 na saúde humana. **Revista Brasileira Multidisciplinar- REBRAM**, v. 23, n. 03, 2020.
- AMAZONZYME. **Soluções Enzimáticas.** Disponível em: <<https://amazonzyme.com.br/>>. Acesso em: 01 mai. 2022.
- AMB, Associação Médica Brasileira. A descoberta do DNA e o projeto genoma. Revista da Associação Médica Brasileira, **SciELO - Scientific Electronic Library Online**, 51 (1), Ver. Editorial: Assoc. Med. Bras. Fev, 2005. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ramb/a/kMWr3VJcPHS8dNrQnN5PWx/?lang=pt>>. Acesso em: 23 set. 2021.
- ANCHIETA, Fundação Padre. **Economia para o amanhã – Diversificação econômica.** Publicado 21 set. 2021. Disponível em: <https://cultura.uol.com.br/cenarium/2021/09/21/177369_especial-economia-para-o-amanha-diversificacao-economica.html>. Acesso em 02 jan. 2022.
- ANDRADE, E. T. de; CARVALHO, S. R. G. de; SOUZA, L. F. de. Programa do Proálcool e Etanol no Brasil. **ENGEVISTA**, V. 11, n. 2. p. 127-136, dezembro 2009.
- ANDRADE, M. M. de. Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação. 10ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ANI, Agencia de Notícias da Industria. **Por que a bioeconomia tem tudo para ser o futuro do desenvolvimento do Brasil**, 10 de novembro de 2020. Disponível em: <[HTTPS://noticias.portaldaindustria.com.br/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/](https://noticias.portaldaindustria.com.br/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/)>. Acesso em: 01 jan. 2022.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

APUÍ, Café. Nova marca do Café Apuí representa expansão do projeto. **Cafeapui**. 15 de set. de 2021. Disponível em: <<https://www.cafeapui.com.br/post/nova-marca-do-cafe%C3%A9-apui%C3%AD-representa-expans%C3%A3o-do-projeto>>. Acesso em: 25 abri. 2022.

ARAÚJO FILHO, G. Iniciativas em bionegócios e o programa pappe-subvenção no estado do Amazonas. *Revista T&C Amazônia*, Ano VIII, n. 19, 2010.

ARNT, R. Tesouro Verde. **Revista Exame**, 739 ed. Ano 9, v. 35, p. 52 – 64, 2001.

ATUAL, Amazonas. Bioplástico já é realidade em Manaus, mas falta interesse das empresas. *Amazonas Atual Comunicação*, 6 de outubro de 2021. Disponível em: <<https://amazonasatual.com.br/bioplastico-ja-e-realidade-em-manaus-mas-falta-interesse-das-empresas/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

AVELLAR, Rogério. Bioeconomia – Um novo paradigma para a sociedade mundial e uma oportunidade para o setor agropecuário brasileiro. CNA, Brasil. 12 jun. 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/38-artigo_-_rogerio_avellar_0.14306100%201514912085.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

BAER, W. O desenvolvimento das capacidades tecnológicas do Brasil, *Lat. Sou. Ônibus*. Rev. 3 (1) 1-29, (2002). Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14921>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

BARBOSA, F. B. da C. A moderna biotecnologia na Amazônia: nova perspectiva de desenvolvimento regional? **Universidade Federal do Pará**. Papers do Naea nº 126. Belém, Janeiro de 2000. <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/viewFile/11639/8030>>. Acesso em: 25 dez. 2021.

BARRIE, J. *et al.* Assessing the role of triple helix system intermediaries in nurturing an industrial biotechnology innovation network. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, p. 209 – 223, 2019.

BARROS, A. J. P.; LEHFELD, N. A. S. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. 1ª reimp., Petrópolis: Vozes, 2014.

BARROS, F.; TELES, Y. O terceiro salto a história dos brasileiros que fizeram o futuro chegar: Trajetória Cultural, Econômica, Ambiental e Social do Alimento no Brasil – **A Revolução da Agricultura Tropical Sustentável**. 1ª ed. Brasília/DF: Instituto Fórum do Futuro, 2019.

SEBRAE, O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Amazonas. 2023. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/inovaamazonia/portfolio deempresas/amazonas>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

BELEI, R. A. *et al.* O uso de entrevista, observação e vídeo gravação em pesquisa qualitativa *Cadernos de Educação*. **FaE/PPGE/UFPel**, Pelotas, v.30, p. 187 - 199, janeiro/junho 2008.

BEUREN, I. M.; SILVA, A. J. Abordagens da controladoria em artigos publicados em periódicos dos programas de pós-graduação em ciências contábeis recomendados pela CAPES. **Enfoque: Reflexão Contábil**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 09-21, set.-out. 2010.

BILLACRÊS, M. A. R.; COSTA, R. C.; NUNES, C. V. A cadeia produtiva na Gestão da Inovação da Biotecnologia: o camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K.) no Amazonas. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro. v.14, n. 2, p. 222-237, 2020.

BIOMINAS. Estudo de empresas de biotecnologia do Brasil. [S.l.]: **Fundação Biominas**, 2007. Disponível em: <<http://biominas.org.br/wp-content/uploads/2015/06/Estudo-de-Empresas-de-Biotecnologia-do-Brasil.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BIOENFAPESP. Programa Fapesp Bioenergia – **Bioen**, 2022. Disponível em: <<http://bioenfapesp.org/sbe>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

BIOMINAS, Fundação. **Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia**. Belo Horizonte, dez. 2001.

BIOTECNOLOGIA, Blog do Profissão Biotec (ISSN 2675-6013), **Ciência, Institutos de Pesquisa**, Natália Videira, V.4, 2019. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/quantos-institutos-brasileiros-de-pesquisa-em-biotecnologia-voce-conhece/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

BIOTECH, Mapa. Profissão Biotech. 2023. Disponível em: <<https://www.mapa.profissaobiotec.com.br/>>. Acesso em 05 jan. 2023.

BORGES, D. Polos Tecnológicos em Formação, **Jornal do Comercio**, ano 27, march 2003.

BRASIL, Casa Civil, Presidência da República. Dia da indústria: Setor industrial é responsável por 20,4% do Produto Interno Bruto Brasileiro, segundo **CNI. Gov. br.**, publicado em 24 de maio de 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/maio/setor-industrial-e-responsavel-por-20-4-do-produto-interno-bruto-brasileiro-segundo-cni>>. Acesso em: 12 out. 2021.

BRASIL, Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. **Gestão de Florestas Públicas**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm>. Acesso em: 04 jan. 2022.

BRASIL, Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. **Lei da Biodiversidade**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113123.htm>. Acesso em: 04 jan. 2022.

BRASIL, Governo do Brasil. Brasil avança no setor de biocombustíveis. Site oficial gov.br, publicado em 12 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

BRASIL. Decreto no 6.041, de 8 de fevereiro de 2007. Institui a política de desenvolvimento da biotecnologia, cria o comitê nacional de biotecnologia e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p. 1, 9 fev. 2007.

BRASIL. MCTI – Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação. **Página oficial**, 2021. Disponível em: <www.mct.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRAZIL, **Biotec Map**, 2011. Disponível em:<<https://cebrap.org.br/wp-content/uploads/2017/05/Brazil-Biotec-Map-2011.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

BRAZIL, Scielo. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. Biotecnologias de terceira geração. Scielo Brazil, **Debate** • Hist. cienc. saude-Manguinhos 1 (2), fev 1995. **Data do Fascículo**, 24 Jul 2006. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/YpKbWGRw5CPQRXffhtGz5pM/?lang=pt><<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/YpKbWGRw5CPQRXffhtGz5pM/?lang=pt>>. Acesso em: 21 ago. 2022.

BUSSOLA. Portal Exame. Zona Franca de Manaus tem potencial para impulsionar economia do Brasil. Revista EXAME. 21/10/2021. Disponível em: <<https://exame.com/bussola/zona-franca-de-manaus-tem-potencial-para-impulsionar-economia-do-brasil/>>. Acesso em: 11 mai. 2022.

CAPELLI, S. Biotecnologia e Meio Ambiente, **Rev. Direito Ambient.** v.5, n.20, p. 94 – 110, 2000.

CSS - (Chemical Sciences Scotland). **The biorefinery roadmap for Scotland [online]**. 2015. **Disponível em:** <<https://www.scottish-enterprise.com/knowledge-hub/articles/comment/biorefinery-roadmap>>. **Acesso em: 30 dez. 2021.**

CIEAM, Centro das Indústria do Estado do Amazonas. Geração de empregos no PIM foi de 92 mil. **Site oficial do CIEAM**, Postado em: 04/02/2020. Acesso em: <<https://cieam.com.br/geracao-de-empregos-no-pim-foi-de-92-mil>>. Disponível em: 02 jan. 2022.

CNI, Confederação Nacional da Indústria. Por que a bioeconomia tem tudo para ser o futuro do desenvolvimento do Brasil. **Agência de notícias da indústria**, 10 de nov/2020. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/especiais/por-que-a-bioeconomia-tem-tudo-para-ser-o-futuro-do-desenvolvimento-do-brasil/>>. Acesso em: 16 out. 2021.

CNN, Brasil. **Organização quer fomentar novo polo industrial de biotecnologia no Amazonas**. Site Agência Brasil. Publicado em 15/03/2020. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/organizacao-quer-fomentar-novo-polo-industrial-de-biotecnologia-no-amazonas/>>. Acesso em: 04 jan. 2022.

CNS, Conselho Nacional de Saúde. Publicada resolução 466 do CNS que trata de pesquisas em seres humanos e atualiza a resolução 196. **Brasília, 14 de junho de 2013**. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/ultimas_noticias/2013/06_jun_14_publicada_resolucao.html>. Acesso em: 12 jul. 2022.

COPLIFE, Brasil. Biotecnologia: o que é e como ela ajuda a humanidade a se desenvolver. **Conectado pelo campo. Juntos pelo Futuro**. 2022. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/conceitos/a-biotecnologia-e-o-desenvolvimento-da-humanidade/>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

CORDERO-SOTO, I. N. *et al.* Solid/gas biocatalysis for aroma production: An alternative process of white biotechnology. **Biochemical Engineering Journal**, v. 164, p. 107767, 2020.

COSTA, E. A. da. **Gestão estratégica: construindo o futuro de sua empresa**. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

COSTA, M. A. F. da; COSTA, M. de F. B. da. **Metodologia da Pesquisa Conceitos e Técnicas** 2ª ed. revista e ampliada. Rio de Janeiro: Inteligência, 2009.

COUTOULY, Gérard (Coordinador de la unidad). Biotecnología: pasado y presente. Deutschland: **European Initiative for Biotechnology Education**, 2000.

CRUDELI, R. B., VIANA, H. E. B. Da fermentação à geração espontânea: uma relação entre dois trabalhos de Louis Pasteur. **Pôster, Academia**, Anais do Encontro de História e Filosofia da Biologia, 2015.

DC, T. Aplicaciones de la biotecnología amarilla en la industria alimentaria: enzimas, aditivos, aromas, ácidos orgánicos y aminoácidos. **Una bióloga en la cocina**. 2020. Disponível em: <<https://unabiologaenlacocina.wordpress.com/2020/09/09/aplicaciones-de-labiotecnologia-amarilla-en-la-industria-alimentaria-enzimas-aditivos-aromas-acidos-organicos-y-aminoacidos/>> Acesso em: 03 set. 2021.

DIAS, R.F.; de Carvalho, C. A. A. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: panorama Atual e Perspectivas, **Rev. Virtual Quim.**, v.9, n.1, p. 410-430, 2017. Disponível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v9n1a23.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2022.

DÍAZ, M. **Ingeniería de Bioprocesos**. Madrid: Paraninfo. 2012.

DYSON, F. Our Biotech Future. **The New York Review of Books**, July 19, 2007.

EACH, Escola de Artes, Ciências e Humanas, **Universidade de São Paulo**, Bacharelado em Biotecnologia, 2022. Disponível em: <<https://sites.usp.br/biotec-each/biotecnologia-no-brasil/>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

ECONODATA, Plataforma. 2023. Disponível em: <<https://www.econodata.com.br/consulta-empresa/14186324000170-PRONATUS-DO-AMAZONAS-IND-E-COM-DE-PROD-FARM-COSMET-LTDA>>. Acesso em: 03 fev. 2023.

EIC, Espaço Interativo de Ciência. Vamos falar sobre biotecnologia? **EIC Destaque**, 20 de julho de 2020. Disponível em: <Espaço Interativo de Ciência. Vamos falar sobre biotecnologia? 20 de julho de 2020.>. Acesso em: 02 fev. 2022.

ELETROS, Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônico. Zona Franca de Manaus tem potencial para impulsionar economia do Brasil. **Em destaque, notícia**, 22 de outubro de 2021. Disponível em: <<https://eletros.org.br/zona-franca-de-manaus-tem-potencial-para-impulsionar-economia-do-brasil/#:~:text=Webinar%20promovido%20pela%20Fundação%20Get%C3%BAlio,500%20empresas%20instaladas%20no%20PIM.>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

EMBRAPA, Agroenergia. Biorrefinarias. Parque Estação Biol. 2022. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48750/1/biorrefinaria-modificado-web.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2022.

EMBRAPA, Recursos Genéticos e Biotecnologia. Situação atual da produção de embriões bovinos no Brasil e no mundo. **Publicações**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1113394/situacao-atual-da-producao-de-embrioes-bovinos-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em 02 set. 2022.

ENRÍQUEZ, G. Amazônia – Rede de inovação de dermocosméticos Sub-rede de dermocosméticos na Amazônia a partir do uso sustentável de sua biodiversidade com enfoques para as cadeias produtivas da castanha-do-pará e dos óleos de andiroba e copaíba. **Parcerias Estratégicas**. Brasília, DF, v. 14, n. 28, p. 51-118, jan-Jun 2009.

ENRIQUEZ, J. *As the Future Catches You: How Genomics and Other Forces are Changing Your Life, Work, Health and Wealth*, **Crown Publishers**, New York, 2002.

ESTEVES, M. Biotecnologia industrial é caminho para crescimento sustentável. **Vitrine Tecnológica da Unidade**. 11ª ed. da Agroenergia em Revista, 20 de março de 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/SC5R8D>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

FENG, X. *et al.* Bridging the gap between fluxomics and industrial biotechnology. **J. Biomed. Biotechnol.** p. 460717. 2010.

FERNANDES, P. M. B. (org.). **Biotecnologia Branca para um mundo verde**. 1ª ed. Curitiba-PR: CRV, 2018.

FERREIRA, C. C. B.; LIMA, S. de O.; ROSANOVA, C. BIOTECNOLOGIA: Aplicação da inovação tecnológica a favor do desenvolvimento por meio do uso de organismos geneticamente modificados. **IV Encontro Internacional de gestão, desenvolvimento e inovação**. IV EIGEDIN, 2020.

FILHO, A. O. C. *et al.* Gold of the Amazon floodplain: panorama and stimulus for the cultivation of jute vegetable fiber (*Corchorus capsularis*) and job creation for riverside people in the state of Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, p. 31423-31438, apr., 2022.

FINEP; MCT, 2001. Disponível em: <<http://finep.gov.br/afinep/28-apoio-e-financiamento/programas-e-linhas>>. Acesso em: 21 mar. 2022.

FONSECA, J. J. S. da; MORAES, A. M. da. **Metodologia da Pesquisa Científica**. 1. ed. Sobral, 2017. Disponível em: <https://dirin.s3.amazonaws.com/drive_materias/1649850285.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2022.

FREIRE, C. T. Mapeamento da Biotecnologia no Brasil, **Cebrap**, Agosto 2011. Disponível em: <<http://oic.nap.usp.br/wp-content/uploads/2011/08/08-08-2011-CarlosTorresFreireBrazilBiotecMap.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

GARCÍA, J. L. Ingeniería genética y biotecnología. **Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia**, Monografía XV: Nuevos avances en medicamentos, p. 199-236. 2004.

GASPARINI, N. W. Inovação que vem da floresta: Amazônia 4.0 inicia teste de biofábricas itinerantes de chocolate e cupulate. Revista Um só planeta: **Energia e Ciência**. 27 jul. 2021. Disponível em: <<https://umsoplaneta.globo.com/energia/noticia/2021/07/27/inovacao-que-vem-da-floresta-amazonia-40-inicia-teste-de-biofabricas-itinerantes-de-chocolate-e-cupulate.ghtml>>. Acesso em: 04 mai. 2022.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.). Métodos de pesquisa. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – **Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GERRING, j. **Pesquisa de estudo de caso: princípios e práticas**. Tradução de Caesar Souza – Petrópolis, RJ: Vozes, 2019.

GIL, A. C. **Como Elaborar projeto de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GONÇALVES, E. Financiamento de empresas de base tecnológica: algumas evidências da experiência brasileira. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 33, n. 1, jan./mar. 2002.

GONÇALVES, H. A. Manual de metodologia da pesquisa científica. 2ªed., Revista e ampliada, São Paulo: Avercamp, 2014.

GONÇALVES, J. R. Como fazer um projeto de pesquisa de um artigo de revisão de literatura. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos -Ano II**, v. II, n.5, ago./dez., 2019.

GOUVEA, R. Doing business in Brazil: A strategic approach, **Thunderbird Int. Bus. Rev.** v. 46, ano 2, p. 165 – 189, 2004.

GOUVEA, R.; KASSICIEH, S. Using resources in R&D policy planning: Brazil, the Amazon and biotechnology. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 72, p. 535 – 547, 2005.

GUIDOTTI, I. L, VIDEIRA, N.B. As cores da Biotecnologia. **Revista Blog do Profissão Biotec**, v.8, 2021. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/cores-da-biotecnologia/>> Acesso em: 01/10/2021.

GUSMÃO, A. O. M. *et al.* A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade** - V.16, n. 1, p. 135, 2017.

HANSEN, A. S. L. *et al.* Systems biology solutions for biochemical production challenges. **Curr. Opin. Biotechnol.** v. 45, p. 85–91. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.018>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

HEUX, S. *et al.* White biotechnology: State of the art strategies for the development of biocatalysts for biorefining. **Biotechnology Advances**. v. 33, p.1653–1670, 2015.

IEDI, Instituto de Estudo para o Desenvolvimento Industrial. **Panorama Global da Inovação**. Destaque em 19/09/2020. Disponível em: <https://iedi.org.br/artigos/destaque/2017/destaque_iedi_20200917.html>. Acesso em: 05 jan. 2022.

KATE, K. T.; LAIRD, S. The commercial use of biodiversity. Mercado Mundial de Produtos Biotecnológicos, **Londres**: Earthscan, 2000.

KAUR, H.; VERMA, R. White biotechnology: An advanced approach to manage the environment. **International Journal of Research in Medical and Basic Sciences**, v. 03, n.06, June, 2017.

LAKATOS, E. Maria; MARCONI, M. Andrade. **Fundamentos de metodologia científica: técnicas de pesquisa**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAURINDO, A. P.; SILVA, J. Á. P. Introdução à pesquisa: características e diferenças teórico-conceituais entre estudo qualitativo e quantitativo. **Revista UNIABEU**, v.10, n. 26, Agos-Dez/2017.

LEITE, M. B. A. AmbienteBrasil. Biotecnologia: Produtos e Serviços. Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/biotecnologia/biotecnologia/biotecnologia_produtos_e_servicos.html>. Acesso em 02 set. 2022.

LIGA INSIGHTS. Conheça a Triple Helix de inovação: **empresa, governo e universidade**, 2022. Disponível em: <<https://insights.liga.ventures/inovacao/triple-helix-de-inovacao/>>. Acesso em: 04 jan. 2022.

LIMA FILHO, L. M. de A. Amostragem. Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba, 2022. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/45685629-Em-varias-ocasioes-ha-de-se-proceder-a-coleta-de-dados-diretamente-na-origem-isto-e-dos-sujeitos-com-quem-pretendemos-realizar-determinado-estudo.html>>. Acesso em 05 jul. 2022.

LIMA, S. P. M. de; SCHOR, T. Aglomerado industrial, sustentabilidade, biotecnologia e desenvolvimento regional: um olhar sobre o polo de biocosméticos em Manaus/Amazonas. **Paper final. Pluris**, 2010, Disponível em: <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper479.pdf>>. Acesso em 05 jan. 2022.

LIMA, T.C.S de; MIOTO, R.C.T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Katál**, Florianópolis, v.10, spe, 2007.

LIMA, Urgel de Almeida (Org.). **Biotecnologia Industrial: Processos fermentados e enzimáticos**. v. 3, 2ª ed, São Paulo-SP: Blucher, 2019.

LINS, E. F. O Amazonas e seus problemas. Manaus. **Imprensa Oficial do Estado do Amazonas**, VI, 2006.

LOVELL, H. The Governance of Innovation in Socio-technical Systems: the Difficulties of Strategic. **Niche Management in Practice**, v. 34, p. 35 – 44, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3152/030234207X190540>. Acesso em: 19 ago 2021.

MAFRA, R Zau Mafra; MEDEIROS, R. L. M. (Org.). **Estudos da bioindústria amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia**, Manaus: EDUA, 2021.

MAFRA, R. Z.; LASMAR, D. J.; VILELA JÚNIOR, D. C. Interorganizational Relationships in the Amazon Biotech Industry Based on Entrepreneurs' Perceptions. **Journal of**

Contemporary Administration. Maringá, PR, Brasil, v. 23, n. 5, art. 5, p. 672-695, setembro/outubro, 2019.

MAFRA, R. Z. et al. Sistema de Busca de Dados Bionorte: Aproximando, de Forma Colaborativa, as Pesquisas Acadêmicas e a Bioindústria Amazônica. **Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia**, v. 4, p. 171-186, 2017.

MAGALHÃES, L. C. G. **Estratégias empresariais de crescimento na indústria farmacêutica brasileira:** investimento, fusões e aquisições, 1988-2002. Rio de Janeiro: IPEA, 2003.

MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B. A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa. Departamento de Ciência de Computação e Estatística – **IBILCE** – UNESP, 2012. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/elaboracao_questionarios_pesquisa_quantitativa.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2022.

MANZINI, E.J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2, 2004, Bauru. A pesquisa qualitativa em debate. Anais... Bauru: USC, 2004.

MAPA BIOTECH, Profissão Biotech. 2023. Disponível em: <https://www.mapa.profissaobiotec.com.br/?_ga=2.102269889.1945476016.1673482660-1779507475.1673482660>. Acesso em: 11 jan. 2023.

MATIAS, E.; PIMENTEL, N. Biotecnologia: um desafio para o Amazonas. **Parcerias estratégicas**, n. 21, dezembro 2005.

MCGOVERN, P.E., *et al.* Fermented beverages of pre- and proto-historic China. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.** 101, 17593, 2004.

MIGUEL, L. M. Experiência sobre a utilização da biodiversidade: as bioindústrias de cosméticos na Amazônia brasileira. Trabalho apresentado no 12º Encuentro de Geógrafos da América Latina - EGAL, **Montevideo/Uruguai**, 2009.

MIGUEL, Laís Mourão. Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia Brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos. Dissertação de Mestrado. **Programa de Pós-graduação em Geografia Humana.** Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: USP, 2007.

MINAYO, M. C. S.; COSTA, A. P. Fundamentos Teóricos das Técnicas de Investigação Qualitativa. **Revista Lusófona de Educação**, v. 40, p. 139-153, 2018.

MINAYO, M. C. S. Amostragem e Saturação em Pesquisa Qualitativa: consensos e controvérsias. **Revista Qualitativa**, v. 5, n. 7, p. 01-12, abril, 2017.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. C. **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. 34. Ed., Petrópolis: Vozes; 2015.

GOV.BR, Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdic/pt-br>>. Acesso em: 05 fev. 2023.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Convenção sobre Diversidade Biológica. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade**. Cópia do Decreto Legislativo no. 2, de 5 de junho de 1992. Brasília – DF, 2000.

MOREIRA, A. Novartis reage a quebra de patentes, **Gaz. Merc.** C-5, May 24, 2001.

MOZAFARI, M.; TARIVERDIAN, T.; BEYNAGHI, A. Trends in Biotechnology at the Turn of the Millennium. **Recent Patents on Biotechnology**, 2020.

MUNARETTO, Lorimar Francisco; CORRÊA, Hamilton Luiz; JÚLIO, Araújo Carneiro da Cunha. Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 6, n. 1, p. 9-24, enero-marzo, 2013.

NASCIMENTO, R. G. *et al.* prática lúdica “DNA recombinante” e sua influência na percepção e no conhecimento de estudantes sobre biotecnologia e enzimas de restrição. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15 n. 02. 2020.

NEPOMUCENO, A. L. *et al.* Biotecnologia na agricultura qual caminho o Brasil deve seguir? **Revista de política agrícola**, Ano XVI, n. 4, Out./Nov./Dez. 2007.

NEVES, *et al.* Assessment of terraclass and mapbiomas data on legend and map agreement for the Brazilian Amazon biome. **Acta Amazonica**, v. 50. p. 170-182, 2020.

OECD, Organisation For Economic Co-Operation And Development. **A Framework for Biotechnology Statistics**. 2005. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/sci-tech/34935605.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

OECD, Organisation For Economic Co-Operation And Development. **The biotechnology indicators**, 2015. Disponível em <<http://www.oecd.org/sti/inno/keybiotechnologyindicators.htm>>. Acesso em: 09 fev. 2022.

OECD, Organization for Economic Cooperation and Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **OECD-FAO, Agricultural Outlook**, 2015.

OLIVEIRA, K. C. Você conhece as cores da Biotecnologia? **Saúde em Contexto**. 2020. Disponível em: <<https://www.saudeemcontexto.com.br/biotecnologia/>> Acesso em: 03 Abril 2021.

OLIVEIRA, R. F. P.; LEITE, J. C.; SOUZA, J. A. da S., OLIVEIRA, S. dos S. Utilização do Método 10 M's como auxílio na Elaboração das análises dos pontos críticos nos processos industriais. **Revista SODEBRAS**. Volume 10 N° 115 de julho/2015.

OLIVER, R. *The Biotech Age: The Business of Biotech and How to Profit From It*, McGraw-Hill, **New York**, 2003.

PACHA, Inteligência Híbrida Ambiental. Centro de Biotecnologia da Amazônia se molda para fortalecer pesquisa e inovação. Portal tratamento de água. Publicado em 01/03/2021. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/biotecnologia-amazonia-pesquisa-inovacao/>>. Disponível em: 30 abr. 2022.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2010.

P-BIO, Portugal's Biotechnology Industry Organization. **O que é biotecnologia industrial**. 2022. Disponível em: <<https://p-bio.org/pt/grupos/biotecnologia-industrial/quem-somos/>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

PESSOA JUNIOR, W. A.G. *et al.* Application of water treatment sludge as a low-cost and eco-friendly catalyst in the biodiesel production via fatty acids esterification: Process optimization. **Energy**. v. 213, 15 December 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. Técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico, 2ª. ed., **Novo Hamburgo: Feevale**, 2013.

RECEITA FEDERAL, Gov. Br. Ministério da Fazenda, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

RENDUELES, M.; DÍAZ, M. Industrial Biotechnology. **ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura**. v. 190-768, julio-agosto 2014.

RIZZON, L. A.; MANFROI, L. Sistema de Produção de Vinho Tinto. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção, 12, Dez/2006.

SALLES-FILHO, S. *et al.* **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia**. Campinas: MCT/FINEP, 2002.

SALVATI, C. Biotecnologia industrial: onde tudo começou. *Ciência, Históricos*, v.1, 2016. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-industrial-onde-tudo-comecou/>>. Disponível em: 02 fev. 2022.

SÁNCHEZ, J. M. M. Biotecnología blanca e industria farmacéutica. **Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia**, v. 73, p. 501-535, 2007.

SANDBERG, T. E. *et al.* The emergence of adaptive laboratory evolution as an efficient tool for biological discovery and industrial biotechnology. Department of Bioengineering, University of California, San Diego, CA 92093. USA. Novo Nordisk Foundation Center for Biosustainability, **Technical University of Denmark, 2800 Lyngby, Denmark**. published by Elsevier, 2019. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SANTOS, A. C; BRITO, A. P. S. B.; NEVES, S. F. A importância da indústria de biocosméticos para o desempenho econômico do estado do Amazonas. **Revista Terceira Margem Amazônia**. v. 6, n. especial 16, p. 105-125, 2021.

SBBIOTEC, **Sociedade Brasileira de Biotecnologia**, 2022. Disponível em: <<http://www.sbbiotec.org.br/>>. Acesso em: 01 jan. 2022.

SCARMANHÃ, B. O. S. G. *et al.* os avanços biotecnológicos e da engenharia genética: sob a perspectiva da reprodução humana assistida e seus reflexos no direito de família. **RJLB**, Ano 5 n. 3, p. 259-279, 2019. Disponível em: <http://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2019/3/2019_03_0259_0279.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

SCHERER, J. ODS 9: a biotecnologia na indústria, inovação e infraestrutura Biotecnologia, Biotecnologia Agrícola (verde), Biotecnologia Industrial (Branca), Meio Ambiente (biotecnologia cinza), Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, Profissão Biotec, (ODS), v.8, 2021. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-na-industria-inovacao-infraestrutura/>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SCHERER, J.; VIDEIRA, N. A biotecnologia no Brasil em 2021. **Biotec pelo mundo, Biotecnologia, Profissional**, v. 8, 2021. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/a-biotecnologia-no-brasil-em-2021/>>. Disponível em: 09 fev. 2022.

SCRIBAN, R. Biotecnologia. S. Paulo: Manole, 1985 apud GUSMÃO, A. O. *et al.* de M. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v.16, n. 1, p. 135, 2017.

SCRIBD, **What You Need, When you Need**, 2022. Disponível em: <www.scribd.com>. Acesso em: 01 mai 2022.

SEBRAE, Amazonas. Inova Amazonas: Empresas do Amazonas. 2023. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/inovaamazonia/portfoliodeempresas/amazona/#>>. Acesso em: 04 fev. 2023.

SERAFINE, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002.

SHIRAHIGUE, L. D. Biotecnologia em alimentos e bebidas. Disponível em: <http://www.lamam.ufscar.br/files/2010/07/Aula_Biotecnologia-em-alimentos-e-bebidas_Ligianne.pdf>. Acesso em: 02 set. 2022.

SIJBESMA, F.; SCHEPERS, H. (eds.). White Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future. p. 1-26. **Europa, Bio**, 2003.

SILVA, C.; GIRARDI, G. **Estadão: Conteúdo**. São Paulo. 23/08/2020. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2020/08/23/baseadas-em-ativos-da-floresta-startups-da-amazonia-impulsionam-a-bioeconomia.htm>>. Acesso em: 01 mai 2022.

SILVA, E. J. The colours of biotechnology: science, development and humankind. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 3, p. 01-02, 2004.

SILVA, L. A. G. P. S.; MERCÊS, N. N. A. Estudo de casos múltiplos aplicado na pesquisa de enfermagem: relato de experiência. **Revista Brasileira de Enfermagem REBEN**, ano 3, v. 71, p. 1263-1267, 2018.

SILVA, L. F. da; RUSSO, R. de F. S. M.; OLIVEIRA, P. S. G. Quantitativa ou qualitativa? um alinhamento entre pesquisa, pesquisador e achados em pesquisas sociais. **PRETEXTO. Universidade FUMEC**. Belo Horizonte: PRETEXTO, v. 19, n. 4, p. 30-45, Out/Dez, 2018.

SILVA, M. N. P. da. "População e amostras"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/matematica/populacao-amostras.htm>>. Acesso em: 19 set. 2022.

SILVEIRA, J. M. F. J. da. Evolução recente da biotecnologia no Brasil. Texto para Discussão. **IE/UNICAMP**, n. 114, fev. 2004.

SOUZA, K. A.; FIGUEIREDO, G. L. A. de S. Bionegócios e desenvolvimento alternativo no estado do Amazonas (Brasil). Rev. Hist. UEG - Anápolis, v.4, n.2, p. 139-159, ago. /dez. 2015.

STATISTA. Capitalização de mercado das principais empresas europeias de biotecnologia 2021. Publicado pelo **Departamento de Pesquisa Statista**, 21 de janeiro de 2022. Disponível em: <<https://es.statista.com/estadisticas/667584/capitalizacion-de-mercado-de-las-empresas-europeas-lideres-en-biotecnologia/>>. Acesso em: 03 dez. 2022.

STEEN, E. J. *et al.* Microbial production of fatty-acid-derived fuels and chemicals from plant biomass. **Nature**, v. 463, p. 559, 2010.

STRESOW, G. in: From monasteries, churches and clergymen in the yearbook 2004, Society for the History of Brewing e.V. (GGB), **Berlin**, 2004.

SUFRAMA, Potencialidades de bioprodutos são discutidas em visita da Suframa à 3M no Polo Industrial de Manaus. Gov. Br, Ministério da Economia. Publicado em 31/05/2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/noticias/potencialidades-de-bioprodutos-sao-discutidas-em-visita-da-suframa-a-3m-no-polo-industrial-de-manaus>>. Acesso em 05 jan. 2022.

SUFRAMA, apresenta incentivos fiscais durante Seminário de Cosméticos em RR, Publicado em 31/05/2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/noticias/suframa-apresenta-incentivos-fiscais-durante-seminario-de-cosmeticos-em-rr>>. Acesso em 05 jan. 2022.

SUFRAMA. Indicadores industriais. **Manaus**, 2019. Disponível em: <<https://exame.com/bussola/faturamento-do-polo-industrial-de-manaus-cresce-mais-que-o-nacional/>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

SUFRAMA. Indicadores de desempenho do Pólo Industrial de Manaus (2003-2008). **Manaus**, 2009. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br>> . Acesso em: 06 jan. 2022.

SUFRAMA, Ministério da Economia. Projetos Pronametro/CBA. Aqui você encontra uma compilação de dados acerca de projetos realizados ao longo dos anos no CBA. Publicado em 11/08/2021 11h25 e Atualizado em 04/05/2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/zfm/cba/projetos-pronametro-cba>>. Acesso em: 18 mai. 2022.

SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Histórico da Zona Franca de Manaus**. 2003. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

TAQUETTE, S. R.; BORGES, L. Pesquisa qualitativa para todos. Petrópolis-RJ: Vozes, 2020.

TEIXEIRA, I S.; MILAGRE, C. D. F. Evolução dirigida de enzimas: pequenas modificações, melhores biocatalisadores. *Revisão, Quím. Nova*, v. 43, ano 6, Jun 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/NSc4YH9N3TvGMRxZxPkCjkH/?lang=pt>>. Acesso em: 20 out. 2021. Doi: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170538>.

USP - **Universidade de São Paulo**, 2022. Disponível em: <<http://www.inovacao.usp.br>>. Acessado em: 22 mar. 2022.

VASCONCELOS, C. B. Biotecnologia industrial: uma importante aliada da sustentabilidade, **Ciência**, v.3, 2018. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-industrial-uma-importante-aliada-da-sustentabilidade/>>. Acesso em 02 fev. 2022

VIEIRA, R. Amazônia tem tudo para virar um polo mundial de biotecnologia. **Revista Exame**, publicado em: 19/07/2018. Disponível em: <<https://exame.com/revista-exame/em-busca-da-riqueza-da-floresta/>>. Acesso em: 04 jan. 2022.

VILLADSEN, J. Innovative technology to meet the demands of the white biotechnology revolution of chemical production. **Chemical Engineering Science**, v. 62, p. 6957 – 6968, 2007.

WALLIMAN, S. R. Research methods: The basics. Routledge: **London & New York**, 2011.

WEID, I. V. D. *et al.* Categorização do setor de biotecnologia baseada na Classificação Internacional de Patentes e análise do panorama de depósito de pedidos de patentes neste Setor, no Brasil (2012-2016). Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial –INPI, Diretoria de Patentes - **DIRPA, Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica – CEPIT, Divisão de Estudos e Projetos- DIESP, 2018.**

YADAV, A. N. *et al.* Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi. **Diversity and Enzymes Perspectives**. Springer, v. 1. 2019. ISSN 2198-7785 (electronic). Disponível em: <<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-030-10480-1>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

YIN, R.K. **Pesquisa Qualitativa do início ao fim** [recurso eletrônico]; tradução: Daniel Bueno; revisão técnica: Dirceu da Silva.- Porto Alegre: Penso, 2016.

YIN, R.K. **Estudo de caso. Planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 5. ed. Porto Alegre (RS): Bookman. 2015.

ZABANIOTOU, A. Redesigning a bioenergy sector in EU in the transition to circular waste-based Bioeconomy. **A multidisciplinary review**. *J. Clean. Prod.* v. 177, p. 197-206, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.172>>. Acesso em: 14 de ago. 2021.

ZIKMUND, W. G. *et al.* Business Research Methods. 9th edition. **The Dryden Press**, Fort Worth, 2013.

APÊNDICES

Apêndice 01
Questionário sobre Biotecnologia Industrial

PPGBIOTEC	UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM	
------------------	--	---

Dados da empresa ou instituto de pesquisa e respondente

Nome da Empresa ou Instituto de Pesquisa: _____

Nome e Cargo do respondente: _____

O respondente concorda em assinar o Termo de Consentimento de Livre e Esclarecido (TCLE):

Sim Não

Cite as Principais atividades da empresa ou instituto de pesquisa:

R:

Porte da empresa ou instituto de pesquisa.

micro pequena média grande Outros: _____

A empresa ou instituto de pesquisa produz para atender qual tipo de setor?

Indústria Comércio Serviços outros _____

Quais os tipos de produtos são produzidos pela empresa ou instituto de pesquisa?

Alimentos Agricultura Insumos Fermentação Ambiental
 Pecuária Biorrefinaria Químico Bioenergia Inovação
 Cosmético Fármaco Saúde Humana

A empresa ou instituto de pesquisa faz algum tipo de pesquisa voltada para Biotecnológico industrial?

(Biotecnologia Industrial utiliza organismos vivos, ou produtos derivados desses, para aprimorar os processos industriais e gerar materiais e produtos)

Sim Não. Se Sim Qual? _____

Qual o Mercado que a empresa ou instituto de pesquisa atende?

Local Nacional Internacional

Quais os Principais Fornecedores de Matéria-prima da empresa ou instituto de pesquisa?

Manaus Municípios do estado do Amazonas
 De outras regiões De fora do País

Quais os Principais Fornecedores de Insumos para a empresa ou instituto de pesquisa?

Manaus Municípios do estado do Amazonas
 De outras regiões De fora do País

Existe algum tipo de fomento para o desenvolvimento de pesquisa em biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa?

Sim Não. Se sim qual? _____

Como ocorre as pesquisas voltadas para a biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa?

Não utiliza. Qual o motivo? _____
 Utiliza nos processos de fabricação
 Utiliza nos produtos fabricados
 Utiliza nos insumos produtivos
 Utiliza na matéria prima para a produção
 Outros _____

Com relação a realização de pesquisa em biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa.**Considere: (1) muito, (2) média, (3) pouca, (4) nenhuma**

- Desenvolvimento de pesquisas de biotecnologia industrial
- Recebe recursos para o desenvolvimento da biotecnologia
- Cooperação com outras instituições de pesquisa em biotecnologia
- Pessoal qualificado nos projetos
- existência de incentivos fiscais para o desenvolvimento de projetos de pesquisa no campo da biotecnologia
- existência de fontes de financiamento
- mercado para os produtos desenvolvidos
- Restrições legais/sanitárias
- Processo de implantação da biotecnologia nas indústrias
- Licenças para pesquisa de projetos voltados para a biotecnologia industrial
- Tecnologias de acesso no mercado
- políticas públicas apropriadas para o setor de pesquisa
- Outros _____

Como a empresa têm desenvolvido novos projetos de pesquisas aplicados no desenvolvimento de biotecnologia voltado para o processo produtivo?

- Não desenvolve pesquisa na área da biotecnologia
- Já desenvolveu, mas não desenvolve mais pesquisa na área da biotecnologia
- Tem Cooperação em projetos de pesquisa com outras instituições locais
- Tem Cooperação em projetos de pesquisa com outras instituições de fora
- Tem Desenvolvimento interno de projetos de pesquisa
- Faz Aquisição de bens de biotecnologia para o processo produtivo
- Utiliza Consultoria externa de empresas de biotecnologia
- Participa de Feiras de biotecnologia
- Participa Feiras de produtos de biotecnologia
- Participa de Congressos de biotecnologia
- Participa de Revistas Especializadas em biotecnologia
- Utiliza as Redes sociais
- Tem Licenciamento de biotecnologia
- Tem Cooperação com empresas locais
- Tem Cooperação com empresas de outras regiões
- Faz Cópia de processos/produtos de outras empresas
- Outros _____

Apêndice 02
TCLE – Termo De Consentimento Livre e Esclarecimento



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: PRÁTICAS INDUSTRIAIS DO DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA BRANCA NO ESTADO DO AMAZONAS.

Pesquisador Responsável: ROSIMEIRE FREIRES PEREIRA OLIVEIRA

Nome do participante:

Data de nascimento:

O(A) Sr(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa “PRÁTICAS INDUSTRIAIS DO DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA BRANCA NO ESTADO DO AMAZONAS”, cujo pesquisador responsável é ROSIMEIRE FREIRES PEREIRA OLIVEIRA.

Os objetivos do projeto é Analisar as práticas industriais do desenvolvimento da Biotecnologia Branca no Estado do Amazonas e os objetivos específicos são: I. Apresentar a trajetória e o avanço da biotecnologia branca no Mundo, no Brasil e no Estado do Amazonas com base em revisões bibliográficas; II. Investigar a existência e práticas de empresas que utilizam a biotecnologia branca no estado do Amazonas e sua abordagem nos projetos de pesquisas; III. Averiguar as políticas públicas, restrições e acesso aos recursos da biodiversidade do Estado do Amazonas para a implantação da Biotecnologia Branca por parte das empresas; IV. Comparar o grau de dificuldade das práticas e restrições para a implantação da biotecnologia branca no estado do Amazonas com relação aos outros estados do Brasil.

O(A) Sr(a) está sendo convidado por que a empresa que gerencia atua ou tem potencialidade para atuar com a biotecnologia branca.

Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Caso se sinta esclarecido (a) sobre as informações que estão neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peço que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar. Caso aceite participar sua participação será solicitado ao participante a assinatura da autorização para registro de imagem dos processos em questão e/ou organização, caso venha a autorizar as imagens irá compor o projeto de pesquisa.

Rubricas _____ (Participante)

Página 1 de 3

_____ (Pesquisador)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

1. O trabalho tem por esta pesquisa questionar: Quais as práticas industriais da biotecnologia branca no Estado do Amazonas e seu estágio de desenvolvimento?
2. A participação nesta pesquisa consistirá em consiste em responder um questionário com número pequeno de questões apresentadas por escrito que tem por objetivo propiciar conhecimento ao pesquisador a respeito da atuação da biotecnologia pela empresa, seguida de entrevista com perguntas e respostas que serão feitas de maneira oral, a qual será registrada através de anotações, com um tempo de duração estimado de 1 (uma) hora com no máximo dois encontro, com o local a ser definido pelo participante da pesquisa.
3. Durante a execução da pesquisa será obedecido e respeitado dos princípios éticos da pesquisa, conforme a Resolução CNS 510/16, Capítulo II, Art. 03.
4. Os benefícios com a participação nesta pesquisa serão Esta pesquisa deverá contribuir com as universidades, centros de pesquisas, empresas e demais agentes que apoiam atividades de CT&I que buscam pesquisar e desenvolver atividades pautadas na sustentabilidade do aproveitamento dos recursos da biodiversidade. Deverá contribuir também para aumentar o acervo de conhecimentos científicos e tecnológicos sobre o desenvolvimento da biotecnologia branca em um importante estado da Amazônia brasileira, onde se concentra uma das maiores riquezas mundiais de espécies da biodiversidade. Sua atuação é ampla e abrangente com uma prospecção multidisciplinar, estando ligada a diferentes tipos de aplicabilidade em vários setores e atividades tais como saúde, fermentação, agricultura, mineração, pecuária, entre outros;
5. Os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento.
6. Não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação haverá o seu ressarcimento pelos pesquisadores.
7. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.
8. O nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que queiram saber antes, durante e depois da sua participação.

Rubricas _____ (Participante)

Página 2 de 3

_____ (Pesquisador)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

9. Os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

O(A) Sr(a). também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo(a) Sr(a), ou por seu representante legal, e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Li e concordo em participar da pesquisa. (ou “Declaro que concordo em participar da pesquisa”). Ressalta-se que não devem ser introduzidas novas informações ou informações contraditórias ao conteúdo do restante do termo. (Carta Circular nº 51-SEI/2017-CONEP/SECNS/MS).

Manaus-AM, ____/____/____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

Rubricas _____ (Participante)

Página 3 de 3

_____ (Pesquisador)

ANEXO

QUESTIONARIO SOBRE BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL

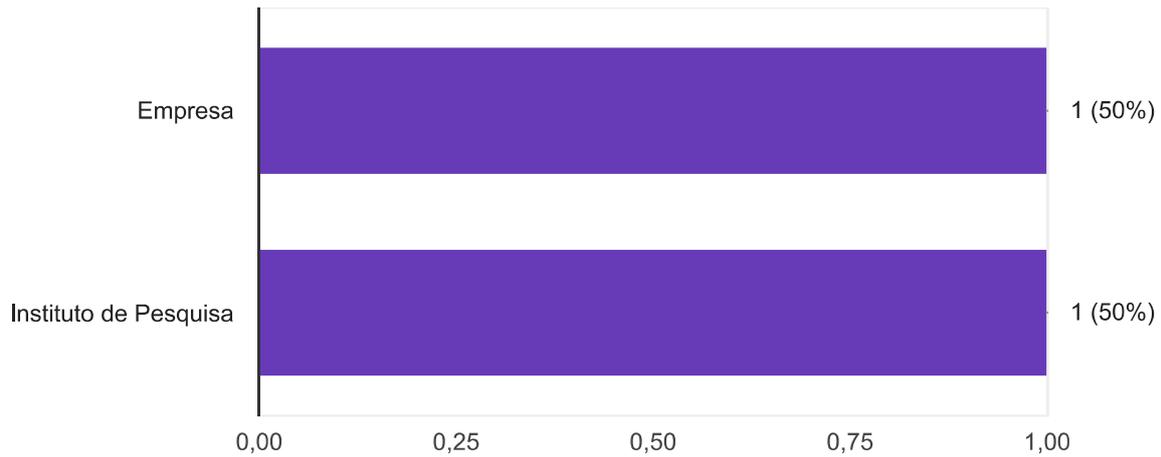
2 respostas

[Publicar análise](#)

A Organização é uma:

 Copiar

2 respostas



Nome da Empresa ou Instituto de Pesquisa:

2 respostas

Befer Agroindustrial e comercial Ltda

Centro de Biotecnologia da Amazônia

Email do respondente da Empresa ou Instituto de Pesquisa:

2 respostas

edmundo@befer.eco.br

fabio.calderaro@suframa.gov.br



Nome do respondente:

2 respostas

Edmundo Fernando Amaral da Silva

Fabio Calderaro

Cargo do respondente:

2 respostas

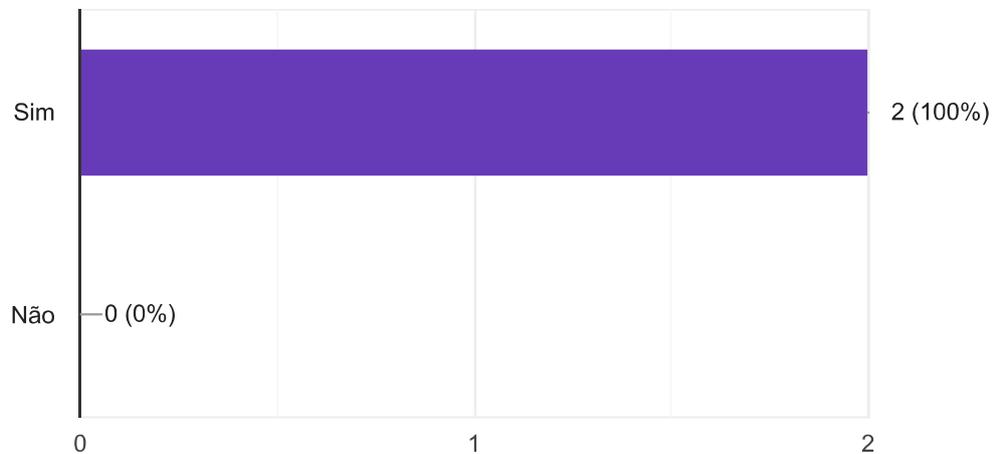
Ceo/pesquisador

Diretor



O respondente concorda em assinar o Termo de Consentimento de Livre e Esclarecido (TCLE):

2 respostas



Se o respondente concordar em assinar o Termo de Consentimento de Livre e Esclarecido (TCLE). Este é o Local para assinatura digital

2 respostas

Edmundo Fernando Amaral da Silva

Fabio Calderaro



Cite as Principais atividades da empresa ou instituto de pesquisa:

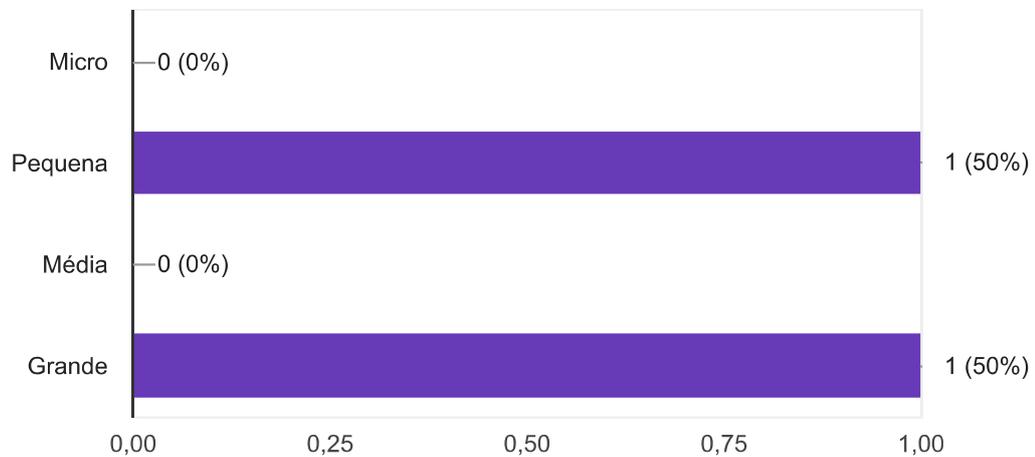
2 respostas

Aproveitamento de biomassas

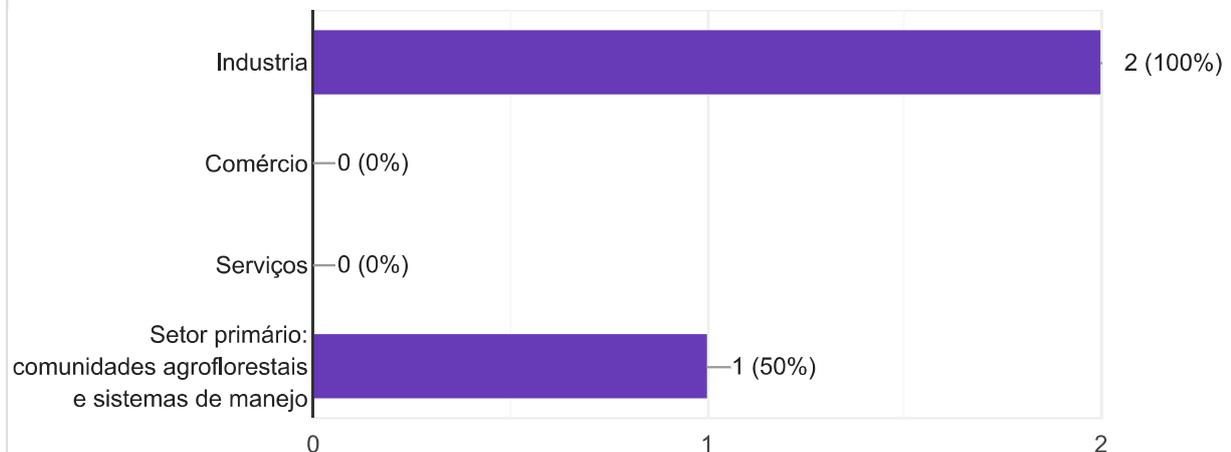
O Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA) tem por objetivo criar alternativas econômicas mediante a inovação tecnológica para o melhor aproveitamento econômico e sustentável da biodiversidade amazônica.

 Copiar**Porte da empresa ou instituto de pesquisa:**

2 respostas

 Copiar**A empresa ou instituto de pesquisa produz para atender qual tipo de setor?**

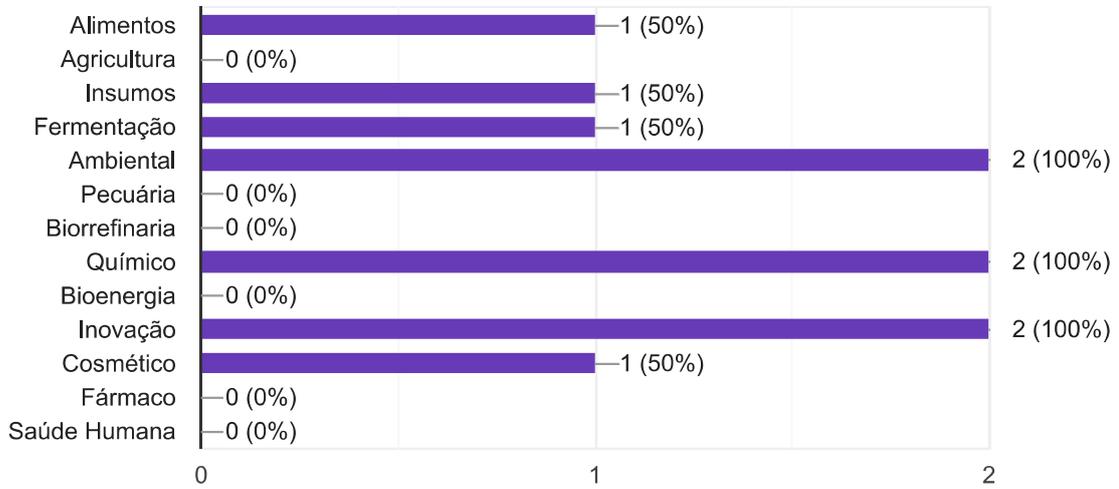
2 respostas





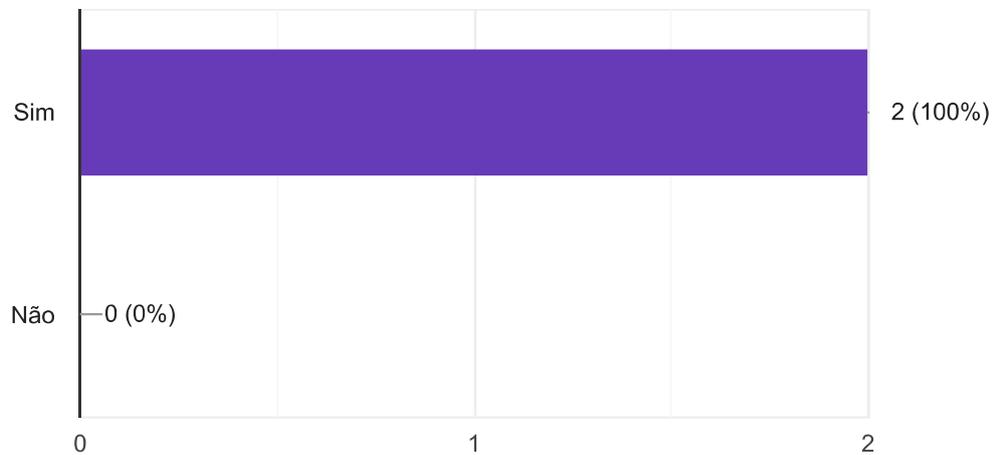
Quais os tipos de produtos são produzidos pela empresa ou instituto de pesquisa?

2 respostas



A empresa ou instituto de pesquisa faz algum tipo de pesquisa voltada para Biotecnológico industrial?

2 respostas



Se a resposta for Sim. Qual tipo de pesquisa?

2 respostas

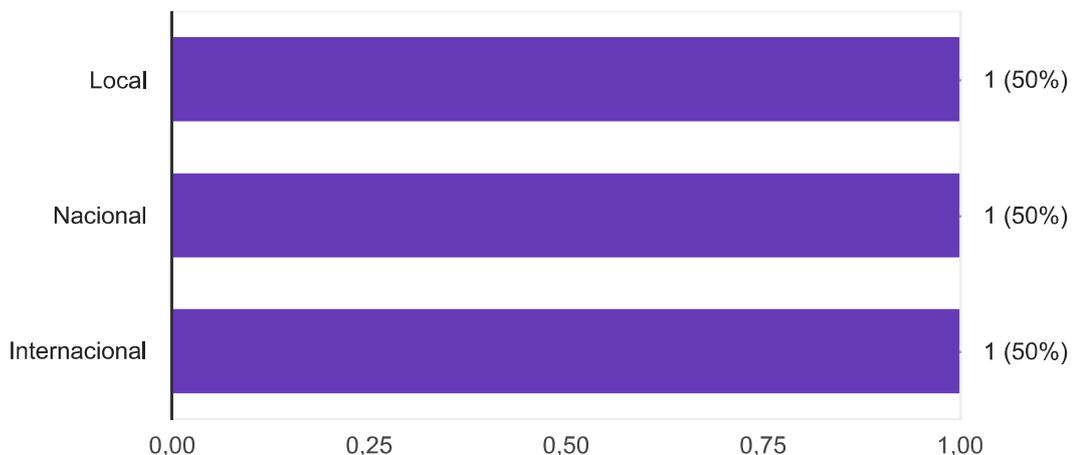
bioinsumos para uso industrial

Produção de mudas em larga escala e elaboração de bioprodutos derivados da fibra do curauá; Desenvolvimento de atividades de cultura de tecidos de Ananas var. erectifolius (L. B. Sm.); Valoração dos frutos amazônicos e impacto do processamento sobre sua qualidade; Produção de extratos vegetais amazônicos e/ou suas frações ricas em substâncias bioativas de elevado valor comercial e relevante interesse industrial; Aproveitamento industrial de matérias-primas amazônicas e seus resíduos agroindustriais, como substratos e/ou agentes de processo para produção de insumos ricos em substâncias bioativas de elevado valor comercial e relevante interesse industrial; Extração e valoração de rejeitos amazônicos para obtenção de nanocelulose e desenvolvimento de novos bioprodutos; Síntese de filmes antioxidantes à base de nanocelulose para conservação de alimentos; Produção de membranas fitoterápicas com propriedade anti-inflamatória e cicatrizante. Desenvolvimento de produtos cosméticos oriundos de extratos e óleos da biodiversidade amazônica; Desenvolvimento de consórcios microbianos com aplicação na biodegradação de resíduos oleosos e derivados de petróleo; Desenvolvimento de substratos de maior viabilidade econômica utilizando resíduos agroindustriais amazônicos para produção de biossurfactantes; Obtenção de compostos de alto valor agregado a partir de resíduos agroindustriais amazônicos. Produção de celulose, a partir do resíduo da agroindústria, para a produção de biofilmes e biopolímeros; Produção de biopolímeros a partir da celulose bacteriana.

 Copiar

Qual o Mercado que a empresa ou instituto de pesquisa atende?

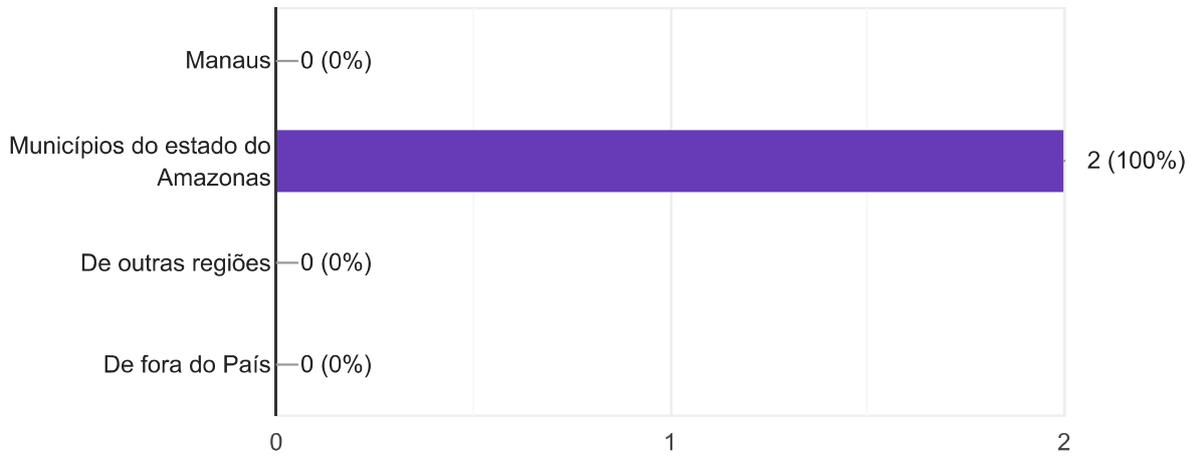
2 respostas





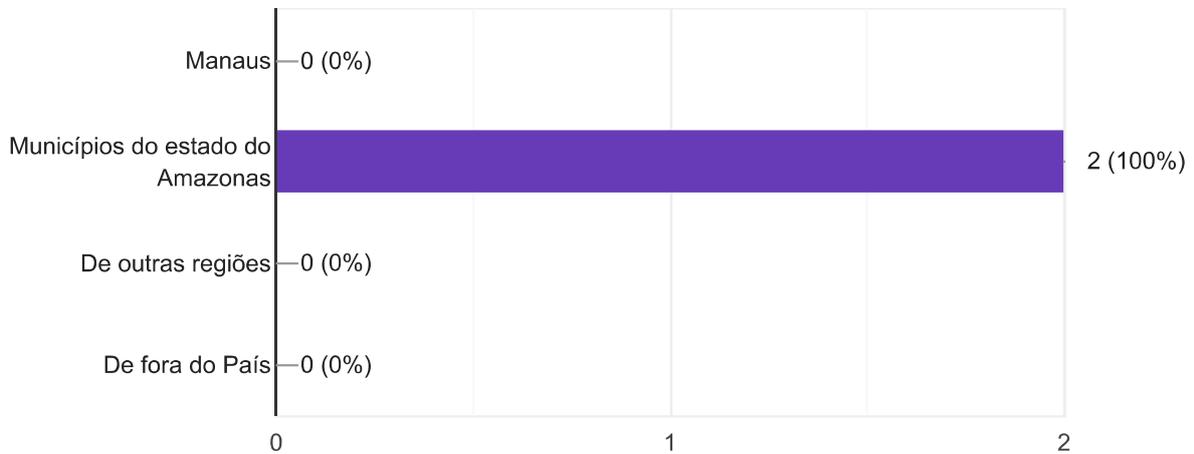
Quais os Principais Fornecedores de Matéria-prima da empresa ou instituto de pesquisa?

2 respostas



Quais os Principais Fornecedores de Insumos para a empresa ou instituto de pesquisa?

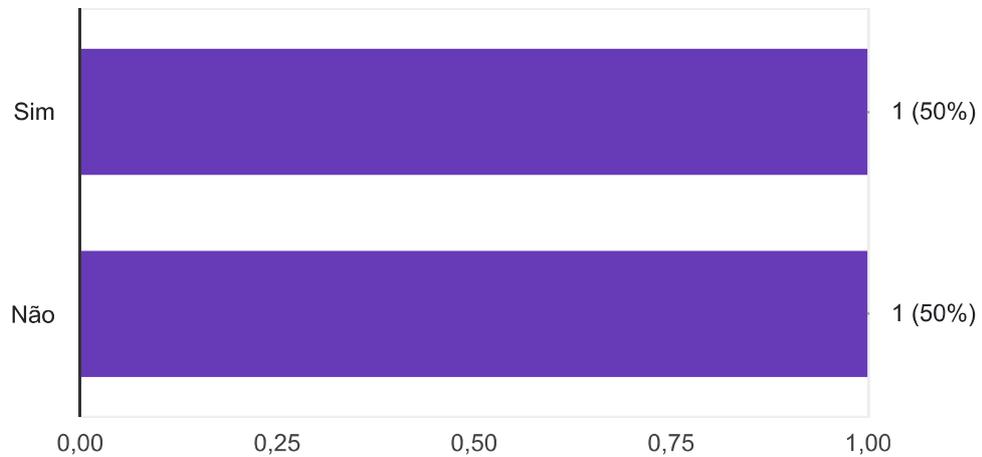
2 respostas





Existe algum tipo de fomento para o desenvolvimento de pesquisa em biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa?

2 respostas



se a resposta for Sim. Qual fomento?

2 respostas

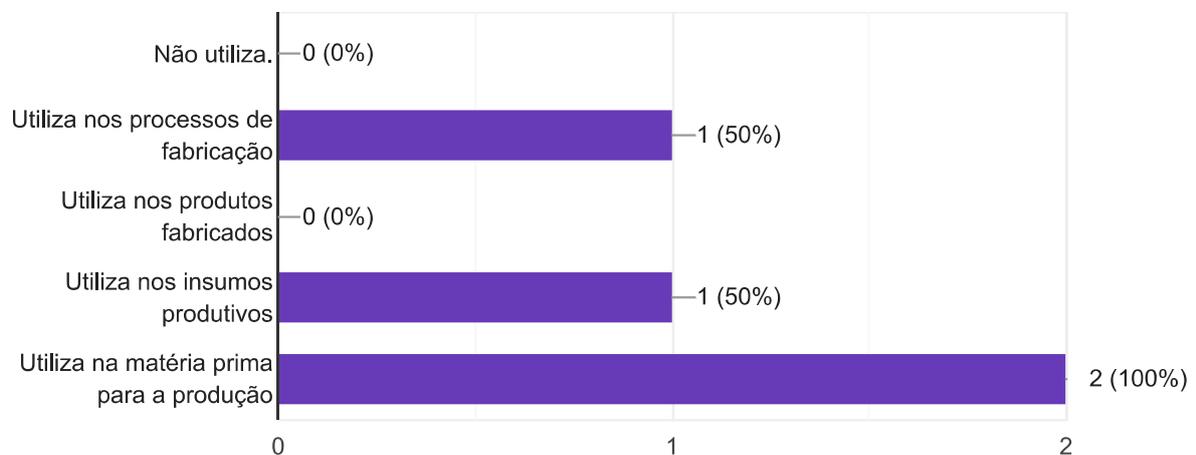
não se aplica

Recursos orçamentários, Finep e Fapeam



Como ocorre as pesquisas voltadas para a biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa?

2 respostas



Se a resposta for Não utiliza. Qual o motivo?

2 respostas

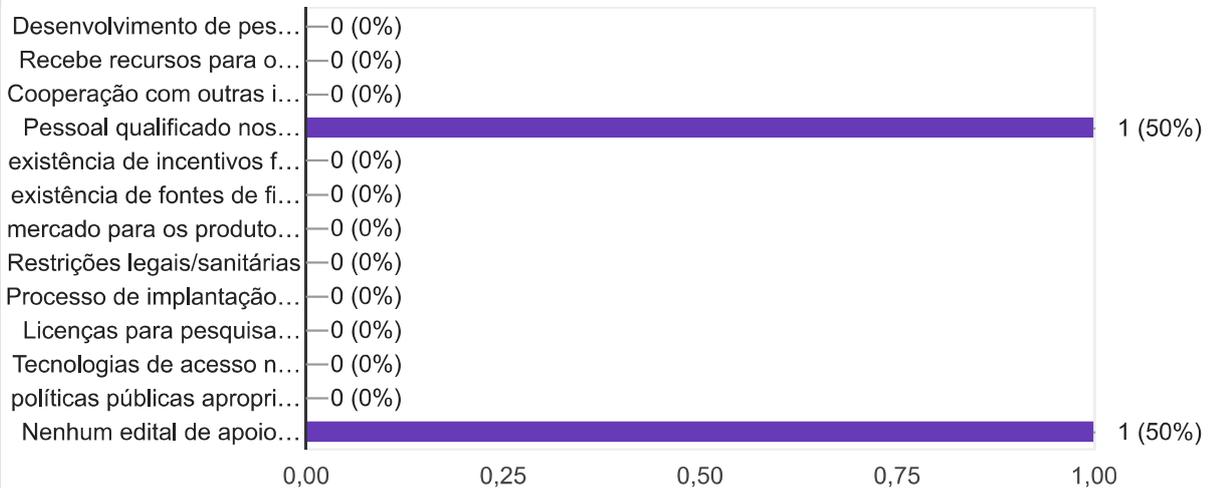
não se aplica

A resposta não foi "não utiliza".

 Copiar

Com relação a realização de pesquisa em biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa. Considere as opções que a realização é considerada NENHUM.

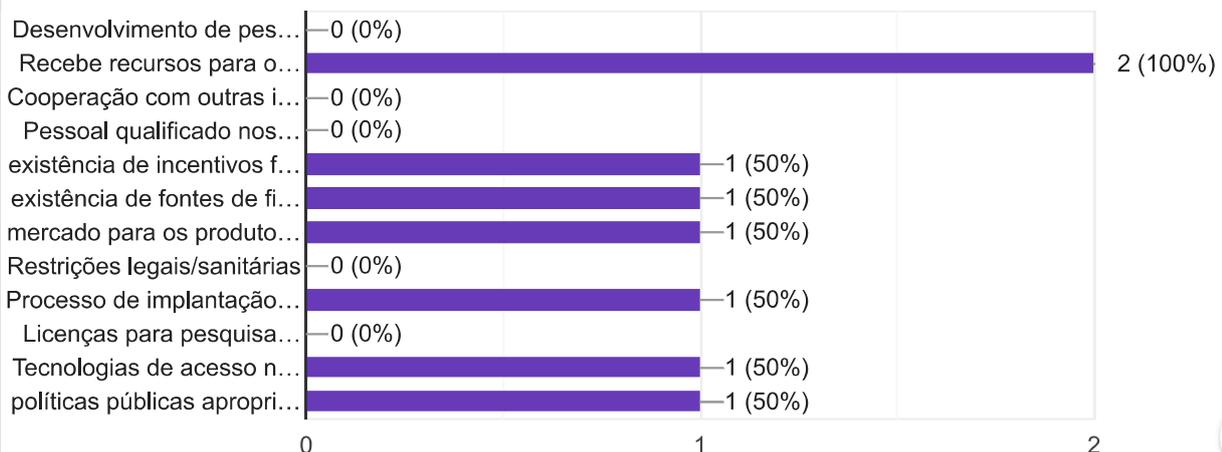
2 respostas



 Copiar

Com relação a realização de pesquisa em biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa. Considere as opções que a realização é considerada POUCO.

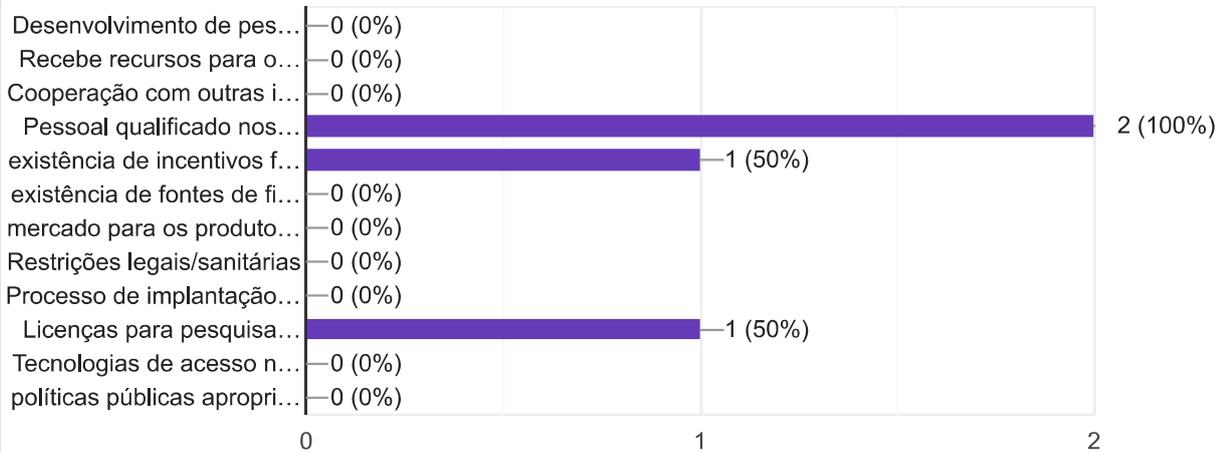
2 respostas





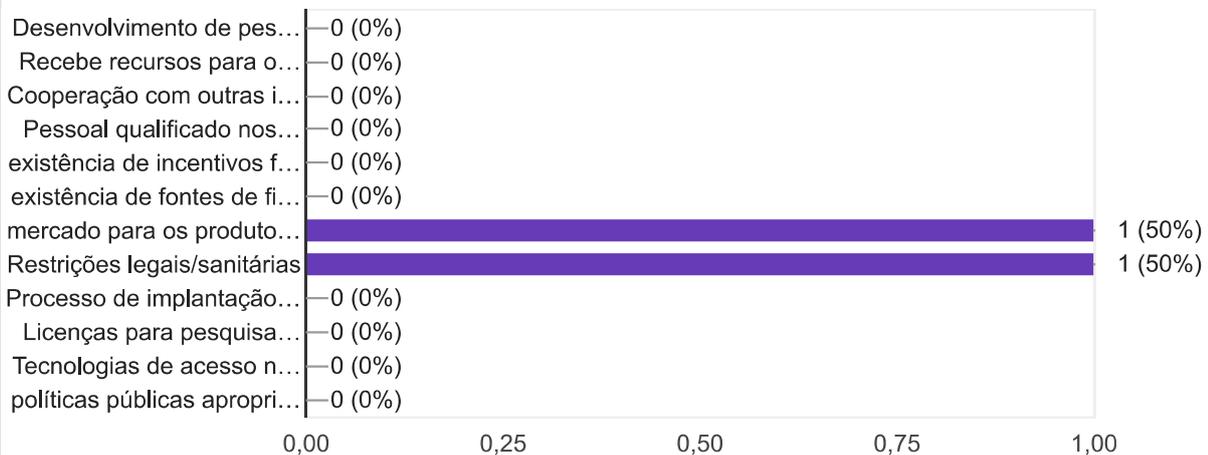
Com relação a realização de pesquisa em biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa. Considere as opções que a realização é considerada MÉDIO.

2 respostas



Com relação a realização de pesquisa em biotecnologia na empresa ou instituto de pesquisa. Considere as opções que a realização é considerada MUITO.

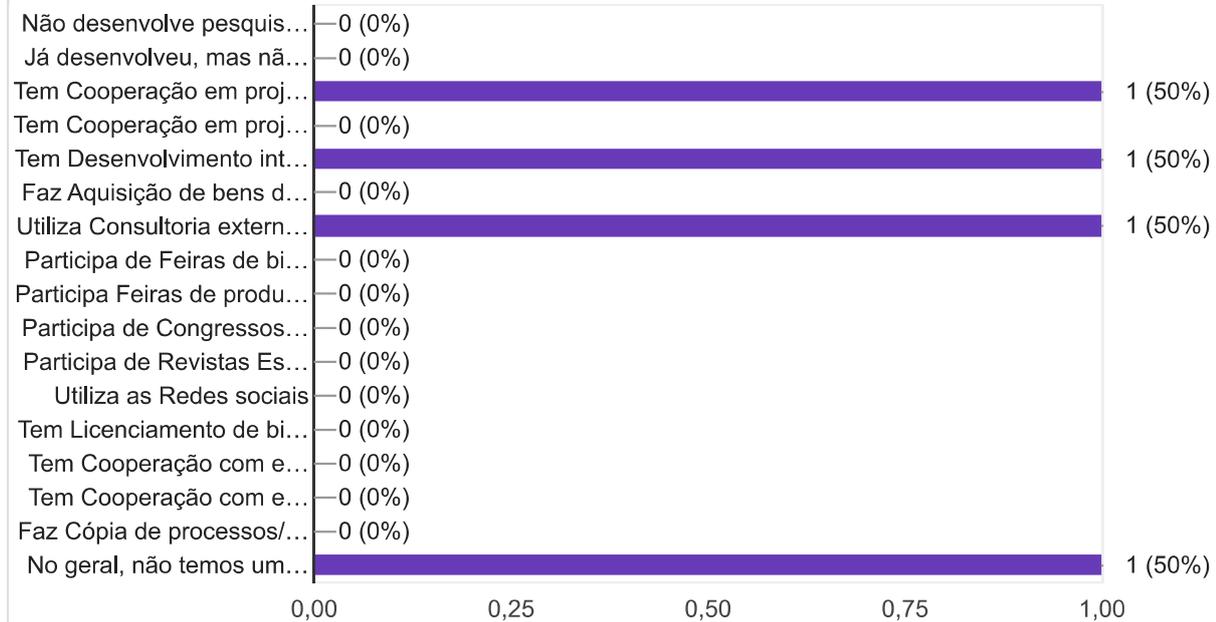
2 respostas





Como a empresa têm desenvolvido novos projetos de pesquisas aplicados no desenvolvimento de biotecnologia voltado para o processo produtivo?

2 respostas



Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários



