



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

BIOTECNOLOGIA

**MAPEAMENTO DA ESTRUTURA ACADÊMICA VOLTADA À BIOENERGIA NAS
INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO OESTE DO PARANÁ**

JENNYFFER KAROLYNNE SILVA BORGES

Foz do Iguaçu
2025



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

BIOTECNOLOGIA

**MAPEAMENTO DA ESTRUTURA ACADÊMICA VOLTADA À BIOENERGIA NAS
INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO OESTE DO PARANÁ**

JENNYFFER KAROLYNNE SILVA BORGES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientador(a): Dra. Rafaella Costa Bonugli Santos
Coorientador: Dr. Eduardo Cesar Dechechi


Foz do Iguaçu
2025

JENNYFFER KAROLYNNE SILVA BORGES


**MAPEAMENTO DA ESTRUTURA ACADÊMICA VOLTADA À BIOENERGIA NAS
INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO OESTE DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **RAFAELLA COSTA BONUGLI SANTOS**
Data: 20/08/2025 08:45:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Orientadora: Prof. Dra. Rafaella Costa Bonugli Santos
UNILA

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO CESAR DECHECHI**
Data: 20/08/2025 10:44:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Cesar Dechechi
Unioeste - Campus Foz do Iguaçu

Documento assinado digitalmente
 **FELIPE DE LEMOS**
Data: 19/08/2025 15:22:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Felipe de Lemos
UNILA

Documento assinado digitalmente
 **MICHEL RODRIGO ZAMBRANO PASSARINI**
Data: 19/08/2025 17:54:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Michel Rodrigo Zambrano Passarini
UNILA

Foz do Iguaçu, 6 de agosto de 2025.

A Deus,
Ao Deni e
À minha família.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Dona Edna Paulino, que sempre priorizou meus estudos e fez de tudo para que eu tivesse as melhores oportunidades. Aos meus irmãos, Izabele, Jorge e Arthur, que veem em mim um exemplo, ser referência para vocês é motivo de imenso orgulho.

À minha avó, Dona Elinalva, que mesmo sem saber ler me ensinou valiosas lições de vida, e ao meu Marinho, que partiu este ano e deixará saudades eternas.

Aos meus avós, Dona Vitória e Vô Waltoir, pela criação cheia de cuidado e carinho que me deram na infância, serei eternamente grata.

Ao meu pai, Flávio Borges, pelo apoio e pela nossa reaproximação, que tem fortalecido meu caminho.

Aos demais familiares, cujos nomes não cito para não me estender, saibam que esta vitória é nossa e a compartilho com cada um de vocês.

Ao meu maior incentivador, Deni, obrigada por ter embarcado comigo nessa jornada universitária. Finalizar essa jornada ao seu lado tem um significado imenso, e mal posso esperar pelas próximas que trilharemos juntos.

Aos meus parceiros de trabalho, Angelina do NIT-UNILA, Bruna do UNIHUB e ao Marcel e Samuel da Latina Biotec.

Ao professor Dr. Samuel Kamphorst, por reconhecer minhas capacidades e me motivar a confiar nelas.

À minha orientadora, a Professora Dra. Rafaella Bonugli, pela confiança e parceria de longa data, guiando-me na construção de mais este trabalho.

Ao meu coorientador, o Professor Dr. Eduardo Dechechi, pela orientação e pela oportunidade de ter sido a primeira estagiária do UNIHUB.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Michel Passarini e Dr. Felipe de Lemos, por aceitarem o convite, pelo tempo dedicado e pelas contribuições e sugestões para este trabalho.

BORGES, Jennyffer. **Mapeamento da estrutura acadêmica voltada à bioenergia nas instituições de ensino superior do oeste do Paraná.** 113 Páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Biotecnologia) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, 2025.

RESUMO

A busca por fontes de energia renováveis e sustentáveis tem colocado as tecnologias baseadas em biomassa em evidência no cenário energético global. Nesse contexto, compreender e mapear a estrutura acadêmica voltada à bioenergia é fundamental para identificar as capacidades existentes e os desafios para o avanço tecnológico na área. Assim, o presente estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico descritivo da estrutura acadêmica voltada à bioenergia nas Instituições de Ensino Superior (IES) do oeste do Paraná, incluindo a caracterização institucional quanto à distribuição geográfica, natureza jurídica e tipos de cursos ofertados, bem como a análise da infraestrutura laboratorial e do perfil do corpo docente dos programas relacionados à bioenergia, visando mapear as capacidades institucionais e identificar as vocações regionais para o desenvolvimento do setor. Para alcançar tal propósito, foi empregada uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa e quantitativa, baseada em levantamento bibliográfico e documental. Foram analisados os dados institucionais das IES, Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs), inventários de equipamentos laboratoriais disponíveis em cada instituição, além do currículo dos docentes por meio da Plataforma Lattes do CNPq. Os resultados revelaram a existência de 19 IES distintas na região oeste do Paraná, distribuídas em 11 municípios, com uma predominância de instituições privadas. Contudo, as universidades públicas concentram a totalidade da oferta de programas de pós-graduação fundamentais para a pesquisa e formação avançada em bioenergia. Foram identificados 28 cursos de graduação e pós-graduação aderentes à área da bioenergia. A análise da infraestrutura laboratorial revelou que as universidades possuem instalações amplas e equipamentos adequados para a condução de pesquisas na área, principalmente no campus da UFPR de Palotina e da Unioeste em Toledo. Ao todo, foram mapeados 154 docentes com *expertise* em bioenergia, com uma forte concentração de especialistas em biogás e biodiesel, evidenciando alinhamento com o vasto potencial agroindustrial local. Esta pesquisa oferece uma base de informações valiosas que podem subsidiar os diversos atores envolvidos no desenvolvimento da bioenergia no oeste do Paraná.

Palavras-chave: biocombustíveis; agroenergia; sustentabilidade; vocação regional.

BORGES, Jennyffer. **Mapeo de la Estructura Académica Orientada a la Bioenergía en las Instituciones de Educación Superior del oeste de Paraná**. 113 páginas. Trabajo de Conclusión de Curso (Biotecnología) – Universidad Federal de la Integración Latinoamericana (UNILA), Foz do Iguaçu, 2025.

RESUMEN

La búsqueda de fuentes de energía renovables y sostenibles ha puesto a las tecnologías basadas en biomasa en primer plano dentro del escenario energético mundial. En este contexto, comprender y mapear la estructura académica orientada a la bioenergía resulta fundamental para identificar las capacidades existentes y los desafíos para el avance tecnológico en el área. De este modo, el presente estudio tuvo como objetivo realizar un diagnóstico descriptivo de la estructura académica vinculada a la bioenergía en las Instituciones de Educación Superior (IES) del oeste de Paraná, incluyendo la caracterización institucional en cuanto a distribución geográfica, naturaleza jurídica y tipos de cursos ofrecidos, así como el análisis de la infraestructura de laboratorios y del perfil del cuerpo docente de los programas relacionados con la bioenergía, con el fin de mapear las capacidades institucionales e identificar las vocaciones regionales para el desarrollo del sector. Para alcanzar este propósito, se empleó una investigación exploratoria con enfoque cualitativo y cuantitativo, basada en un relevamiento bibliográfico y documental. Se analizaron los datos institucionales de las IES, los Proyectos Pedagógicos de los Cursos (PPCs), los inventarios de equipamientos de laboratorio disponibles en cada institución y los currículos de los docentes a través de la Plataforma Lattes del CNPq. Los resultados revelaron la existencia de 19 IES distintas en la región oeste de Paraná, distribuidas en 11 municipios, con predominio de instituciones privadas. No obstante, las universidades públicas concentran la totalidad de la oferta de programas de posgrado fundamentales para la investigación y la formación avanzada en bioenergía. Se identificaron 28 cursos de grado y posgrado relacionados con la bioenergía. El análisis de la infraestructura de laboratorios mostró que las universidades cuentan con instalaciones amplias y equipamientos adecuados para el desarrollo de investigaciones en el área, principalmente en el campus Palotina de la UFPR y en el campus Toledo de la Unioeste. En total, se mapearon 154 docentes con experiencia en bioenergía, con una fuerte concentración de especialistas en biogás y biodiésel, lo que evidencia un alineamiento con el vasto potencial agroindustrial local. Esta investigación ofrece una base de información valiosa que puede servir de apoyo a los distintos actores involucrados en el desarrollo de la bioenergía en el oeste de Paraná.

Palabras clave: biocombustibles; agroenergía; sostenibilidad; vocación regional.

BORGES, Jennyffer. **Mapping the Academic Structure Oriented to Bioenergy in Higher Education Institutions of Western Paraná.** 113 pages. Undergraduate Thesis (Biotechnology) – Federal University for Latin American Integration (UNILA), Foz do Iguaçu, 2025.

ABSTRACT

The search for renewable and sustainable energy sources has brought biomass-based technologies into the spotlight of the global energy scenario. In this context, understanding and mapping the academic structure focused on bioenergy is essential to identify existing capacities and the challenges for technological advancement in the field. Thus, this study aimed to conduct a descriptive diagnosis of the academic structure dedicated to bioenergy in Higher Education Institutions (HEIs) in Western Paraná, including the institutional characterization regarding geographical distribution, legal status, and types of courses offered, as well as the analysis of laboratory infrastructure and faculty profiles of programs related to bioenergy, with the purpose of mapping institutional capacities and identifying regional vocations for the development of the sector. To achieve this purpose, an exploratory research with qualitative and quantitative approaches was employed, based on bibliographic and documentary surveys. Institutional data from HEIs, Pedagogical Course Projects (PCPs), inventories of laboratory equipment available at each institution, and faculty curricula from the CNPq Lattes Platform were analyzed. The results revealed the existence of 19 distinct HEIs in Western Paraná, distributed across 11 municipalities, with a predominance of private institutions. However, public universities concentrate the entirety of postgraduate programs essential for research and advanced training in bioenergy. A total of 28 undergraduate and graduate programs related to bioenergy were identified. The analysis of laboratory infrastructure showed that universities have broad facilities and adequate equipment to carry out research in the field, mainly at UFPR's Palotina campus and Unioeste's Toledo campus. In total, 154 faculty members with expertise in bioenergy were mapped, with a strong concentration of specialists in biogas and biodiesel, highlighting the alignment with the region's vast agro-industrial potential. This research provides a valuable information base that can support the various actors involved in the development of bioenergy in Western Paraná.

Keywords: biofuels; agroenergy; sustainability; regional vocation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Triângulo de Sábato.....	17
Figura 2 - Transformação de energia primária em secundária e seus usos finais.....	19
Figura 3 - Esquema de um biorreator agitado mecanicamente.....	20
Figura 4 - Ondas globais de transição energética.....	21
Figura 5 - Tipos de biocombustíveis.....	22
Figura 6 - Fluxograma de produção e usos finais do biogás e do biometano.....	24
Figura 7 - Etapas da digestão anaeróbia.....	24
Figura 8 - Fontes de biomassa e seus processos de conversão.....	27
Figura 9 - Principais carboidratos constituintes da biomassa.....	29
Figura 10 - Processamento da biomassa microalgal.....	29
Figura 11 - Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.....	30
Figura 12 - a) Equipamento de Análise Elementar (Thermo Unicam, Elemental Analyzer Flash 2000). b) Cromatograma resultante de análise elementar.....	32
Figura 13 - Representação do interior de um calorímetro.....	34
Figura 14 - Comparação da participação de renováveis e de termelétricas na geração de energia no Brasil.....	35
Figura 15 - Projeção de consumo de energia elétrica do oeste do Paraná.....	37
Figura 16 - Funil metodológico para análise da estrutura acadêmica.....	39
Figura 17 - Distribuição geográfica das IES do oeste do Paraná.....	45
Figura 18 - Aderência das IES do oeste do Paraná a área da bioenergia.....	50
Figura 19 - Distribuição de docentes e indicadores de produtividade em bioenergia nas IES do oeste do Paraná.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de campi de IES por município da mesorregião oeste do Paraná.....	46
Gráfico 2 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da Unioeste em Cascavel..	54
Gráfico 3 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da Unioeste em Marechal Cândido Rondon.....	55
Gráfico 4 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da Unioeste em Toledo..	56
Gráfico 5 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da UTFPR em Toledo....	57
Gráfico 6 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da UTFPR em Medianeira.	58
Gráfico 7 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia da UNILA em Foz do Iguaçu.....	59
Gráfico 8 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia da UFPR em Palotina.....	60
Gráfico 9 - Comparação da infraestrutura laboratorial entre as IES.....	61
Gráfico 10 - Quantidade de docentes da Unioeste Cascavel com experiência em cada tipo de Bioenergia.....	63
Gráfico 11 - Quantidade de docentes da Unioeste Marechal Cândido Rondon com experiência em cada tipo de Bioenergia.....	64
Gráfico 12 - Quantidade de docentes da Unioeste Toledo com experiência em cada tipo de Bioenergia.....	65
Gráfico 13 - Quantidade de docentes da UTFPR Toledo com experiência em cada tipo de Bioenergia.....	66
Gráfico 14 - Quantidade de docentes da UTFPR Medianeira com experiência em cada tipo de Bioenergia.....	66
Gráfico 15 - Quantidade de docentes da UNILA com experiência em cada tipo de Bioenergia.....	67
Gráfico 16 - Quantidade de docentes da UFPR Palotina com experiência em cada tipo de Bioenergia.....	68
Gráfico 17 - Distribuição da expertise docente por tipo de bioenergia no oeste do Paraná. 69	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição das IES do oeste do Paraná por número de campus e municípios atendidos.....	44
Tabela 2 - Distribuição das IES do oeste do Paraná por tipo e natureza administrativa.....	47
Tabela 3 - Natureza dos cursos ofertados por pelas IES do oeste do Paraná.....	47
Tabela 4 - Análise de pertinência das Grandes Áreas do Conhecimento ao escopo do estudo.....	48
Tabela 5 - Cursos aderentes a área da bioenergia nas IES do oeste do Paraná.....	49
Tabela 6 - Equipamentos laboratoriais relevantes para bioenergia.....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.....	16
3.1.1 Tipos e Qualificação das IES.....	16
3.1.2 Fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação.....	16
3.2 BIOENERGIA.....	18
3.2.1 Fontes e formas úteis de energia.....	18
3.2.3 Biocombustíveis.....	20
3.3 RECURSOS ORGÂNICOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA.....	26
3.3.1 Fonte de biomassa: Vegetais lenhosos.....	28
3.3.2 Fonte de biomassa: Vegetais não-lenhosos.....	28
3.3.3 Fonte de biomassa: Resíduos Orgânicos.....	30
3.3.4 Fonte de Biomassa: Biofluidos.....	31
3.4 POTENCIAL ENERGÉTICO DE RECURSOS ORGÂNICOS.....	32
3.4.1 Análise elementar.....	32
3.4.2 Análise imediata.....	33
3.4.3 Poder calorífico.....	33
3.5 CONTEXTO REGIONAL.....	35
4 METODOLOGIA.....	40
4.1 MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.....	41
4.2 RECONHECIMENTO DOS CURSOS SUPERIORES ADERENTES À ÁREA DE BIOENERGIA.....	41
4.3 ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA LABORATORIAL E CORPO DOCENTE.....	42
4.3.1 Levantamento da infraestrutura laboratorial das IES.....	42
4.3.2 Análise do perfil docente.....	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1 LEVANTAMENTO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.....	44
5.2 RECONHECIMENTO DOS CURSOS SUPERIORES ADERENTES À ÁREA DE BIOENERGIA.....	48
5.3 INFRAESTRUTURA LABORATORIAL.....	51
5.3.1 Infraestrutura laboratorial da Unioeste campus de Cascavel.....	53
5.3.2 Infraestrutura laboratorial da Unioeste campus de Marechal Cândido Rondon.....	54
5.3.3 Infraestrutura laboratorial da Unioeste campus de Toledo.....	55
5.3.4 Infraestrutura laboratorial da UTFPR campus de Toledo.....	56
5.3.5 Infraestrutura laboratorial da UTFPR campus de Medianeira.....	57
5.3.6 Infraestrutura laboratorial da UNILA.....	58
5.3.7 Infraestrutura laboratorial da UFPR campus de Palotina.....	60
5.4 CORPO DOCENTE.....	62
5.4.1 Corpo docente da Unioeste campus de Cascavel.....	62
5.4.2 Corpo docente da Unioeste campus de Marechal Cândido Rondon.....	63

5.4.3 Corpo docente da Unioeste campus de Toledo.....	64
5.4.4 Corpo docente da UTFPR campus de Toledo.....	65
5.4.5 Corpo docente da UTFPR campus de Medianeira.....	66
5.4.6 Corpo docente da UNILA.....	67
5.4.2 Corpo docente da UFPR campus de Palotina.....	68
6 CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICES.....	81
APÊNDICE A - Informações institucionais e cursos oferecidos nas Instituições de Ensino Superior do Oeste do Paraná.....	82
APÊNDICE B - Reconhecimento de cursos aderentes à área de bioenergia.....	92
APÊNDICE C - Listagem de equipamentos.....	96
APÊNDICE D - Docentes com experiência em bioenergia.....	101

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda energética mundial, impulsionada pelo aumento populacional, pela urbanização acelerada e pelo maior acesso a bens e serviços, tem promovido um aumento contínuo no consumo de energia per capita. Esse cenário, aliado às preocupações ambientais e o esgotamento das reservas fósseis impõe a urgente necessidade de diversificação e sustentabilidade da matriz energética global. Nesse contexto, a bioenergia destaca-se como uma alternativa estratégica e sustentável, baseada na conversão da biomassa em múltiplas formas de energia renovável.

A bioenergia é muito versátil, pode ser utilizada para geração de calor, eletricidade, refrigeração e, de forma crucial, uma gama diversificada de biocombustíveis. A capacidade de produzir combustíveis que podem ser transportados e armazenados é especialmente estratégica para o setor de transportes, que demanda alta densidade energética e cujas diversas modalidades, como aviação e transporte de cargas pesadas, apresentam desafios significativos para a eletrificação. No Brasil, os setores de transporte e indústria representam cerca de 65% do consumo total de energia, sendo o transporte o principal consumidor (BRASIL; EPE, 2025).

Além do papel energético, a bioenergia configura-se como um pilar da economia circular, pela sua capacidade de reintroduzir passivos ambientais como fontes de recursos na cadeia produtiva, gerando empregos e fortalecendo as economias locais. No Brasil, essa abordagem ganha relevância devido à significativa disponibilidade de biomassa proveniente das atividades agropecuárias e agroindustriais.

Entre os estados brasileiros, o Paraná, sobretudo a região oeste do estado, destaca-se pelo grande potencial de geração de resíduos em sua produção agrícola e pecuária, que podem ser reaproveitados para produção de energia. Um exemplo de destaque é o setor suinícola, que segundo dados da Pesquisa Trimestral de Abate de Animais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2024 o estado abateu 12,4 milhões de suínos, correspondendo a 21,5% do total nacional e consolidando-se como o segundo maior produtor do país. Essa atividade gera milhões de metros cúbicos de dejetos que, quando devidamente aproveitados, podem ser convertidos em biogás, contribuindo para diversificar a matriz energética e reduzir impactos ambientais.

O setor energético paranaense é robusto e emprega formalmente mais de 20.500 trabalhadores, representando 5,9% do emprego formal nacional na área. O segmento de Produtos de Petróleo e Biocombustíveis concentra 33,6% dos empregos, e cerca de 4,9% dos trabalhadores atuam em atividades de pesquisa e inovação, demonstrando a diversidade e relevância das atividades econômicas que sustentam o setor energético no estado (SENAI/PR, 2017).

O desenvolvimento sustentável da indústria paranaense, especialmente no setor energético, requer um planejamento estratégico de longo prazo, cuja necessidade já foi formalmente reconhecida pela própria indústria paranaense. O Sistema Federação das Indústrias do Estado do Paraná (Sistema Fiep) conduziu à elaboração das Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense, um documento organizado com a metodologia de *roadmap*, um mapa sintético, que explicita o futuro desejado em horizontes temporais, contendo as visões, os fatores críticos de sucesso e as ações a serem implementadas em curto, médio e longo prazo para o desenvolvimento industrial sustentável do Paraná. O primeiro setor a ser contemplado, no novo ciclo entregue à

sociedade, foi o de Energia "Roadmap de Energia 2031", em virtude de seu caráter estratégico, dinâmica acelerada e impacto transversal no conjunto dos demais setores econômicos. Nesse planejamento, há uma seção dedicada ao segmento de energia a partir da biomassa que traduz a aspiração do Paraná em garantir a competitividade do setor.

Algumas das principais barreiras que precisam ser superadas para que o Paraná possa ser reconhecido como provedor de soluções em geração e cogeração de energia a partir da biomassa são: escassez de dados e informações sobre o segmento, baixa conscientização sobre o aproveitamento dos resíduos como fonte de energia, carência de projetos de pesquisa aplicada, baixa interação entre academia e empresas, ausência de cultura de planejamento de longo prazo, além do alto custo de geração e distribuição de energia a partir da biomassa.

A Educação e Cultura é um dos quatro fatores críticos de sucesso relacionados ao desenvolvimento do setor energético paranaense. As ações propostas que se destacam para esse quesito, são voltadas à atualização de conteúdos acadêmicos, ao mapeamento de competências e tecnologias disponíveis e à criação de estruturas colaborativas de pesquisa, elementos essenciais para alinhar a formação às demandas do setor.

Para que o potencial de produção de bioenergia no oeste do Paraná seja efetivamente aproveitado, é fundamental investir na formação de profissionais capacitados e em inovação, o que exige uma estrutura acadêmica robusta nas instituições de ensino superior da região, incluindo cursos atualizados, corpo docente qualificado e laboratórios equipados com tecnologias avançadas.

A infraestrutura laboratorial adequada impacta diretamente na capacidade das Instituições de transformar teoria em prática e conduzir pesquisas de ponta. Laboratórios bem equipados com tecnologias relevantes, como biorreatores, cromatógrafos, analisadores de biogás e sistemas de destilação, possibilitam a realização de experimentos complexos, desenvolvimento de protótipos e familiarização com equipamentos industriais, o que é crucial para a inovação de processos e produtos em bioenergia. A limitação da infraestrutura pode restringir a formação a uma abordagem predominantemente teórica, restringindo o desenvolvimento das habilidades práticas essenciais para enfrentar os desafios tecnológicos reais do setor.

Um corpo docente qualificado, com elevada titulação, ampla experiência profissional e linhas de pesquisa ativas, assegura que o conteúdo ministrado esteja alinhado às fronteiras do conhecimento. As contribuições desses professores vão além das aulas e orientações, eles também compartilham suas vivências profissionais e facilitam a conexão dos alunos com profissionais do setor, favorecendo a inserção dos egressos no mercado de trabalho. A participação desses docentes em redes colaborativas ou em parcerias institucionais amplia o acesso a diferentes perspectivas e recursos, enriquecendo a formação oferecida. Muitos deles, reconhecidos por sua produtividade científica e premiados com bolsas de pesquisa, desempenham papel de liderança em suas áreas, contribuindo para elevar a qualidade da pesquisa e do ensino e formar profissionais altamente capacitados.

Diante do contexto apresentado, a relevância deste trabalho está em fornecer uma base sólida de informações sobre a estrutura acadêmica na área de bioenergia no oeste do Paraná. Para isso, desenvolveu-se uma pesquisa exploratória guiada pela seguinte pergunta: **Como se configura a estrutura acadêmica voltada à bioenergia nas Instituições de Ensino Superior do oeste do Paraná, à luz da oferta de programas acadêmicos, recursos laboratoriais e perfil docente?**

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um diagnóstico descritivo da estrutura acadêmica voltada à bioenergia nas Instituições de Ensino Superior (IES) do oeste do Paraná, de modo a caracterizar sua configuração, identificar suas capacidades e vocações, e, assim, subsidiar o planejamento estratégico de atores envolvidos no desenvolvimento do setor na região.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Mapear e caracterizar as IES da região oeste do Paraná quanto à natureza administrativa, tipologia institucional, distribuição municipal e oferta de cursos de graduação e pós-graduação.
- II. Identificar os cursos de graduação e pós-graduação com aderência à temática da bioenergia nas IES da região, através de análise por áreas do conhecimento e componentes curriculares.
- III. Avaliar a infraestrutura laboratorial das IES com cursos aderentes à bioenergia, identificando equipamentos relevantes para atividades de ensino e pesquisa na área.
- IV. Analisar o perfil do corpo docente vinculado aos cursos identificados, mapeando sua experiência com a temática da bioenergia através de consulta à Plataforma Lattes e avaliando indicadores de produtividade acadêmica e colaboração científica, incluindo orientações concluídas, bolsas de produtividade CNPq e afiliações interinstitucionais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

As Instituições de Ensino Superior (IES) ocupam papel central na promoção do desenvolvimento econômico, social e científico de um país. Essas instituições não apenas formam profissionais capacitados para atuar em diversas áreas do mercado de trabalho, como também são grandes polos de inovação tecnológica e científica do país (SANTOS, 2012).

3.1.1 Tipos e Qualificação das IES

No Brasil, as Instituições de Ensino Superior se organizam em diferentes categorias, conforme sua estrutura e atribuições acadêmicas. A organização do ensino superior no Brasil é regulamentada pelo Decreto nº 3.860 (BRASIL, 2001), que define as diferentes categorias de instituições, entre elas as universidades, centros universitários, faculdades e institutos superiores.

As universidades são instituições pluricurriculares que atuam obrigatoriamente em ensino, pesquisa e extensão, devendo manter, no mínimo, um terço de seu corpo docente com titulação de mestre ou doutor e em regime de tempo integral, além de oferecer programas regulares de pós-graduação *stricto sensu* avaliados pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Os centros universitários, por sua vez, também possuem autonomia para criar cursos e organizar seus currículos, mas não são obrigados a desenvolver pesquisa e extensão de forma sistemática como as universidades. As faculdades geralmente oferecem cursos em áreas específicas do conhecimento e, muitas vezes, não possuem autonomia para criar novos cursos sem autorização do MEC. Já os institutos superiores incluem faculdades integradas e estabelecimentos isolados, que oferecem cursos voltados para áreas específicas do conhecimento, com menos exigências de pesquisa e extensão quando comparados às universidades.

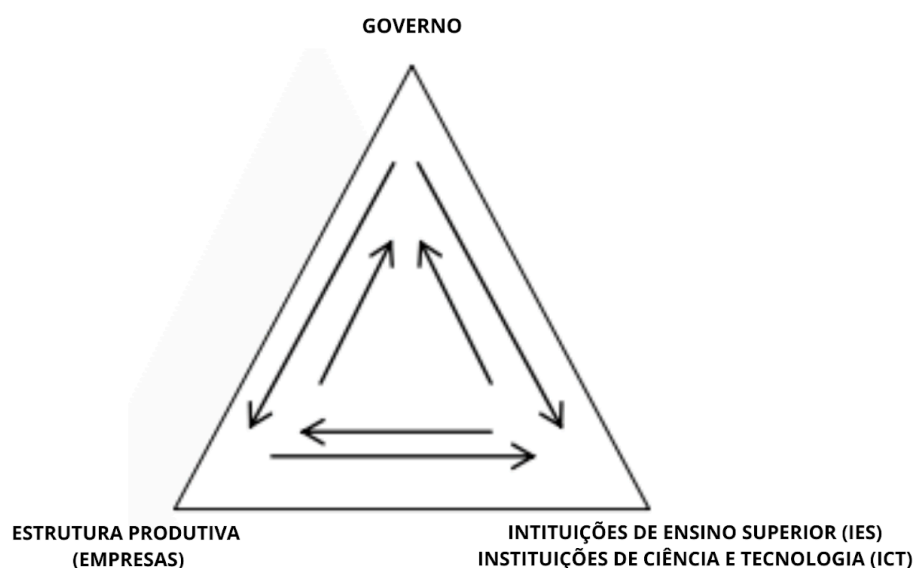
Conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), a classificação das IES no Brasil também leva em conta sua natureza administrativa, sendo divididas em públicas e privadas. As instituições públicas podem ser federais, estaduais ou municipais, enquanto as privadas se subdividem em particulares, comunitárias, confessionais e filantrópicas.

3.1.2 Fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação

As IES exercem papel fundamental no avanço científico, no desenvolvimento tecnológico e na promoção da inovação, sendo protagonistas na articulação entre conhecimento e desenvolvimento socioeconômico. A ciência, a tecnologia e a inovação formam um trio essencial para as sociedades contemporâneas: a ciência, com base em métodos sistemáticos de investigação, fornece os fundamentos teóricos e empíricos do conhecimento; a tecnologia transforma esse conhecimento em aplicações práticas; e a inovação, por sua vez, corresponde à implementação de produtos, processos ou métodos organizacionais novos ou significativamente melhorados, capazes de gerar valor para organizações e para a sociedade (TIDD; BESSANT, 2018).

Uma das abordagens teóricas mais relevantes para compreender essa dinâmica é o modelo do Triângulo de Sábato, representado pela figura 1, proposto por Sábato e Botana (1975), que enfatiza a importância da interação sinérgica entre três vértices: o governo, como formulador de políticas públicas e financiador; a estrutura produtiva, responsável pela aplicação prática do conhecimento; e as instituições científicas e tecnológicas (ICT) juntamente com as IES têm o papel de promover o conhecimento e formar profissionais qualificados. A articulação eficaz entre esses três atores é essencial para que o avanço do conhecimento científico se traduza em tecnologias capazes de solucionar problemas e impulsionar o desenvolvimento.

Figura 1 - Triângulo de Sábato



Fonte: Adaptado. Sábato e Botana, 1975.

As IES, especialmente as universidades públicas, são protagonistas na realização de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que segundo o Manual de Frascati (2002), desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), empreende esforços criativos e sistemáticos com o objetivo de ampliar o conhecimento humano e aplicá-lo de maneira prática. Essas atividades são classificadas em três categorias:

- Pesquisa básica – investigação experimental ou teórico realizado primordialmente para adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos de fatos ou fenômenos observáveis, sem o propósito de qualquer aplicação ou utilização;
- Pesquisa aplicada – investigação original voltada à aquisição de novos conhecimentos com um objetivo prático determinado;
- Desenvolvimento experimental – aplicação sistemática de conhecimento pré-existente para criar novos produtos, processos ou serviços, ou aperfeiçoar substancialmente os já existentes.

Na economia atual, inovar deixou de ser um diferencial e passou a representar um fator estratégico para a competitividade de empresas e nações, sendo a geração e a incorporação de inovações determinantes para o crescimento sustentável (STAUB, 2001).

As IES contribuem diretamente para esse processo, sobretudo quando atuam em cooperação com outros setores, integrando-se a sistemas de inovação regionais e nacionais.

No contexto da bioenergia, embora o avanço do setor dependa de desenvolvimentos tecnológicos e inovações, especialmente relacionadas aos processos, não é imprescindível que tais inovações sejam originadas em instituições acadêmicas, e menos ainda que sejam produzidas por universidades localizadas no próprio território. Contudo, quando a instituição de ensino superior está inserida no entorno, ela tende a compreender de forma mais aprofundada as necessidades, recursos e limitações da região, podendo adaptar tecnologias de outras localidades e, assim, criar soluções mais adequadas ao contexto local (FERRETTI; PARMENTOLA, 2015).

3.2 BIOENERGIA

Bioenergia é um termo abrangente que engloba todas as formas de energia obtidas a partir da biomassa, por meio de processos químicos, térmicos e biológicos, incluindo biocombustíveis e subprodutos do metabolismo de organismos que podem ser aproveitados como fonte de energia (DEMIRBAS, 2009; CHUM *et al.*, 2011). A biomassa é composta por matéria orgânica que contém energia química armazenada em suas ligações, principalmente de carbono, hidrogênio e oxigênio, que pode ser liberada diretamente pela combustão ou transformada em diversos produtos energéticos, como carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e de síntese, além de óleos vegetais (ANASTASSIADIS, 2016; SEYE, 2003).

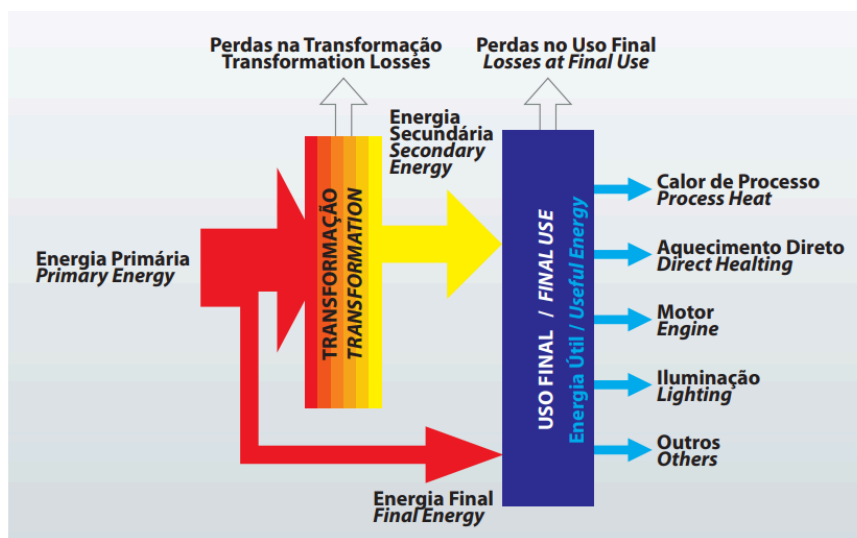
A natureza complexa e multifacetada da bioenergia demanda uma abordagem educacional inerentemente interdisciplinar, que integre competências de diversas áreas do conhecimento. Um estudo realizado por Grzyb, Hartman e Field (2018), utilizando a técnica Delphi para estabelecer um consenso entre especialistas da indústria e da academia nos Estados Unidos, buscou determinar os componentes curriculares essenciais para a formação de nível superior em bioenergia. A pesquisa resultou em 13 temas fundamentais que um estudante deve dominar, incluindo: fundamentos de energia, tipos de bioenergia, fundamentos não específicos da bioenergia (biologia, química, matemática, física, análise/estatística, modelagem de processos), impactos ambientais (incluindo análise do ciclo de vida), tecnologias atuais, composição da biomassa, processos de conversão, produção de biomassa, além de questões sociais, logística, políticas públicas, mercado de bioenergia e conhecimento relacionado a negócios. A variedade desses temas demonstra que um programa de bioenergia eficaz não pode se restringir a uma única área do saber, exigindo uma base sólida que vai desde as ciências fundamentais até as sociais aplicadas.

3.2.1 Fontes e formas úteis de energia

A palavra derivada do grego "ἐνέργεια" (*energéia*), já expressava, desde a antiguidade, a ideia de transformação e movimento. A energia, do conceito moderno, pode ser entendida como a capacidade de realizar trabalho, seja pela movimentação (energia cinética), seja pela configuração de um sistema (energia potencial), sendo válido tanto para escala macroscópica quanto microscópica (BACUSSI, 2007).

As fontes de energia são classificadas em primárias e secundárias, representadas no esquema da figura 2, de acordo com sua origem e grau de transformação. Segundo Nogueira (2006), as fontes primárias são aquelas disponíveis diretamente na natureza, como o sol, o vento, os recursos hídricos, a biomassa e também os combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão mineral, essa energia pode ser utilizada diretamente ou convertida, por meio de processos tecnológicos, em outras formas, sendo estas consideradas como as fontes secundárias de energia, são exemplos os biocombustíveis, a eletricidade e os derivados de petróleo, como a gasolina. Para Araújo (2015), esses processos de conversão visam aumentar a densidade energética, facilitar o transporte, armazenamento e o uso final.

Figura 2 - Transformação de energia primária em secundária e seus usos finais



Fonte: COPEL, 2011

Em função do grande tempo geológico necessário para a formação dos combustíveis fósseis petróleo, carvão mineral, gás natural e xisto betuminoso, essas fontes são consideradas como não-renováveis. De forma semelhante, a energia nuclear, gerada pela fissão de elementos como o urânio, também é não-renovável, já que os elementos utilizados são finitos e sua reposição natural é extremamente lenta (GOLDEMBERG, 2007).

Por outro lado, as fontes renováveis de energia são aquelas capazes de se regenerar em períodos curtos em relação ao tempo humano. Estão nesse grupo as energias: solar, eólica, hídrica e a biomassa. Mas ser de origem mais sustentável, não as isentam de limitações, como a dependência de certas condições climáticas, localização geográfica e, em alguns casos, da disponibilidade de grandes áreas para instalação (BONDARIK, 2018).

3.2.2 Bioprocessos

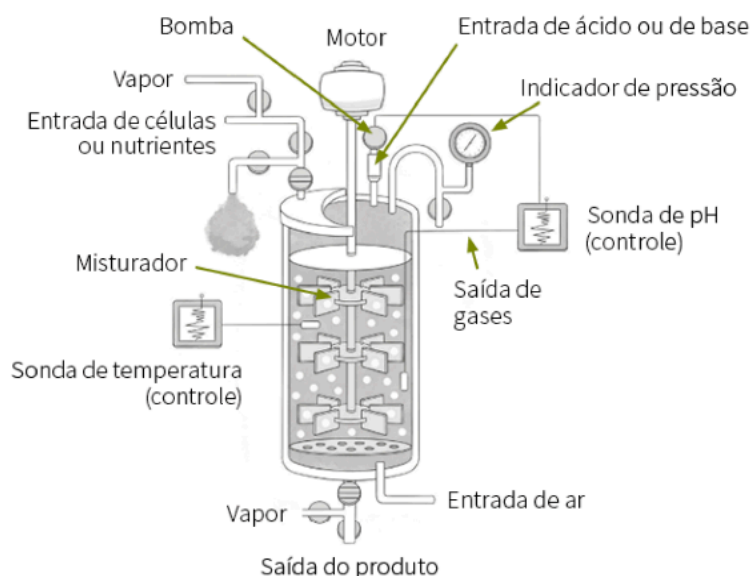
Bioprocessos são processos que utilizam organismos vivos, partes deles, enzimas ou outros biocatalisadores para transformar materiais biológicos em produtos de interesse industrial (DOKHTUKAEVA *et al.*, 2023).

Vale destacar que, o bioprocesso considerado biotecnológico, envolve intervenção humana que redireciona ou intensifica funções metabólicas naturais. Um exemplo dessa intervenção é a engenharia genética aplicada a organismos fotossintetizantes, como as cianobactérias, cujo metabolismo pode ser modificado para aumentar a produção de compostos de interesse, como álcoois e lipídios, os quais poderão ser posteriormente utilizados na fabricação de biocombustíveis (DE ALMEIDA SILVA, 2022).

Os microrganismos, termo que abrange uma diversidade de organismos microscópicos, como bactérias, arqueas, fungos, protozoários, microalgas e vírus (MANFIO, 2003), são amplamente utilizados em bioprocessos. O microrganismo é considerado como um potencial candidato para a indústria quando apresenta algumas características específicas, como alta eficiência na conversão de substratos, facilidade de cultivo, estabilidade metabólica, ausência de toxicidade e potencial de manipulação genética (SCHMIDELL *et al.*, 2007).

Os bioprocessos são organizados em três etapas principais. A primeira fase, a de *upstream*, é uma fase de bancada, que inclui o preparo do inóculo, do meio de cultivo e das demais condições iniciais. A segunda etapa, ocorre nos biorreatores — tanques, geralmente de aço carbono, onde o metabolismo microbiano transforma os substratos em produtos. O modelo mais utilizado na indústria, cerca de 90%, são os biorreatores agitados mecanicamente, também conhecidos pela sigla STR (*stirred tank reactor*), representado no esquema da figura 3. Por fim, a etapa de *downstream* compreende a separação, concentração e purificação do produto final, empregando técnicas como filtração, extração com solventes, centrifugação e cromatografia líquida (MALAJOVICH, 2016).

Figura 3 - Esquema de um biorreator agitado mecanicamente



Fonte: MALAJOVICH, 2012.

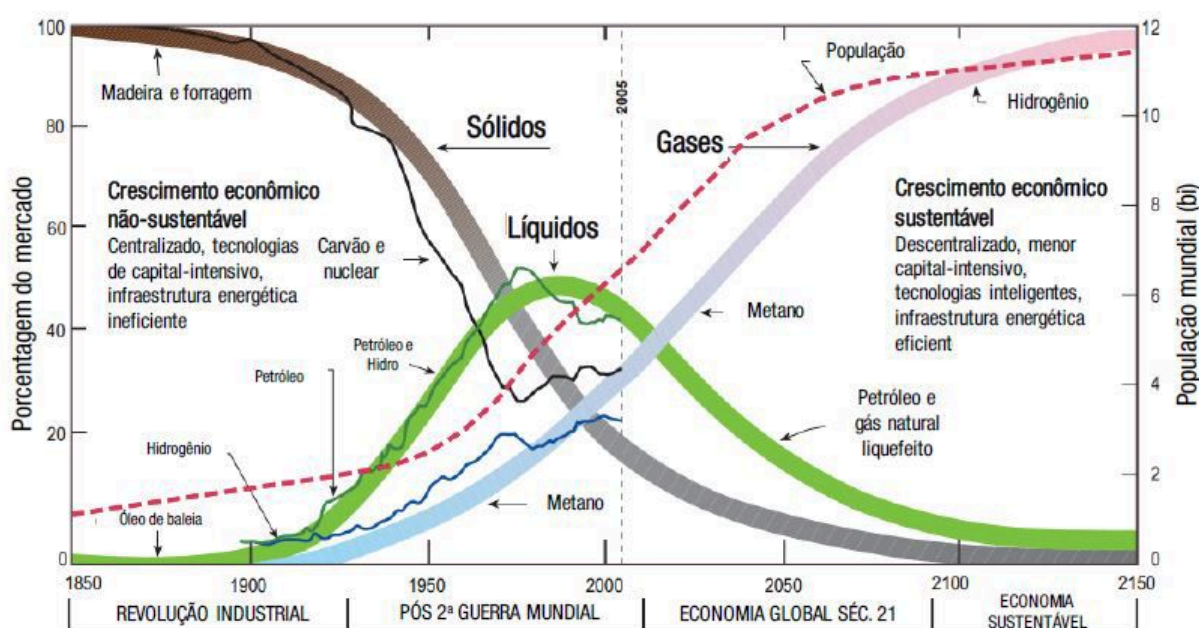
3.2.3 Biocombustíveis

O termo biocombustível ou combustível biorrenovável é referido como combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos que são predominantemente produzidos a partir de biomassa (DEMIRBAS, 2009). Entre as principais formas dos biocombustíveis líquidos, estão o etanol

e o biodiesel, utilizados principalmente no transporte, dos biocombustíveis gasosos, o biogás, produzido pela decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos, se destaca pelo potencial de geração de eletricidade, calor e combustível veicular, já os biocombustíveis sólidos, como o carvão vegetal, são usados principalmente para geração térmica e industrial (CHUM *et al.*, 2011).

As tendências globais de transição energética, apresentada na figura 4, indicam um movimento contínuo em direção a fontes mais eficientes e limpas, caracterizado pelo deslocamento do uso de combustíveis sólidos e densos, como o carvão, para alternativas mais leves e ambientalmente menos impactantes, como o metano ou o hidrogênio. Nesse contexto, os biocombustíveis têm ganhado relevância, sobretudo quando combinados com inovações tecnológicas que aumentam sua eficiência e ampliam as possibilidades de produção.

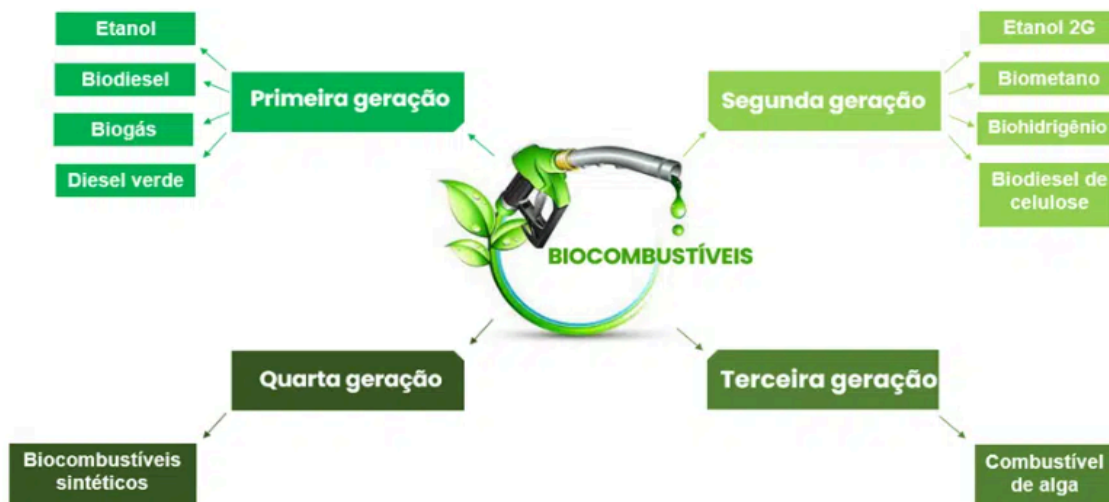
Figura 4 - Ondas globais de transição energética



Fonte: HEFNER III, 2007.

Os biocombustíveis são classificados em diferentes gerações, representadas no esquema da figura 5, refletindo a evolução das tecnologias de produção e as matérias-primas utilizadas. Os biocombustíveis de primeira geração (1G) são produzidos a partir de culturas alimentares, como milho, cana-de-açúcar e óleos vegetais comestíveis, utilizando tecnologias convencionais de fermentação e transesterificação. Já os de segunda geração (2G) são aqueles produzidos a partir de culturas não comestíveis, provenientes de resíduos agrícolas, industriais e de biomassa lignocelulósica, empregando processos mais avançados como o da hidrólise enzimática, alguns exemplos são: etanol 2G, biometano e biohidrogênio. A terceira geração (3G) é proveniente de algas e outras fontes aquáticas, aproveitando sua alta eficiência fotossintética e produtividade por área. Por fim, os biocombustíveis de quarta geração (4G) representam a fronteira mais avançada, utilizando organismos geneticamente modificados e técnicas de biologia sintética para otimizar rotas metabólicas para maior eficiência produtiva (BOSCHIERO, 2024).

Figura 5 - Tipos de biocombustíveis



Fonte: BOSCHIERO, 2024.

Enquanto os derivados de petróleo enfrentam problemas ambientais relacionados à presença de nitrogênio e enxofre em sua composição, os biocombustíveis lidam com um desafio químico distinto: o alto teor de oxigênio, que compromete sua eficiência energética. O oxigênio presente na composição molecular da biomassa que o originou, pode reagir com o hidrogênio, formando água, o que limita a capacidade do hidrogênio de atuar como combustível, resultando em menor geração de calor durante a combustão dos biocombustíveis (ALMEIDA, 2008).

Uma técnica que se destaca no refino de biocombustíveis, é a utilização de enzimas de hidredesoxigenação (HDO), pois elas catalisam a remoção do oxigênio presente nessas fontes energéticas (SOUZA, 2009). Contudo, para que esse processo de biorrefinaria seja economicamente viável em larga escala, é fundamental assegurar um fornecimento contínuo e abundante de hidrogênio, elemento essencial para a realização das reações de HDO.

- Bio-Hidrogênio

O hidrogênio é o elemento mais simples e abundante do Universo, compondo cerca de 76% da massa do cosmos e 93% de suas moléculas, como a H₂O (água) e as proteínas nos seres vivos. Embora amplamente presente em diversas substâncias, sua ocorrência na Terra em forma isolada é rara, com concentrações baixíssimas na atmosfera, em torno de 1 ppm. Por estar quase sempre combinado a outros elementos, o hidrogênio não é considerado uma fonte primária de energia; em vez disso, é classificado como um vetor energético, uma forma eficaz de transportar e armazenar energia (MORAES, 2022).

A energia por unidade de massa do hidrogênio é superior à de qualquer outro combustível conhecido, alcançando 120,7 kJ/g. Isso significa que 1 kg de hidrogênio equivale a aproximadamente 2,8 kg de gasolina em termos energéticos (LINARDI, 2008). No entanto, o armazenamento do hidrogênio na forma líquida exige processos criogênicos altamente eficientes, já que sua liquefação ocorre a temperaturas extremamente baixas (AZEVEDO, 2021).

A produção de hidrogênio é realizada principalmente por dois processos: o orgânico, por reforma, e o inorgânico, pela eletrólise da água. A eletrólise consiste na decomposição química da água em oxigênio e hidrogênio por meio da aplicação de corrente elétrica, resultando em um produto de alta pureza. Já a reforma de hidrocarbonetos, como metano, gasolina e querosene, embora também demande energia, é mais amplamente utilizada. Esse processo gera uma mistura gasosa de monóxido de carbono e hidrogênio molecular, conhecida como gás de síntese (essa mistura também pode ser obtida por meio da gaseificação termoquímica da biomassa). Além de ser um combustível limpo, cuja combustão gera apenas água e libera elevada quantidade de energia, o hidrogênio também desempenha um papel estratégico na refinaria de biocombustíveis, especialmente no processo de hidredesoxigenação (LINARDI; DE PAOLI, 2004).

Também é possível obter hidrogênio (H_2) por meio de bioprocessos, quando é produzido desta maneira ele é chamado de bio-hidrogênio, sendo este considerado uma alternativa mais limpa em comparação ao obtido por reforma ou eletrólise convencional. Estudos já mostraram que diversos microrganismos são capazes de produzir H_2 utilizando biomassa proveniente de resíduos agroindustriais ou outros subprodutos orgânicos como substrato. Entre as espécies mais eficientes destacam-se aquelas dos gêneros *Enterobacter*, *Clostridium* e *Escherichia*. Os três principais bioprocessos utilizados nessa produção são a biofotólise, a fermentação e a eletrólise microbiana (ELSHARNOUBY *et al.*, 2013).

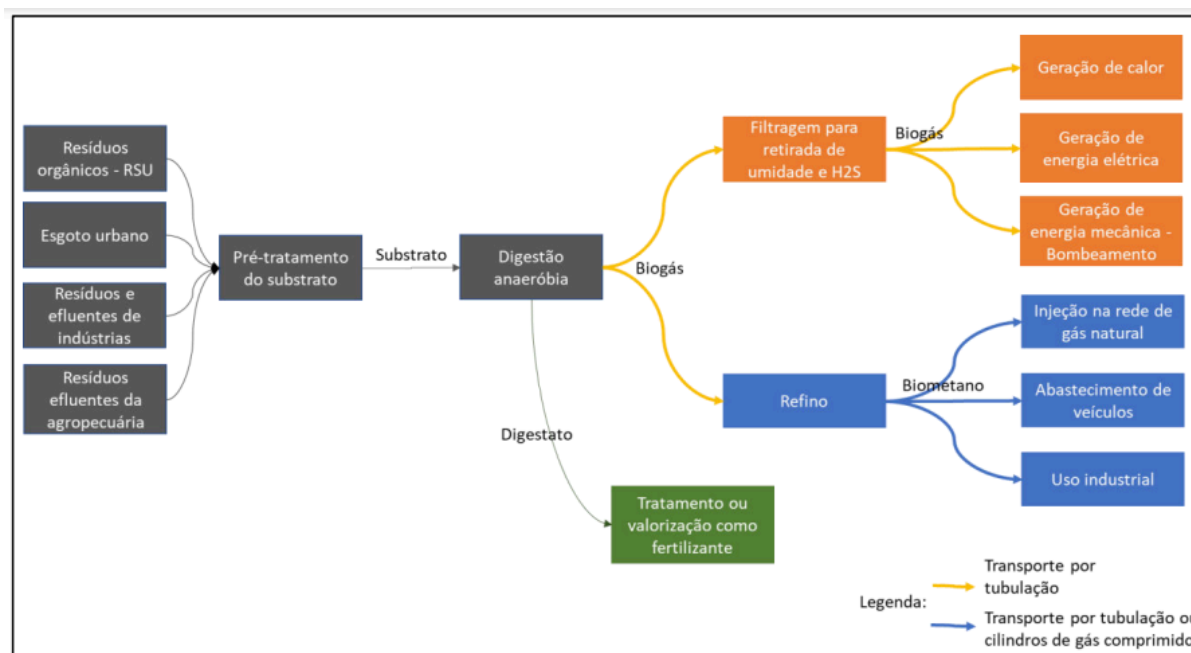
Apesar de seu potencial, a produção de bio-hidrogênio ainda enfrenta desafios técnicos e científicos. Para sua viabilização em larga escala, é necessário investir em aprimoramento de biorreatores, na seleção de microrganismos mais produtivos e na otimização das rotas metabólicas, com apoio de ferramentas da engenharia genética (LATOCHESCKI, 2022). Espera-se que, com o avanço das pesquisas e o aumento dos investimentos no setor, o bio-hidrogênio deixe de ser apenas uma promessa e se consolide como uma alternativa viável para a geração de energia.

- Biogás e biometano

O biogás é uma mistura de gases oriunda da degradação de matéria orgânica por meio da digestão anaeróbica, sendo composto majoritariamente por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), com outros gases presentes em menores concentrações, como sulfeto de hidrogênio (H_2S), amônia (NH_3), hidrogênio (H_2), nitrogênio (N_2), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O_2), que pode ser facilmente armazenado em gasômetros rígidos ou infláveis (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2011). Após a purificação, o biogás passa a ser chamado de biometano, e esse elevado teor de CH_4 confere características de alto poder calorífico, o que possibilita sua utilização em atividades de maior demanda energética, lembrando que biometano ainda pode ser utilizado no processo de reforma para a produção de hidrogênio.

A digestão anaeróbica é uma das tecnologias mais promissoras para o aproveitamento energético da biomassa, como pode ser observado no esquema da figura 6, sendo cada vez mais utilizada devido à sua capacidade de reduzir a carga orgânica dos resíduos e, ao mesmo tempo, gerar energia por meio do biogás. Além disso, seu digestato ainda pode ser reutilizado como biofertilizante, criando um ciclo sustentável de reaproveitamento de resíduos.

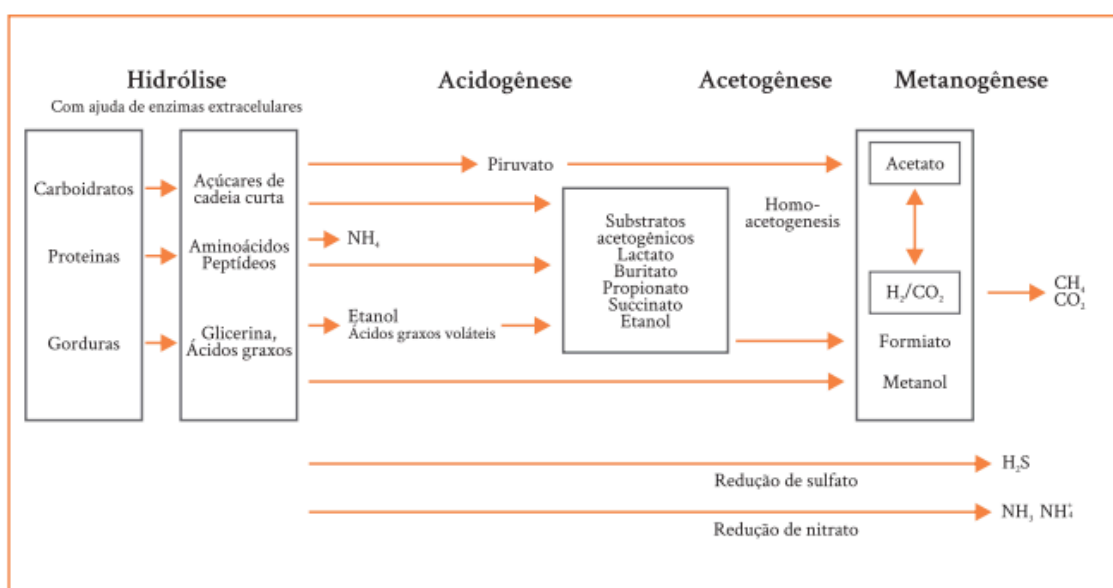
Figura 6 – Fluxograma de produção e usos finais do biogás e do biometano



Fonte: MARIANI, 2018.

O processo de digestão anaeróbica é conduzido por comunidades microbianas anaeróbicas compostas por microrganismos dos domínios Bactéria e Archaea, que vivem em ambientes onde o oxigênio molecular está ausente. Essas comunidades desempenham um papel crucial na decomposição da matéria orgânica por meio de quatro fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, sendo representadas pela figura 7. Cada fase é mediada por diferentes grupos microbianos que atuam em simbiose, demandando condições ambientais específicas para um desempenho eficiente (KUNZ, *et al.*, 2022).

Figura 7 - Etapas da digestão anaeróbica



Fonte: KUNZ, *et al.*, 2022

A produção em excesso de intermediários metabólicos durante as primeiras fases, hidrólise e acidogênese, pode inibir a atividade das arqueas metanogênicas, na fase final da digestão, o que pode reduzir significativamente a produção de biogás e metano, comprometendo a eficiência do processo como um todo (KOCH; HELMREICH; DREWES, 2015).

O pré-tratamento dos substratos é uma estratégia eficaz para aumentar a eficiência da digestão anaeróbica. Esse processo inclui a remoção de materiais não biodegradáveis, como vidro, metal e plástico, além da trituração dos resíduos, com o objetivo de tornar os materiais mais acessíveis aos microrganismos (CARDOSO, 2021).

- Etanol e butanol

O etanol é uma substância química com fórmula molecular C_2H_6O , produzida especialmente via fermentação de açúcares. O Brasil é pioneiro na utilização em larga escala de etanol combustível desde o fim da década de 1970. A criação do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) foi uma resposta estratégica à primeira crise do petróleo, que elevou os preços do barril e evidenciou a necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Diante desse cenário, o Brasil buscou soluções internas e o etanol emergiu como uma alternativa viável para atender à demanda energética.

O PROÁLCOOL ganhou força em 1979, com a segunda crise do petróleo, quando o governo brasileiro intensificou os incentivos à produção de biocombustíveis. Embora a cana-de-açúcar tenha se consolidado como a principal matéria-prima, também houve esforços para explorar outras biomassas. Esse movimento projetou o Brasil como um dos líderes mundiais na produção de etanol, posição destacada pelo então ministro da Indústria e Comércio, Roberto Gusmão, que, em palestra no Senado Federal em 1985, ressaltou que o avanço tecnológico promovido pelo programa havia reduzido em 35% os custos de produção do etanol (TÁVORA, 2011).

A fermentação do melaço constitui uma tecnologia já consolidada e amplamente aplicada em escala industrial. Nesse processo, as leveduras do gênero *Saccharomyces* desempenham papel central devido à sua elevada eficiência na conversão de açúcares em etanol (STECKELBERG, 2001). Na indústria, a eficiência de produção de etanol, com base no total de açúcar utilizado, varia entre 90% e 93% do valor teórico (BAL *et al.*, 2008). No entanto, a produção de etanol a partir de substratos não alimentares, o etanol 2G, como os resíduos celulósicos, ainda está em fase de desenvolvimento, representando uma alternativa promissora para ampliar a sustentabilidade do biocombustível.

Conforme descrito por Lima e Marcondes (2002), a fermentação alcoólica, bioquimicamente falando, trata-se da oxidação incompleta do açúcar, resultando em um composto orgânico que ainda pode ser oxidado. Inicialmente, a sacarose é hidrolisada, depois ingressa na via glicolítica, onde, após uma série de reações, o piruvato é descarboxilado, formando acetaldeído, que é posteriormente reduzido a etanol pela ação da enzima álcool desidrogenase (ADH). Durante esse processo, a levedura obtém energia na forma de ATP para suas funções vitais, enquanto o etanol e o CO_2 são excretados como subprodutos sem utilidade metabólica para o microrganismo (ROMÃO, 2011). Além de etanol e CO_2 , formam-se subprodutos como glicerol, ácidos orgânicos e alcoóis. O glicerol, em particular, é um subproduto importante que pode ser produzido como resposta ao estresse osmótico (SIQUEIRA *et al.*, 2008).

O butanol é outro álcool que pode ser obtido por fermentação, em um processo no

qual a acetona, o butanol e o etanol são produzidos simultaneamente pelo microrganismo *Clostridium acetobutylicum*. O n-butanol apresenta características atrativas como substituto da gasolina, incluindo uma densidade energética 50% superior à do etanol, além da vantagem de poder ser transportado por tubulações devido ao seu menor teor de água. Como seu desempenho em motores ainda não é bem estudado, ele poderia ser usado como combustível de mistura (MACHADO, 2015).

- Biodiesel

O biodiesel é produzido principalmente por meio da transesterificação metílica de triacilglicerídeos, presentes em óleos ou gorduras. Em meio ao contexto de incentivo à produção de biocombustíveis na década de 70, o Brasil registrou a primeira patente mundial (PI8007957) de biodiesel e de bioquerosene de aviação (PARENTE, 2003).

A matéria-prima utilizada impacta diretamente nas propriedades físico-químicas do biodiesel, como viscosidade, corrosividade e estabilidade (MACHADO, 2015). A catálise desse processo pode ser realizada por ácidos, bases ou enzimas, cada um com suas vantagens e limitações (HE *et al.*, 2008).

A catálise ácida, apesar de eficaz, possui uma cinética lenta e exige cuidados na remoção do catalisador para evitar danos aos motores. A catálise básica, por outro lado, é mais rápida e eficiente, com rendimentos superiores a 90%, mas sensível à presença de água e ácidos graxos livres, o que pode comprometer a qualidade do biodiesel. Já os catalisadores enzimáticos, como as lipases, que são encontradas em tecidos de animais, plantas, e também podem ser produzidas por microrganismo, atuam especificamente sobre as ligações éster dos acilgliceróis, liberando ácidos graxos e glicerol (COVIZZI *et al.*, 2007), oferecendo uma alternativa mais sustentável e menos sensível à água, evitando a formação de sabões. No entanto, seu alto custo e a complexidade do processo ainda representam desafios para a viabilidade industrial, embora a imobilização das lipases tenha demonstrado melhorar sua atividade catalítica (De CASTRO *et al.*, 2004).

Além dos métodos convencionais, há avanços promissores envolvendo a engenharia genética de microrganismos. Por exemplo, cepas de *Escherichia coli* modificadas geneticamente foram desenvolvidas para produzir biodiesel a partir de ácidos graxos, embora ainda em níveis insuficientes para a aplicação industrial. Essa abordagem destaca a viabilidade de novos enfoques biotecnológicos para a produção de biodiesel (MACHADO, 2015).

3.3 RECURSOS ORGÂNICOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

Recursos orgânicos são materiais de origem biológica ou resultantes de seus processos naturais. Esta matéria orgânica contém energia química acumulada em suas ligações, sendo elas prioritariamente, de carbono, hidrogênio e oxigênio, e podem ser diretamente liberada por meio da combustão, ou ser convertida através de diferentes processos em produtos energéticos de natureza distinta, tais como: carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e de síntese, óleos vegetais combustíveis e outros (ANASTASSIADIS, 2016; SEYE, 2003).

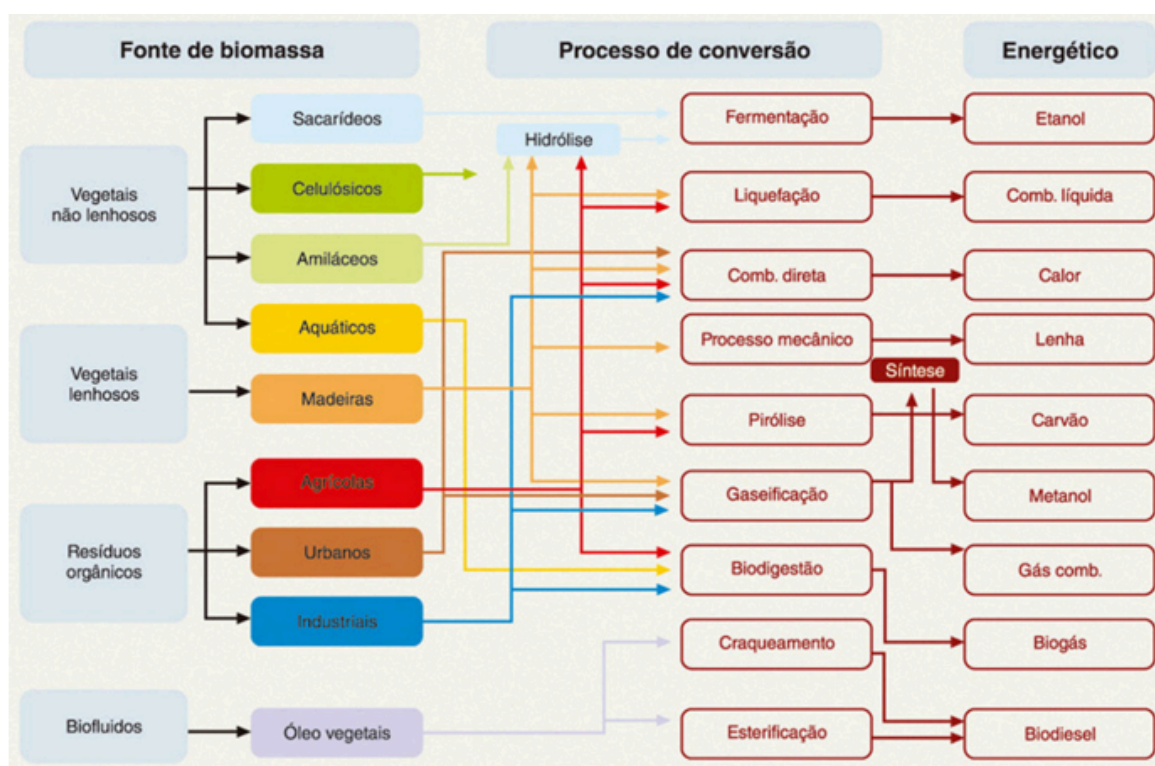
De acordo com a EMBRAPA (2016), a biomassa pode ser dividida em dois grandes grupos: tradicional e moderna. A biomassa tradicional inclui lenha e resíduos naturais, é

utilizada desde tempos antigos como fonte de energia primária e muitas pessoas ainda dependem dela devido ao seu baixo custo e acessibilidade, especialmente em regiões menos desenvolvidas. Esse uso insustentável associou a biomassa ao desmatamento e a outros impactos ambientais negativos (IEA, 2002; CENBIO).

Com a aplicação de conhecimentos científicos e técnicos no processo de captação e armazenamento de energia, é possível reduzir impactos negativos e avançar para o conceito de biomassa moderna, entendida como os produtos desenvolvidos de forma sustentável. A biomassa moderna inclui biocombustíveis líquidos, especialmente os de segunda geração, e as florestas energéticas plantadas, como as de Eucalipto e Pinus, embora a implantação dessas florestas envolva uso de terras que poderiam ser destinadas a outras atividades agrícolas ou pecuárias, sua proposta é justamente oferecer alternativas mais eficientes e ambientalmente amigáveis, priorizando áreas de menor aptidão agrícola e contribuindo para diversificar a matriz energética (SEYE, 2003).

As biomassas são constituídas por uma variedade de substâncias complexas, incluindo carboidratos, aminoácidos, proteínas, lipídios e biopolímeros, como os polissacarídeos celulose, hemicelulose, quitina, amido e lignina. Esses componentes variam significativamente em suas massas moleculares e desempenham diferentes funções estruturais e energéticas nos organismos (FERREIRA, 2009). A biomassa pode ser de vegetais lenhosos, vegetais não lenhosos, de resíduos orgânicos e também de biofluidos, conforme esquema da figura 8.

Figura 8 - Fontes de biomassa e seus processos de conversão



Fonte: MARAFON, 2016.

3.3.1 Fonte de biomassa: Vegetais lenhosos

Os vegetais lenhosos, representados principalmente pela madeira, são compostos por celulose, hemicelulose e lignina, sendo este o segundo material mais abundante nesses vegetais, depois da celulose. As ligninas são moléculas amorfas, altamente complexas, cujo polímero é formado principalmente por unidades aromáticas de fenilpropano. Diferentemente da celulose e de outros polímeros naturais, as ligninas apresentam uma estrutura macromolecular cujas unidades monoméricas não se repetem de modo regular. Além do mais, a estrutura das ligninas pode ser diferente, dependendo de sua localização no vegetal (ROWELL *et al.*, 2005). Sua complexa rede tridimensional, composta por múltiplas ligações covalentes de carbono, confere à lignina uma resistência estrutural considerável, além de um elevado poder calorífico, o que torna a madeira uma excelente fonte de energia térmica (DOS SANTOS, 2001).

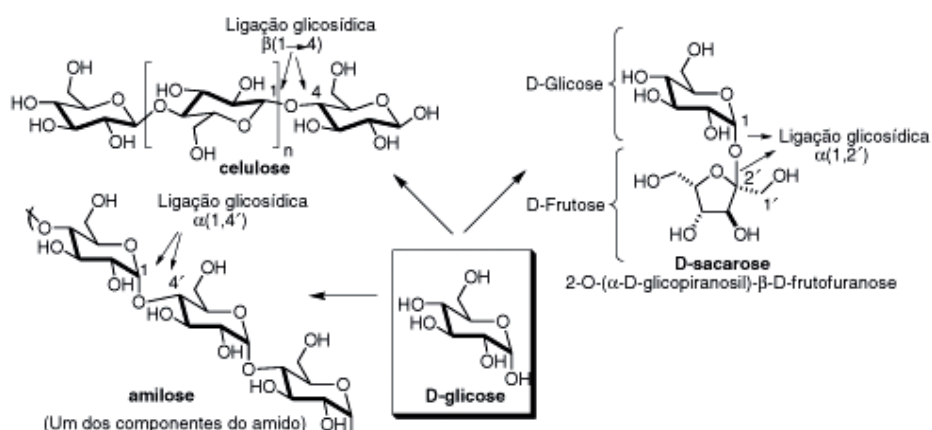
Para otimizar o aproveitamento energético da biomassa lenhosa, especialmente de seus resíduos como serragem, cavacos e pó de lixagem, utilizam-se de processos de densificação para produzir briquetes e pellets. Os pellets são pequenos cilindros de biomassa compactada, enquanto os briquetes possuem dimensões maiores. O processo de fabricação envolve a secagem da matéria-prima e sua compressão sob alta pressão e temperatura. Durante a compactação, a lignina presente na madeira atua como um aglutinante natural, amolecendo com o calor e ligando as fibras de celulose, o que confere aos briquetes e pellets sua forma sólida, densa e com elevada resistência mecânica.

Essa densificação resulta em biocombustíveis sólidos com características superiores à madeira in natura: possuem maior densidade energética, menor teor de umidade, e um formato padronizado que facilita o transporte, o armazenamento e a alimentação automatizada de caldeiras e aquecedores. Conseqüentemente, a queima dos briquetes e pellets é mais controlada, eficiente e gera menos fumaça e cinzas, consolidando-os como uma alternativa energética sustentável e de alto desempenho.

Atualmente, a lignina ainda é considerada um coproduto de diversos processos industriais, especialmente na indústria de papel e celulose, onde é obtida durante o processo de extração de celulose. A maior parte da lignina extraída é utilizada como combustível em caldeiras para geração de vapor e eletricidade, aproveitando seu alto valor energético. No entanto, cresce o interesse em explorar o potencial da lignina para aplicações mais diversificadas, como matéria-prima para produtos de alto valor agregado, incluindo polímeros, bioplásticos e produtos químicos renováveis, destacando seu papel promissor em tecnologias sustentáveis (BRAGA *et al.*, 2023).

3.3.2 Fonte de biomassa: Vegetais não-lenhosos

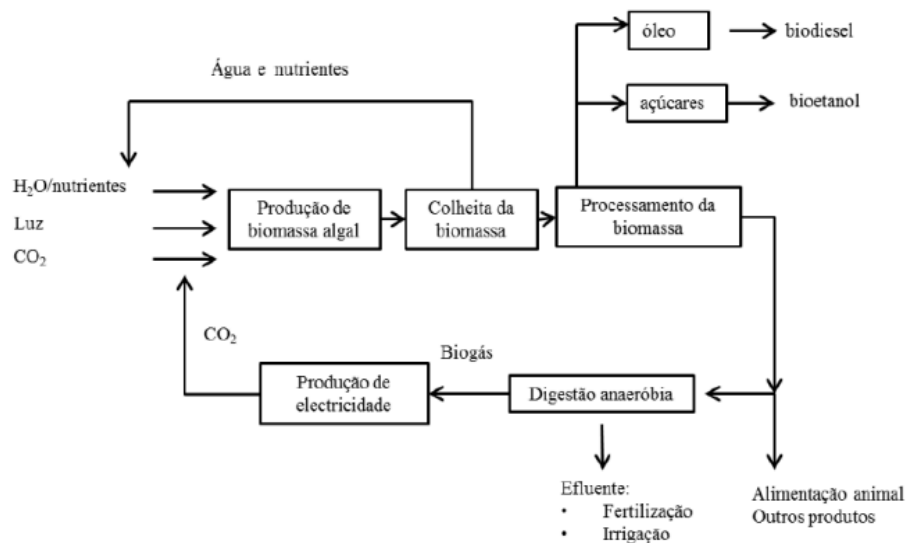
Entre os vegetais não-lenhosos, destacam-se quatro grupos principais: os celulósicos, os amiláceos, os sacarídeos e a biomassa aquática. Cada grupo se diferencia pela maneira como armazenam ou utilizam a glicose, que pode estar configurada de diferentes formas, como apresentado na figura 9. Nos vegetais celulósicos, como o capim-elefante, a glicose se organiza na forma de beta-glicose, resultando na formação de celulose, uma molécula estrutural que não atua como reserva energética. Os vegetais amiláceos, como o milho e a batata, armazenam a glicose na forma de amido, composto por amilose e amilopectina, que são derivados da alfa-glicose, e servem como forma de armazenamento de energia. Por sua vez, os vegetais sacarídeos, como a cana-de-açúcar e a beterraba, acumulam glicose na forma de sacarose, um dissacarídeo que pode ser rapidamente hidrolisado e utilizado como fonte energética. Assim, a glicose, esse monossacarídeo de seis carbonos, desempenha um papel central nos vegetais, seja como base estrutural, no caso da celulose, ou como forma de armazenamento energético, na forma de amido ou sacarose (MOISÉS *et al.*, 2020).

Figura 9 - Principais carboidratos constituintes da biomassa

Fonte: FERREIRA, 2009.

A biomassa aquática, composta por microalgas, tem se destacado como uma fonte promissora para a produção de biocombustíveis. O mapeamento das potencialidades das microalgas e seus subprodutos é uma das pautas debatidas pelos grupos de pesquisa de biotecnologia no Paraná (SENAI/PR, 2018). O cultivo de microalgas, conhecido como algacultura, é altamente eficiente, uma vez que apresenta uma elevada produtividade de biomassa seca, podendo gerar safras diárias devido à rápida taxa de crescimento desses microrganismos. Além disso, as microalgas são organismos unicelulares fotossintéticos que habitam diversos ambientes aquáticos, possuem a vantagem de não competir com a produção de alimentos e não exigirem água potável para o cultivo (CARNEIRO, 2018).

No campo dos biocombustíveis, as microalgas são consideradas uma fonte promissora tanto de lipídeos quanto de carboidratos. Por exemplo, algumas espécies podem conter entre 6-52% de proteínas, 7-23% de lipídeos e 5-23% de carboidratos (BROWN *et al.*, 1997). Os lipídios podem ser convertidos em biodiesel, enquanto os carboidratos podem ser transformados em bioetanol e ainda gerar biogás com a digestão da biomassa residual, conforme ilustrado no esquema da figura 10.

Figura 10 - Processamento da biomassa microalgal

Fonte: DIOGO, 2012.

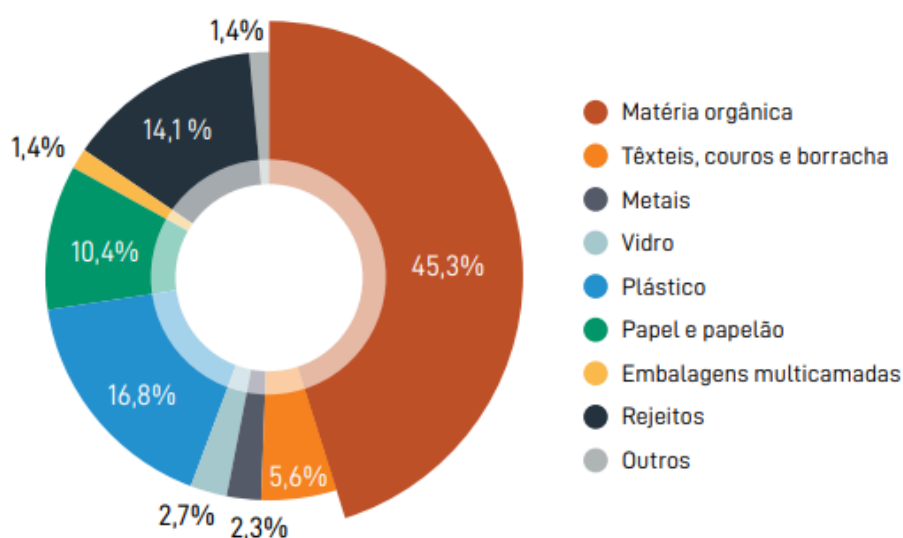
3.3.3 Fonte de biomassa: Resíduos Orgânicos

Singhania *et al.*, (2010) destacam que o crescente interesse no uso de resíduos agroindustriais como matéria-prima decorre de vários fatores: eles são renováveis, sua produção é abundante e constante, e seu descarte muitas vezes representa um problema ambiental. Ao serem aproveitados como substratos para microrganismos, esses materiais não só reduzem a dependência de matérias-primas virgens, como também possibilitam a geração de energia e produtos de valor agregado.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, há uma distinção clara entre os termos "resíduo" e "rejeito". Os resíduos referem-se a materiais, substâncias, objetos ou bens descartados que ainda possuem valor residual, pois podem ser reciclados, reutilizados ou tratados para gerar novos produtos ou energia. Já os rejeitos são aqueles resíduos que, após todas as tentativas de tratamento e recuperação, esgotaram suas possibilidades de reaproveitamento, necessitando de destinação final adequada, geralmente em aterros sanitários. O conceito de rejeito está, assim, mais alinhado ao entendimento popular de "lixo", representando aquilo que não pode ser reaproveitado de nenhuma forma.

A análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos, que consiste na identificação e quantificação das diferentes frações descartadas pela população, é fundamental para o planejamento e a implementação de estratégias e políticas públicas eficazes. Esse conhecimento permite direcionar a destinação final dos resíduos em conformidade com as diretrizes da PNRS, adotando as melhores alternativas para cada tipo de material e promovendo um manejo mais sustentável e eficiente no país (ABRELPE, 2020). A fração orgânica é o principal componente dos resíduos sólidos urbanos (RSU), correspondendo a 45,3% do total, conforme apresentado na figura 11.

Figura 11 - Panorama dos resíduos sólidos no Brasil



Fonte: ABRELPE, 2020

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2012), a maior parte dos resíduos orgânicos no Brasil tem origem no setor pecuário e em atividades

agroindustriais associadas, como a cama de frango, os resíduos de matadouros e o lodo gerado em processos de tratamento de efluentes, totalizando cerca de 1,7 bilhão de tonelada. Em segundo lugar, destaca-se o setor agrícola, responsável por aproximadamente 300 milhões de toneladas, provenientes principalmente das cadeias produtivas de soja, milho, cana-de-açúcar, feijão, arroz, trigo, café e laranja. Já o setor florestal contribui com cerca de 40 milhões de toneladas de resíduos. Esses resíduos possuem elevado potencial de reaproveitamento, pois constituem fontes abundantes de carbono e nutrientes, que podem ser utilizados como substrato para microrganismos em diferentes processos biotecnológicos.

3.3.4 Fonte de Biomassa: Biofluidos

Óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais (óleo de fritura, nata sobrenadante de esgoto e resíduos da indústria alimentícia) são exemplos de biofluidos capazes de serem convertidos em energia (SILVA *et al.*, 2005). Do ponto de vista químico, esses compostos são constituídos por moléculas de triacilgliceróis, formadas pela ligação de três ácidos graxos (AG) de cadeia longa a uma molécula de glicerol por meio de ligações éster (GERIS *et al.*, 2007). A caracterização da composição em ácidos graxos constitui a etapa inicial para a avaliação preliminar da qualidade do óleo, podendo ser realizada por diferentes métodos analíticos, como a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e a espectroscopia de ressonância magnética nuclear, conforme descrito por Delatorre (2011).

Quando compostos lipídicos, como óleos ou gorduras, reagem com álcool etílico ou metílico na presença de um catalisador, o resultado é a produção de um combustível de alta qualidade, que tem grande potencial para substituir o óleo diesel. Essas reações podem ser realizadas tanto pela rota química (processo convencional) utilizando catalisadores químicos, ácidos ou básicos, quanto pela rota biológica (processo não convencional) com catalisadores biológicos, enzimas ou células imobilizadas. Durante a reação química, a glicerina é separada da gordura ou óleo, gerando dois produtos: uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos, conhecida como biodiesel, e glicerina, que é o resíduo da reação (DELATORRE, 2011).

Contudo, o cultivo agrícola de espécies oleaginosas para a obtenção energética requer vastos territórios, o que pode aumentar o desmatamento em regiões de vegetação nativa. Além disso, a utilização dessas fontes para a produção de combustíveis pode impactar a cadeia de insumos alimentícios, reduzindo a oferta de grãos e afetando seus preços (CARNEIRO, 2018).

A produtividade das microalgas em comparação com outras espécies oleaginosas é significativamente superior; de acordo com Galadima e Muraza (2014), enquanto oleaginosas podem produzir cerca de 1.000 litros de óleo vegetal por hectare, as microalgas podem gerar, em média, 5.000 litros na mesma área.

Porém, o custo de cultivo e processamento das microalgas permanece alto. Para tornar essa tecnologia competitiva, é necessário um avanço em diversas áreas, incluindo o desenvolvimento de métodos de cultivo mais eficientes, melhoramento genético para aumentar a resistência e a produtividade das microalgas, e inovações tecnológicas que reduzam os custos de extração e conversão de biomassa em biocombustíveis. Apenas com a integração dessas melhorias será possível superar as barreiras econômicas e ambientais, permitindo que a produção em larga escala das microalgas se tornem uma solução viável.

3.4 POTENCIAL ENERGÉTICO DE RECURSOS ORGÂNICOS

O potencial de um recurso orgânico para geração de energia pode ser verificado ao analisar suas características físico-químicas. Essa avaliação dirá se o recurso em questão é um bom combustível, se precisará de algum pré ou pós-tratamento e até mesmo se terá algum impacto ambiental. Para isso, são analisadas características como composição elementar, análise imediata e poder calorífico.

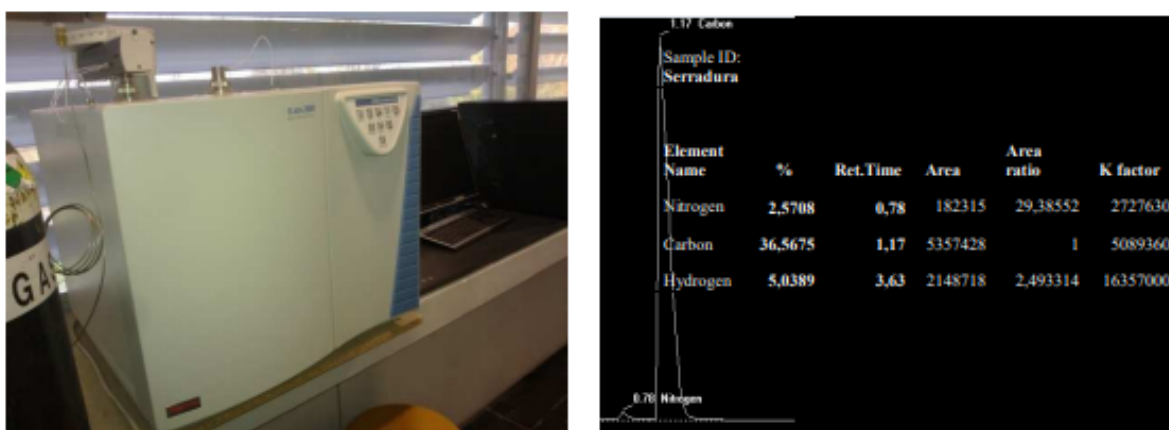
3.4.1 Análise elementar

A análise elementar abrange um conjunto de técnicas utilizadas para determinar os elementos constituintes de uma amostra orgânica e suas respectivas proporções, permitindo o cálculo da fórmula empírica dos mesmos (BRITO *et al.*, 2010).

Para a caracterização de biomassa, a principal e mais tradicional abordagem é o método por combustão, uma técnica destrutiva que se baseia na queima completa de uma amostra para a subsequente análise quantitativa dos gases resultantes. A identificação e quantificação desses gases, como dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O), óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre (SO₂) é realizada por cromatografia, conforme ilustrado na figura 12, que apresenta um exemplo do equipamento utilizado e do cromatograma gerado nesse tipo de análise. Este procedimento permite determinar a composição percentual de Carbono (C), Hidrogênio (H), Nitrogênio (N) e Enxofre (S) e, conseqüentemente, o cálculo da fórmula empírica do material (BRITO *et al.*, 2010).

Figura 12 - a) Equipamento de Análise Elementar (Thermo Unicam, Elemental Analyzer Flash 2000).

b) Cromatograma resultante de análise elementar.



Fonte: BRITO *et al.*, 2010.

O teor de carbono, hidrogênio e oxigênio, por exemplo, fornece informações diretas sobre o potencial de queima e a eficiência energética da biomassa. Já os teores de enxofre e nitrogênio estão associados ao seu potencial impacto ambiental; o enxofre pode levar à formação de chuva ácida, enquanto o nitrogênio está relacionado à formação de óxidos nitrosos, que afetam a respiração humana (LISBOA, 2008). Portanto, embora a presença de N e S não impeça o uso energético da biomassa, ela indica a necessidade de um pós-tratamento dos gases para mitigar os impactos ambientais.

É importante ressaltar que existem outros métodos para a determinação da

composição elementar que não são destrutivos. Técnicas como a Fluorescência de Raios-X (FRX), por exemplo, analisam a amostra sem alterá-la quimicamente, embora apresentem menor eficiência para elementos leves como Carbono, Hidrogênio e Nitrogênio (VAN GRIEKEN; MARKOWICZ, 2002). Outras abordagens, como a Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS), embora não queimem a amostra, requerem sua completa dissolução prévia para a análise. Assim, a escolha pelo método de combustão, apesar de destrutivo, justifica-se por sua alta precisão na quantificação dos elementos-chave para o potencial energético de amostras orgânicas.

3.4.2 Análise imediata

A análise imediata fornece a porcentagem de umidade, material volátil, carbono fixo e cinzas. Essa análise indica a porcentagem do material que se queima no estado gasoso (a água e os materiais voláteis) e no estado sólido (carbono fixo), além de oferecer uma visão sobre o material residual (BARROS *et al.*, 2012).

Quando a matéria orgânica apresenta um alto teor de voláteis, é possível inferir que a mesma terá potencial para se transformar em combustível na forma gasosa. De acordo com Sturion *et al.* (1988) a quantidade de carbono fixo presente na biomassa está relacionada com a quantidade de calor gerado, de maneira que, quanto maior o percentual de carbono fixo, mais lentamente o combustível irá queimar.

O teor de cinzas afeta negativamente o poder calorífico da madeira. Ele diminuiu a eficiência da combustão devido ao aumento do consumo de oxigênio para derreter as cinzas (HOFFMANN, 2010). Segundo Vale *et al.* (2011) valores de teor de cinzas superiores a 7% comprometem o processo de combustão.

A presença de umidade na biomassa também reduz seu poder calorífico, pois parte do calor gerado é utilizada para evaporar a água e aquecer os vapores até a temperatura dos demais gases (SANTOS *et al.*, 2013). Diante disso, é importante pensar em métodos de conversão que não necessitem de biomassa seca, como a biodigestão

3.4.3 Poder calorífico

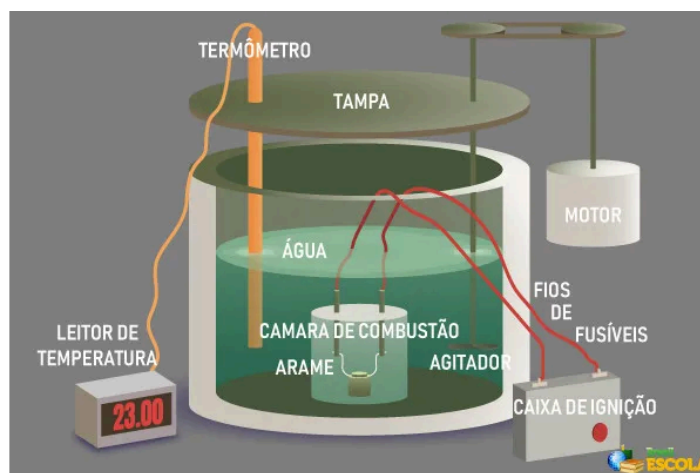
O poder calorífico é uma característica fundamental de qualquer combustível, pois representa sua capacidade de gerar calor. Ele é definido como a quantidade total de energia liberada na forma de calor durante a combustão completa de uma unidade de massa (ou de volume, no caso de gases) de um material ou combustível (JARA, 1989). Quanto maior o teor de carbono e hidrogênio em um combustível, mais eficiente será a liberação de energia durante a combustão (DE SENA, 2005).

No Sistema Internacional, o poder calorífico é expresso em joules por grama ou quilojoules por quilo, mas também pode ser medido em calorias por grama ou quilocalorias por quilograma. Existem duas formas principais de medir o poder calorífico: o Poder Calorífico Superior (PCS) e o Poder Calorífico Inferior (PCI). O PCS representa a soma da energia total liberada na forma de calor e da energia gasta na vaporização da água formada durante a combustão. Em contrapartida, o PCI corresponde apenas à energia liberada na forma de calor, descontando a energia utilizada na vaporização da água (SOUSA, 2019).

A figura 13 representa o método de medição do poder calorífico baseado no balanço de energia durante a combustão completa da amostra, em um calorímetro, onde o combustível é queimado com oxigênio puro a volume constante, e o calor liberado é

transferido para a água do calorímetro, onde tem um termômetro para quantificar a variação de temperatura dessa água.

Figura 13 - Representação do interior de um calorímetro.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/calorimetro.htm>

A combinação das análises elementar, imediata e de poder calorífico, portanto, permite uma compreensão aprofundada das propriedades de uma biomassa e indica a rota de conversão energética mais adequada. Para ilustrar a aplicação conjunta desses métodos, pode-se tomar como exemplo um resíduo lignocelulósico de acácia (*Acacia sp.*), cujas propriedades são apresentadas no quadro 1 (BRITO *et al.*, 2018).

Quadro 1 - Propriedades e composição da biomassa lignolítica em estado bruto.

Parâmetro		Unidade	Valor
PCI (base húmida)		(MJ/kg)	17,0
Análise imediata	Humidade	(% massa)	14,2
	Voláteis	(% massa)	49,7
	Carbono Fixo	(% massa)	32,1
	Cinzas	(% massa)	4,0
Análise elementar	Azoto	(% massa)	0,3
	Carbono	(% massa)	44,1
	Hidrogênio	(% massa)	5,6
	Enxofre	(% massa)	0,0
	Oxigênio	(% massa)	49,9

Fonte: BRITO, *et al.*, 2018.

A análise desses dados permite a seguinte interpretação: o PCI de 17,0 MJ/kg já indica um bom potencial energético. Ao observar a análise imediata, nota-se um alto teor de materiais voláteis (49,7%) em comparação com o carbono fixo (32,1%), essa característica sugere que uma grande parte da energia do material será liberada na forma de gás durante o aquecimento, tornando processos de conversão termoquímica gasosa, como a gaseificação ou a pirólise, mais eficientes do que a queima direta para a produção de carvão. A análise elementar, por sua vez, complementa essa visão, mostrando um elevado teor de carbono (44,1%) e um teor nulo de enxofre (0,0%), o que indica um combustível com alto potencial energético e baixo potencial de emissão de poluentes como o SO₂.

Dessa forma, a avaliação integrada dos dados permite inferir que a conversão em gás de síntese (gaseificação) seria uma estratégia altamente eficiente para o aproveitamento energético deste resíduo específico.

3.5 CONTEXTO REGIONAL

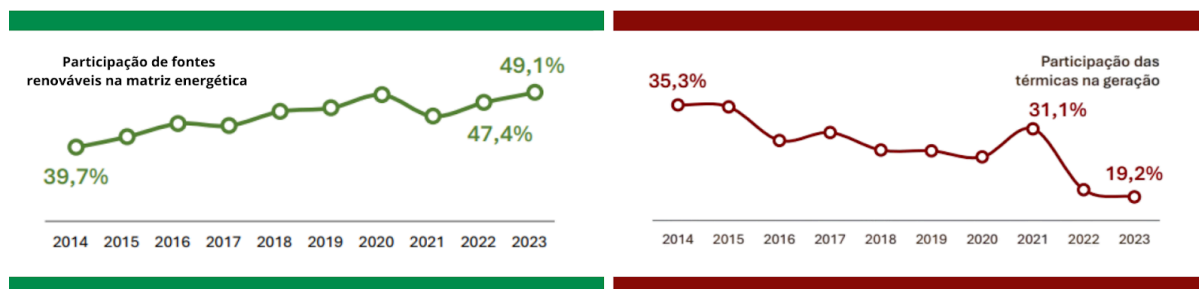
A análise do contexto regional é fundamental para compreender as condições locais que favorecem ou limitam o desenvolvimento da bioenergia. Esse tipo de investigação não se restringe apenas à descrição da realidade econômica e produtiva de uma região, mas envolve também a identificação de iniciativas já existentes, do potencial de geração de recursos, bem como da articulação entre universidades, setor produtivo e o poder público. Nesse sentido, compreender o contexto regional é relevante não apenas para avaliar a capacidade de produção de bioenergia, mas também para indicar possibilidades de inovação, integração de cadeias produtivas e geração de valor a partir de recursos locais (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2022).

No nível nacional, o Brasil apresenta uma matriz elétrica fortemente baseada em fontes renováveis. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2025, essas fontes representam 89,2% da oferta interna de eletricidade, mantendo-se acima de 70% ao longo das últimas duas décadas. O estado do Paraná contribui de maneira expressiva para esse cenário, sendo responsável por 17,1% da eletricidade gerada no país e por 59,5% da produção da Região Sul (BRASIL, 2025), essa relevância do estado paranaense no cenário energético nacional, deve-se principalmente a presença da Usina Hidrelétrica de Itaipu na região, essa usina é a maior geradora de energia limpa do mundo e abastece grande parte do Brasil e do Paraguai.

A energia hidrelétrica constitui a espinha dorsal da geração de eletricidade no Brasil. Apesar dos benefícios em termos de emissões reduzidas de gases de efeito estufa, as secas enfrentadas pelo país revelaram uma dependência crítica do Brasil da hidroeletricidade e evidenciaram a vulnerabilidade do sistema elétrico (IEMA, 2021). Quando a produção hidrelétrica cai, o Brasil geralmente recorre às termelétricas, que geram energia a partir da queima de gás natural, bagaço de cana e lenha.

Em 2021, a produção de energia hidrelétrica no Brasil sofreu uma queda significativa em decorrência de uma severa crise hídrica. A escassez de chuvas reduziu drasticamente os níveis dos reservatórios que abastecem as usinas, especialmente na bacia do Rio Paraná, que registrou volumes de água extremamente baixos (CORREIO BRAZILIENSE, 2021). Esse cenário comprometeu de forma expressiva a geração hidrelétrica, exigindo maior acionamento das termelétricas. Essa dinâmica pode ser observada na figura 14, que evidencia o aumento da participação das termelétricas justamente nos períodos de baixa produção hidrelétrica.

Figura 14 - Comparação da participação de renováveis e de termelétricas na geração de energia no Brasil



Fonte: Adaptado BEN, 2025.

As termelétricas responderam por cerca de 20% da geração elétrica nacional em 2024, totalizando 151,2 TWh (BRASIL, 2025). Apesar de representarem uma participação menor na matriz elétrica, exercem um papel estratégico de complementaridade, assegurando o fornecimento de energia em momentos de instabilidade e contribuindo para a transição até que as fontes renováveis estejam plenamente consolidadas.

Essa situação evidencia a necessidade de ampliar e diversificar a participação de fontes renováveis na matriz energética, a fim de reduzir vulnerabilidades e dependências associadas a modelos convencionais. Nessa perspectiva, a sustentabilidade, entendida como a capacidade de um sistema manter sua estabilidade e funcionalidade ao longo do tempo (DE MEDEIROS, 2022), assume papel estratégico, pois orienta políticas públicas, investimentos e inovações tecnológicas voltadas à manutenção da estabilidade e da funcionalidade do sistema energético ao longo do tempo.

Nesse contexto, a bioenergia surge como uma alternativa estratégica e sustentável para diversificação da matriz elétrica. O Paraná apresenta condições particularmente favoráveis para o desenvolvimento dessa fonte de energia. Como um dos maiores produtores de grãos do país, especialmente milho e soja, o estado gera volumes significativos de resíduos agrícolas que podem ser aproveitados como biomassa para geração de energia. Em 2009, por exemplo, o estado já se destacava como o maior gerador de resíduos de milho do Brasil (IPEA, 2012).

Dada a relevância do oeste paranaense para o desenvolvimento da bioenergia, aliada à necessidade de concentrar a análise em um recorte territorial representativo e coerente com os objetivos do estudo, a pesquisa adota a Mesorregião Oeste do Paraná como foco principal. Até 2017, o IBGE agrupava municípios com características econômicas, sociais e geográficas semelhantes em unidades territoriais integradas (IBGE, 2012) e, posteriormente, passou a adotar a divisão em Regiões Geográficas Intermediárias, mas este estudo, optou pelo recorte histórico das mesorregiões, pois permite analisar a região como uma unidade coesa, evitando a fragmentação dos resultados. Composta por 50 municípios, a mesorregião ocupa uma área de 22.777,8 km², correspondente a aproximadamente 11,4% da extensão territorial do Paraná, e abrigava 1.569.111 habitantes segundo o Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2023).

Segundo o relatório *Oeste do Paraná em Números* (2018), a região concentra 63,5% do rebanho de suínos do estado e 31,9% do efetivo de galináceos. No setor aquícola, nove dos dez maiores produtores de tilápia estão localizados no oeste paranaense, concentrando 57% da produção estadual. Além disso, sete das quinze maiores cooperativas do Paraná encontram-se na região, reforçando sua importância econômica e estrutural.

A produção de suínos, frangos, bovinos e pescado na região, assim como a produção agrícola, gera volumes significativos de resíduos que podem ser aproveitados para geração de energia, especialmente por meio da produção de biogás. Como pode ser observado no quadro 2 abaixo, a produção de biomassa gerada nos abatedouros do oeste do Paraná é bastante representativa quando comparada ao total do estado, que por sua vez é o quarto maior produtor do país, com 742.000 metros cúbicos por dia e 198 plantas de biogás instaladas, das quais 136 são de origem agropecuária (SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 2024). Observa-se neste quadro que a produção de suínos, embora menor em número de cabeças que a de frangos, possui uma relação OP/PR de 68%, demonstrando sua contribuição significativa para a biomassa estadual. O pescado, mesmo gerando menores volumes de efluentes, indica que diferentes setores produtivos contribuem para a relevância energética da região oeste.

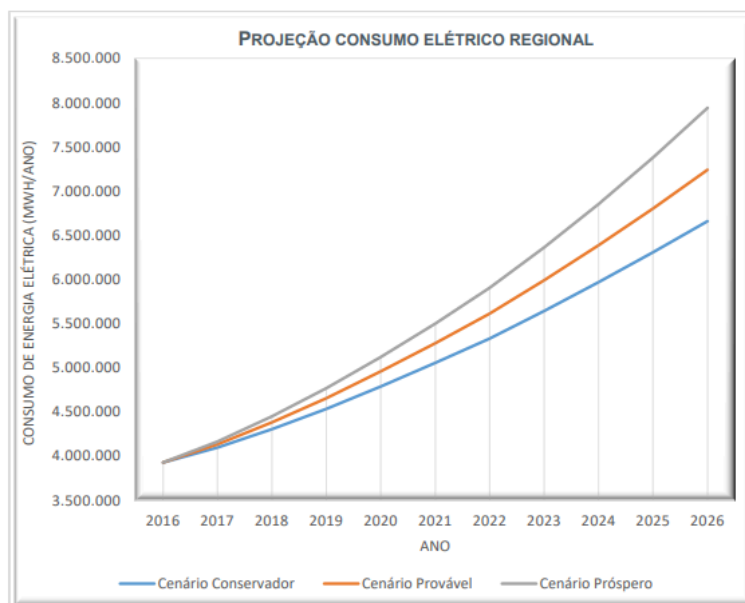
Quadro 2 - Potencial de produção de energia a partir da biomassa de abatedouros do oeste do Paraná em relação à produção do estado.

Abate	Cabeça/ano ¹ Tonelada/ano ²	Efluente (m ³ .ano)	Biogás (m ³ .ano)	Energia Elétrica (MWh/ano)	Relação OP/PR
Frango	575.915.754 ¹	18.717.262	11.374.336	16.265	29%
Suínos	6.142.516 ¹	9.023.356	6.004.002	8.585	68%
Bovinos	161.035 ¹	942.055	621.756	889	13%
Pescado	47.632 ²	333.430	174.813	249	52%

Fonte: STILPEN, 2018.

Esse mesmo estudo aponta que a qualidade da energia que vem da distribuidora é deficitária, com frequência e duração de quedas que causam prejuízo aos produtores rurais e às cooperativas. A deficiência na qualidade da energia elétrica fornecida pela distribuidora, reforça a importância estratégica de estabelecer a geração e cogeração de energia a partir dessa abundância de biomassa que tem na região, que além de fortalecer a resiliência energética do setor produtivo a bioenergia ainda pode ajudar a promover a independência dos produtores diante da vulnerabilidade estrutural da rede de distribuição, ampliando sua competitividade e sustentabilidade econômica.

Além disso, o oeste do Paraná projeta um aumento significativo no consumo de energia nos próximos anos, conforme ilustrado na figura 15, impulsionado pelo crescimento populacional e pela expansão das atividades agrícolas e industriais. A modernização do setor agropecuário, que adota novas tecnologias e maquinários, demanda mais eletricidade, enquanto a urbanização crescente eleva as necessidades energéticas de residências e serviços. Para atender a essa demanda crescente de forma eficiente, será fundamental um planejamento estratégico com foco em diversificar as fontes de energia renováveis e em ampliar a capacidade de distribuição.

Figura 15 - Projeção de consumo de energia elétrica do oeste do Paraná

Fonte: STILPEN, 2018.

Diante desse contexto, é importante destacar que o próprio estado do Paraná vem demonstrando interesse em consolidar a bioenergia como vetor estratégico de desenvolvimento sustentável. Iniciativas recentes apontam para um esforço coordenado entre governo, academia e setor produtivo, com vistas a transformar o potencial energético do oeste em ganhos concretos de competitividade e inovação. Exemplo disso é a pesquisa desenvolvida pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila), no âmbito do programa Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação (NAPI-Oeste), que analisou a eficiência termodinâmica de sete cidades da região. O estudo revelou que Foz do Iguaçu apresenta destaque no cenário, com potencial de economia anual de até R\$ 10 milhões por meio da substituição de fontes tradicionais pelo uso da biomassa energética, além de ganhos diretos de eficiência superiores a 2% (HARTMANN; COZER; GARCIA-ACEVEDO, 2025).

Além disso, o Governo do Paraná apoia a geração energia elétrica a partir de fontes renováveis por meio da Política Estadual do Biogás e Biometano (PARANÁ, 2018), um marco legal que estabelece incentivos fiscais estratégicos, como a isenção de ICMS na aquisição de equipamentos para geração a partir de biogás. Como instrumento para colocar essa política em prática o Estado criou o Programa Paraná Energia Rural Renovável, o RenovaPR (PARANÁ, 2021), esse programa, coordenado pelo Sistema Estadual de Agricultura, por meio da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – Iapar-Emater (IDR-Paraná) oferece linhas de financiamento e equalização de taxas de juros para incentivar a geração distribuída e uso de energia renovável, em especial biomassa e solar, nas unidades produtivas rurais paranaenses.

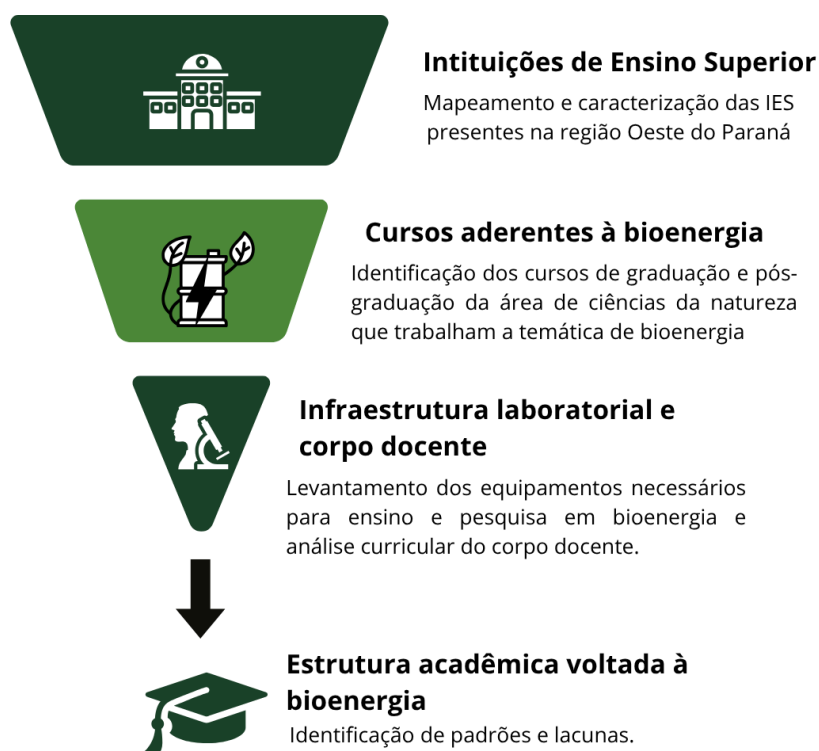
No âmbito da inovação, a presença do Parque Tecnológico de Itaipu (Itaipu Parquetec) no oeste do Paraná reforça ainda mais a relevância regional para o setor energético. Embora existam outros parques tecnológicos no estado, o Itaipu Parquetec se destaca no contexto energético regional pelo foco em soluções energéticas sustentáveis e

pelo papel que desempenha na articulação entre ciência, mercado e políticas públicas. Nesse espaço estão instaladas instituições estratégicas, como o Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás), escolas e campi universitários, entre eles o da Unioeste e o da Unila, essa integração amplia a capacidade da região de transformar seu potencial produtivo em inovação aplicada. Projetos como a planta de biogás para abastecimento veicular e o desenvolvimento de combustíveis sustentáveis de aviação, o SAF (BEZUTTI, 2024), demonstram como o oeste do Paraná, ao concentrar tanto recursos naturais quanto estruturas de pesquisa de ponta, se posiciona como território estratégico para a consolidação da bioenergia.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho buscou estruturar um percurso sistemático para a coleta e análise de informações relacionadas à estrutura acadêmica de bioenergia nas IES da região oeste do Paraná. Para tanto, a metodologia adotada se iniciou com um levantamento macro do cenário educacional da região e, posteriormente, afunilou-se em análises mais específicas relacionadas à área de bioenergia, como ilustrado pela figura 16.

Figura 16 - Funil metodológico para análise da estrutura acadêmica



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A pesquisa seguiu uma abordagem exploratória, uma maneira de estudar um campo que ainda não é completamente conhecido (RAUPP; BEUREN, 2006), baseada em levantamento bibliográfico e documental. Ressalta-se que as informações obtidas por meio das fontes utilizadas estão sujeitas a atualizações e alterações ao longo do tempo, por isso, é importante destacar que a etapa de coleta de dados ocorreu no período de março a junho de 2025. Os dados coletados nesta pesquisa, de natureza tanto qualitativa quanto quantitativa, foram organizados e sistematizados empregando diferentes abordagens: mapas temáticos que foram elaborados com o auxílio da plataforma MapChart (MAPCHART, 2025); fluxogramas e gráficos que foram criados na plataforma de design Canva (CANVA, 2025); e os demais dados foram apresentados em tabelas e em apêndices.

Os dados relativos à infraestrutura e ao perfil docente foram submetidos a uma análise comparativa entre as IES, visando a construção de um panorama integrado da estrutura acadêmica dedicada à bioenergia no oeste do Paraná.

4.1 MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

O mapeamento das IES foi realizado a partir de consultas sistemáticas à plataforma e-MEC, base de dados oficial do Ministério da Educação (BRASIL, 2024). A pesquisa considerou exclusivamente cursos presenciais, abrangendo tanto instituições públicas quanto privadas. Foram incluídas as tipologias institucionais: universidades, centros universitários, faculdades e institutos federais. A busca foi executada para cada município pertencente à região oeste do Paraná. Além disso, foi realizado um levantamento da oferta de cursos de graduação e pós-graduação, diferenciando, neste último caso, entre as modalidades *lato sensu* e *stricto sensu*.

4.2 RECONHECIMENTO DOS CURSOS SUPERIORES ADERENTES À ÁREA DE BIOENERGIA

Em virtude da oferta ainda incipiente de programas específicos de bioenergia, torna-se relevante considerar também outras formações acadêmicas com potencial de interface com a área. Assim, este estudo buscou contemplar não apenas cursos explicitamente voltados à bioenergia, mas também aqueles que, de forma indireta, abordam a temática.

Para o reconhecimento dos cursos aderentes à temática da bioenergia, aplicou-se um protocolo de seleção em duas etapas, baseado em uma abordagem dedutiva, definida por Pasold (2001) como o método que 'parte de uma formulação geral e, a partir dela, busca-se analisar suas partes para sustentar essa formulação'.

Na primeira etapa, realizou-se um filtro inicial por Áreas do Conhecimento, conforme a classificação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES (BRASIL, 2024), com o objetivo de restringir o universo de cursos a um conjunto potencialmente relevante, identificando as áreas que continham conteúdos pertinentes ao estudo e, assim, tornar mais eficiente a etapa seguinte, realizada a nível de curso.

O critério para incluir os cursos de uma Área do Conhecimento na análise é conter ao menos uma subárea diretamente relacionada aos seguintes temas: (i) conteúdos não específicos das ciências de base (ex. química, física e biologia); (ii) tecnologias de conversão e aproveitamento energético (ex: microbiologia industrial, termodinâmica, aproveitamento de rejeitos); (iii) áreas de aplicação interdisciplinar (ex: biotecnologia, ciências ambientais).

Embora a bioenergia seja um campo multidisciplinar que abrange 13 temas essenciais (GRZYB *et al.*, 2018), e se reconhece a relevância dos elementos legais, sociais e mercadológicos do setor, o escopo do presente trabalho se limitou a analisar os aspectos técnico-científicos da bioenergia, considerando os seguintes temas fundamentais: (i) processos de conversão da biomassa; (ii) tipos de bioenergia; (iii) composição da biomassa; (iv) os fundamentos não específicos das ciências de base aplicados ao tema.

Uma vez definido o subconjunto de cursos a partir do filtro por Área do Conhecimento, a análise avançou para a segunda etapa, que consistiu em um exame documental detalhado dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) de cada curso do grupo pré-selecionado. O objetivo desta fase foi identificar a presença de componentes

curriculares que abordassem os temas fundamentais de bioenergia previamente definidos no escopo. Para uma maior assertividade na análise, a inclusão de um curso na amostra final foi feita considerando não apenas o título das disciplinas, mas também a leitura das ementas, além das linhas de pesquisa no caso das pós-graduações. Foram excluídos da seleção os cursos cuja atuação estivesse restrita à produção de biomassa, apresentando apenas contextos teóricos sem aplicação tecnológica direta na bioenergia.

4.3 ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA LABORATORIAL E CORPO DOCENTE

A etapa final da metodologia aprofundou o diagnóstico da estrutura acadêmica, concentrando-se em dois pilares essenciais para a formação e o desenvolvimento de pesquisa: a infraestrutura laboratorial e o perfil do corpo docente. A análise conjunta desses componentes teve como objetivo mapear a capacidade instalada das instituições, permitindo avaliar não apenas a oferta de ensino, mas também o potencial efetivo para a condução de pesquisa e inovação no setor de bioenergia.

4.3.1 Levantamento da infraestrutura laboratorial das IES

O levantamento da infraestrutura laboratorial foi conduzido em etapas sequenciais, assegurando uma análise padronizada e comparativa entre as diferentes instituições. Inicialmente, elaborou-se um instrumento de referência na forma de uma tabela-guia, visto que não existe um inventário consolidado de equipamentos específicos para a área de bioenergia.

A construção desta tabela-guia partiu de uma revisão da literatura, na qual foram mapeadas as etapas cruciais da pesquisa em bioenergia (desde o preparo da matéria-prima, passando pelas rotas de conversão, até a caracterização dos produtos finais) e listados os equipamentos laboratoriais correspondentes a cada fase. O método de elaboração da tabela constitui uma busca indireta, por se basear na pesquisa bibliográfica e documental como procedimento de investigação (DE MATTOS *et al.*, 2017).

Após o estabelecimento deste instrumento, a análise pôde avançar para a etapa seguinte, que consistiu na consulta dos portais e documentos públicos de cada IES reconhecida como aderente a área, utilizando a tabela como um checklist para verificar a presença dos principais equipamentos que podem ser empregados nas atividades de ensino e pesquisa em bioenergia nas IES da região.

4.3.2 Análise do perfil docente

Inicialmente, realizou-se um levantamento do corpo docente de cada curso previamente reconhecido como aderente à bioenergia, considerando todos os professores com algum tipo de vinculação à instituição, seja como permanente, colaborador ou visitante, agrupando-os por IES. Em seguida, conduziram-se consultas sistemáticas à Plataforma Lattes, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2025) para avaliar detalhadamente o currículo de cada docente.

A análise curricular teve como objetivo específico identificar a experiência de cada docente com a temática da bioenergia, sem realizar juízo de valor sobre o nível de profundidade ou a centralidade do tema em suas carreiras. Para garantir um mapeamento abrangente, o critério de inclusão considerou qualquer docente que apresentasse ao menos

uma ocorrência de palavras-chaves como bioenergia, resíduos, biogás, biometano, etanol, biodiesel, hidrogênio, biohidrogênio, pellets, briquetes, biocombustíveis, biocatálise, biodegradação, biodigestão, biomassa, fermentação e bioprocessos, nos seguintes campos: (i) formação acadêmica; (ii) formação complementar; (iii) linhas de pesquisa; (iv) patentes e registro; (v) produção bibliográfica; (vi) projetos de pesquisa; (vii) orientações; (viii) bancas. Com o intuito de enriquecer a análise e contextualizar essas informações, o levantamento registrou não apenas as experiências pontuais com bioenergia, mas também a principal área de atuação de cada professor, conforme declarada no Lattes.

Para complementar o mapeamento de competências, foram analisados indicadores de produtividade acadêmica e de colaboração científica. Realizou-se, portanto, um levantamento quantitativo das orientações de trabalhos de graduação, dissertações e teses concluídas por cada docente como orientador principal. Adicionalmente, foram identificados os professores com bolsas de produtividade em pesquisa do CNPq e registradas as afiliações quando o docente colabora com mais de uma instituição, a fim de evidenciar as redes de cooperação interinstitucional.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa revelam a configuração das IES no oeste do Paraná, assim como suas capacidades e vocações. A exposição dos dados segue a trajetória metodológica proposta, iniciando-se com uma visão geral das instituições para, em seguida, aprofundar-se na análise dos cursos, infraestrutura e formação docente. Além da exposição quantitativa dos dados, esta seção busca discutir criticamente as implicações dos resultados encontrados.

5.1 LEVANTAMENTO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

No primeiro momento, foi realizado um levantamento das IES situadas no oeste do Paraná, com o objetivo de mapear a presença e a distribuição da oferta acadêmica na região. Esse levantamento contemplou informações institucionais básicas, como nome, tipo, sigla, natureza (pública ou privada), município de localização e número de cursos de graduação e pós-graduação oferecidos, bem como a listagem completa de seus respectivos cursos, todas essas informações foram organizadas em uma planilha, apresentada no Apêndice A ao final deste trabalho.

O levantamento realizado identificou a existência de 33 unidades (campi) de IES no oeste do Paraná, correspondentes a 19 instituições distintas. Essa diferença se deve ao fato de algumas instituições manterem mais de um campus em diferentes municípios da região, como é o caso do Instituto Federal do Paraná (IFPR), que foi contabilizado como uma única instituição, apesar de possuir quatro campi ativos na região. Outros exemplos de instituições com múltiplas unidades também foram observados, conforme apresentado na tabela 1.

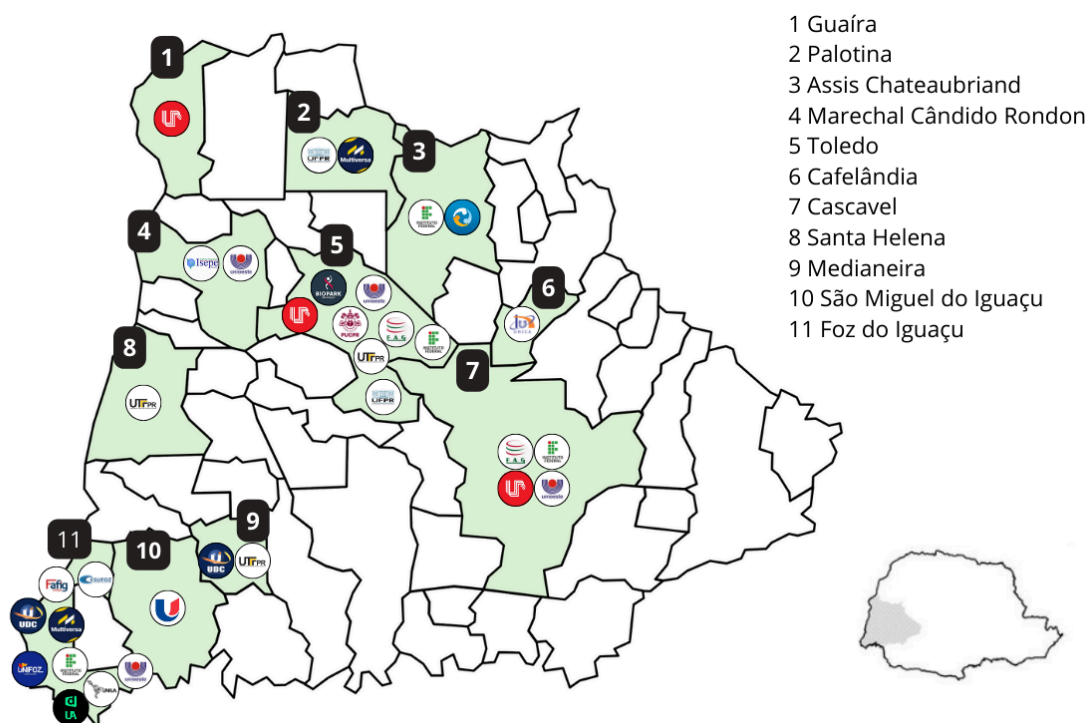
Tabela 1 - Distribuição das IES do oeste do Paraná por número de campus e municípios atendidos

Instituição	Número de Campus	Municípios
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)	4	Cascavel, Toledo, Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	3	Medianeira, Toledo, Santa Helena
Universidade Federal do Paraná (UFPR)	2	Palotina, Toledo
Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)	1	Foz do Iguaçu
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)	1	Toledo
Universidade Paranaense (UNIPAR)	3	Cascavel, Guaíra, Toledo

Instituto Federal do Paraná (IFPR)	4	Foz do Iguaçu, Assis Chateaubriand, Cascavel, Toledo
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG)	2	Cascavel, Toledo
Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC)	2	Foz do Iguaçu, Medianeira
Faculdade Multiversa	2	Foz do Iguaçu, Palotina
Faculdade UNIGUAÇU	1	São Miguel do Iguaçu
Centro de Ensino Superior de Foz do Iguaçu (CESUFOZ)	1	Foz do Iguaçu
Centro Universitário União das Américas Descomplica (UNIAMÉRICA)	1	Foz do Iguaçu
Faculdade BIOPARK	1	Toledo
Faculdade UNICA	1	Cafelândia
Faculdade FAFIG	1	Foz do Iguaçu
Faculdade UNIFOZ	1	Foz do Iguaçu
Faculdade ISEPE RONDON	1	Marechal Cândido Rondon
Faculdade UNIMEO/CTESOP	1	Assis Chateaubriand

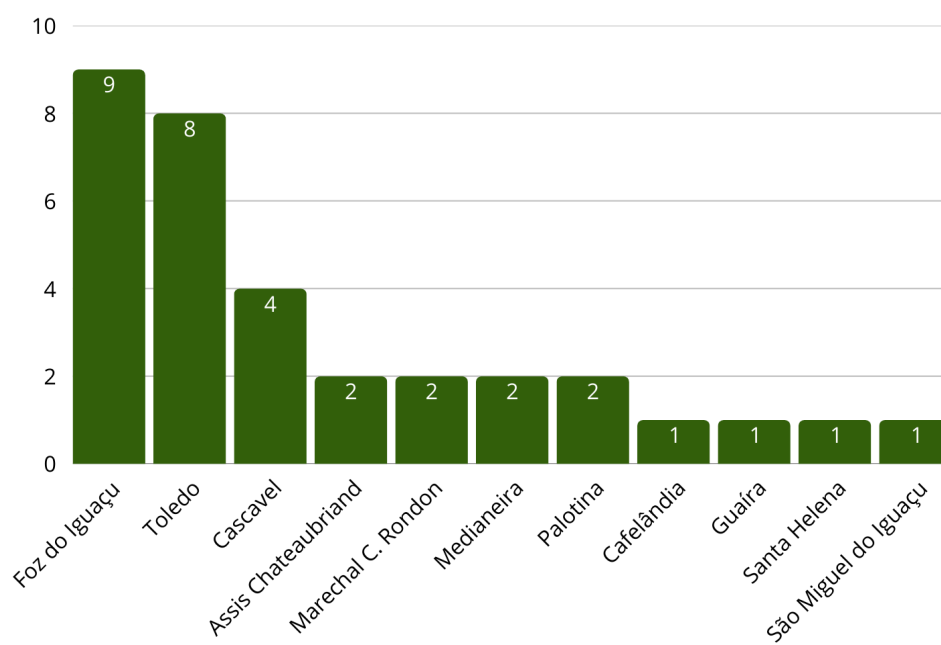
Fonte: Elaboração própria, 2025.

As IES com atividades de ensino presencial estão distribuídas em 11 (22%), dos 50 municípios que compõem a mesorregião oeste do Paraná. A distribuição geográfica dessas IES está representada na figura 17.

Figura 17 - Distribuição geográfica das IES do oeste do Paraná

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Os dados mostraram que Foz do Iguaçu concentra 9 campi (27,27% do total), Toledo, 8 campi (24,24%), seguidos de Cascavel, com 4 campi (12,12%). Juntos, esses três municípios somam 63,63% de todos os campi da região, enquanto demais oito municípios com presença de IES dividem os 12 campi restantes, com participações individuais que variam entre 1 e 2 unidades cada, conforme apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Número de campi de IES por município da mesorregião oeste do Paraná

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A análise ainda revelou que o sistema de ensino superior da região, detalhado na Tabela 2, é composto majoritariamente por faculdades, totalizando 8 instituições desse tipo, seguidas por 6 universidades e 4 centros universitários. Ainda que a rede privada responda por 73,68% das instituições, a distribuição de campi mostra uma presença mais equilibrada quando se considera o total de unidades: o setor público representa 42,42% dos campi, com forte presença justamente nas cidades-polo.

Tabela 2 - Distribuição das IES do oeste do Paraná por tipo e natureza administrativa

Tipo de Instituição	Quantidade de Instituições	Natureza Administrativa
Universidade	4	Pública
	2	Privada
Centro Universitário	4	Privada
Faculdade	8	Privada
Instituto Federal	1	Pública

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A tabela 3 amplia essa perspectiva ao comparar a natureza dos cursos ofertados na região. Observa-se que as instituições privadas dominam a oferta de cursos de graduação (230 cursos, 66,3% do total) e pós-graduações *lato sensu* (198 cursos, 83% do total), desempenhando um papel central na expansão da formação inicial e na capacitação profissional de curto e médio prazo. Por outro lado, a totalidade das pós-graduações *stricto sensu*, sendo 93 cursos de mestrado e doutorado, está concentrada no setor público. Isso significa que toda a formação acadêmica avançada, necessária para o desenvolvimento científico e tecnológico regional, depende exclusivamente das universidades públicas.

Tabela 3 - Natureza dos cursos ofertados por pelas IES do oeste do Paraná

Natureza	Graduação	<i>Lato Sensu</i>	<i>Stricto Sensu</i>
Pública	117	31	93
Privada	230	151	0

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Em síntese, a distribuição das IES no oeste do Paraná está concentrada em seus principais centros urbanos, essa oferta do ensino superior em polos regionais é uma característica comum, já que não é viável que todos os municípios possuam instituições próprias. O arranjo atual permite certa cobertura territorial, ao mesmo tempo em que evidencia as diferentes vocações entre o setor público e o privado.

5.2 RECONHECIMENTO DOS CURSOS SUPERIORES ADERENTES À ÁREA DE BIOENERGIA

O primeiro resultado do protocolo de seleção foi obtido a partir da aplicação de um filtro baseado nas Grandes Áreas do Conhecimento definidas pela CAPES, conforme descrito na metodologia. Esse procedimento teve como objetivo delimitar o universo de análise, concentrando a investigação apenas nos cursos com maior potencial de aderência à temática da bioenergia. A partir dos 3 critérios de seleção estabelecidos, que consideravam a presença de subáreas técnico-científicas relevantes, foi possível excluir da análise todos os cursos pertencentes às Grandes Áreas de Ciências da Saúde, Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas e Linguística, Letras e Artes. A tabela 4 apresenta o resultado detalhado deste primeiro filtro, indicando que cinco das nove Grandes Áreas foram selecionadas, o que possibilitou o recorte inicial de cursos potencialmente elegíveis para a etapa seguinte de análise dos PPCs.

Tabela 4 - Análise de pertinência das Grandes Áreas do Conhecimento ao escopo do estudo

Grande Área do Conhecimento	Subárea(s) relevante(s) identificada(s)	Critério atendido
1. Ciências Exatas e da Terra	Química; Física	Critério (i): Contém ciências de base fundamentais para os processos de conversão energética.
2. Ciências Biológicas	Bioquímica; Biofísica; Microbiologia	Critérios (i) e (ii): Abrange as ciências de base e as tecnologias microbiológicas essenciais para as rotas de conversão biotecnológicas.
3. Engenharias	Engenharia Química; Engenharia Sanitária; Engenharia Mecânica	Critério (ii): Contempla áreas de aplicação direta em tecnologias de conversão e aproveitamento energético.
4. Ciências da Saúde	N/A	Nenhuma subárea atende aos critérios estabelecidos.
5. Ciências Agrárias	Engenharia Agrícola; Recursos Florestais e Engenharia Florestal	Critério (ii): Possui subáreas focadas no aproveitamento energético de resíduos e processamento de biomassa.
6. Ciências Sociais Aplicadas	N/A	Nenhuma subárea atende aos critérios estabelecidos.
7. Ciências Humanas	N/A	Nenhuma subárea atende aos critérios estabelecidos.
8. Linguística, Letras e Artes	N/A	Nenhuma subárea atende aos critérios estabelecidos.
9. Multidisciplinar	Biotecnologia; Ciências Ambientais	Critério (iii): Contém áreas de aplicação interdisciplinar diretamente alinhadas ao escopo do trabalho.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Com base no conjunto de cursos pertencentes às cinco Grandes Áreas pré-selecionadas, a análise avançou para a segunda etapa, o reconhecimento, à nível de curso, dos aderentes à área de bioenergia. Conforme a metodologia, a avaliação de cada PPC foi guiada pela busca dos quatro temas fundamentais de viés técnico-científico: (i) processos de conversão da biomassa; (ii) tipos de bioenergia; (iii) composição da biomassa; (iv) fundamentos não específicos das ciências de base aplicados ao tema.

Para sistematizar e conferir transparência a este processo, as informações detalhadas da análise de cada curso pertencente às Áreas pré-selecionadas foram organizadas em uma planilha, apresentada no Apêndice B ao final deste trabalho. Neste apêndice, é possível consultar qual disciplina ou linha de pesquisa específica justificou a inclusão de cada curso na amostra final. A título de exemplo, foram encontradas disciplinas como:

- *Composição e Caracterização de Biomassa e Biocombustíveis;*
- *Microbiologia Industrial;*
- *Síntese e Degradação de Materiais e Biocombustíveis;*
- *Aproveitamento de Resíduos para Fins Energéticos.*

A seleção dos cursos reconhecidos como aderentes à temática de bioenergia está apresentada na tabela 5. Ao total foram reconhecidos 28 cursos, incluindo graduação e pós-graduação, distribuídos entre seis municípios: Cascavel, Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon, Medianeira, Palotina e Toledo.

Tabela 5 - Cursos aderentes a área da bioenergia nas IES do oeste do Paraná

Município	IES	Cursos
Cascavel	UNIOESTE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura 2. Doutorado em Engenharia de Energia na Agricultura 3. Mestrado em Engenharia e Tecnologia Ambiental* 4. Doutorado em Engenharia e Tecnologia Ambiental*
Foz do Iguaçu	UNILA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacharelado em Biotecnologia 2. Bacharelado em Engenharia de Energia 3. Bacharelado em Engenharia Química 4. Mestrado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade 5. Doutorado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade
Marechal Cândido Rondon	UNIOESTE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável 2. Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável
Medianeira	UFTPR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacharelado em Engenharia Ambiental 2. Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás 3. Mestrado em em Tecnologias Ambientais

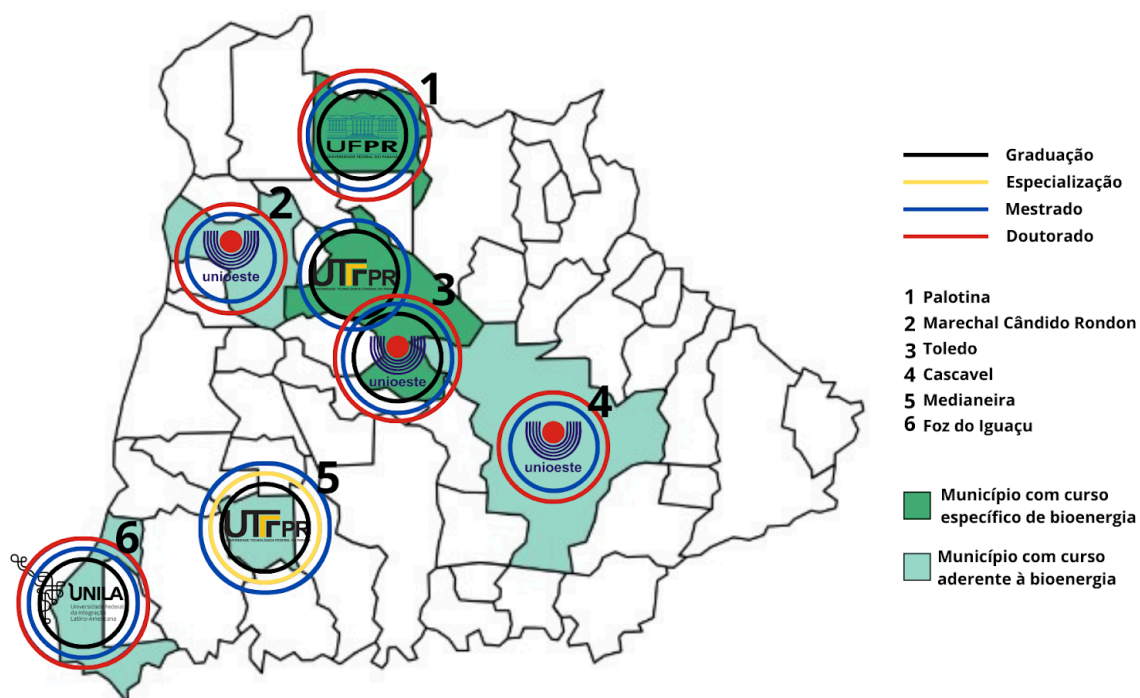
Palotina	UFPR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia 2. Bacharelado em Engenharia de Energia 3. Mestrado em Bioenergia 4. Doutorado em Bioenergia 5. Mestrado em Biotecnologia 6. Mestrado em Engenharia e Tecnologia Ambiental* 7. Doutorado em Engenharia e Tecnologia Ambiental*
Toledo	UFTPR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia 2. Mestrado em em Processos Químicos e Biotecnológicos
	UNIOESTE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacharelado em Engenharia Química 2. Mestrado em Engenharia Química 3. Doutorado em Engenharia Química 4. Mestrado em Bioenergia 5. Doutorado em Bioenergia

Fonte: Elaboração própria, 2025.

É fundamental destacar que os cursos de Mestrado e Doutorado em "Engenharia e Tecnologia Ambiental", ofertados em Palotina (UFPR) e Cascavel (Unioeste), é um curso de associação em rede. Isso significa que as duas universidades atuam em conjunto, compartilhando recursos, infraestrutura e corpo docente para oferecer o programa, o que potencializa a capacidade de pesquisa e formação, além de promover a colaboração interinstitucional e o intercâmbio de conhecimentos e expertises entre os campus e suas respectivas equipes.

Observou-se também que, embora existam cursos de graduação com conteúdos relacionados à bioenergia, os cursos específicos da área estão concentrados à nível de pós-graduação. Isso ocorre porque as graduações, ao seguirem diretrizes curriculares nacionais mais generalistas, tendem a oferecer formações amplas, enquanto a pós-graduação possui maior flexibilidade para ofertar em seus programas temas emergentes e regionais, como a bioenergia.

Das sete IES com oferta de cursos aderentes à área de bioenergia, apenas duas oferecem cursos específicos de bioenergia, a UFPR (Palotina) e a Unioeste (Toledo), como apresentado na figura 18. A oferta de cursos específicos de bioenergia pode representar uma estratégia relevante para municípios que desejam se consolidar como referências regionais em inovação e sustentabilidade energética.

Figura 18 - Aderência das IES do oeste do Paraná a área da bioenergia

Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.3 INFRAESTRUTURA LABORATORIAL

A análise da infraestrutura laboratorial foi realizada a partir do protocolo detalhado na metodologia, com os dados sendo consolidados em nível institucional. Ou seja, a investigação focou nas sete instituições que abrigam os 28 cursos reconhecidos como aderentes à área.

O primeiro resultado deste procedimento foi a construção da tabela 6, que é uma tabela-guia de equipamentos, que lista e categoriza os principais equipamentos laboratoriais utilizados em pesquisas e práticas aplicadas à área da bioenergia. Embora essa tabela possa não abranger a totalidade dos equipamentos existentes, ela serviu como um guia prático e padronizado para orientar o levantamento da infraestrutura laboratorial nas IES.

Tabela 6 - Equipamentos laboratoriais relevantes para bioenergia

Categoria	Equipamento	Função
Preparação e Processamento de Biomassa	Processador mecânico de biomassa (Moinho de facas ou de martelo e Prensas mecânicas)	Trituração, moagem e prensagem da biomassa para reduzir granulometria e facilitar etapas posteriores
	Forno mufla	Queima controlada para análise de cinzas ou calcinação de resíduos
	Analizador de umidade	Determinação do teor de umidade da biomassa

	Prensa mecânica	Extração de líquidos ou compactação de materiais vegetais
Caracterização Físico-Química e Energética	Analizador de composição elementar (CHNS-O)	Análise dos teores de carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e oxigênio da biomassa
	Balança (analítica e de precisão)	Pesagem exata de reagentes e amostras.
	Viscosímetro e densímetro	Determina a viscosidade e densidade de biocombustíveis líquidos.
	Bombas calorimétricas (calorímetro de combustão)	Mede o poder calorífico da biomassa e dos biocombustíveis.
	Cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC/ UPLC)	Separa e identifica compostos químicos presentes em biocombustíveis
	Analizador de gases (ou Cromatógrafo gasoso - GC)	Analisa a composição dos gases
	Espectrofotômetros	Mede a absorção de luz de compostos orgânicos e biomoléculas
	Medidor de pH e condutividade	Mede o pH e a condutividade elétrica de soluções
Bioprocessos	Fermentadores/ Biorreatores	Cultivo controlado de microrganismos para produção de etanol, enzimas ou bio-hidrogênio
	Autoclave	Esterilização de meios de cultura e materiais de laboratório.
	Banho-maria	Aquecimento delicado e uniforme
	Incubadoras ou câmaras de crescimento	Mantêm condições controladas de temperatura, umidade e luz para o crescimento de microalgas e microrganismos.
	Shaker	Agitação de culturas em frascos para garantir homogeneidade e oxigenação
	Cabine de Biossegurança (ou Fluxo Laminar)	Manipulação asséptica de microrganismos, culturas celulares, fermentações, inoculações.
	Sistema de purificação de água (deionizador ou Milli-Q)	Fornece água ultrapura para experimentos e preparo de reagentes.
Rotas Químicas e Transesterificação	Reatores de transesterificação	Realiza reações químicas para conversão de óleos em biodiesel.
	Capelas de exaustão de gases	Remove gases e vapores tóxicos
	Sistema de Destilação	Separação e purificação de uma mistura líquida com base em seus diferentes pontos de ebulição.
	Centrifugas	Separa as fases em amostras

Microscopia e Análise Microbiológica	Microscópios (ópticos, eletrônicos e de fluorescência)	Permitem a visualização e análise detalhada de células, microrganismos e microalgas
	Termociclador	Amplifica o material genético de microrganismos, permitindo sua detecção e identificação, mesmo em baixas concentrações
	Estufas microbiológicas	Secagem e incubação de amostras

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Após o estabelecimento do referencial, a segunda etapa da análise de infraestrutura consistiu na elaboração de um inventário detalhado dos equipamentos que estavam explicitamente documentados nos sites e nos materiais oficiais de cada uma das sete instituições analisadas, este levantamento está apresentado no Apêndice C ao final deste documento. As subseções a seguir dedicam-se à análise individual da infraestrutura de cada campus, na qual os dados do Apêndice C são comparados com o referencial de equipamentos da tabela guia (tabela 6), para discutir suas capacidades e vocações na área.

5.3.1 Infraestrutura laboratorial da Unioeste campus de Cascavel

O campus da Unioeste em Cascavel direciona suas atividades em bioenergia para aplicações voltadas à agroindústria, conforme evidenciado nas descrições dos cursos oferecidos e nas linhas de pesquisa dos programas de pós-graduação. As iniciativas concentram-se principalmente na recuperação energética de resíduos sólidos, no desenvolvimento de tecnologias acessíveis para pequenos produtores e na criação de soluções sustentáveis que atendam às demandas do setor agroindustrial regional.

O conjunto de equipamentos identificados no campus da Unioeste em Cascavel revela uma infraestrutura laboratorial diversificada, capaz de atender a diferentes etapas da cadeia de pesquisa em bioenergia.

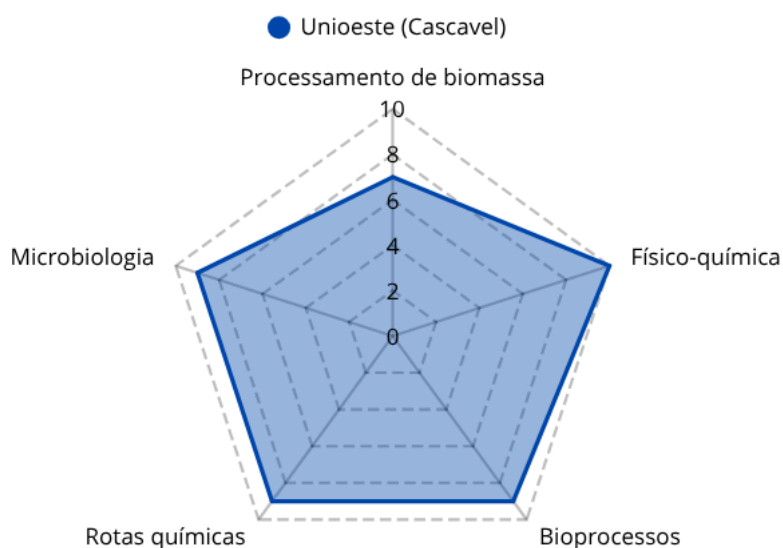
A presença de prensa extrusora de grãos e sistema extrator de lipídios possibilita estudos aplicados ao processamento de matérias-primas vegetais para produção de óleos e insumos energéticos. Equipamentos como fermentadores, biorreatores, incubadoras, agitadores, liofilizador e ultrafreezer também estão presentes e indicam capacidade para experimentos envolvendo cultivo microbiano e processos biotecnológicos, essenciais em estudos de digestão anaeróbia, de bioprocessos ou avaliação de microrganismos produtores de enzimas de interesse industrial.

A universidade conta ainda com instrumentos analíticos fundamentais como espectrofotômetros, cromatógrafos líquidos e gasosos, bombas calorimétricas e determinador de carbono e nitrogênio total, que viabilizam desde análises básicas de qualidade até investigações mais complexas sobre composição, rendimento energético e pureza de produtos gerados. Essa IES atendeu muito bem a categoria de equipamentos de caracterização físico-química demonstrando uma forte capacidade analítica. Além disso, é relevante destacar que a universidade ainda tem reator de transesterificação e uma planta de produção de biodiesel (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ, 2025).

Em síntese, os dados analisados apontam que, a Unioeste campus de Cascavel possui uma base estruturada e com forte aderência às demandas locais. O gráfico 2 apresenta uma visão geral da infraestrutura laboratorial disponível no campus voltada à

pesquisa em bioenergia conforme as cinco categorias analisadas.

Gráfico 2 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da Unioeste em Cascavel



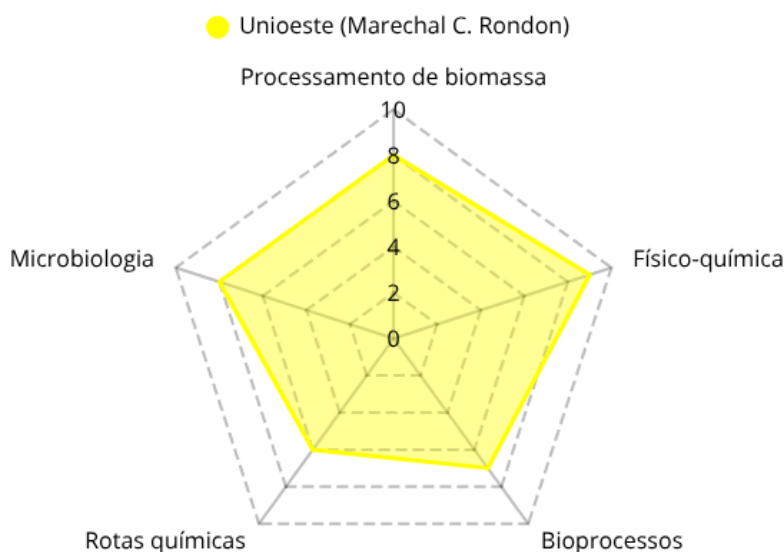
Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.3.2 Infraestrutura laboratorial da Unioeste campus de Marechal Cândido Rondon

O campus da Unioeste em Marechal Cândido Rondon apresenta um perfil acadêmico e científico voltado para o desenvolvimento rural sustentável e para inovações sociais e tecnológicas aplicadas à agricultura familiar e agroindústria regional. As linhas de pesquisa desenvolvidas enfatizam, por um lado, o planejamento e a gestão agrícola, ambiental e agroindustrial sob uma perspectiva integrada de sustentabilidade territorial, e, por outro, a promoção de inovações socioeconômicas mediadas pela extensão rural, com destaque para a utilização de energias renováveis, metodologias participativas, processos de certificação, associativismo e tecnologias sociais.

No gráfico 3 é possível perceber que a categoria de equipamentos de caracterização físico-química é a que mais se destaca nesse campus. Lá eles tem o laboratório de Cromatografia e Energia, equipado com HPLC, CG e espectrômetro de massas, além de bombas calorimétricas, essenciais para o estudo de processos de conversão de biomassa e avaliação de resíduos energéticos. Além disso, o campus conta com outros laboratórios de pesquisa, como o de Biologia Molecular, Estudos da Dinâmica Ambiental e Fertilidade do Solo, cujos equipamentos e expertises, embora voltados a diferentes áreas, podem ser integrados de forma complementar às demandas da bioenergia. No entanto, ainda há lacunas importantes na parte de processos biotecnológicos e rotas químicas, pois não há evidências de equipamentos fundamentais como biorreatores, shakers e sistemas de destilação, o que impede a realização de certos experimentos e limita a atuação da universidade em todas as etapas da cadeia de produção de bioenergia (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ, 2025).

Gráfico 3 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da Unioeste em Marechal Cândido Rondon



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.3.3 Infraestrutura laboratorial da Unioeste campus de Toledo

O campus da Unioeste em Toledo possui forte atuação em pesquisas aplicadas aos setores químico, bioquímico e energético, com destaque para o desenvolvimento de processos industriais e de tecnologias voltadas à sustentabilidade. Suas linhas de pesquisa abrangem desde o projeto e operação de plantas industriais até a modelagem, simulação e otimização de processos químicos e bioquímicos, desenvolvimento de materiais como membranas, adsorventes e catalisadores, além de estudos relacionados ao monitoramento e controle ambiental de efluentes líquidos, gasosos e resíduos sólidos. Ademais, o campus mantém atividades robustas em biocombustíveis, envolvendo desde a seleção e caracterização de biomassas até o desenvolvimento de processos de conversão e avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais, bem como pesquisas em energias renováveis diversas, incluindo solar, hidrogênio, eólica, maremotriz e sistemas híbridos inteligentes.

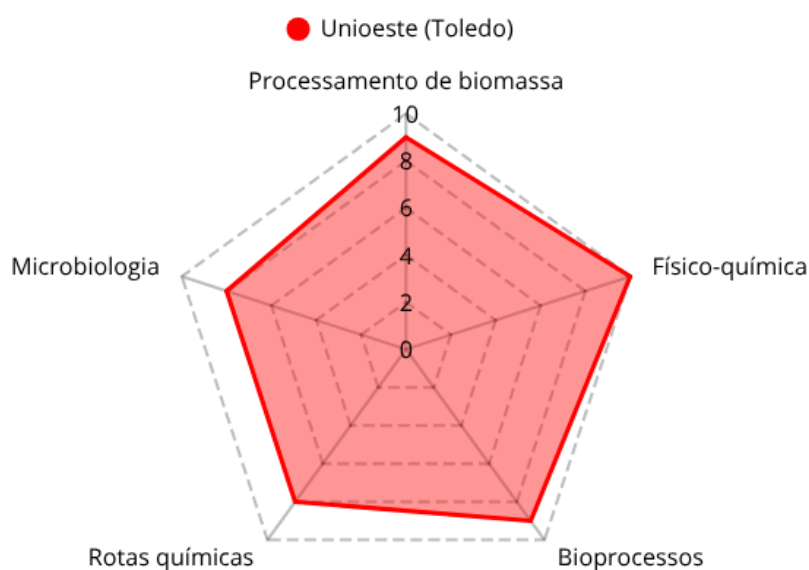
Sua infraestrutura laboratorial é ampla e diversificada, como é possível observar no gráfico 4. O campus reúne um conjunto expressivo de equipamentos de ponta, incluindo espectrofotômetros variados, como os de Espectrofotometria de Absorção no Ultravioleta-Visível (UV-Vis), Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X (EDX), Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Reflexão Total (TXRF), Espectrometria de Absorção Atômica com Chama (FAAS), Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (ETAAS) e Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES). A estrutura conta ainda com cromatógrafos líquidos de alta eficiência (HPLC) e cromatógrafos gasosos (GC), além de analisadores térmicos, como o de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) e o de Análise Termogravimétrica (TGA), e analisadores de Carbono

Orgânico Total (TOC).

Também se destacam os módulos experimentais voltados a processos de extração e conversão termoquímica, como reações de pirólise, combustão, extração supercrítica, com ultrassom, líquido pressurizado, Soxhlet e hidrodestilação. Existem vários tipos de biorreatores e de estruturas voltadas à microbiologia e fermentação, incluindo incubadoras do tipo shaker, sistema completo para realização de cultivo de microalgas, centrífugas, banho ultratermostatizado e sistemas de purificação de água (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ, 2025), o que reforça a vocação do campus para pesquisas em rotas biotecnológicas de produção de energia.

Embora esse campus não ofereça cursos específicos na área de Biotecnologia, suas formações, especialmente os cursos de Engenharia Química, abrangem de forma significativa campos correlatos, com destaque para os bioprocessos. A diversidade e a qualidade dos laboratórios permitem atuar desde as etapas iniciais de caracterização de matérias-primas até a validação de processos e produtos, consolidando o campus como um polo estratégico para o desenvolvimento de projetos de inovação aplicada na região oeste do Paraná.

Gráfico 4 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da Unioeste em Toledo



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.3.4 Infraestrutura laboratorial da UTFPR campus de Toledo

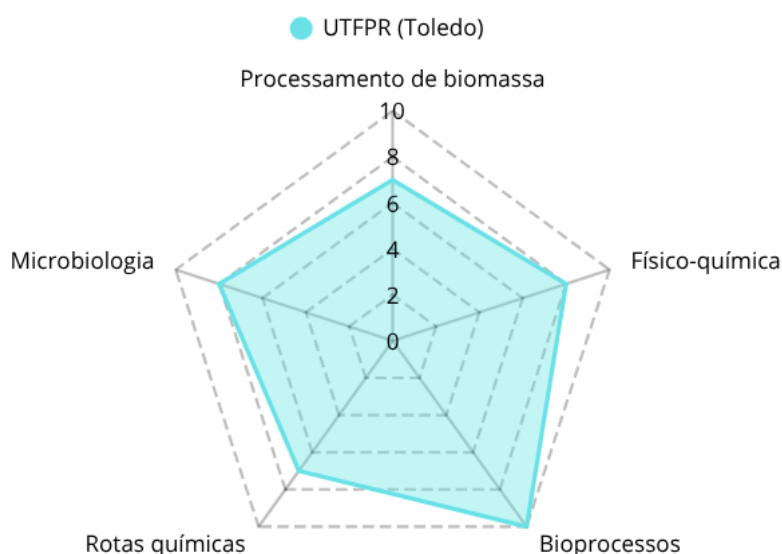
No campus da UTFPR em Toledo, os cursos selecionados como aderentes à bioenergia, como o de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, destacam-se pela formação de profissionais capacitados para atuar em diferentes setores, seja no segmento ambiental, energético, agroindustrial, médico-farmacêutico, químico ou alimentício. A formação nestes cursos prepara os egressos para projetar, monitorar e otimizar bioprocessos, desde a concepção até a aplicação industrial, além de qualificá-los para atividades de pesquisa científica e desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras.

Sua infraestrutura laboratorial reforça esse perfil, como é possível observar no gráfico 5. As práticas biotecnológicas são apoiadas por fermentadores e biorreatores, autoclaves, incubadoras, câmaras de crescimento, shakers, agitadores magnéticos e banhos-maria, compondo uma base sólida para cultivo microbiano, produção enzimática e extração de metabólitos de interesse. Esse conjunto de equipamentos permite experimentos em biologia molecular, microbiologia e análises celulares com segurança e precisão.

Outro diferencial significativo está na capacidade analítica do campus. Equipamentos como cromatógrafos gasosos e líquidos (GC e HPLC), espectrofotômetros, bombas calorimétricas, viscosímetros e balanças de precisão permitem uma avaliação detalhada da composição físico-química dos insumos e produtos energéticos. O Laboratório Central Analítico concentra tecnologias sofisticadas, porém não foi citado a presença do analisador CHNS-O (carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e oxigênio), que é essencial para quantificação elementar em biocombustíveis sólidos e líquidos (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2025).

A universidade possui moinhos de facas, prensas, forno mufla, analisador de umidade, além de agitadores e peneiras. Esses equipamentos permitem o preparo físico e a secagem de biomassa para posterior uso em processos químicos ou fermentativos. Contudo, a ausência de moinhos de martelo ou prensas de maior porte pode limitar a escalabilidade de experimentos com biomassa. E também não há menção explícita a reatores de transesterificação, o que é uma limitação importante para trabalhos aplicados diretamente à produção de biodiesel.

Gráfico 5 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da UTFPR em Toledo



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.3.5 Infraestrutura laboratorial da UTFPR campus de Medianeira

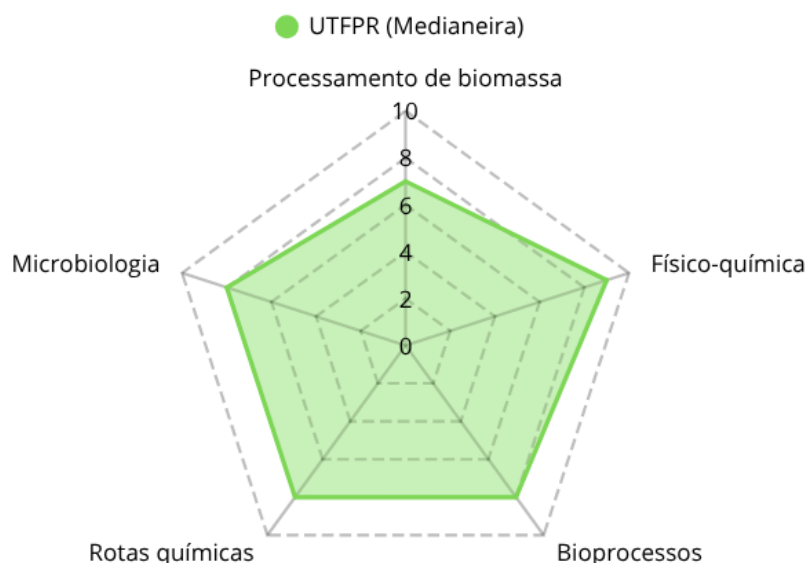
O campus da UTFPR em Medianeira apresenta forte atuação em temas relacionados ao meio ambiente e à bioenergia, formando profissionais capacitados para propor soluções que conciliem desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade. As atividades acadêmicas e de pesquisa no campus abrangem áreas como saneamento, manejo e recuperação de recursos naturais, tecnologias de tratamento e valorização de

resíduos, prevenção e controle de impactos ambientais, além do estudo e aplicação de sistemas para geração de biogás, refletindo um perfil multidisciplinar alinhado às demandas regionais.

Sua infraestrutura laboratorial demonstra essa abrangência, como representado no gráfico 6. Com equipamentos que possibilitam desde o processamento de biomassa, como o processador mecânico de bancada com conjunto de extrusão, até análises físico-químicas fundamentais como bomba calorimétrica e equipamentos de análise térmica (TGA/DSC), permitindo a caracterização detalhada de materiais e resíduos. As análises cromatográficas são viabilizadas por cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC/ UPLC) e cromatógrafo de íons, enquanto a presença de espectrofotômetros UV-Vis, FT-IR e de absorção atômica ampliam as possibilidades de avaliação qualitativa e quantitativa de amostras ambientais e biotecnológicas (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2025).

Uma particularidade do campus é sua *expertise* na cadeia produtiva do biogás, por conta do curso de Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, consolidando-se como referência regional nesse campo. Abrange desde o planejamento e dimensionamento de reatores biológicos, monitoramento do processo anaeróbio, análise econômica de plantas de biogás, até o manejo do biofertilizante gerado, promovendo soluções completas que integram tecnologia, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental.

Gráfico 6 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia do campus da UTFPR em Medianeira



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.3.6 Infraestrutura laboratorial da UNILA

A UNILA apresenta um perfil voltado para o desenvolvimento de inovações e tecnologias alinhadas com as necessidades latino americanas. No contexto da bioenergia, a universidade busca integrar biotecnologia, engenharia química e energética, além de processos industriais e ambientais, se destacando na promoção de soluções para a

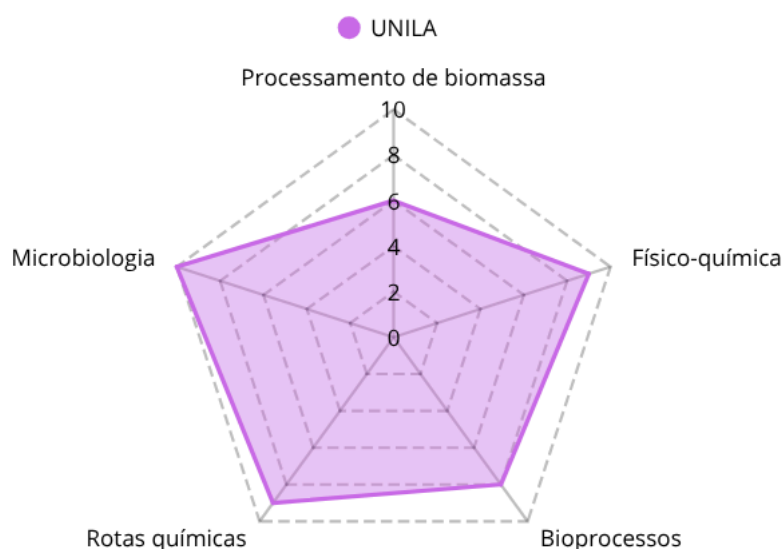
geração de energia renovável, valorização de resíduos e desenvolvimento de novos materiais e bioprodutos.

Em termos de infraestrutura, conforme evidenciado pelo gráfico 7, a instituição conta com um conjunto diversificado de equipamentos que possibilita desde análises físico-químicas complexas até a condução de experimentos aplicados na produção de bioenergia. Cromatógrafos líquidos com detectores de Arranjo de Diodos (DAD) e fluorescência (DF), cromatógrafos de íons, cromatógrafos gasosos acoplados à espectrometria de massas, além de espectrofotômetros de UV-Vis, absorção atômica e FTIR, ampliam a capacidade de caracterização de compostos orgânicos, biomoléculas e materiais utilizados nos processos biotecnológicos e energéticos (UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA, 2025).

A planta didática de bioetanol e a planta piloto para produção de biodiesel refletem o compromisso institucional com a formação prática em biocombustíveis. Somado a isso, a ampla variedade de microscópios, incluindo um microscópio eletrônico de varredura, aliada a estufas bacteriológicas, cabines de biossegurança, jarras de anaerobiose, ultrafreezers, centrífugas refrigeradas, incubadoras shaker, sonicador e termocicladores, garante condições para estudos avançados em microbiologia, genética, fermentação, produção de enzimas e avaliação do potencial energético de microrganismos (UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA, 2025). No entanto, a ausência de biorreatores automatizados limita a capacidade da universidade em realizar experimentos com controle dinâmico de parâmetros críticos, como pH e oxigenação, o que restringe o desenvolvimento de estudos em escala mais próxima da industrial.

A infraestrutura da UNILA contribui diretamente para a realização de pesquisas sobre conversão de biomassa em energia, produção de biocombustíveis líquidos, estudo de tecnologias limpas e bioprocessos.

Gráfico 7 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia da UNILA em Foz do Iguaçu



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.3.7 Infraestrutura laboratorial da UFPR campus de Palotina

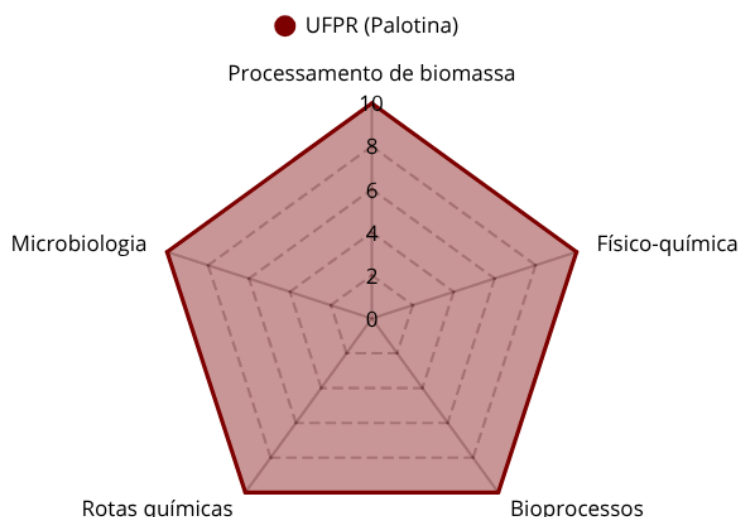
A UFPR de Palotina conta com a estrutura laboratorial mais robusta dentre as IES analisadas, como pode-se verificar no gráfico 8, ela foi a única que atendeu todas as categorias estabelecidas no modelo de referência da Tabela-guia (tabela 6). Sendo assim, ela tem plenas condições de desenvolver pesquisas de base e aplicadas, especialmente por integrar cursos com competências tão complementares, como Biotecnologia, Química, Ciências Ambientais e Engenharia de Bioprocessos.

Entre os recursos disponíveis, destacam-se os moinhos de diferentes especificações, extrusora de grãos, moenda de cana e reatores de transesterificação, que viabilizam estudos de pré-tratamento de biomassas, extração de componentes e síntese de biocombustíveis. A presença de cromatógrafos líquidos (HPLC) e gasosos (GC), bem como espectrofotômetros UV-Vis e FTIR, assegura a caracterização química necessária para o desenvolvimento de bioprodutos, biocombustíveis e avaliações ambientais.

O campus dispõe ainda de reatores e fermentadores com diferentes capacidades, incluindo usina piloto para produção de bioetanol e mini-usina de biodiesel, permitindo a execução prática de etapas do processamento de biomassa em biocombustíveis líquidos e gasosos, além de dornas específicas para processos de diluição, fermentação e decantação. Complementam essa infraestrutura equipamentos voltados à biologia molecular e microbiologia, como termocicladores, ultrafreezers, sonicadores, autoclaves, incubadoras, estufas microbiológicas e cabines de biossegurança, que garantem suporte a pesquisas envolvendo análises genéticas, biotransformações, produção de bioinsumos e avaliação de microrganismos aplicáveis em processos ambientais e industriais (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2025).

Esse conjunto de recursos tecnológicos posiciona a UFPR Palotina como referência regional em bioenergia, sendo capaz de investigar desde aspectos básicos relacionados à caracterização molecular e físico-química até etapas aplicadas de produção de biocombustíveis, tratamento de resíduos, mitigação de impactos ambientais e desenvolvimento de tecnologias limpas voltadas à sustentabilidade.

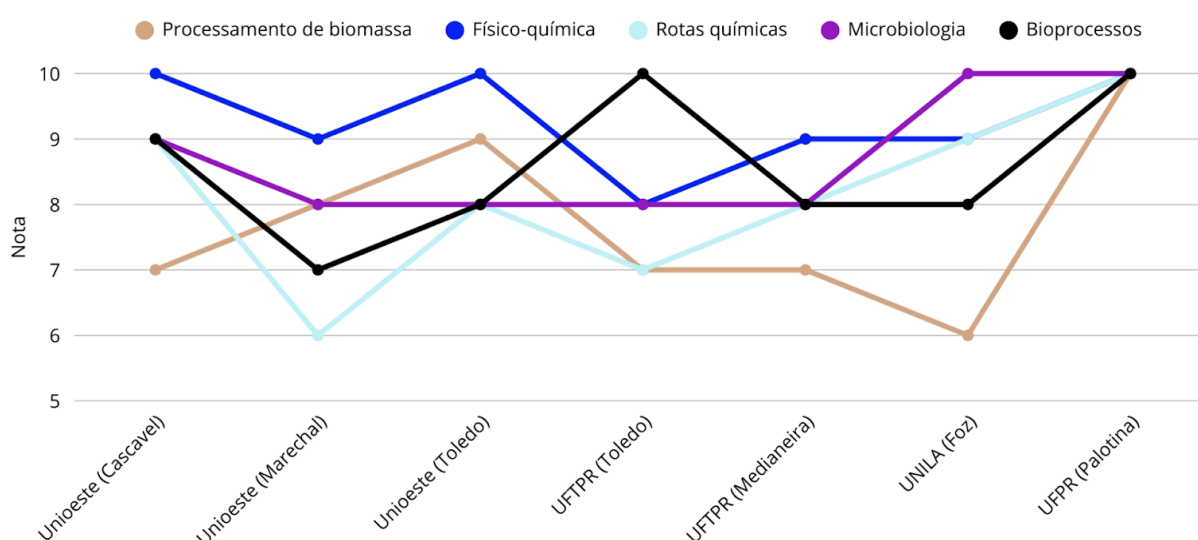
Gráfico 8 - Infraestrutura laboratorial para bioenergia da UFPR em Palotina



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A análise comparativa das infraestruturas laboratoriais, sintetizada no gráfico 9, permite uma visualização integrada das distintas vocações e capacidades instaladas nas IES da região. O gráfico evidencia não apenas a diversidade entre as instituições, mas também aponta para tendências e especializações, além de oportunidades de complementaridade e articulação em rede.

Gráfico 9 - Comparação da infraestrutura laboratorial entre as IES analisadas



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Uma observação de destaque é a alta pontuação da linha azul na maioria das instituições, indicando que a capacidade para caracterização Físico-química é uma competência bem distribuída e consolidada a nível regional. Em contrapartida, a linha marrom, que representa a infraestrutura para Processamento de Biomassa, apresenta picos de destaque nos campi da UFPR de Palotina e da Unioeste de Toledo. Esta concentração de equipamentos como moinhos, extrusoras e usinas-piloto, está diretamente alinhada ao perfil dos cursos de Engenharia de Energia, Engenharia Química e das pós-graduações específicas em Bioenergia ali sediados, que demandam uma infraestrutura robusta para o processamento de matérias-primas em escala pré-industrial. A proeminência da linha marrom nestes locais específicos, portanto, não indica uma superioridade geral, mas sim um direcionamento estratégico dos recursos para suportar as linhas de pesquisa e as necessidades curriculares dos programas que elas ofertam.

Por fim, é fundamental ressaltar que a capacidade instalada na região é amplificada pelo compartilhamento de infraestrutura. Observou-se que muitos laboratórios possuem um caráter multiusuário, atendendo a múltiplos programas dentro de uma mesma instituição, e as redes de colaboração interinstitucional que permitem o uso compartilhado de equipamentos. Essa prática não apenas otimiza os recursos e investimentos, mas também fomenta um ecossistema de pesquisa colaborativo, essencial para impulsionar projetos de maior complexidade e fortalecer o desenvolvimento da bioenergia na região.

5.4 CORPO DOCENTE

Esta seção apresenta um panorama geral do corpo docente vinculado aos cursos e programas reconhecidos como aderentes à área de bioenergia. Para a análise curricular, conforme estabelecido na metodologia, foram considerados todos os tipos de vínculo institucional (permanente, colaborador ou visitante), a fim de abranger a maior capilaridade possível das conexões de cada instituição. A partir desse levantamento inicial, foram selecionados os docentes que, em seus currículos Lattes, demonstraram algum tipo de atuação relacionada à temática da bioenergia.

Os docentes que foram considerados com *expertise* em alguma bioenergia foram reconhecidos a partir da busca das palavras-chaves nos 7 campos da plataforma Lattes considerados. Além dessa identificação, foram indicadas, o nome, o endereço Lattes, a atuação principal desse profissional, a sua formação acadêmica e informações adicionais, quando existentes, como bolsas de produtividade do CNPq ou patentes vinculadas à bioenergia. Em casos de docentes com afiliação a mais de uma instituição, como ocorre no programa de pós-graduação em rede Engenharia e Tecnologia Ambiental, ofertado conjuntamente pela UFPR Palotina e Unioeste Cascavel, cada professor foi alocado conforme o endereço profissional principal registrado no Lattes, mencionando-se afiliações adicionais quando pertinente. Todos esses dados foram organizados a nível institucional em planilhas e se encontram na seção de apêndices, como Apêndice D, ao final deste documento. Vale ressaltar que, embora todos que estejam registrados dialogam com o tema, nem sempre a bioenergia configura sua principal área de pesquisa ou atuação. Ainda assim, sua inclusão foi considerada relevante por evidenciarem experiências ou conhecimentos aplicáveis ao campo investigado.

As planilhas apresentadas no apêndice trazem os dados brutos coletados, enquanto que esta seção busca oferecer uma leitura mais sintética e interpretativa do material. Para tanto, os resultados são apresentados também de forma quantitativa, por meio de gráficos que evidenciam as áreas de expertise em bioenergia dos docentes analisados. Ressalta-se que um docente pode trabalhar com mais de um tipo de bioenergia. E, para fins de organização, as referências a “biogás” e a “biometano” foram agrupadas em uma única categoria, tendo em vista que, apesar das distinções técnicas, esses termos aparecem de forma intercambiável nos currículos analisados. Além disso, foram incluídas menções a biocombustíveis sólidos, como briquetes e pellets, por reconhecer sua relevância no contexto das alternativas energéticas renováveis abordadas neste estudo.

Na sequência, serão apresentados os resultados individuais referentes ao corpo docente vinculado aos cursos e programas reconhecidos como aderentes à área de bioenergia, permitindo uma análise mais detalhada do perfil e das contribuições de cada instituição.

5.4.1 Corpo docente da Unioeste campus de Cascavel

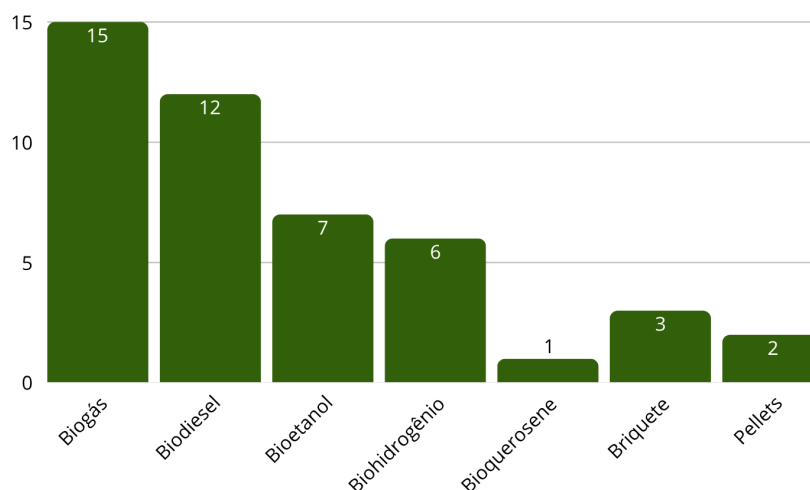
O corpo docente da Unioeste Campus de Cascavel, tem 15 professores que apresentam alguma experiência em bioenergia. Desses, 12 já orientaram teses de doutorado como orientador principal e, quase 50% têm algum nível de reconhecimento de produtividade pelo CNPq. Esse cenário pode ser associado ao fato de que o campus de Cascavel ser o mais antigo da Unioeste, com mais de 40 anos, o que lhe conferiu tempo hábil para consolidar programas de pós-graduação, fortalecer linhas de pesquisa e estruturar uma base docente mais experiente e produtiva. Assim, a maturidade institucional

contribui para a presença de professores mais ativos academicamente, refletida tanto na orientação quanto no reconhecimento de produtividade em pesquisa.

É significativa a presença de professores afiliados à outras instituições, principalmente com as outras Unioeste e com a UFPR de Palotina, particularmente aqueles envolvidos no programa de Mestrado e Doutorado em associação "Engenharia e Tecnologia Ambiental", e até mesmo pesquisadores com vínculo com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), destacando uma rede ativa de colaboração interinstitucional, o que é um diferencial significativo para promover um intercâmbio de conhecimento mais amplo e potencialmente projetos de pesquisa de maior escala.

A *expertise* mais prevalente neste grupo foi em "Biogás", todos os analisados tem alguma experiência com essa bioenergia. As bioenergias "Biodiesel", "Bioetanol" e "Biohidrogênio" seguem como as mais presentes, e as demais bioenergias, mesmo que com menos professores focados nessas áreas, ainda se fazem presentes, como pode ser observado no gráfico 10.

Gráfico 10 - Quantidade de docentes da Unioeste Cascavel com experiência em cada tipo de Bioenergia



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.4.2 Corpo docente da Unioeste campus de Marechal Cândido Rondon

O campus da Unioeste em Marechal Cândido Rondon tem um grupo de 14 docentes com experiência em bioenergia, sendo que 3 têm reconhecimento de produtividade CNPq mas nenhum professor tem patente na área. Desse grupo, 12 já foram orientadores principais de teses de doutorado, e todos têm experiência com orientação a nível de mestrado.

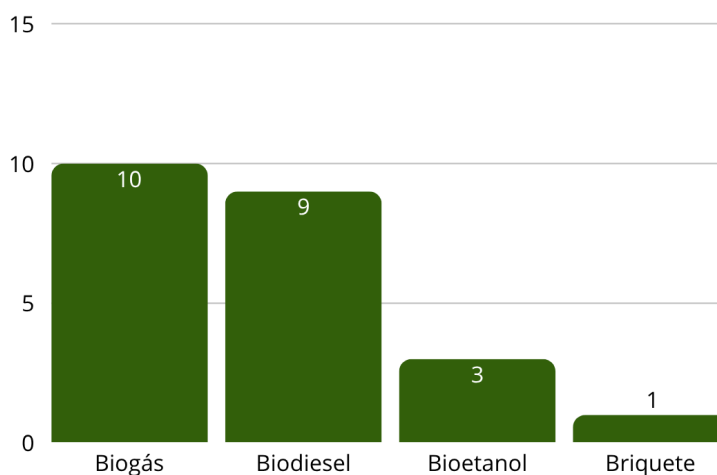
O corpo docente conta com a presença de 5 professores com afiliações a outras IES, e esse é um diferencial valioso que promove a colaboração inter-campi e o compartilhamento de conhecimento, mesmo para programas não formalmente associados.

As diversas formações acadêmicas desses docentes, que vão desde Engenharia Agrícola, Agronomia, Aquicultura, Desenvolvimento Rural, Geografia, Administração e Ciências Ambientais, condiz com a abordagem multidisciplinar dos cursos selecionados. Esse amplo leque de conhecimentos é crucial para abordar os complexos desafios e

oportunidades no setor de bioenergia, englobando não apenas aspectos técnicos, mas também considerações socioeconômicas e ambientais objetivando a sustentabilidade.

Observa-se como destaque neste grupo a ampla experiência dos docentes em “Biogás” e “Biodiesel”, conforme ilustrado no gráfico 11. Embora “Bioetanol” e “Briquete” também apareçam entre as competências, nota-se que diversas outras bioenergias não figuram como áreas de *expertise* do corpo docente analisado.

Gráfico 11 - Quantidade de docentes da Unioeste Marechal Cândido Rondon com experiência em cada tipo de Bioenergia



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.4.3 Corpo docente da Unioeste campus de Toledo

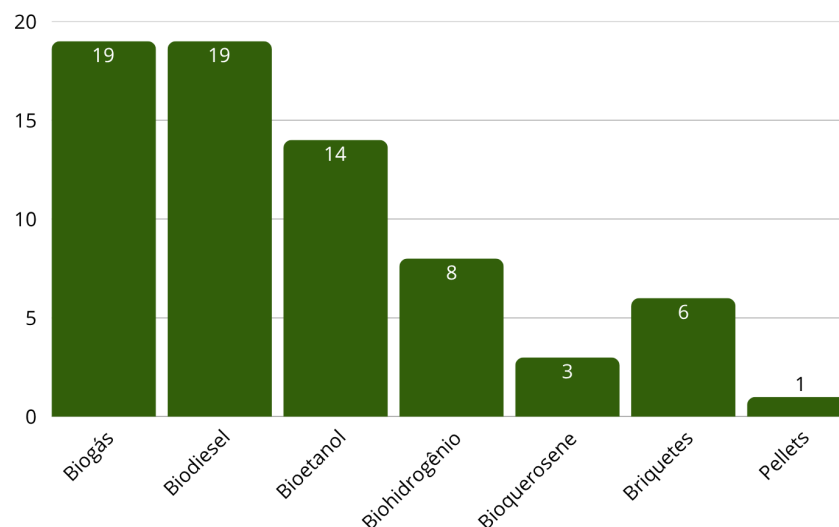
O campus da Unioeste em Toledo reúne um corpo docente expressivo e diversificado, composto por 24 professores com experiência em bioenergia. Desse total, 13 já orientaram teses de doutorado, 8 atuaram na orientação de dissertações de mestrado e 3 possuem experiência exclusiva em trabalhos de graduação. Destaca-se ainda o fato de 10 docentes serem bolsistas de produtividade do CNPq, fazendo desta IES a maior detentora de bolsistas de produtividade CNPq dentre as IES analisadas.

Além disso, foram identificadas 7 patentes relacionadas à bioenergia vinculadas a esse grupo, colocando o campus, novamente, em posição de liderança no conjunto estudado. A presença significativa de patentes destaca um foco em inovação e na tradução de pesquisas em aplicações tangíveis e em desenvolvimento tecnológico. O campus de Toledo, segundo mais antigo da Unioeste, tendo mais de três décadas de trajetória, apresenta uma maturidade institucional que se reflete na qualificação e na produtividade de seu corpo docente.

As áreas de atuação do corpo docente são predominantemente em Engenharia Química, Agronomia e Química, fornecendo uma base sólida de conhecimento para os diversos tipos de bioenergia.

O corpo docente da Unioeste Toledo abrange todos os tipos de bioenergia consideradas na análise, sendo "Biogás", "Biodiesel", "Bioetanol" e "Biohidrogênio" os mais predominantes, como mostra o gráfico 12.

Gráfico 12 - Quantidade de docentes da Unioeste Toledo com experiência em cada tipo de Bioenergia



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.4.4 Corpo docente da UTFPR campus de Toledo

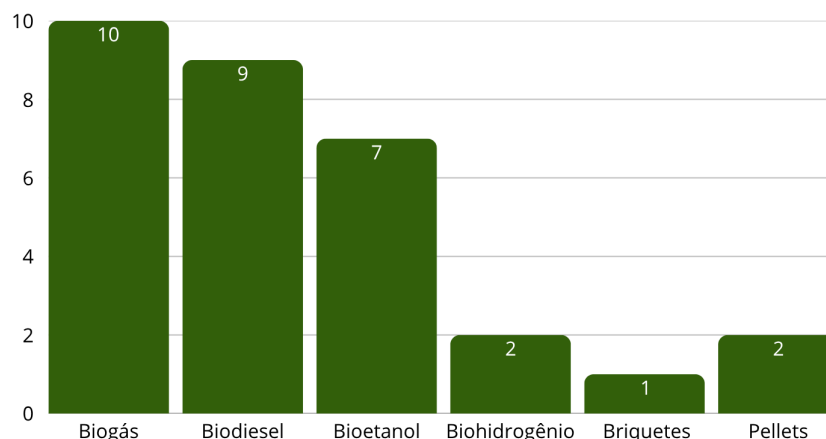
O campus da UTFPR em Toledo possui um grupo de 17 docentes com experiência em bioenergia. Desse grupo, 13 já foram orientadores principais de dissertações de mestrado e os demais têm experiência com orientação apenas a nível de graduação, ressaltando que a própria universidade não oferta cursos a nível de doutorado.

Embora o número de bolsistas de produtividade do CNPq seja relativamente reduzido em comparação com as demais universidades analisadas e só 2 professores com menção explícita de relação com outras instituições, esse mesmo grupo detém 3 patentes relacionadas à área de bioenergia.

As formações são principalmente em Engenharia Química, Biotecnologia e Química. A formação acadêmica e a atuação desse grupo revela uma forte ênfase no desenvolvimento de processos, aplicações ambientais e ciência dos materiais.

Um padrão notável no corpo docente da UTFPR Toledo são suas *expertises* em "Biogás", "Biodiesel" e "Bioetanol", mas o corpo docente também tem experiência com outros tipos de bioenergia, como indicado no gráfico 13.

Gráfico 13 - Quantidade de docentes da UTFPR Toledo com experiência em cada tipo de Bioenergia



Fonte: Elaboração própria, 2025.

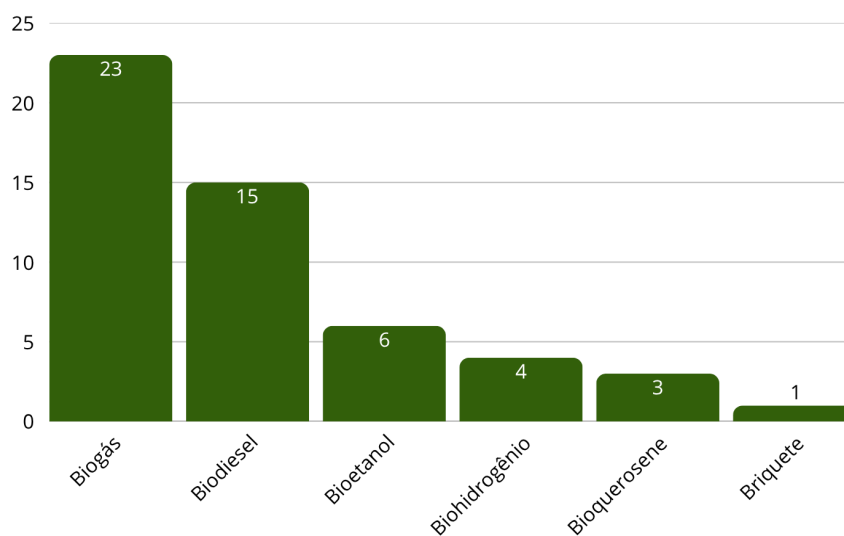
5.4.5 Corpo docente da UTFPR campus de Medianeira

O campus da UTFPR em Medianeira conta com 27 professores com alguma experiência em bioenergia. Desse grupo, 2 já foram orientadores principais de teses de doutorado, 15 orientaram dissertações de mestrado e os demais têm experiência com orientação apenas a nível de graduação.

As áreas de atuação dos professores indicam uma forte ênfase em gestão ambiental, tratamento de resíduos e otimização de processos. O grupo analisado tem 2 patentes relacionadas à área de bioenergia, mas apenas 1 docente com bolsa de produtividade do CNPq e 1 docente com afiliação à outras instituições.

A expertise desse grupo se concentra em "Biogás", "Biodiesel" e "Bioetanol", como apresentado no gráfico 14. Mas ainda há outras bioenergias presentes, como "Biohidrogênio", "Bioquerosene" e "Briquete" ampliando as competências deste grupo.

Gráfico 14 - Quantidade de docentes da UTFPR Medianeira com experiência em cada tipo de Bioenergia



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.4.6 Corpo docente da UNILA

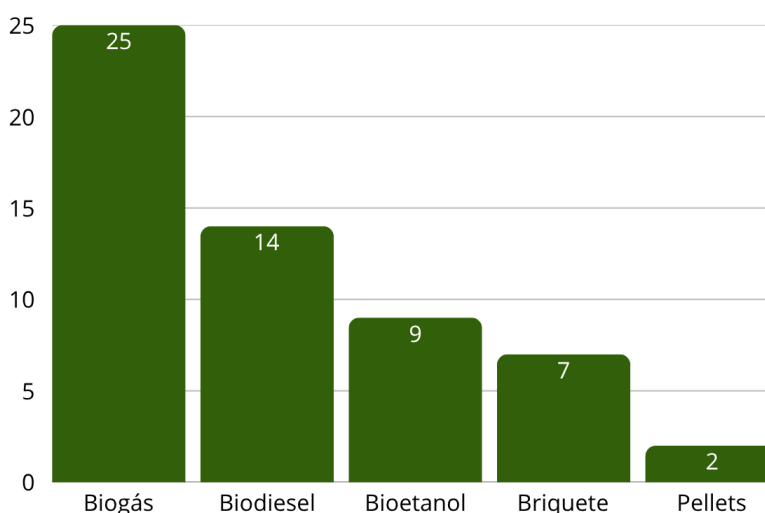
A UNILA apresenta o maior grupo de professores com alguma experiência em bioenergia, com 29 docentes. Desse grupo, 10 professores já foram orientadores de doutorado, 7 orientaram dissertações de mestrado, 10 orientaram só até o nível de graduação e 2 ainda não têm registro de orientação concluída. Embora tenha a menção de Há registro de apenas 1 professor com bolsa de produtividade do CNPq,

As formações acadêmicas são excepcionalmente amplas, abrangendo Química (Orgânica, Analítica, Ambiental), Engenharia Química, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Agrônoma e Biotecnologia, indicando uma abordagem altamente interdisciplinar à bioenergia.

Há registro de apenas 1 professor com bolsa de produtividade do CNPq. Ainda observa-se que nenhum dos docentes possui patente relacionada à bioenergia, este aspecto pode indicar um enfoque mais voltado à pesquisa básica e à produção científica, ou refletir o estágio de desenvolvimento tecnológico da universidade, que, com apenas 15 anos de existência, ainda está consolidando sua atuação.

Outro aspecto que se destaca na UNILA é que nenhum dos professores listados possui afiliação formal com outras universidades, diferentemente do que ocorre nas outras IES analisadas. Isso sugere que as atividades em bioenergia na instituição tendem a ocorrer majoritariamente dentro de seus próprios quadros docentes, ou que eventuais parcerias não resultam em registros formais de vínculo institucional nas plataformas consultadas. Essa característica pode estar relacionada ao fato de a UNILA ter instalações no Parque Tecnológico Itaipu, ambiente que também abriga instituições como o CIBiogás, com o qual mantém diversos projetos e colaborações que, apesar de relevantes, nem sempre são formalmente registradas. Essa particularidade da UNILA pode ter se refletido no perfil do corpo docente, fazendo com que o “Biogás” se sobressaia frente às demais bioenergias, como evidenciado no gráfico 15.

Gráfico 15 - Quantidade de docentes da UNILA com experiência em cada tipo de Bioenergia



Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.4.2 Corpo docente da UFPR campus de Palotina

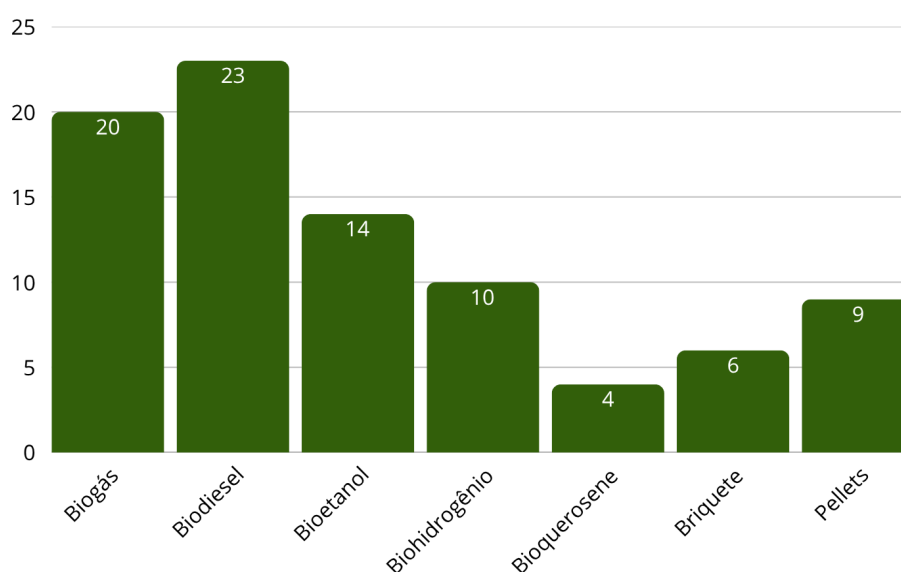
O campus da UFPR em Palotina apresenta um grupo qualificado de 28 docentes com experiência em bioenergia. Desse grupo, 8 professores têm experiência como orientador principal de teses de doutorado, 13 já foram orientadores principais de dissertações de mestrado e os demais têm experiência com orientação apenas a nível de graduação.

Apesar de não possuir tantos professores com bolsas de produtividade do CNPq, esse é um dos campus que mais tem patentes em bioenergia dentre as IES analisadas. As formações acadêmicas são notavelmente diversas, abrangendo Bioenergia, Ciências Biológicas, Engenharias (Aquicultura, Mecânica, Agrícola, Química, Elétrica), Química Ambiental e Agronomia. Essa ampla gama de disciplinas permite uma abordagem abrangente e integrada à bioenergia, desde o desenvolvimento de matérias-primas até os processos de conversão e os impactos ambientais.

O campus reúne um número expressivo de docentes com vínculos acadêmicos em outras instituições da região, principalmente pela parceria com a Unioeste de Toledo no programa de pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Ambiental, ofertado em associação. Essa configuração reforça a integração interinstitucional e amplia as oportunidades de pesquisa conjunta e formação de recursos humanos qualificados.

A UFPR Palotina se destaca por apresentar um corpo docente que cobre todas as modalidades de bioenergia analisadas, conforme demonstrado no gráfico 16. Além dessa abrangência, a instituição revela um diferencial adicional em relação às demais IES: é o único campus da região em que a quantidade de docentes com atuação em “Biodiesel” supera a dos que atuam em “Biogás” e tem a presença de um número considerável de professores que atuam com “Briquetes” e “Pellets”, o que evidencia uma atenção singular aos biocombustíveis sólidos e amplia o potencial de diversificação energética no contexto regional.

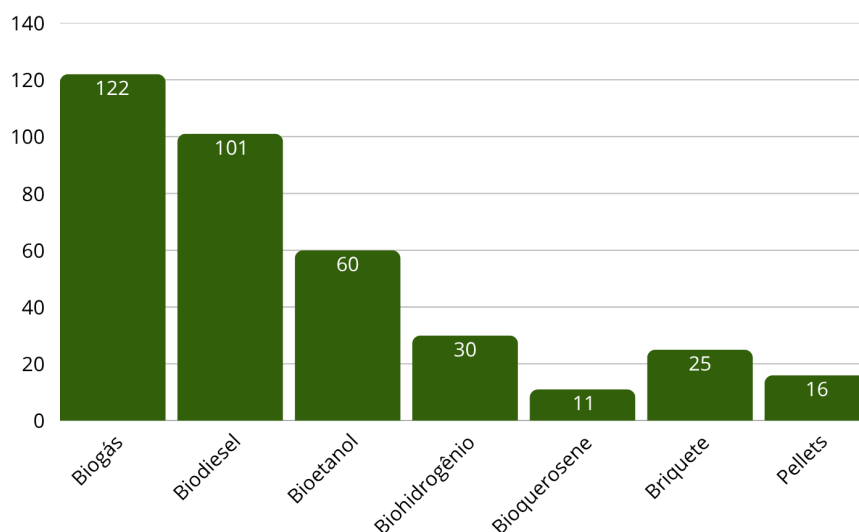
Gráfico 16 - Quantidade de docentes da UFPR Palotina com experiência em cada tipo de Bioenergia



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A consolidação dos dados de todas as instituições analisadas revela um total de 154 docentes com alguma *expertise* em bioenergia no oeste do Paraná. O gráfico 17 demonstra a quantidade de docentes atuantes em cada tipo de bioenergia, ressaltando que um mesmo professor pode ter competência em múltiplas áreas.

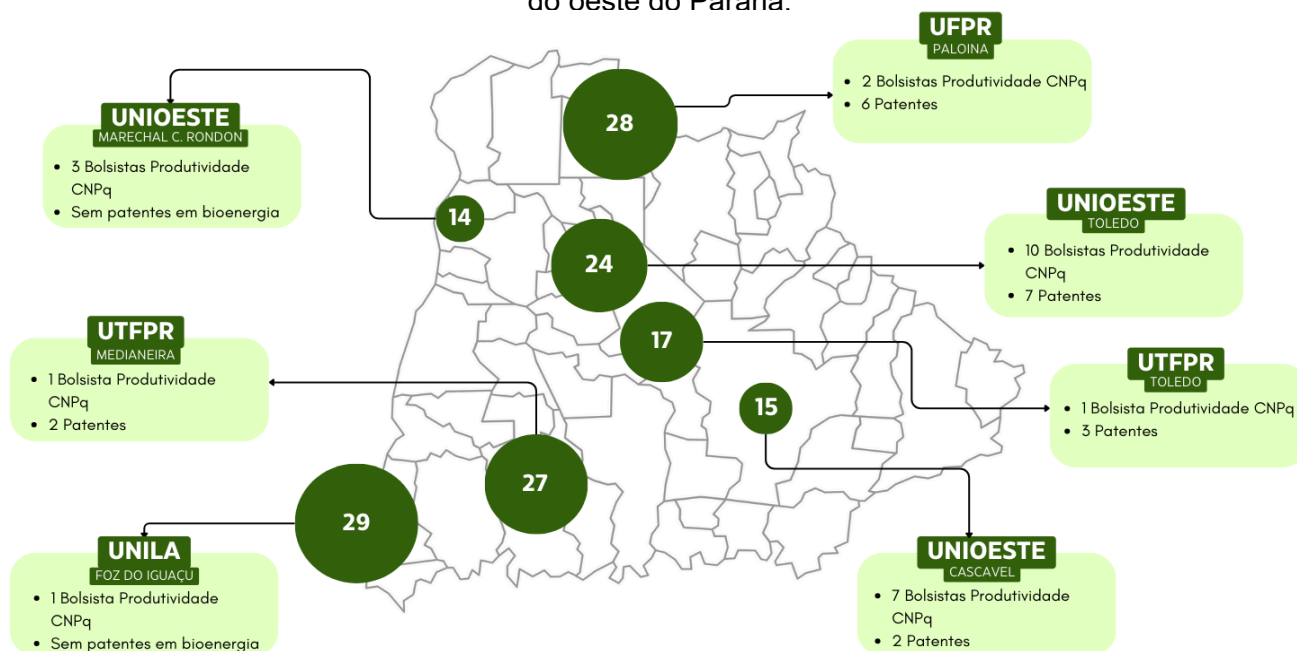
Gráfico 17 - Distribuição da *expertise* docente por tipo de bioenergia no oeste do Paraná



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Para sintetizar os dados sobre o corpo docente das IES com cursos aderentes à bioenergia, foi elaborada a figura 19, que apresenta a distribuição regional dos professores com expertise na área, além de reunir informações sobre patentes e bolsas de produtividade.

Figura 19 - Distribuição de docentes e indicadores de produtividade em bioenergia nas IES do oeste do Paraná.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

6 CONCLUSÕES

Com base nos objetivos propostos e nos resultados detalhados no presente trabalho, esta conclusão sintetiza o diagnóstico da estrutura acadêmica voltada à bioenergia no oeste do Paraná, destacando as principais configurações, capacidades e vocações das IES da região.

O mapeamento inicial cumpriu o primeiro objetivo específico ao revelar um ecossistema de ensino superior composto por 19 instituições distintas, que operam 33 campi em 11 municípios. Evidenciou-se uma concentração geográfica da oferta acadêmica nos municípios de Foz do Iguaçu, Toledo e Cascavel, que juntos somam quase 64% dos campi. A análise demonstrou uma clara divisão de vocações: enquanto a rede privada, majoritária em número de instituições (73,68%), lidera a oferta de cursos de graduação e especializações *lato sensu*, a rede pública detém a totalidade dos programas de mestrado e doutorado (*stricto sensu*), sendo a única responsável pela formação científica avançada na região.

Em resposta ao segundo objetivo, a investigação identificou 28 cursos de graduação e pós-graduação com aderência à temática da bioenergia, distribuídos em sete instituições de seis municípios. Notou-se que, embora as graduações abordem conteúdos relacionados, os cursos específicos na área se concentram na pós-graduação, com destaque para a UFPR (campus Palotina) e a Unioeste (campus Toledo).

A avaliação da infraestrutura laboratorial, terceiro objetivo específico, revelou uma capacidade instalada robusta e com especializações complementares entre as IES. A análise comparativa mostrou que, a infraestrutura para caracterização físico-química é bem consolidada na região enquanto que a de processamento de biomassa, apenas a UFPR de Palotina e a Unioeste de Toledo se destacam. A Unioeste de Cascavel e a UNILA possuem plantas para a produção de biocombustíveis líquidos, como biodiesel e bioetanol. E, a UTFPR de Medianeira tem uma infraestrutura que condiz com sua vocação na cadeia do biogás. A UFPR de Palotina foi a única instituição a atender plenamente todas as categorias de equipamentos de referência analisadas, posicionando-se como a mais completa da região.

A análise do corpo docente, que visava atender ao quarto objetivo, identificou um total de 154 professores com expertise em bioenergia na região. A expertise desses pesquisadores está visivelmente concentrada em "Biogás", com 122 docentes, e "Biodiesel", com 101, indicando um forte direcionamento regional para essas áreas. A Unioeste (campus Toledo) se destacou pelo maior número de bolsistas de produtividade do CNPq (10) e patentes (7), enquanto a UNILA apresentou o maior contingente de docentes na área (29). A UFPR (campus Palotina) demonstrou a maior abrangência de competências, com pesquisadores atuando em todas as frentes de bioenergia analisadas.

Diante do exposto, conclui-se que o trabalho atingiu seu objetivo geral, ao realizar um diagnóstico descritivo que caracterizou a configuração, identificou as capacidades e as vocações da estrutura acadêmica do oeste paranaense. Dessa forma, respondeu-se à pergunta de pesquisa, demonstrando que a estrutura acadêmica voltada à bioenergia na região se configura a partir de uma rede de IES com vocações complementares, infraestrutura laboratorial robusta e especializada, e um corpo docente qualificado, cujas competências estão alinhadas às potencialidades do território. As informações consolidadas neste diagnóstico fornecem, portanto, subsídios valiosos para o planejamento estratégico

de atores públicos e privados, subsidiando decisões e fortalecendo o desenvolvimento da bioenergia na região.

Considerando que o presente diagnóstico se baseou em dados secundários, disponibilizados nos sites e em documentos oficiais das instituições, uma limitação inerente é a possível desatualização ou a falta de alguma informação. Diante disso, a principal sugestão para trabalhos futuros é a validação e o aprofundamento destes resultados por meio da coleta de dados primários. Isso se daria pela realização de visitas técnicas *in loco*, para verificar o estado operacional da infraestrutura, e pela condução de entrevistas com atores-chave, como coordenadores e docentes, a fim de captar uma visão mais dinâmica das capacidades e estratégias de cada IES. Adicionalmente a isso, investigar a trajetória profissional dos egressos no mercado de trabalho poderia fornecer *insights* relevantes sobre a aderência da formação ao mercado de trabalho.

Uma segunda vertente promissora para pesquisas futuras, sob a ótica do Triângulo de Sábato, consiste em transcender o foco desta pesquisa para além do vértice da Academia, que foi a base desta investigação e expandir a análise para um dos outros dois pilares que compõem o modelo: o Governo ou a Estrutura Produtiva. A investigação do primeiro envolveria o mapeamento de políticas públicas, programas de fomento e os marcos regulatórios que impactam o setor. Já a análise do segundo se concentraria em caracterizar as empresas e cooperativas da cadeia de valor da bioenergia, identificando suas demandas tecnológicas e a maturidade de suas parcerias com as universidades. A articulação desses três eixos permitiria a construção de um panorama sistêmico e estratégico, revelando as sinergias, os gargalos e o real potencial de desenvolvimento da bioenergia no oeste do Paraná.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: Abrelpe, 2020.

ALMEIDA, Marlon Brando Bezerra de. **Bio-óleo a partir da pirólise rápida, térmica ou catalítica, da palha da cana-de-açúcar e seu co-processamento com gasóleo em craqueamento catalítico**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.

ANASTASSIADIS, Savas G.. Carbon sources for biomass, food, fossils, biofuels and biotechnology - Review article. **World Journal of Biology and Biotechnology**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-32, apr. 2016. ISSN 2522-6754. Available at: <<https://www.sciplatform.com/index.php/wjb/article/view/2>>. Date accessed: 28 sep. 2024. doi:<https://doi.org/10.33865/wjb.001.01.0002>.

ARAÚJO, Gabrielle Souza de. Energia renovável ou “limpa”? Buscando a percepção dos alunos concluintes do Curso Técnico em Meio Ambiente do IFF campus Campo-Guarus (PINTO, Joaquim Pinto Ed.). **III Congresso internacional de educação ambiental dos países e comunidades de língua portuguesa**. Anais.Mortuosa: ASPEA, 2015.

AZEVEDO, J. **O que é hidrogênio e quais suas características?** [S. l.]: ECYCLE, 2021. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/hidrogenio/>. Acesso em: 28 sep. 2024.

BACUSSI, Alessandro **A. Introdução ao conceito de energia**. Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007 (Textos de apoio ao professor de física / ISSN 1807-2763; v. 17, n. 3).

BAL, F. W.; ANDERSON, W. A.; MOO-YOUNG, M. Ethanol fermentation technologies from sugar and starch feedstocks. **Biotechnology Advances**, v. 26, p. 89- 105, 2008.

BARROS, S. V. dos S.; NASCIMENTO, C. C. do; AZEVEDO, C. P. de. **Caracterização tecnológica da madeira de três espécies florestais cultivadas no Amazonas: alternativa para produção de lenha**. Floresta, Curitiba, v. 42, n. 4, p. 725-732, out./dez. 2012.

BEZUTTI, Natália. Itaipu aposta em descarbonização e estuda hidrogênio em pó e biocombustíveis. **MegaWhat**, 2024. Disponível em: <https://megawhat.energy/combustiveis/biocombustiveis/itaipu-aposta-em-descarbonizacao-e-estuda-hidrogenio-em-po-e-biocombustiveis/>. Acesso em: 16 set. 2024.

BONDARIK, Roberto; PILATTI, Luiz Alberto; HORST, Diogo José. Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil. **Interciência**, v. 43, n. 10, p. 680-688, 2018.

BOSCHIERO, Beatriz Nastaro. Biocombustíveis: conheça as 4 gerações que vão de etanol à biocombustíveis sintéticos. **AgroAdvance**, 2024. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-biocombustiveis-conheca-as-4-geracoes/>. Acesso em: 16 set. 2024.

BRAGA, M.; SANTOS, A. C. dos; DÂMASO, M. C. T.; SCHULTZ, E. L. **O potencial da lignina no contexto brasileiro: um diagnóstico de especialistas brasileiros sobre tecnologias e tendências para 2030**. O PAPEL, Brasília, v. 84, n. 7, p. 87-97, jul. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 3.860, de 9 de julho de 2001**. Dispõe sobre a organização do ensino superior, a avaliação de cursos e instituições, e dá outras providências. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). **Tabela de Áreas de Conhecimento**. Brasília, DF: CAPES, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/instrumentos/documentos-de-apoio/tabela-de-areas-de-conhecimento-avaliacao>. Acesso em: 13 outubro. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **e-MEC - Sistema de Regulação do Ensino Superior**. Brasília, DF: MEC, 2024. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/emec/nova>. Acesso em: 13 outubro. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional (BEN) 2025: Relatório Síntese – Ano base 2024. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024>. Acesso em: 12 de agosto de 2024.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**.. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

BRASIL ESCOLA. **Calorímetro**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/calorimetro.htm>. Acesso em 14 de setembro de 2024.

BRITO, Paulo; RODRIGUES, Luiz; OLIVEIRA, Anabela. Aproveitamento energético de biomassa. **II Seminário de I&DT-Consolidar o conhecimento, perspectivar o futuro, 2010**.

BRITO, P.; GARCIA, B. G. C. B.; CALADO, L. F. C.; ALVES, O.; RODRIGUES, P. C. S. Gaseificação térmica de resíduos florestais resultantes do controle mecânico de espécies invasoras (Acácia) em reator de leito fixo de fluxo descendente. In: Instituto Politécnico De Portalegre. **V Seminário de I&DT: Cooperar para Inovar**. Coleção C3i – N.º 10. Portalegre: Instituto Politécnico de Portalegre, 2018. p. 241- 252. ISBN 978-989-8806-29-1.

BROWN, M. R. et al. Nutritional properties of microalgae for mariculture. **Aquaculture**, v. 151, n. 1-4, p. 315-331, 1997.

CANVA. **Canva**. [S. l.]: Canva, 2025. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: 17 ago. 2025.

CARNEIRO, Gillianne Assis et al. Uso de microalgas para produção de biodiesel. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 5, p. e1075181, 2018.

CARDOSO, Fernanda Emanuelle Possidonio. **Avaliação da biodigestão anaeróbia de resíduos alimentares e aguapé para a produção de biogás**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Energias Renováveis, Fortaleza, 2021.

CENBIO. Biomassa moderna no Brasil. **Créditos IEE USP**. Disponível em: <https://gbio.webhostusp.sti.usp.br/?q=pt-br/livro/biom>. Acesso em: 12 de agosto de 2024.

CHUM, H. et al. Bioenergia. In: IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Relatório especial sobre fontes de energia renováveis e mitigação das mudanças climáticas**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/Chapter-2-Bioenergy-1.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2025.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Balanço Energético do Paraná: 1980/2009**. Coordenação de Rosicler do Rocio Brustolin. Curitiba: COPEL, 2011. 80 p. il. color.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Plataforma Lattes**. Brasília: CNPq, 2025. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/>. Acesso em: 20 maio 2025.

CORREIO BRAZILIENSE. **Entenda a crise hídrica que ameaça o fornecimento de energia**. 2021. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2021/06/4931467-entenda-a-crise-hidrica-que-ameaca-o-fornecimento-de-energia.html>. Acesso em: 16 set. 2024.

COVIZZI, L. G., GIESE, E. C., GOMES, E., DEKKER, R. F. H., SILVA, R., Imobilização de células microbianas e suas aplicações biotecnológicas. **Revista Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 28, n.2, p. 143-160, jul./dez. 2007.

DE ALMEIDA SILVA, Rebeca. **Bioprocessos**. Editora Intersaberes, 2022.

DE CASTRO, H. F.; MENDES, A. A.; SANTOS, J. C.; AGUIAR, C.L. Modificação de óleos e gorduras por biotransformação. **Revista Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 146-156, 2004.

DE MATTOS, Mauro Gomes; JÚNIOR, Adriano José Rossetto; RABINOVICH, Shelly Blecher. **Metodologia da pesquisa em educação física: construindo sua monografia, artigos e projetos**. Phorte Editora, 2017.

DE MEDEIROS, Rozélia. Sustentabilidade. **Portal de Educação Ambiental**, 2022. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/sustentabilidade/#:~:text=Sustentabilidade%20%C3%A9%20a%20caracter%C3%ADstica%20ou,n%C3%ADvel%2C%20por%20um%20deteminado%20prazo>. Acesso em: 12 de agosto de 2024.

DE SENA, R. F. **Avaliação da biomassa obtida pela otimização da flotação de efluentes da indústria de carnes para geração de energia**. Dissertação de Mestrado. EQA/UFSC, Florianópolis, 2005.

DELATORRE, . B. **Produção de biodiesel: Considerações sobre as diferentes matérias-primas e rotas tecnológicas de processos**. *Biológicas & Saúde*, v. 1, 2011. DOI: 10.25242/8868112011510. Disponível em: https://www.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/510. Acesso em: 1 set. 2024.

DEMIRBAS, Ayhan. Biofuels securing the planet's future energy needs. **Energy Conversion and Management**, v. 50, n. 9, p. 2239-2249, 2009. DOI: 10.1016/j.enconman.2009.05.010.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. **Biogas from Waste and Renewable Resources: an introduction**. Wiley-VCH, 2011.

DIOGO, Elsa Maria dos Santos. **Utilização de Algas na produção de bioetanol**. 2012. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Tomar.

DOKHTUKAEVA, A., PLIEVA, A., & DZARMOTOVA, Z. (2023). Biotechnology in the context of sustainable development. **BIO Web of Conferences** 63, 06007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236306007>.

DOS SANTOS, Hélio F. Análise conformacional de modelos de lignina. **Química Nova**, v. 24, p. 480-490, 2001.

ELSHARNOUBY, O.; HAFEZ, H.; NAKHLA, G.M.; EL NAGGAR, H.E. A critical literature review on biohydrogen production by pure cultures. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 38: 4945-4966, 2013.

FERREIRA, Vitor Francisco; ROCHA, David Rodrigues da; SILVA, Fernando de Carvalho da. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v. 32, p. 623-638, 2009.

FERRETTI, M.; PARMENTOLA, A. The University-Driven LISs. In: **The Creation of Local Innovation Systems in Emerging Countries: The Role of Governments, Firms and Universities**. SpringerBriefs in Regional Science. Cham: Springer, 2015. p. 91–114. DOI:10.1007/978-3-319-10440-9_5.

GALADIMA, A.; MURAZA, O. Biodiesel production from algae by using heterogeneous catalysts: a critical review. **Energy**, v. 78, p. 72–83, 2014.

GERIS, R.; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A.; MAIA, I. S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, J. R. M. Biodiesel de soja – Reação de transesterificação para aulas práticas de química. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1369-1373, 2007.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista Usp**, n. 72, p. 6-15, 2007.

HARTMANN, Ricardo Morel; COZER, Luan Carlos Covalski; GARCIA-ACEVEDO, Luis Evelio. Análise da eficiência termodinâmica de cidades e potencial de inovação na produção e utilização de biogás no Oeste do Paraná. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 7, n. 1, p. 1–21, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48075/ijerrs.v7i1.34107>.

HE, Q.; XU, Y., TENG, Y., WANG, D. Biodiesel Production catalyzed by whole cell lipase from *Rhizopus chinensis* Chin. **Journal of Catalysis**. v. 29, p. 41-46, 2008.

HEFNER III, Robert A. **The Age of Energy Gases: China's Opportunity for Global Energy Leadership**. Oklahoma City: The GHK Company, 2007.

HOFFMAN, B. S. **O ciclo combinado com Gaseificação Integrada e a Captura de CO2: Uma Solução para mitigar as emissões de CO2 em Termelétricas a carvão em larga escala no curto prazo**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) PPGPE, UFRJ, Rio de Janeiro: 2010.

IEA (International Energy Agency). **World Energy Outlook**. 2002. Paris: IEA, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 14 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatística da Produção Pecuária: jul.-set. 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_202403caderno.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). **A dependência de hidrelétricas pode ser um risco para o Brasil, mostra painel na COP26, 2021**. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/a-dependencia-de-hidreletricas-pode-ser-um-risco-para-o-brasil-most-ra-painel-na-cop26-20211108>. Acesso em: 16 set. 2024.

JARA, E.R.P. **O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 1989. (Comunicação Técnica, 1797).

KOCH, K.; HELMREICH, B.; DREWES, J. E. Co-digestion of food waste in municipal wastewater treatment plants: effect of different mixtures on methane yield and hydrolysis rate constant. **Applied Energy**, v. 137, p. 250-255, 2015.

KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. do. Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. 2. ed. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2022. 214 p. ISBN 978-65-88155-02-8. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1141618>. Acesso em: 16 set. 2024.

LATOCHESCKI, E. C. Bio-hidrogênio: a “promessa” dos combustíveis limpos. **Revista Blog do Profissão Biotec**, v.9, 2022. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/bio-hidrogenio-promessa-combustivel-limpo/>. Acesso em: 16 set. 2024.

LIMA, L. R.; MARCONDES, A. A. **Álcool Carburante: Uma Estratégia Brasileira**. Curitiba: Editora UFPR, 248p., 2002.

LIMA, U. A.; BASSO, L. C.; AMORIM, H. V. Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos. **Biotecnologia Industrial**, v.3, p.1-43, 2001.

LINARDI, M. **Hidrogênio e Células a Combustível**. ECEN - Economia & Energia, São Paulo, ano 09, n. 66, p. 01-06, 8 mar. 2008. Disponível em: https://ecen.com/eee66/eee66p/hidrogenio_e_celulas_a_combustivel.htm. Acesso em: 29 de set. de 2024.

LINARDI, M.; DE PAOLI, M-A. O futuro do hidrogênio. **Química Nova na Escola**, v. 20, p. 31-36, nov. 2004.

LISBOA, Henrique de Melo. Controle da poluição atmosférica. **Química da atmosfera**. 1. ed. cap. 5. Florianópolis, 2008.

MACHADO, Cristina Maria Monteiro. Produção de biocombustíveis por microrganismos. **Revista Cultivar**, 2015. Disponível em <https://revistacultivar.com.br/artigos/producao-de-biocombustiveis-por-microrganismos>. Acesso em: 29 de set. de 2024.

MANFIO, G. P. **Microbiota**. Projeto Estratégia Nacional de Diversidade Biológica (BRA 97 G 31). MMA/GEF/PNUD: Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil. COBIO/MMA – GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP, 2003.

MALAJOVICH, Maria Antonia. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, p. 39-50, 2012.

MALAJOVICH, Maria Antônia. **Biotecnologia**. 2 ed. atualizada. Rio de Janeiro, 2016. E-book - ISBN 978-85-921077-0-3.

MAPCHART. **Create Custom Brazil Municipalities Map**. [S. I.], 2025. Disponível em: <https://www.mapchart.net/brazil-municipalities.html>. Acesso em: 17 ago. 2025.

MARAFON, A. C. et al. **Uso da biomassa para a geração de energia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 28 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 211).

MARIANI, L. **Biogás: diagnóstico e propostas de ações para incentivar seu uso no Brasil**. 2018. 144f. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

MOISÉS, Victória Beatriz Rontal et al. Estudo comparativo da carbonização de madeira e arroz. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, v. 16, n. Especial, 2020.

MORAES, Luanna Lima de. **O cenário do hidrogênio verde: uma revisão como suporte ao recente interesse surgido em indústrias e governos na região**, 2022.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. Energia: conceitos e fundamentos. In: MARQUES, Milton C. Silva; HADDAD, Jamil; MARTINS, André R. Silva. (Eds.). **Conversão de Energia – eficiência energética de equipamentos e instalações**. 3. ed. Itajubá: FUPAI, 2006. p. 597.

OESTE DO PARANÁ EM NÚMEROS. Programa de desenvolvimento econômico do território Oeste do Paraná. Foz do Iguaçu, 2018.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Frascati. Medição de atividades científicas e tecnológicas**. Tipo de metodologia proposta para levantamentos sobre pesquisa e desenvolvimento experimental, 2002.

PARANÁ. Decreto n.º 8.847, de 22 de setembro de 2021. Institui a Política Estadual de Energias Renováveis do Paraná – Energias Renováveis do Paraná e o Programa Paraná Energia Rural Renovável – RenovaPR e cria o seu Comitê Gestor. **Diário Oficial do Estado**, Curitiba, PR, 22 set. 2021. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=252207>. Acesso em: 18 ago. 2025.

PARANÁ. Lei n.º 19.500, de 21 de maio de 2018. Dispõe sobre a Política Estadual do Biogás e Biometano e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Curitiba, PR, 22 maio 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360329>. Acesso em: 18 ago. 2025.

PARENTE, E. J. de S.; SANTOS JUNIOR, J. N.; BASTOS, J. A.; PARENTE JUNIOR, E. J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 66 p.

PARO, Denise. **Biogás no comércio, hotelaria e transporte coletivo de Foz geraria economia de R\$ 10 milhões ao ano**. H2FOZ, 2025. Disponível em: <https://www.h2foz.com.br/economia/biogas-no-comercio-hotelaria-e-transporte-coletivo-de-foz-geraria-economia-de-r-10-milhoes-ao-ano/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

PASOLD, Cesar Luiz. **Prática da pesquisa jurídica: idéias e ferramentas úteis para o pesquisador do direito**. OAB/SC, 2001.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências**. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, p. 76-97, 2006.

ROMÃO, B. B. **Produção de etanol por hidrólise ácida de melaço de soja**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

ROWELL, R. M. et al. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. New York: Taylor & Francis Group, 2005.

SÁBATO, J.A. & BOTANA, N. La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de America Latina. In: Sábato, J.A. (comp.). **El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo**. Buenos Aires, Editorial Paidós, 1975.

SANTOS, C. de S. **O papel da Universidade Federal de Sergipe no sistema local de inovação**. 126 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais), Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil, 2012.

SANTOS, F.; COLODETTE, J.; QUEIROZ, J. H. **Bioenergia e biorrefinaria: cana-de-açúcar e espécies florestais**. Viçosa: UFV, 2013. 551 p.

SANTOS JÚNIOR, Edvaldo Pereira; SILVA, Magno Vamberto Batista da; SIMIONI, Flávio José; ROTELLA JUNIOR, Paulo; MENEZES, Rômulo Simões Cezar; COELHO JUNIOR, Luiz Moreira. Location and concentration of the forest bioelectricity supply in Brazil: a space-time analysis. **Renewable Energy**, v. 199, p. 710–719, 2022. DOI: 10.1016/j.renene.2022.09.001.

SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Engenharia bioquímica. Biotecnologia industrial**. v. 2. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

SCHNEIDER, Vania Elisabete; PERESIN, Denise; TRENTIN, Andréia Cristina; BORTOLIN, Taison Anderson; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindustriais associadas**. Brasília: IPEA, 2012. 129 p. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7687/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Noticia/Com-protagonismo-nacional-no-setor-Parana-recebe-estreia-do-Circuito-Biogas-nos-Estados#:~:text=O%20Paran%C3%A1%20%C3%A9%20o%204%C2%BA,c%C3%BAbicos%20por%20dia%20de%20biometano>. Acesso em: 14 de setembro de 2024.

SENAI/PR. **Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense 2031**. Curitiba: SENAI/PR, 2017. 116 p. il. 21 cm x 28 cm. (Roadmap de Energia, v. 1). ISBN 978-85-5520-026-7.

SEYE, O. **Análise de Ciclo de Vida Aplicada ao Processo Produtivo de Cerâmica Estrutural tendo como Insumo Energético Capim Elefante (Pennisetum Purpureum Schaum)**. 2003. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, G. DE S.; MOURA, M. P.; MIRANDA, A. J. E MENEZES C. A. **III Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, 23 e 24 de Novembro de 2005 – UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas.

SINGHANIA, R.R.; SUKUMARAN, R.K.; PATEL A.K.; LARROCHE, C.; PANDEY, A. Advancement and comparative profiles in the production technologies using solid-state and submerged fermentation for microbial cellulases. **Enzyme and Microbial. Technology**, v. 46, p. 541-549, 2010.

SIQUEIRA, P. F.; KARP, S. G.; CARVALHO, J. C.; STURM, W.; RODRÍGUEZ- LEÓN, J. A.; THOLOZAN, J. L.; SINGHANIA, R. R.; PANDEY, A.; SOCCOL, C. R. Production of bio-ethanol from soybean molasses by *Saccharomyces cerevisiae* at laboratory, pilot and industrial scales. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8156-8163, 2008.

SOUSA, Anderson Aldelyan Ramalho de et al. **Gaseificação de pellets do bagaço da cana de açúcar para obtenção de energia limpa e de alto poder calorífico**, 2019.

SOUZA, AGF. **Hidredesoxigenação (HDO) do anexou em catalisadores de Ni-Mo suportados**. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - UFRJ, 2009.

STAUB, Eugênio. Desafios estratégicos em ciência, tecnologia e inovação. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 13, p. 5-22, 2001.

STECKELBERG, C. **Caracterização de leveduras de processos de fermentação alcoólica utilizando atributos de composição celular e características cinéticas**. 215 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2001.

STILPEN, Daniel. (2018). **Desenvolvimento Energético do Território Oeste do Paraná**. 10.13140/RG.2.2.31430.16963.

STURION, J.A; PEREIRA, J. C. D; CHEMIM, M.S; Qualidade da madeira de eucalyptusvimanalis para fins energéticos em função do espaçamento e idade de corte. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 16, p.55-59, dez. 1988.

TÁVORA, Fernando Lagares. **História e economia dos biocombustíveis no Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2011.

TIDD, John; BESANT, Jeanne. **Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change**. 6. ed. Hoboken: Wiley, 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE). **Complexo de Laboratórios Multiusuários - CML**. Cascavel, 2025. Disponível em: <https://labmulti.unioeste.br/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA (UNILA). **Laboratórios de Pesquisa**. Foz do Iguaçu, 2025. Disponível em: <https://portal.unila.edu.br/sact/laboratorios-de-pesquisa>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA (UNILA). **Laboratório de Tecnologias e Processos Sustentáveis (LATEPS)**. Foz do Iguaçu, 2025. Disponível em: <https://portal.unila.edu.br/sact/laboratorios-de-pesquisa/laboratorio-de-tecnologias-e-processos-sustentaveis-lateps>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE). **Portal da UNIOESTE**. Cascavel, 2025. Disponível em: <https://www.unioeste.br/portal/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). **Setor Palotina**. Palotina, 2025. Disponível em: <https://palotina.ufpr.br/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). **Laboratórios Multiusuários**. Curitiba, 2025. Disponível em: <https://www.utfpr.edu.br/pesquisa-e-pos-graduacao/laboratorios-multiusuarios/laboratorios>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). **Portal da UTFPR**. Curitiba, 2025. Disponível em: <https://www.utfpr.edu.br/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

VALE, A.T.; MENDES, R.M.; AMORIM, M.R.S.; DANTAS, V.F.S. **Potencial Energético da Biomassa e Carvão Vegetal do Epicarpo e da Torta de Pinhão Manso (Jatropha curcas)**. Cerne, Lavras, v. 17, n. 2, p. 267-273, abr./jun. 2011.

VAN GRIEKEN, R. E.; MARKOWICZ, A. A. (Ed.). **Handbook of X-Ray Spectrometry**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Informações institucionais e cursos oferecidos nas Instituições de Ensino Superior do Oeste do Paraná

(Legenda: Me - Mestrado Acadêmico; Dr - Doutorado Acadêmico; MP - Mestrado Profissional; DP - Doutorado Profissional)

Nome (IES)	Tipo (IES)	Município	SITE	Natureza Administrativa	Cursos graduação	Cursos pós- graduação
Faculdade BIOPARK	Faculdade	Toledo	https://bioparkeducacao.com/	Privada	Total (9): 1. Inteligência Artificial; 2. Administração; 3. Análise e Desenvolvimento de Sistemas; 4. Ciência de Dados; 5. Ciência e Tecnologia; 6. Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia; 7. Engenharia de Software; 8. Farmácia; 9. Gestão da Produção Industrial.	<i>Lato sensu</i> (4): 1. Práticas de Aprendizagem e Desenvolvimento de Neurodivergentes; 2. MBA em Gestão de Instituições de Ensino; 3. Práticas Inovadoras na Educação; 4. Engenharia de Software para Modernização de Sistemas.
Instituto de Ensino Superior de Foz do Iguaçu (CESUFOZ)	Centro Universitário	Foz do Iguaçu	https://www.cesufoz.edu.br/	Privada	Total (10): 1. Administração; 2. Biomedicina; 3. Ciências Contábeis; 4. Direito; 5. Educação Física; 6. Enfermagem; 7. Engenharia Civil; 8. Farmácia; 9. Fisioterapia; 10. Psicologia.	N/A
Faculdade UNICA de Cafelândia (FAC)	Faculdade	Cafelândia	https://faculdadeunica.edu.br/graduacao/	Privada	Total (1): 1. Administração.	N/A
Faculdade Foz do Iguaçu (FAFIG)	Faculdade	Foz do Iguaçu	https://www.fafig.edu.br/index.asp	Privada	Total (2): 1. Nutrição; 2. Estética e Cosmética (Tecnológico).	N/A
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG)	Centro Universitário	Cascavel	https://www.fag.edu.br/	Privada	Total (36): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Arquitetura e Urbanismo; 4. Ciências Biológicas; 5. Ciências Contábeis; 6. Design de Interiores; 7. Design Gráfico; 8. Direito; 9. Educação Física; 10. Enfermagem; 11. Engenharia Civil; 12. Engenharia de Controle e Automação; 13. Engenharia de	<i>Lato sensu</i> (24): 1. Direito civil e empresarial; 2. Design de interiores; 3. Engenharia de gestão e prevenção contra incêndio e pânico; 4. Higiene ocupacional; 5. Engenharia de segurança do trabalho; 6. Psicopedagogia clínica e institucional; 7. Docência na educação infantil e

					Software; 14. Engenharia Elétrica; 15. Engenharia Mecânica; 16. Engenharia Mecatrônica; 17. Estética e Cosmética; 18. Farmácia; 19. Fisioterapia; 20. Fonoaudiologia; 21. Fotografia; 22. Inteligência Artificial; 23. Jornalismo; 24. Letras - Português e Espanhol; 25. Letras - Português e Inglês; 26. Medicina; 27. Medicina Veterinária; 28. Mídias Sociais Digitais; 29. Nutrição; 30. Pedagogia; 31. Produção Audiovisual; 32. Produção Multimídia; 33. Psicologia; 34. Publicidade e Propaganda; 35. Tecnologia em Gestão de Negócios Imobiliários; 36. Terapia Ocupacional.	anos iniciais; 8. Docência no ensino superior: metodologias inovativas; 9. Comunicação e estratégias de mercado no agronegócio; 10. Brand design e marketing digital; 11. Enfermagem em cardiologia e hemodinâmica; 12. Psicologia humanista; 13. Linguagem oral e escrita; 14. Saúde estética; 15. Nutrição hospitalar; 16. Nutrição clínica; 17. Avaliação e tratamento fisioterapêutico em ortopedia e traumatologia; 18. Emergências - aph e aih; 19. Enfermagem em cuidados intensivos adulto, pediátrico e neonatal 20. Enfermagem em centro cirúrgico, robótica e cme; 21. Enfermagem dermatológica e tratamento de feridas; 22. Enfermagem em obstetrícia; 23. Bioinsumos: produção, qualidade e aplicação; 23. Desenvolvimento técnico e tecnológico na produção de sementes; 24. Manejo fitossanitário de grandes culturas
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG)	Centro Universitário	Toledo	https://www.fag.edu.br/	Privada	Total (12): 1. Administração; 2. Agronegócio; 3. Ciências Contábeis; 4. Design Gráfico; 5. Direito; 6. Engenharia de Software; 7. Gestão Financeira; 8. Letras - Língua Portuguesa e Inglês; 9. Pedagogia; 10. Processos Gerenciais; 11. Publicidade e Propaganda; 12. Recursos Humanos.	<i>Lato sensu</i> (3): 1. Gestão empresarial e performance corporativa; 2. Rh: Business Partner e estratégia organizacional; 3. Docência: Metodologias Inovativas.
Instituto Federal do Paraná (IFPR)	Instituto	Foz do Iguaçu	https://ifpr.edu.br/foz-do-iguacu/	Pública /Gov Federal	Total (4): 1. Engenharia de Aquicultura; 2. Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas; 3. Licenciatura em Física; 4. Tecnologia em Gastronomia.	<i>Lato sensu</i> (2): 1. Ensino de Ciências e Matemática; 2. Internet das Coisas – IoT.
Instituto Federal do Paraná (IFPR)	Instituto	Assis Chateaubriand	https://ifpr.edu.br/assis-chateaubriand/	Pública /Gov Federal	Total (3): 1. Ciências Biológicas (Licenciatura); 2. Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas 3. Gestão comercial (Tecnólogo), e tecnológicos integrados ao ensino médio	<i>Lato sensu</i> (3): 1. Ensino de Ciências e Matemática; 2. Gestão Escolar; 3. Governança Corporativa e Sustentabilidade.

Instituto Federal do Paraná (IFPR)	Instituto	Cascavel	https://ifpr.edu.br/cascavel/	Pública /Gov Federal	Total (3): 1. Análise e Desenvolvimento de Sistemas (Tecnólogo); 2. Gestão ambiental (Tecnólogo); 3. Licenciatura em Química, e tecnológicos integrados ao ensino médio.	<i>Lato sensu (1):</i> 1. Educação, Tecnologia e Sociedade
Instituto Federal do Paraná (IFPR)	Instituto	Toledo	https://ifpr.edu.br/toledo/	Pública /Gov Federal	Total (1): Somente tecnológicos integrados ao ensino médio.	N/A
Faculdade de ensino superior de Marechal Cândido Rondon (ISEPE RONDON)	Faculdade	Marechal Cândido Rondon	https://www.iseperon.com.br/	Privada	Total (9): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Ciências Contábeis; 4. Direito; 5. Enfermagem; 6. Engenharia de Produção; 7. Pedagogia; 8. Psicologia; 9. Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.	N/A
Faculdade Multiversa (Unidade UNIGUAÇU em foz)	Faculdade	Foz do Iguaçu	https://multiversa.edu.br/foz-do-iguacu/	Privada	Total (11): 1. Administração; 2. Ciências Contábeis; 3. Gestão de Recursos Humanos; 4. Gestão Financeira; 5. Jornalismo; 6. Marketing; 7. Mídias Sociais Digitais; 8. Processos Gerenciais; 9. Produção Audiovisual; 10. Psicologia; 11. Publicidade e Propaganda.	São ofertadas as mesmas para todas as unidades MULTIVERSA/ UNIGUAÇU (São Miguel, Foz e Palotina), mas não colocarei aqui para não ser contabilizada novamente.
Multiversa (Unidade UNIGUAÇU em Palotina)	Faculdade	Palotina	https://multiversa.edu.br/palotina	Privada	Total (3): 1. Administração; 2. Pedagogia; 3. Gestão de Recursos Humanos.	São ofertadas as mesmas para todas as unidades MULTIVERSA/ UNIGUAÇU (São Miguel, Foz e Palotina), mas não colocarei aqui para não ser contabilizada novamente.
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC PR)	Universidade	Toledo	https://www.pucpr.br/campus-toledo/	Privada (APC - sem fins lucrativos)	Total (13): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Análise e Desenvolvimento de Sistemas (Tecnólogo); 4. Biomedicina; 5. Direito; 6. Engenharia de Produção; 7. Engenharia de Software; 8. Fonoaudiologia; 9. Gestão Integrada de Agronegócios; 10. Medicina; 11. Medicina Veterinária; 12. Nutrição; 13. Psicologia.	<i>Lato sensu (22):</i> 1. Clínica Médica e Cirúrgica de Cães e Gatos; 2. Psicanálise: Fundamentos e Novos Sintomas; 3. Gênero, Direito e Psicologia: Diversidade e Interseccionalidades; 4. Reprodução e Nutrição de Bovinos; 5. Nutrição de Plantas e Fitossanidade; 6. Mercado de Carbono e Oportunidades Globais; 7.

						Armazenamento de Grãos com Ênfase em Gestão e Qualidade; 8. Altas Habilidades/Superdotação e Desenvolvimento de Talentos; 9. Agromarketing e Inteligência Comercial; 10. Sistemas de Gestão da Qualidade e Segurança de Alimentos; 11. MBA em Gestão Estratégica de Negócios; 12. MBA em Liderança e Gestão de Pessoas; 13. MBA em Gestão Financeira: Controladoria, Auditoria e Compliance; 14. Fertilidade dos Solos e Nutrição de Plantas em Cultura de Alto Rendimento; 15. Georreferenciamento de Imóveis Rurais; 16. Suinocultura com Ênfase em Gestão e Sanidade; 17. Psicanálise Clínica – de Freud a Lacan; 18. Higiene, Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal; 19. Gestão de Pessoas e Psicologia Organizacional e do Trabalho; 20. Direito do Agronegócio; 21. Análise Comportamental Clínica; 22. Agricultura de Precisão.
Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC)	Centro Universitário	Foz do Iguaçu	https://www.udc.edu.br/site/#/udc/	Privada	Total (41): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Arquitetura e Urbanismo; 4. Biomedicina; 5. Ciência da Computação; 6. Ciências Biológicas; 7. Ciências Contábeis; 8. Ciências Econômicas; 9. Comunicação Social - Publicidade e Propaganda; 10. Design de Interiores; 11. Design de Moda; 12. Direito; 13. Educação Física (Bacharelado); 14. Eng. de Controle e Automação; 15. Enfermagem; 16. Engenharia Ambiental; 17. Engenharia Civil; 18. Engenharia de Alimentos; 19. Engenharia de Produção; 20. Engenharia Elétrica; 21. Engenharia Eletrônica; 22. Engenharia Mecânica; 23. Estética/Cosmética (Tecnólogo); 24. Farmácia; 25. Fisioterapia; 26. Fonoaudiologia; 27. Gastronomia (Tecnólogo); 28. Gestão Ambiental (Tecnólogo); 29. Gestão Hospitalar (Tecnólogo); 30. Hotelaria	<i>Lato sensu</i> (21): 1. MBA em liderança e gestão de pessoas; 2. MBA em gestão estratégica de negócios; 3. MBA em gerenciamento de projetos; 4. MBA em gestão estratégica de marketing; 5. MBA em gestão financeira, controladoria e auditoria; 6. MBA em gestão de custos e tributos com ênfase em comércio internacional; 7. MBA em gerenciamento e execução de obras; 8. Saúde e estética; 9. Fisioterapia pélvica; 10. Psicologia social; 11. Farmácia hospitalar clínica; 12. Avaliação psicológica; 13. Análises clínicas; 14. Fisioterapia neurofuncional; 15. Neuropsicopedagogia clínica e educação especial; 16. Psicopedagogia clínica com ênfase ao transtorno do espectro autista; 17. Neuropsicopedagogia em psicomotricidade com

					(Tecnólogo); 31. Jornalismo; 32. Letras - Português / Inglês; 33. Medicina Veterinária; 34. Nutrição; 35. Odontologia; 36. Pedagogia; 37. Psicologia; 38. Radiologia (Tecnólogo); 39. Relações Internacionais; 40. Sistemas de Informação; 41. Tecnologia em Inteligência Artificial.	ênfase em aba e vmbb; 18. Fertilidade dos solos e nutrição de plantas em cultura de alto rendimento; 19. MBA de gestão estratégica do agronegócio; 20. engenharia de segurança do trabalho; 21. Microbiologia aplicada: clínica, ambiental, industrial e de alimentos.
Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC)	Centro Universitário	Medianeira	https://www.udc.edu.br/site/#/udc/	Privada	Total (10): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Ciências Contábeis; 4. Direito; 5. Engenharia Civil; 6. Estética e Cosmética (Tecnólogo); 7. Gestão Comercial (Tecnólogo); 8. Gestão de Produção Industrial; 9. Letras - Português / Espanhol; 10. Medicina Veterinária.	<i>Lato sensu</i> (4): 1. MBA em gestão estratégica de negócios; 2. MBA em liderança e gestão de pessoas; 3. MBA em gestão financeira: controladoria, auditoria e compliance; 4. Fertilidade dos solos e nutrição de plantas em cultura de alto rendimento.
Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Universidade	Palotina	https://palotina.ufpr.br/	Pública /Gov Federal	Total (41): 1. Agronomia; 2. Ciências Biológicas; 3. Engenharia de Aquicultura; 4. Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia; 5. Engenharia de Energia; 6. Licenciatura em Ciências Exatas; 7. Licenciatura em Computação; 8. Medicina Veterinária.	<i>Lato sensu</i> (1): 1. Residência em Medicina Veterinária <i>Stricto sensu</i> (11): 1. Aquicultura e Desenvolvimento sustentável (Me); 2. Bioenergia (Me/Dr); 3. Bioquímica e Biologia Molecular (Me/Dr); 4. Biotecnologia (Me); 5. Ciência Animal (Me/Dr); 6. Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (Me); 7. Engenharia e Tecnologia Ambiental (Me/Dr).
Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Universidade	Toledo	https://toledo.ufpr.br/	Pública /Gov Federal	Total (1): 1. Medicina	N/A
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	Universidade	Medianeira	https://antigo.utfpr.edu.br/	Pública /Gov Federal	Total (9): 1. Ciência da Computação; 2. Engenharia Ambiental; 3. Engenharia de Alimentos; 4. Engenharia de Produção; 5. Engenharia Elétrica; 6. Licenciatura em Química; 7. Tecnologia em Alimentos; 8. Tecnologia em Gestão Ambiental; 9. Tecnologia em Manutenção Industrial.	<i>Lato sensu</i> (5): 1. Educação: Métodos e Técnicas de Ensino; 2. Engenharia de Segurança do Trabalho; 3. Ensino de Ciências; 4. Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás; 5. MBA em Gestão da Produção. <i>Stricto sensu</i> (8): 1. Ensino de Física (MP); 2. Tecnologia de Alimentos (Me/Dr); 3. Tecnologias Ambientais (Me); 4. Tecnologias Computacionais (Me); 5. Administração Pública em Rede Nacional (MP);

						6. Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (MP); 7. Química em Rede Nacional (MP).
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	Universidade	Toledo	https://antigo.utfpr.edu.br/	Pública /Gov Federal	Total (7): 1. Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia; 2. Engenharia de Computação; 3. Engenharia Eletrônica; 4. Licenciatura em Matemática; 5. Tecnologia em Processos Químicos; 6. Tecnologia em Sistemas para Internet; 7. Engenharia Civil	<i>Lato sensu</i> (2): 1. Arquitetura e Tecnologia da Construção; 2. Ciência de Dados e Inteligência Competitiva para Negócios. <i>Stricto sensu</i> (3): 1. Tecnologias em Biociências (MP); 2. Processos Químicos e Biotecnológicos (Me); 3. Matemática em Rede Nacional (MP).
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	Universidade	Santa Helena	https://antigo.utfpr.edu.br/	Pública /Gov Federal	Total (3): 1. Agronomia; 2. Ciência da Computação; 3. Licenciatura em Ciências Biológicas.	<i>Stricto sensu</i> (1): 1. Recursos Naturais e Sustentabilidade (Me).
Centro Universitário União das Américas Descomplica (UNIAMÉRICA)	Centro Universitário	Foz do Iguaçu	https://uniamerica.br/	Privada	Total (22): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Análise e Desenvolvimento de Sistemas; 4. Arquitetura e Urbanismo; 5. Biomedicina; 6. Ciências Biológicas; 7. Ciências Contábeis; 8. Design Gráfico Digital; 9. Direito; 10. Educação Física; 11. Enfermagem; 12. Engenharia Civil; 13. Engenharia de Software; 14. Engenharia Elétrica; 15. Engenharia Mecânica; 16. Farmácia; 17. Fisioterapia; 18. Medicina Veterinária; 19. Nutrição; 20. Pedagogia; 21. Psicologia; 22. Publicidade e Propaganda.	<i>Lato sensu</i> (7): 1. Cardiologia Veterinária; 2. Clínica Médica de Cães e Gatos; 3. Dermatologia Veterinária de Cães e Gatos; 4. Endocrinologia e Metabolologia de Pequenos Animais; 5. MBA em Estética Facial e Corporal Avançada; 6. MBA em Gestão de Aprendizagem Ativa; 7. Bem-estar de Animais Silvestres e Exóticos.
Faculdades Unificadas de Foz do Iguaçu (UNIFOZ)	Faculdade	Foz do Iguaçu	https://www.unifoz.edu.br/administracao	Privada	Total (2): 1. Administração; 2. Direito.	N/A
Faculdade UNIGUAÇU	Faculdade	São Miguel do Iguaçu	https://uniguacu.com.br/	Privada	Total (13): 1. Administração; 2. Ciências Contábeis; 3. Direito; 4. Educação Física; 5. Enfermagem; 6. Engenharia Agrônoma; 7. Engenharia Civil; 8. Engenharia de Software; 9. Medicina Veterinária; 10. Pedagogia; 11. Psicologia; 12. Terapia Ocupacional; 13.	<i>Lato sensu</i> (15): 1. Biomecânica e Cinesioterapia; 2. Bodybuilding Coach; 3. Ciência da alta performance; 4. Emagrecimento e Metabolismo; 5. Fisiologia do Exercício; 6. Hipertrofia e Emagrecimento: Personal Trainer; 7. Hormonização, Nutrição e

					Zootecnia.	Treinamento; 8. MBA Desenvolvimento de Pessoas; 9. MBA Gestão Fitness; 10. Medicina Do Esporte; 11. Musculação Avançada; 12. Nutrição Comportamental e Clínica; 13. Nutrição Esportiva e Hipertrofia; 14. Nutrição Estética Esportiva e Saúde feminina; 15. Reabilitação de Lesões: da Avaliação.
Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)	Universidade	Foz do Iguaçu	https://portal.unila.edu.br/	Pública /Gov Federal	Total (29): 1. Antropologia – Diversidade Cultural Latino-Americana; 2. Cinema e Audiovisual; 3. História – Licenciatura; 4. História - América Latina; 5. Mediação Cultural - Artes e Letras; 6. Letras – Espanhol e Português como Línguas Estrangeiras; 7. Música; 8. Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade; 9. Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química; 10. Engenharia Física; 11. Matemática; 12. Medicina; 13. Química – Licenciatura; 14. Saúde Coletiva; 15. Biotecnologia; 16. Administração Pública e Políticas Públicas; 17. Ciência Política e Sociologia; 18. Ciências Econômicas – Economia, Integração e Desenvolvimento; 19. Desenvolvimento Rural e Segurança Alimentar; 20. Filosofia; 21. Relações Internacionais e Integração; 22. Serviço Social; 23. Arquitetura e Urbanismo; 24. Engenharia Civil de Infraestrutura; 25. Engenharia de Energia; 26. Engenharia de Materiais; 27. Engenharia Química; 28. Geografia (licenciatura); 29. Geografia (bacharelado)	<i>Lato sensu (9):</i> 1. Direitos Humanos na América Latina; 2. Ensino e Aprendizagem de Línguas Adicionais; 3. Ensino de História e América Latina; 4. Gênero e Diversidade na Educação; 5. Relações Internacionais Contemporâneas; 6. Integração Paraguai-Brasil: Relações Bilaterais, Desenvolvimento e Fronteiras; 7. Residência Multiprofissional em Saúde da Família; 8. Gestão em Saúde - EaD; 9. Relações Internacionais para professores da educação básica - EaD. <i>Stricto sensu (15):</i> 1. Biociências (Me); 2. Biodiversidade Neotropical (Me); 3. Economia (Me); 4. Educação (Me); 5. Engenharia Civil (Me); 6. Física Aplicada (Me); 7. História (Me); 8. Literatura Comparada (Me); 9. Políticas Públicas Desenvolvimento (Me); 10. Integração Contemporânea da América Latina (Me/Dr); 11. Energia e Sustentabilidade (Me/Dr); 12. Mestrado Interdisciplinar em Estudos Latino-Americanos (Me); 13. Mestrado em Relações Internacionais (Me).
Faculdade UNIMEO/CTES OP	Faculdade	Assis Chateaubriand	https://www.unimeo.com.br/	Privada	Total (9): 1. Administração; 2. Biomedicina; 3. Ciências Contábeis; 4. Direito; 5. Enfermagem; 6. Engenharia Agrônoma; 7. Gestão de Cooperativas; 8. Pedagogia; 9. Psicologia.	<i>Lato sensu (40):</i> 1. Administração Financeira Contábil e Controladoria; 2. Alfabetização e Letramento; 3. Análises Clínicas; 4. Arteterapia; 5. Centro Cirúrgico; 6. Docência e Gestão do Ensino Superior; 7. Educação do Campo; 8. Educação Especial em Deficiência Intelectual e Múltipla; 9. Educação Infantil; 10. Enfermagem em

						<p>Urgência e Emergência: Pronto Socorro e UTI; 11. Ensino da Matemática: Teoria e Prática; 12. Estética Avançada e Cosmética; 13. Geografia, Interação e Meio Ambiente; 14. Gestão Escolar; 15. História do Brasil; 16. Inovação e Tecnologias na Educação; 17. Língua Portuguesa Gêneros Textuais; 18. Literatura e Língua; 19. MBA em Administração Financeira, Contábil e Controladoria; 20. MBA em Gerenciamento de Projeto; 21. MBA em Gestão Coaching Estratégico; 22. MBA em Gestão de Cooperativas de Créditos; 23. MBA em Gestão de Marketing e Logística; 24. MBA em Gestão de Recursos Humanos; 25. MBA em Gestão Empreendedora de Negócios; 26. MBA em Gestão Pública; 27. MBA em Gestão Tributária; 28. MBA em Marketing: Comunicação, Propaganda e Vendas; 29. MBA em Tecnologia da Informação; 30. MBA Gestão do Agronegócios; 31. Neurolinguística; 32. Oncologia; 33. Pedagogia Empresarial; 34. Pedagogia Social; 35. Psicomotricidade; 36. Psicopedagogia com Abordagem em Neurologia; 37. Psicopedagogia, Educação e Clínica; 38. Saúde Pública; 39. Sociedade Inclusiva e Educação Especial; 40. Transtorno do Espectro do Autismo.</p>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)	Universidade	Cascavel	https://www.unioeste.br/portal/ampus-cascavel/	Pública/ Gov Estado PR	<p>Total (20):</p> <p>Administração; 2. Ciência da Computação; 3. Ciências Biológicas (licenciatura e bacharelado); 4. Ciências Contábeis; 5. Ciências Econômicas; 6. Enfermagem; 7. Engenharia Agrícola; 8. Engenharia Civil; 9. Farmácia; 10. Fisioterapia; 11. Geografia; 12. História; 13. Letras - Língua Portuguesa e Língua Espanhola e Respektivas Literaturas; 14. Letras - Língua Portuguesa e Língua Inglesa e Respektivas Literaturas; 15. Letras - Língua Portuguesa e Língua Italiana e Respektivas Literaturas; 16. Matemática; 17. Medicina; 18. Odontologia; 19. Pedagogia.</p>	<p><i>Lato sensu</i> (4):</p> <p>1. Gestão de ambientes de aprendizagem; 2. MBA em Gestão de Pessoas; 3. MBA em Gestão de Projetos; 4. MBA em Gestão Financeira.</p> <p><i>Stricto sensu</i> (23):</p> <p>1. Administração (MP/DP); 2. Biociências e Saúde (Me/Dr); 3. Ciência da Computação (Me); 4. Ciências Farmacêuticas (Me); 5. Conservação e Manejo de Recursos Naturais (Me); 6. Contabilidade (Me); 7. Educação (Me/Dr); 8. Educação em Ciências e Educação Matemática (Me/Dr); 9. Engenharia Agrícola (Me/Dr); 10. Engenharia de Energia na Agricultura (Me/Dr); 11. Engenharia e Tecnologia Ambiental (Me/Dr); 12. Letras</p>

						(Me/Dr); 13. Letra (MP); 14. Matemática (MP); 15. Odontologia (Me).
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)	Universidade	Toledo	https://www.unioeste.br/portal/ampus-toledo	Pública/ Gov Estado PR	Total (10): 1. Ciências Econômicas; 2. Ciências Sociais; 3. Educação Especial Inclusiva; 4. Engenharia Química; 5. Filosofia bacharelado; 6. Filosofia licenciatura; 7. Psicologia; 8. Química bacharelado; 9. Química licenciatura; 10. Secretariado Executivo Trilíngue.	<i>Lato sensu (1):</i> 1. Economia Rural <i>Stricto sensu (14):</i> 1. Bioenergia (Me/Dr); 2. Ciências Ambientais (Me); 3. Desenvolvimento Regional e Agronegócio (Me/Dr); 4. Economia (Me); 5. Engenharia Química (Me/Dr); 6. Filosofia (Me/Dr); 7. Química (Me); 8. Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca (Me/Dr); 9. Serviço Social (Me).
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)	Universidade	Foz do Iguaçu	https://www.unioeste.br/portal/ampus-foz-do-iguacu/	Pública/ Gov Estado PR	Total (13): 1. Administração; 2. Ciência da Computação; 3. Ciências Contábeis; 4. Direito; 5. Enfermagem; 6. Engenharia Elétrica; 7. Engenharia Mecânica; 8. Hotelaria; 9. Letras - Língua Portuguesa e Língua Espanhola e Respektivas Literaturas; 10. Letras - Língua Portuguesa e Língua Inglesa e Respektivas Literaturas; 11. Matemática; 12. Pedagogia; 13. Turismo.	<i>Lato sensu (3):</i> 1. Desenvolvimento Territorial Sustentável e Integração Transfronteiriça; 2. MBA em Finanças, Mercado de Capitais e Asset Allocation; 3. Psicologia na Saúde Pública. <i>Stricto sensu (7):</i> 1. Engenharia Elétrica e Computação (Me); 2. Ensino (Me); 3. Engenharia Elétrica e Computação (Me); 4. Saúde Pública em Região de Fronteira (Me); 5. Sociedade, Cultura e Fronteiras (Me/Dr); 6. Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade (MP).
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)	Universidade	Marechal Cândido Rondon	https://www.unioeste.br/portal/ampus-marechal-candido-rondon/	Pública/ Gov Estado PR	Total (8): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Ciências Contábeis; 4. Direito; 5. Educação Física; 6. Letras - Língua Portuguesa e Respektivas Literaturas e Língua Espanhola; 7. Letras - Língua Portuguesa e Respektivas Literaturas e Língua Inglesa; 8. Zootecnia.	<i>Stricto sensu (11):</i> 1. Agronomia (Me/Dr); 2. Desenvolvimento Rural Sustentável (Me/Dr); 3. Educação Física (MP); 4. Geografia (Me/Dr) 5. História (Me/Dr); 6. Zootecnia (Me/Dr).
Universidade Paranaense (UNIPAR)	Universidade	Cascavel	https://www.unipar.br/	Privada	Total (14): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Análise e Desenvolvimento de Sistemas; 4. Arquitetura e Urbanismo; 5. Biomedicina; 6. Ciências Contábeis; 7. Direito; 8. Enfermagem; 9. Engenharia de Software; 10. Estética e Cosmética; 11. Nutrição;	<i>Lato sensu (5):</i> 1. Análise do Comportamento aplicada - ABA; 2. Estética Invasiva: Procedimentos não cirúrgicos II; 3. Harmonização Orofacial; 4. MBA em Gestão de Cooperativas de Crédito; 5. MBA em Gestão de Pessoas e Liderança.

					12. Odontologia; 13. Pedagogia; 14. Psicologia.	
Universidade Paranaense (UNIPAR)	Universidade	Guaíra	https://www.unipar.br/	Privada	Total (8): 1. Administração; 2. Agronomia; 3. Análise e Desenvolvimento de Sistemas; 4. Biomedicina; 5. Direito; 6. Enfermagem; 7. Pedagogia; 8. Psicologia.	<i>Lato sensu (3):</i> 1. ABA com Ênfase no Ensino Estruturado para Autistas; 2. MBA em Gestão de Cooperativas de Crédito; 3. MBA em Mercado Financeiro e de Investimentos.
Universidade Paranaense (UNIPAR)	Universidade	Toledo	https://www.unipar.br/	Privada	Total (5): 1. Fisioterapia; 2. Medicina Veterinária (Noturno); 3. Nutrição; 4. Pedagogia; 5. Psicologia.	<i>Lato sensu (3):</i> 1. Cosmetologia, Nutracêuticos e Nutricosméticos com Ênfase em Estética; 2. Estética Avançada com Ênfase em Procedimentos Minimamente Invasivos; 3. MBA em Gestão de Cooperativas de Crédito.

APÊNDICE B - Reconhecimento de cursos aderentes à área de bioenergia

Lista de cursos das 5 Grandes Áreas do Conhecimento das IES do oeste do Paraná, com destaque nos que foram selecionados como aderentes à área de bioenergia juntamente com a descrição da linha de pesquisa ou disciplina(s) que o fez ser selecionado.

IES	CURSOS DAS 5 GRANDES ÁREAS DO CONHECIMENTO E DISCIPLINAS OU LINHA DE PESQUISA EM BIOENERGIA
Unioeste Campus Cascavel	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Ciências Biológicas • Licenciatura em Ciências Biológicas • Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos Naturais • Bacharelado em Engenharia Agrícola • Mestrado em Engenharia Agrícola • Doutorado em Engenharia Agrícola • Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura - Disciplinas: Culturas energéticas; Fontes renováveis de energia e matriz energética; Gestão ambiental e uso sustentável de resíduos agroindustriais; Métodos físicos e químicos aplicados a pesquisa em biocombustíveis; Sistemas de Geração de Energia Agroindustriais; Tecnologia de Biodigestores Rurais; Tecnologias para a Produção de Combustíveis Renováveis; Termodinâmica aplicada a sistemas energéticos agroindustriais. • Doutorado em Engenharia de Energia na Agricultura - Disciplinas: Culturas energéticas; Fontes renováveis de energia e matriz energética; Gestão ambiental e uso sustentável de resíduos agroindustriais; Métodos físicos e químicos aplicados a pesquisa em biocombustíveis; Sistemas de Geração de Energia Agroindustriais; Tecnologia de Biodigestores Rurais; Tecnologias para a Produção de Combustíveis Renováveis; Termodinâmica aplicada a sistemas energéticos agroindustriais. • Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática • Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática • Mestrado em Engenharia e Tecnologia Ambiental - Disciplinas: Valorização agrônoma de resíduos orgânicos; Aproveitamento de resíduos para fins energéticos; Cinética e cálculo de biorreatores. • Doutorado em Engenharia e Tecnologia Ambiental - Disciplinas: Valorização agrônoma de resíduos orgânicos; Aproveitamento de resíduos para fins energéticos; Cinética e cálculo de biorreatores.
Unioeste Campus Marechal C. Rondon	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia • Mestrado em Agronomia • Doutorado em Agronomia • Bacharelado em Zootecnia • Mestrado em Zootecnia • Doutorado em Zootecnia • Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável - Disciplina: Geração e Uso de Energias Renováveis no Meio Rural/ Linha de Pesquisa: Inovações Sócio-tecnológicas e Ação Extensionista • Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável - Disciplina: Geração e Uso de Energias Renováveis no Meio Rural/ Linha de Pesquisa: Inovações Sócio-tecnológicas e Ação Extensionista
Unioeste Campus Toledo	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnólogo em Aquicultura • Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca • Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca • Licenciatura em Química • Bacharelado em Química • Mestrado em Química

	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Engenharia Química - Disciplinas: Microbiologia Industrial; Química Orgânica; Engenharia Bioquímica/ Grupos de pesquisa: Desenvolvimento e Simulação de Processos; Processos Biotecnológicos e Meio Ambiente; Inovações Tecnológicas para o Desenvolvimento Territorial Sustentável - GPINOVA; Engenharias Sustentáveis: Bioprocessos, Separação e Catálise - GES - BioSeCat. • Mestrado em Engenharia Química - Disciplinas: Energia e Bioenergia; Combustíveis e Biocombustíveis; Matérias-primas florestais, agroindustriais e alternativas; Composição e caracterização de biomassa e biocombustíveis; Produção e Uso de Hidrogênio e Células Combustíveis; Tecnologia e Inovação em Biocombustíveis e Energias Renováveis; Sistemas Energéticos Híbridos. • Doutorado em Engenharia Química - Disciplina: Modelagem e simulação de bioprocessos; Tecnologia de bioprocessos industriais/ Linha de Pesquisa: Processos Químicos e Bioquímicos • Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio • Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio • Mestrado em Bioenergia - Curso ESPECÍFICO da área • Doutorado em Bioenergia - Curso ESPECÍFICO da área • Mestrado em Ciências Ambientais
<p>UTFPR Campus Toledo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mestrado em em Processos Químicos e Biotecnológicos - Disciplinas: Microbiologia Aplicada; Engenharia Bioquímica; Síntese e Degradação de Materiais e Biocombustíveis. • Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia - Disciplinas: Processos Fermentativos; Enzimologia; Projeto de Biorreatores; Bioprocessos na Indústria de Bioenergia; Cinética e Reatores. • Tecnólogo em Processos Químicos • Mestrado Profissional em Tecnologias em Biociências
<p>UTFPR Campus Medianeira</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Engenharia Ambiental • Bacharelado em Engenharia de Alimentos • Licenciatura em Química • Tecnólogo em Gestão ambiental • Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás - Disciplina: Introdução à cadeia produtiva do biogás; Panorama do setor de biogás; Fontes de biomassa para a produção de biogás; Determinação do potencial metanogênico da biomassa; Dimensionamento de reatores anaeróbios; Operação e monitoramento de plantas de biogás; Purificação do biogás; Manejo do digestato; Conversão em energia; Viabilidade econômica de plantas de biogás; Design de plantas de biogás. • Mestrado em em Tecnologia de Alimentos • Doutorado em em Tecnologia de Alimentos • Mestrado em em Tecnologias Ambientais
<p>UNILA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Biotecnologia - Disciplinas: Processos Fermentativos e Enzimologia; Princípios de Bioprocessos e Biorreatores; Química Orgânica Experimental; Microbiologia Industrial; Princípios De Biocombustíveis. • Bacharelado em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade • Licenciatura em Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química • Bacharelado em Engenharia Física • Licenciatura em Química • Bacharelado em Desenvolvimento Rural e Segurança Alimentar • Bacharelado em Engenharia de Energia - Disciplinas: Química Industrial; Tecnologia do Hidrogênio; Biocombustíveis. • Bacharelado em Engenharia de Materiais • Bacharelado em Engenharia Química - Disciplinas: Engenharia das Reações Químicas I e II; Operações Unitárias I a III; Química Orgânica Experimental; Engenharia Bioquímica; Gestão e Tratamento de Efluentes;

	<p>Tópicos Especiais em Biogás (optativa).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mestrado em Biociências • Mestrado em Biodiversidade Neotropical • Mestrado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade - Disciplinas: Fundamentos sobre Energia e Sustentabilidade; Biocombustíveis e Tratamento de resíduos; Gerenciamento de resíduos Líquidos; Microbiologia Industrial e seu Potencial Tecnológico. • Doutorado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade - Disciplinas: Fundamentos sobre Energia e Sustentabilidade; Biocombustíveis e Tratamento de resíduos; Gerenciamento de resíduos Líquidos; Microbiologia Industrial e seu Potencial Tecnológico.
UFPR Campus Palotina	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia • Bacharelado em Ciências Biológicas • Licenciatura em Ciências Biológicas • Bacharelado em Engenharia de Aquicultura • Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia - Disciplinas: Gestão de resíduos Agroindustriais; Tecnologia e produção de Biomassa; Biorrefinarias e Tecnologia de Bioprodutos; Melhoramento de microrganismos de interesse Industrial. • Bacharelado em Engenharia de Energia - Disciplinas: Gerenciamento de resíduos; Gestão ambiental; Biocombustíveis sólidos; Biocombustíveis gasosos; Biocombustíveis líquidos; Tecnologia do Hidrogênio. • Mestrado em Aquicultura e desenvolvimento sustentável • Mestrado em Bioenergia - Curso ESPECÍFICO da área • Doutorado em Bioenergia - Curso ESPECÍFICO da área • Mestrado em Bioquímica e biologia molecular • Doutorado em Bioquímica e biologia molecular • Mestrado em Biotecnologia • Mestrado em Ciência Animal • Doutorado em Ciência Animal • Mestrado em Educação em ciências, educação matemática e tecnologias educativas • Mestrado em Engenharia e tecnologia ambiental - Disciplinas: Valorização agrônômica de resíduos orgânicos; Aproveitamento de resíduos para fins energéticos; Cinética e cálculo de biorreatores. • Doutorado em Engenharia e tecnologia ambiental - Disciplinas: Valorização agrônômica de resíduos orgânicos; Aproveitamento de resíduos para fins energéticos; Cinética e cálculo de biorreatores.
UFTPR Campus Santa Helena	<ul style="list-style-type: none"> • Licenciatura em Ciências Biológicas • Bacharelado em Agronomia • Mestrado em em Recursos Naturais e Sustentabilidade
BIOPARK Campus Toledo	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnólogo em Gestão da Produção Industrial • Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia • Bacharel em Ciência e Tecnologia
PUCPR Campus Toledo	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Gestão integrada do Agronegócio
UNIPAR Campus Toledo	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia
UNIPAR Campus	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia

Cascavel	
UNIPAR Campus Guairá	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia
UDC Campus Medianeira	<ul style="list-style-type: none"> • Especialização em Fertilidade dos solos e nutrição de plantas em culturas de alto rendimento • Bacharelado em Agronomia
UDC Campus Foz do Iguaçu	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia • Bacharelado em Engenharia Ambiental • Bacharelado em Ciências Biológicas • Tecnólogo em Gestão Ambiental • Especialização em Microbiologia aplicada: Clínica, ambiental, industrial e de alimentos • Especialização em Fertilidade dos solos e nutrição de plantas em culturas de alto rendimento
UNIAMÉRICA	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia • Bacharelado em Ciências biológicas
UNIGUAÇU Campus São Miguel do Iguaçu	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Zootecnia • Bacharelado em Engenharia Agrônômica
ISEPE RONDON	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia
UNIMEO Campus Assis Chateaubriand	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Engenharia Agrônômica
IFPR Campus Assis Chateaubriand	<ul style="list-style-type: none"> • Licenciatura em Ciências Biológicas
IFPR Campus Cascavel	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnólogo em Gestão ambiental • Licenciatura em Química
IFPR Campus Foz do Iguaçu	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Engenharia de Aquicultura
FAG Campus Toledo	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnólogo em Agronegócio
FAG Campus Cascavel	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharelado em Agronomia • Bacharelado em Ciências Biológicas • Licenciatura Ciências Biológicas

APÊNDICE C - Listagem de equipamentos

Lista de equipamentos voltados à área de bioenergia categorizados nos 5 aspectos analisados para cada IES do oeste do Paraná reconhecida como aderente à área.

IES	Equipamentos Descritos
Unioeste Campus Cascavel	Preparação e Processamento de Biomassa: <ul style="list-style-type: none"> • Prensa extrusora de grãos (Zaamp - Z1500) • Sistema extrator de lipídios (LUCADEMA - LUCA - 202/8)
	Caracterização Físico-Química e Energética: <ul style="list-style-type: none"> • Balanças (analítica, semi-analítica e de precisão) • Bombas calorimétricas • Espectrofotômetros • Cromatógrafos líquidos (LC, LC-SPD, LC-CDD e HPLC) • Cromatógrafos gasosos (GC e GCMS) • Analisador de biogás GEM 5000 • Analisador de gases Tecnomotor (TM 131) • Determinador de Carbono e Nitrogênio Total (TOC-V CPH) • Medidor de pH
	Bioprocessos: <ul style="list-style-type: none"> • Fermentadores/ Biorreatores • Incubadoras ou câmaras de crescimento • Agitador Magnético (Vulcan - MS-400COM, Fisotom - 752) e Agitador magnético com aquecimento (Nova Técnica - NT 103) • Liofilizador (Liotop - L101) • Sonicador • Banho-maria • Ultrafreezer • Centrífugas (Falcons, microtubos refrigerada) • Destilador de água (7lab - SSDEST - 5 LH)
	Rotas Químicas e Transesterificação: <ul style="list-style-type: none"> • Reatores de transesterificação (Planta de produção de biodiesel)
	Microscopia e Análise Microbiológica: <ul style="list-style-type: none"> • Estufas (com circulação de ar e de secagem) • Microscópios (Estereomicroscópio, Trinocular) • Espectrofotometro multicanal de microplacas (Loccus - LMR -96-8) • qPCR (HiMedia - Insta-Q96)
Unioeste Campus Marechal C. Rondon	Preparação e Processamento de Biomassa: <ul style="list-style-type: none"> • Moinhos (Macro moinho tipo Willey, Moinho pulverizador, Moinho de facas) • Forno mufla
	Caracterização Físico-Química e Energética: <ul style="list-style-type: none"> • Balança analítica • Bombas calorimétricas • Cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC) • Cromatógrafos Gasosos (GC-FID e GC-MS) • Espectrofotômetros (Absorção atômica, UV-vis) • Fotômetro de chama • Medidor portátil de trocas gasosas (Li-6400XT com fluorômetro acoplado)

	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor de pH
	<p>Bioprocessos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estufa de circulação forçada • Incubadora refrigerada com agitação Tecnal - TE-424 • Sistema de purificação de água (Destilador de água) • Centrífuga refrigerada
	<p>Rotas Químicas e Transesterificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capelas de exaustão de gases • Sistema de Destilação
<p>Unioeste Campus Toledo</p>	<p>Preparação e Processamento de Biomassa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fornos muflas • Unidade experimental para pirólise/combustão • Sistemas de extração (Soxhlet, ultrassom, líquido pressurizado, supercrítica, hidrodestilação) • Moinho para moagem micrométrica de amostras (Technal - TE - 631/4) • Máquina de Ensaio Universal (biopdi - MBIO-PORTÁTIL) <p>Caracterização Físico-Química e Energética:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balança (analítica) • Medidor de pH e condutividade • Analisador de Carbono Orgânico Total e Nitrogênio Total (TOC-L CPH / TNM-L / OCT-L 8) • Cromatógrafo Líquido de alta eficiência (HPLC - LC-20AT / CTO-20A / SPD-20A / CBM-20A) • Cromatógrafo Gasoso (GC) • Ressonância magnética Nuclear (SpecFIT HRC27) • Espectrofotômetros (UV-Vis, FTIR, EDX-7200, TXRF, FAAS, ETAAS e ICP-OES) • Analisador termogravimétrico (TGA) • Bomba Calorimétrica (C2000 da IKA WORKS e DDA - e2K) • Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC) • Analisador de Sorção Dinâmica de Vapor (DVS) <p>Bioprocessos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reator (encamisado de 2L, de pirólise, para Hidrólise e para realização de processos e produtos a base de hidrólises enzimáticas). • Incubadoras (Tecnal - TE-4200, ewLab - NL 161-04) • Agitadores magnéticos (múltiplo Sp Labor - SP-1006/S) • Agitador mecânico (TECNAL - TE-139 e NOVA - NI 1137) • Agitador para Floculação (Milan - JT-103) • Banhos (Termostatizado, Ultrassônico e Ultratermostático) • Cabine asséptica para PCR – DNA Workstation • Sistema de purificação de água (Milli-Q) • Cabine de Segurança Biológica • Capela com sistema de exaustão • Sistema completo para realização de cultivo de microalgas • Sonicador • Termociclador • Ultrafreezer • Centrífugas (Falcons, microtubos refrigerada)

	<p>Rotas Químicas e Transesterificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capelas de exaustão de gases • Sistema de Destilação (hidrodestilação, evaporador rotativo)
	<p>Microscopia e Análise Microbiológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estufas microbiológicas • Microscópios (Binocular, Eletrônico de Varredura)
UTFPR Campus Toledo	<p>Preparação e Processamento de Biomassa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moinhos (Moinho de facas, Moinho de bolas) • Forno mufla • Extrator de lipídeos
	<p>Caracterização Físico-Química e Energética:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balança (analítica e semianalítica) • Viscosímetro • Cromatógrafo Líquido de alta eficiência (HPLC) • Cromatógrafo Gasoso (GC) • Espectrofotômetros (UV-Vis, FTIR) • Medidor de pH e condutividade
	<p>Bioprocessos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fermentadores/ Biorreatores • Autoclave • Banho-maria • Incubadoras e câmaras de crescimento (BOD, estufas) • Shaker • Agitadores magnéticos • Cabine de Biossegurança (Classe II B2) • Fluxo Laminar para PCR • Sistema de purificação de água (Milli-Q) • Ultra-freezer • Centrífuga (refrigerada e de microtubos) • Liofilizador • Sonicador
	<p>Rotas Químicas e Transesterificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capelas de exaustão de gases (Cabine de segurança biológica) • Sistema de Destilação (Módulo de destilação, Rota evaporador)
	<p>Microscopia e Análise Microbiológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscópios e Estereoscópios • Estufas microbiológicas • Termociclador
UTFPR Campus Medianeira	<p>Preparação e Processamento de Biomassa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processador mecânico de biomassa (Conjunto de extrusão de bancada, marca AX, modelo "AX 16 TRÊS EM UM) • Forno mufla
	<p>Caracterização Físico-Química e Energética:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balança (analítica e de precisão) • Viscosímetro (Reômetro rotativo digital) • Bomba calorimétrica automática (Ika Works, modelo "C2000") • Equipamento de Análise Térmica Simultânea (TG/DSC), com linha de transferência de gases, marca PerkinElmer, modelo "STA 6000". • Cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC/ UPLC) • Cromatógrafo de Íons com detector de condutividade (Thermo Fisher, modelo

	<p>ICS 900)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisador portátil de biogás (Engizer, modelo GAS3200L) • Espectrofotômetros (UV-Vis, FT-IR e AA) • Medidor de pH
	<p>Bioprocessos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incubadoras ou câmaras de crescimento (Incubadora BOD, Estufas) • Autoclave • Sistema de purificação de água (Deionizador)
	<p>Rotas Químicas e Transesterificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capelas de exaustão de gases • Centrífugas
	<p>Microscopia e Análise Microbiológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estufas microbiológicas
UNILA	<p>Preparação e Processamento de Biomassa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forno mufla
	<p>Caracterização Físico-Química e Energética:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balança (analítica, de precisão, semianalítica) • Cromatógrafo líquido de alta eficiência com os detectores Diod-Array (DAD) e Fluorescência (DF) • Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência de Íons (CLAE-I) • Cromatógrafo Gasoso Acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) e Cromatógrafo em fase Gasosa com Detector de Ionização em Chama (CG-DIC) • Espectrofotômetros (UV-Vis, Absorção Atômica, FTIR) • Análise Termogravimétrica (TGA) • Medidor de pH e condutividade
	<p>Bioprocessos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planta didática de bioetanol • Autoclave • Banho-maria / Banho ultratermostático • Incubadoras ou câmaras de crescimento (BOD, estufas) • Shaker (Incubadora shaker, agitadores) • Jarras de anaerobiose • Cabine de Biossegurança • Sistema de purificação de água (Deionizador, Bidestilador) • Sonicador • Ultrafreezer • Centrífugas (Falcons, microtubos, refrigerada, Microcentrífuga refrigerada)
	<p>Rotas Químicas e Transesterificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capelas de exaustão de gases • Sistema de Destilação • Planta piloto para estudo e ensaios na produção de combustível veicular tipo biodiesel
	<p>Microscopia e Análise Microbiológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscópios (binocular, estereoscópios, de fluorescência e eletrônico de varredura) • Estufas microbiológicas • Termociclador • Conjunto de iluminação composto por módulo de controle de energia para irradiadores, dispositivo de irradiação com comprimento de onda de 660 nm, dispositivo de irradiação com comprimento de onda de 760 nm e câmara de luz

	para acondicionamento de amostras de microrganismos e células cultivadas in vitro.
UFPR Campus Palotina	Preparação e Processamento de Biomassa: <ul style="list-style-type: none"> • Moenda de cana • Extrusora de grãos • Moinhos de bolas com jarros de porcelana, de base vibratória de alumina e ágata e moinho planetário de zircônia Fritsch/ Pulverisette • Forno mufla • Analisador de umidade
	Caracterização Físico-Química e Energética: <ul style="list-style-type: none"> • Balança (analítica, semi-analítica e de precisão) • Viscosímetro e densímetro (Reômetro) • Cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC) • Cromatógrafo Gasoso - GC) • Espectrofotômetros (UV-Vis, FTIR, etc.) Termo-analisador DSC com capacidade de operação a baixas temperaturas • Medidor de pH e condutividade
	Bioprocessos: <ul style="list-style-type: none"> • Reator/fermentador com capacidade de 25 litros com controles de temperatura, pH e agitação mecânica • Usina Piloto de Produção de Bioetanol • reatores para Produção de Biometano e Biohidrogênio • Dornas de diluição, fermentação e decantação • Autoclave • Banho-maria • Incubadoras ou câmaras de crescimento (BOD, estufas, etc.) • Shaker (Incubadora shaker com controle de temperatura) • Cabine de Biossegurança (Fluxo laminar e fluxo laminar vertical) • Sistema de purificação de água • Ultrafreezer • Centrífugas (uma refrigerada e 1 outra para microtubos) • Sonicador
	Rotas Químicas e Transesterificação: <ul style="list-style-type: none"> • Reatores de transesterificação (Transesterificadora de óleos vegetais ou óleos de frituras, Mini-usina de biodiesel) • Reatores de alta pressão, etc. • Capelas de exaustão de gases • Sistemas de Destilação (Alambique, Coluna de bioetanol, Evaporador rotativo)
	Microscopia e Análise Microbiológica: <ul style="list-style-type: none"> • Microscópios (ópticos e eletrônico de varredura - MEV) • Estufas microbiológicas • Clorofilômetro • Termociclador

APÊNDICE D - Docentes com experiência em bioenergia

Planilhas com informações sobre o corpo docente vinculado aos cursos e programas reconhecidos como aderentes à área de bioenergia nas IES do oeste do Paraná.

1. Docentes da Unioeste de Cascavel com experiência com bioenergia

Docente	Bioenergia(s)	Formação e atuação principal
Dr. Affonso Celso Gonçalves Junior (Produtividade CNPq 1D) lattes.cnpq.br/0274178372961922	Biogás, Biodiesel e Briquetes	Química (Analítica e ambiental).
Dr. Airton Kunz (Produtividade CNPq 1C) lattes.cnpq.br/0003350901000829 (EMBRAPA/ UNIOESTE/ UFPR/ UFTPR)	Biogás (Patente) Bioetanol e Biohidrogênio	Engenharia Agrícola e Ambiental (Tratamentos e aproveitamento de resíduos).
Dr. Alfredo Petrauski lattes.cnpq.br/3732959853266749	Biogás	Engenharia Agrícola (Resistência dos materiais e estruturas de madeira)
Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/7250468059476566	Biogás e Biodiesel	Engenharia Elétrica e Agrícola (Otimização de sistemas energéticos, energização rural, auditoria e segurança do trabalho)
Dr. Deonir Secco lattes.cnpq.br/4034568149393353	Biogás e Biodiesel	Agronomia (Estrutura do solo e cultivo de culturas energéticas visando a produção de biocombustíveis)
Dr. Flavio Gurgacz lattes.cnpq.br/5841903379711710	Biogás, Biodiesel e Bioetanol	Engenharia Agrícola (Máquinas para sistemas de plantio direto, tecnologia de aplicação de defensivos, motores de combustão e máquinas para colheita)
Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira lattes.cnpq.br/5644626331586827	Biogás, Biodiesel, Bioetanol e Briquete	Engenharia Agrícola (Fontes renováveis, eficiência energética e sistemas energéticos)
Dra. Jackeline Tatiane Gotardo lattes.cnpq.br/1966759167673018 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás e Biohidrogênio	Engenharia Civil (Saneamento ambiental e recursos hídricos)
Dra. Maritane Prior lattes.cnpq.br/4825760115389832	Biogás, Biohidrogênio, Biodiesel e Bioetanol	Engenharia Agrícola (Topografia e sensoriamento remoto, produção de sementes de culturas energéticas, fontes renováveis de energia)
Dra. Monica Sarolli Silva de Mendonça Costa (Produtividade CNPq 2)	Biogás, Biodiesel, Biohidrogênio	Engenharia Agrícola e Agronomia (Valorização de resíduos agroindustriais)

lattes.cnpq.br/2379457318731477 (UNIOESTE/ UFPR)	e Pellets	
Dr. Ralpo Rinaldo dos Reis lattes.cnpq.br/0979626502949916 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Bioetanol, Biodiesel e Pellets	Química Ambiental (Recursos hídricos e saneamento ambiental)
Dr. Reginaldo Ferreira Santos (Produtividade CNPq 1D) lattes.cnpq.br/8789898338167603	Biogás, Bioquerosene e Biodiesel	Agronomia (Plasticultura: manejo de irrigação, cultivo energético e aproveitamento de resíduos e efluentes)
Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza (Produtividade CNPq 1A) lattes.cnpq.br/0938805013383423 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Biodiesel, Biohidrogênio, Bioetanol e Briquetes	Engenharia Mecânica (Planejamento de sistemas energéticos)
Dr. Silvio Cesar Sampaio (Produtividade CNPq 1B) lattes.cnpq.br/9197019775809808 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Biodiesel, Bioetanol (Patente) e Biohidrogênio	Engenharia Agrícola (Conservação de solo e água)
Dr. Waldir Mariano Machado Junior lattes.cnpq.br/8440440966828582	Biogás e Biodiesel	Engenharia Mecânica (Elementos de máquina, materiais de construção mecânica e resistência dos materiais)

2. Docentes da Unioeste de Marechal Cândido Rondon com experiência com bioenergia

Docente	Bioenergia(s)	Formação e atuação principal
Dra. Adriana Maria De Grandi lattes.cnpq.br/5167786337665141	Biogás e Biodiesel	Engenharia Agrícola (Pré-processamento de produtos agrícolas)
Dr. Aldi Feiden lattes.cnpq.br/8384358462664823 (UNIOESTE Marechal; UNIOESTE Toledo)	Biogás e Biodiesel	Agronomia (Aquicultura e agricultura familiar)
Dra. Alessandra Matte lattes.cnpq.br/4891738079879327 (UNIOESTE Marechal; UTFPR Santa Helena)	Biodiesel	Desenvolvimento Rural (Mercados agropecuários, vulnerabilidade, sucessão rural, pecuária e agricultura familiar)
Dr. Altevir Signor (Produtividade CNPq 1B) lattes.cnpq.br/4844380942902865 (UNIOESTE Marechal; UNIOESTE Toledo)	Biogás	Aquicultura (Recursos pesqueiros e engenharia de pesca, tecnologia do pescado e inovações sócio-tecnológicas)
Dr. Armin Feiden lattes.cnpq.br/4810085662102214	Biogás, Bioetanol, Biodiesel e	Agronomia e zootecnia (Meio ambiente e energia na agricultura)

(UNIOESTE Cascavel; UNIOESTE Marechal)	Briquete	
Dr. Clério Plein lattes.cnpq.br/4958851752576901	Biogás e Biodiesel	Desenvolvimento Rural (Agricultura, alimentação e desenvolvimento)
Dr. Djoni Roos lattes.cnpq.br/9212067231007532	Biogás	Geografia (Agrária e econômica)
Dr. Geysler Rogis Flor Bertolini (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/0850609521779159 (UNIOESTE Cascavel; UNIOESTE Marechal)	Biogás e Biodiesel	Administração (Operações financeiras, gestão ambiental, percepção e agricultura familiar)
Dr. Gustavo Biasoli Alves lattes.cnpq.br/7679869339058228	Biogás	Meio Ambiente e Desenvolvimento (Regiões fronteiriças e inovação)
Dra. Irene Carniatto de Oliveira (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/7508449720430708	Bioetanol	Ciências Florestais (Conservação e planejamento integrado de bacias e recursos hídricos)
Dra. Marli Renate von Borstel Roesler lattes.cnpq.br/8363023458604271	Biogás	Serviço Social (Ciências sociais aplicadas)
Dr. Nardel Luiz Soares da Silva lattes.cnpq.br/9766602895767413	Biogás, Bioetanol e Biodiesel	Agronomia (Agricultura familiar, diagnóstico rural, educação ambiental, indicadores de sustentabilidade, e, políticas públicas)
Dra. Romilda de Souza Lima lattes.cnpq.br/6825951310072511	Biodiesel	Desenvolvimento rural (Cultura e práticas alimentares no contexto rural)
Dra. Silvana Anita Walter lattes.cnpq.br/6055446867536139	Biodiesel	Administração (Relações de gênero e de minorias no desenvolvimento rural)

3. Docentes da Unioeste de Toledo com experiência com bioenergia

Docente	Bioenergia(s)	Formação e atuação principal
Dr. Adilson Rickenschuelter lattes.cnpq.br/5816154426026699	Biogás e Biodiesel	Engenheiro Agrônomo (Genética, fisiologia e melhoramento de plantas)
Dr. Aparecido Nivaldo Módenes (Produtividade CNPq 1D) lattes.cnpq.br/7294940837327863	Biogás, Biodiesel e Bioetanol	Engenharia Química (Simulação e otimização de processos químicos e processos de separação)
Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon (Produtividade CNPq 1D) lattes.cnpq.br/8038265276112768	Biogás (Patente), Bioetanol, Biodiesel e Biohidrogênio	Engenheiro Químico (Geração e aproveitamento de energias alternativas, bem como monitoramento, tratamento e a industrialização de resíduos)
Dr. Carlos Eduardo Borba (Produtividade CNPq 2)	Biogás, Biodiesel e Briquete	Engenharia Química (Purificação e enriquecimento do biogás à biometano,

lattes.cnpq.br/0750048720229101		reforma do metano, produção de biodiesel. Modelagem e simulação de processos)
Dra. Daniela Estelita Goes Trigueros lattes.cnpq.br/5198880627063850	Biogás e Biodiesel	Engenharia Química (Tratamento de efluentes e aproveitamento de rejeitos. Bioprocessos. Operações de separação e mistura. Otimização energética)
Dr. Douglas Cardoso Dragunski (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/0612112281360342	Biogás e Biodiesel	Química (Biossorção utilizando resíduos agroindustriais. Biofilmes e produção de nanofios utilizando eletrofiliação)
Dr. Edson Antonio da Silva (Produtividade CNPq 1B) lattes.cnpq.br/9304493875700070	Biogás, Bioetanol (Patente), Biodiesel (Patente), Bioquerosene, Biohidrogênio e Briquetes	Engenharia Química (Operações de separação e mistura)
Dr. Fernando Palu lattes.cnpq.br/5272104493905559	Bioetanol (Patente) e Biodiesel	Engenharia Química (Processos Industriais como: DMC, absorção, controle preditivo, otimização)
Dr. Fernando Rodolfo Espinoza Quiñones (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/7943425772967712	Biogás	Ciências Ambientais (Tratamento de efluentes e monitoramento de águas)
Dr. Homero Fernandes Oliveira lattes.cnpq.br/0686974660337957	Biodiesel	Ciência da Computação (Logística, agronegócio do leite, roteirização, transporte e desenvolvimento urbano)
Dra. Leila Denise Fiorentin Ferrari lattes.cnpq.br/1791514358821528	Biogás e Biodiesel	Engenharia Química (Biomateriais, biofilmes, polímeros. Aproveitamento de rejeitos e tratamento de águas)
Dra. Marcia Regina Fagundes Klen (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/4348885757947045	Biodiesel e Biogás	Engenharia Química (Produção de biodiesel empregando biocatalisadores - lipases fúngicas)
Dra. Maria Luiza Fernandes Rodrigues lattes.cnpq.br/5773105347762056	Biogás, Biodiesel, Bioetanol, Biohidrogênio e Briquete	Química (Bioquímica e microbiologia)
Dra. Marcia Teresinha Veit lattes.cnpq.br/4263720213605827	Bioetanol	Engenharia Química (Processos com membranas, coagulação/floculação, processos oxidativos, secagem e monitoramento ambiental)
Dra. Monica Lady Fiorese (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/5160443525915040	Biogás, Bioetanol (Patente), Biohidrogênio e Pellets	Engenharia bioquímica (Extração, aplicação e separação em bioprocessos)
Dr. Plínio Ribeiro Fajardo Campos lattes.cnpq.br/0101249442675911	Biogás, Bioetanol, Biodiesel e Briquete	Engenharia Química (Processos de separação)

Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti (Produtividade CNPq 1D) lattes.cnpq.br/8065417966435303 (UNIOESTE Cascavel/ UNIOESTE Toledo / UFPR)	Biogás (patente), Biodiesel, Bioquerosene, Biohidrogênio e Bioetanol	Química (Espectroscopia)
Dra. Rosemeire Aparecida da Silva de Lucca lattes.cnpq.br/7573562459264964	Biogás e Biodiesel	Biofísica Molecular e Bioquímica de Proteínas (Espectroscopia por dicroísmo circular, fluorescência e infravermelho, purificação de biomoléculas)
Dra. Salah Din Mahmud Hasan lattes.cnpq.br/4225442402720592	Biogás, Bioetanol, Biodiesel, Biohidrogênio e Briquete	Engenharia Química (Processos fermentativos, obtenção de metabólitos como ácidos graxos, enzimas, antioxidantes naturais e biocombustíveis)
Dr. Sérgio Luiz de Lucena lattes.cnpq.br/4981818888402908	Bioetanol	Engenharia Química (Processos fermentativos e enzimáticos, operações de recuperação, separação e purificação)
Dra. Simone Damasceno Gomes (Produtividade CNPq 1D) lattes.cnpq.br/3362104483832351	Biogás, Bioetanol, Biodiesel e Biohidrogênio	Engenharia Agrônômica (Bioenergia, produção de biogás, hidrogênio e metano. Remoção de carga orgânica e remoção de nitrogênio)
Dra. Soraya Moreno Palácio http://lattes.cnpq.br/2736978887761159	Biogás, Biodiesel e Briquete (Patente)	Química Ambiental (Metais pesados em ambientes aquáticos, toxicologia ambiental e tratamento de efluentes)
Dra. Tatiana Rodrigues da Silva Baumgartner lattes.cnpq.br/4685833009997780	Biogás, Biodiesel, Bioetanol, Bioquerosene e Biohidrogênio	Engenharia Química (Análise físico-química de água, síntese e caracterização de catalisadores e síntese de biodiesel a partir do óleo de pinhão-manso e de microalga, bem como, na caracterização de óleo e de biodiesel)
Dra. Veronice Slusarski Santana lattes.cnpq.br/2958073162785186	Bioetanol	Engenharia Química (Síntese de materiais, processos oxidativos, fotocatálise, tratamento de efluentes, reatores químicos, desinfecção de águas residuais)

4. Docentes da UTFPR de Toledo com experiência com bioenergia

Docente	Bioenergia(s)	Formação e atuação principal
Dr. Cleverson Busso lattes.cnpq.br/5986131313813011	Biogás	Genética e Microbiologia (Controle microbiológico; biotecnologia de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , biogênese mitocondrial e viabilidade celular; espécies reativas de oxigênio, micotoxinas e bioprospecção microbiana).

Dr. Fabiano Bisinella Scheufele lattes.cnpq.br/4578180806056815 (UTFPR/ UNIOESTE/ UFPR)	Biogás (Patente), Biohidrogênio, Biodiesel, Bioetanol (Patente) e Pellets	Engenharia Química e Bioprocessos (Poluentes emergentes, adsorção, biossorção, aproveitamento de biomassas, desenvolvimento de materiais, processos termoquímicos, microalgas, processos enzimáticos, fluidodinâmica, transferência de massa e modelagem matemática).
Dr. Gilberto da Cunha Gonçalves lattes.cnpq.br/8988742888350949	Biogás, Biodiesel e Briquete	Engenharia Química (Separação com membranas, produção de carvão ativado a partir de resíduos agrícolas, tratamento e reaproveitamento de resíduos industriais)
Dra. Gracinda Marina Castelo da Silva lattes.cnpq.br/5135265548462752	Biogás e Bioetanol	Engenharia Bioquímica (Cultivos com células animais, biorreator, proteína recombinante, filtração de aerossóis, permeabilidade, limpeza de gases, secagem de resíduos agroindustriais e produtos por fermentação)
Dr. Jones Erni Schmitz lattes.cnpq.br/6648403802855421	Biodiesel, Biogás e Bioetanol	Engenharia Química (Controle, modelagem, otimização e simulação de processos)
Dra. Karina Graziella Fiametti Colombo lattes.cnpq.br/5713011982252365	Biodiesel	Engenharia Química (Bioprocessos)
Dra. Kelen Menezes Flores Rossi de Aguiar lattes.cnpq.br/2352460344546918	Biogás	Química (Inorgânica e analítica)
Dr. Luís Felipe Minozzo Figueiredo lattes.cnpq.br/8965106762277460	Bioetanol	Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia (Microbiologia industrial e de fermentação)
Dra. Patricia Dayane Carvalho Schaker lattes.cnpq.br/9674682418436293	Bioetanol	Bioprocessos e Biotecnologia (Seleção e isolamento de microrganismos para fermentação e para controle biológico)
Dra. Priscila Vaz De Arruda lattes.cnpq.br/1583339937667600	Biogás, Bioetanol e Biohidrogênio	Engenharia Bioquímica (Etanol 2G, xilitol, ácidos orgânicos, celulose bacteriana e fermentação de pentoses e hexoses)
Dr. Ricardo Fiori Zara lattes.cnpq.br/1508164359774914	Biodiesel	Química (Instrumentação analítica, medicamentos, farmoquímicos e alimentos)
Dr. Ricardo Schneider (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/0680583757403350	Biodiesel	Química (Materiais vítreos/vitrocêramicas)
Dr. Robson Luciano de Almeida lattes.cnpq.br/8506098027799194	Biodiesel e Pellets (Patente)	Engenharia Química (Desenvolvimento de processos)
Dr. Roger Borges lattes.cnpq.br/5132912946768292 (UTFPR Toledo; UTFPR Medianeira)	Biogás	Química inorgânica e Química de Materiais (Tratamento de resíduos, fertilizantes, amianto, reações mecanoquímicas,

		materiais celulósicos, biofertilizantes, biocontrole)
Dra. Silvia Jaeger lattes.cnpq.br/1394332781077029	Biodiesel	Química Inorgânica de Materiais (Síntese e caracterização de nanomateriais)
Dr. Thiago Cintra Maniglia lattes.cnpq.br/6369955002305436	Biogás, Biodiesel e Bioetanol	Ciências Biológicas (Genética e ecologia)
Dra. Viviane da Silva Lobo lattes.cnpq.br/3219620885362801	Biogás	Química (Produtos naturais, alimentos e ambiental)

5. Docentes da UTFPR de Medianeira com experiência com bioenergia

Docente	Bioenergia(s)	Formação e atuação principal
Dr. Daniel Walker Tondo lattes.cnpq.br/7121442162301693	Biodiesel	Química (Físico-Química orgânica, síntese de surfactantes zwitteriônicos)
Dr. Éder Lisandro de Moraes Flores lattes.cnpq.br/1947122730060457 (UTFPR Toledo; UTFPR Medianeira)	Biogás, Biodiesel, Bioetanol e Bioquerosene	Química Analítica (Preparo de amostras para análise inorgânica, espectrometria atômica e química analítica verde)
Dr. Eduardo Borges Lied lattes.cnpq.br/5028430253887652	Biogás e Biohidrogênio	Engenharia Química (Materiais funcionais, com ênfase em coatings antimicrobianos e fotocatalíticos)
Dr. Eduardo Eyng lattes.cnpq.br/1101075438495044	Biogás, Biodiesel, Bioetanol e Bioquerosene	Engenharia Química (Modelagem e simulação de processos e sistemas ambientais, tratamento de efluentes e purificação de biogás)
Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes lattes.cnpq.br/9483846446982058	Biodiesel e Biogás	Engenharia Química (Gestão, auditoria, qualidade das águas, poluição, processos de separação por membranas)
Dr. Elias Lira dos Santos Junior lattes.cnpq.br/9595176018034545	Biogás e Briquete	Gestão ambiental e dos recursos hídricos e inovação para o setor de saneamento.
Dr. Evandro André Konopatzki lattes.cnpq.br/2271391188375487	Biodiesel e Biogás	Engenharia Agrícola (Políticas públicas, prospecção tecnológica, energias, eficiência energética e proteção de sistemas elétricos)
Dr. Fábio Orssatto lattes.cnpq.br/3050571547386576	Biodiesel e Biogás	Engenharia Agrícola (Tratamento de águas residuárias)
Dr. Felipe Souza Marques lattes.cnpq.br/8639471851953463	Bioetanol e Biogás	Engenheiro Ambiental (Desenvolvimento regional, biogás/biometano, energia e gestão de projetos)
Dr. Fernando Hermes Passing lattes.cnpq.br/0839069076248628	Biodiesel, Biogás e Biohidrogênio	Engenharia Sanitária (Gerenciamento e tratamento de águas e de efluentes, e gerenciamento de resíduos sólidos)

Dr. Fernando Periotto lattes.cnpq.br/8301456352208939	Biogás	Ciências Biológicas (Restauração de áreas degradadas, germinação de sementes florestais e produção de mudas florestais)
Dr. Ilton José Baraldi lattes.cnpq.br/1989626876274601	Bioetanol e Biogás (Patente)	Engenharia Química (Termodinâmica e controle de processos e instrumentação)
Dr. Ismael Laurindo Costa Junior lattes.cnpq.br/8830429960630659	Biogás	Química Ambiental (Monitoramento e controle ambiental, poluentes emergentes, marcadores antrópicos, fitorremediação)
Dr. Ivonei Ottobelli lattes.cnpq.br/0243071556438466	Biodiesel	Química Orgânica (Bioprospecção de produtos naturais para fins farmacológico)
Dr. Janaina Camile Pasqual Lofhagen lattes.cnpq.br/3219708758916815	Biodiesel e Biogás	Gestão Urbana Sustentável, Relações Internacionais, Gestão Empresarial, Meio Ambiente, Energias Renováveis, Nexo Água-Energia-Alimentos e ESG.
Dra. Juliana Bortoli Rodrigues Mees lattes.cnpq.br/3996272952342357	Biogás	Engenharia Agrícola (Minimização, aproveitamento e tratamento de efluentes domésticos e industriais)
Dr. Laercio Mantovani Frare lattes.cnpq.br/7676033878331606	Biodiesel, Bioetanol e Biogás (Patente)	Engenharia Química (Análise, modelagem, simulação e controle de processos. Produção e purificação de biogás)
Dr. Marcelo Bortoli (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/6720828709289767	Bioetanol e Biogás	Engenharia Química (Gerenciamento, tratamento e aproveitamento energético de resíduos, digestão anaeróbia, processos biotecnológicos e remoção de nitrogênio)
Dra. Marina Celant De Prá lattes.cnpq.br/2213588017689303	Biodiesel, Biogás e Biohidrogênio	Engenharia Ambiental (Tratamento biológico, processos biotecnológicos de remoção de nitrogênio, produção de biogás e aproveitamento energético de efluentes)
Dra. Michelle Budke Costa lattes.cnpq.br/8752647892614261	Biodiesel e Bioquerosene	Química (Síntese orgânica)
Me. Natali Nunes dos Reis da Silva lattes.cnpq.br/4430719667450640	Biogás	Engenharia Elétrica (Transição energética, biogás, biometano e novos modelos de negócios no setor energético)
Me. Nicolas Lazzaretti Berhorst lattes.cnpq.br/6264015293027397	Biogás	Meio Ambiente (Modelagem de negócios para energia elétrica e gás)
Dr. Oldair Donizeti Leite lattes.cnpq.br/8436215509083608	Biodiesel	Química analítica (Preparo de amostras, espectrometria atômica, análise por imagens digitais, sensores e biossensores)
Dr. Rafael Arioli lattes.cnpq.br/4853176373282205	Biodiesel e Biogás	Engenharia Química (Polimerização do estireno, iniciadores multifuncionais, coquetéis de iniciadores, cinética de polimerização e nanocompositos)

Dra. Renata Mello Giona lattes.cnpq.br/0374251191542394	Biogás	Química (Materiais magnéticos funcionalizados, remoção e degradação de poluentes)
Me. Renato Santos Flauzino lattes.cnpq.br/8911103300007144	Biogás	Engenharia Química (Ciência e tecnologia de alimentos)
Dr. Thiago Edwiges lattes.cnpq.br/7643832070860943	Biogás, Biodiesel e Biohidrogênio	Engenharia Ambiental (Gerenciamento de resíduos, economia circular, reciclagem, compostagem, biogás e biohidrogênio)

6. Docentes da UNILA com experiência com bioenergia

Docente	Bioenergia(s)	Formação e atuação principal
Dra. Aline Theodoro Toci lattes.cnpq.br/2923907838228544	Biogás	Química (Alimentos e forense)
Dr. Alvaro Barcellos Onofrio lattes.cnpq.br/3906222033754453	Biodiesel	Química Orgânica (Síntese orgânica e cinética de sistemas orgânicos em solução)
Dra. Andreia Cristina Furtado lattes.cnpq.br/0969254728157087	Bioetanol, Biodiesel, Biogás e Briquete	Engenharia Química (Catálise heterogênea, reatores químicos, etanol, reforma a vapor, hidrogênio, metais nobres e reações paralelas, biocombustíveis)
Dra. Caroline da Costa Silva Gonçalves lattes.cnpq.br/5651943814890791	Bioetanol, Biodiesel e Biogás	Química (Síntese orgânica, biotecnologia, biocatálise, biofilmes, reaproveitamento e valorização de resíduos)
Dr. César Adolfo Rodríguez Sotomonte lattes.cnpq.br/7151159975132673	Bioetanol, Biodiesel e Biogás	Engenharia Química (Termoquímica, análise cinética de poluentes, biocombustíveis e captura de carbono)
Dra. Cláudia Leites Luchese lattes.cnpq.br/9588782771255716	Bioetanol, Biodiesel e Briquete	Engenharia Química (Embalagens ativas e inteligentes à base de fontes de amido e de resíduos do processamento de alimentos).
Dr. Eduardo Gonçalves Reimbrecht lattes.cnpq.br/1675710219050707	Biogás	Engenharias (Elementos porosos, bombas capilares, análise de imagens, sistemas de refrigeração e energias renováveis)
Me. Fabyo Luiz Pereira lattes.cnpq.br/4395121675836428	Biogás	Engenharia Mecânica (Simulação térmica de edificações, consumo elétrico, uso de biomassa em co-combustão com carvão e geração termelétrica)
Dr. Glaucio José Gomes lattes.cnpq.br/0314154554237761	Biodiesel e Biogás	Engenharia Química (Combustão interna ciclo Otto, biomassas e a aplicação da química computacional teórica em estudos de reações catalisadas por zeólitas ácidas)
Dr. Gustavo Adolfo Ronceros Rivas lattes.cnpq.br/3169559410513967	Biodiesel e Biogás	Engenharia Mecânica (Energia e Sustentabilidade)

Dr. Ivana Helena da Cruz lattes.cnpq.br/3731669911153393	Bioetanol e Biodiesel	Engenharia Química (Processos químicos, plantas criogênicas, síntese, caracterização e aplicação de adsorventes zeolíticos)
Dra. Janine Padilha Botton lattes.cnpq.br/6247260645281245	Bioetanol, Biodiesel, Biogás, Briquete e Pellets	Química e Engenharia Química (Materiais para produção e armazenamento de energia)
Dr. Jiam Pires Frigo lattes.cnpq.br/6443025153770870	Biodiesel e Biogás	Engenharia Agrícola (Recursos hídricos e saneamento ambiental)
Dr. João Manoel Lenz lattes.cnpq.br/2278435738124903	Biogás	Engenharia Elétrica (Energia fotovoltaica e integração de recursos energéticos distribuídos e conversores estáticos)
Dr. Jose Ricardo Cezar Salgado lattes.cnpq.br/3914867445646676	Biogás	Química (Materiais e eletroquímica)
Dr. Jorge Javier Gimenez Ledesma lattes.cnpq.br/9489296690332026	Biogás	Engenharia Elétrica (Medição, controle, correção e proteção de sistemas elétricos de potência)
Dr. Juan Masías Sáñez Pacheco lattes.cnpq.br/7708160157000842	Biodiesel	Química (Geoquímica ambiental, biomarcadores de poluição, qualidade de água)
Dra. Kátya Regina de Freitas Zara lattes.cnpq.br/6183072556674794	Bioetanol, Biodiesel, Biogás e Briquete	Engenharia Química (Sistema de gestão integrado, tratamento de água, tratamento e reuso de efluentes)
Dr. Leonardo Arrieche lattes.cnpq.br/7737476090013576	Biodiesel, Biogás, Briquete e Pellets	Engenharia Química (Energia e sustentabilidade)
Dr. Luis Evelio Garcia Acevedo lattes.cnpq.br/1800827968033098	Biogás	Engenharia Mecânica (Termodinâmica, transporte de massa, carga e calor, mecânica e dinâmica de fluidos, combustão, sistemas térmicos e células a combustível)
Dra. Marcela Boroski lattes.cnpq.br/5278975910824975	Biogás	Química Analítica (Agrotóxicos, qualidade da água de rios urbanos e análise de alimentos)
Dra. Márcia Regina Becker lattes.cnpq.br/1604131237868242	Biogás	Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (Produção de hidrogênio por eletrólise da água, células a combustível e produção de biogás)
Dra. Marciana Pierina Uliana lattes.cnpq.br/5189593236727694	Biogás	Química (Síntese Orgânica)
Dr. Michel Rodrigo Zambrano Passarini lattes.cnpq.br/5718066459015474	Bioetanol e Biogás	Biotecnologia (Genética molecular e de microrganismos, bioprospecção em ambientes extremos na busca por enzimas e metabólitos de interesse industrial aplicáveis)

		a produção de biocombustível e processos de degradação de poluentes ambientais)
Dr. Oswaldo Hideo Ando Junior (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/3515465412634126	Biogás e Briquete	Engenharias (Conversão de energia, sistemas elétricos de potência, captação de energias residuais e eficiência energética)
Dra. Rafaella Costa Bonugli Santos lattes.cnpq.br/5470591128080574	Bioetanol e Biogás	Microbiologia (Micologia, abrangendo estudos sobre biodiversidade, ecologia e biotecnologia ambiental)
Dr. Ricardo Morel Hartmann lattes.cnpq.br/8426768558256309	Biodiesel Biogás	Engenharia Mecânica (Combustão, motores, biodiesel, biogás, geração termoelétrica distribuída, turbinas a gás aeronáuticas, combustíveis de aviação, eficiência energética de mobilidade urbana)
Dr. Rodrigo Monteiro Elliott lattes.cnpq.br/7750036861102079	Biogás e Briquete	Engenharia Química (Ciências térmicas e biocombustíveis)
Dr. Walber Ferreira Braga lattes.cnpq.br/5490416588107422	Biogás	Engenharia Mecânica (Fenômenos de transporte)

7. Docentes da UFPR de Palotina com experiência com bioenergia

Docente	Bioenergia(s)	Formação e atuação principal
Dra. Adriana Ferla de Oliveira lattes.cnpq.br/8320953119053085	Biogás, Biodiesel, Bioetanol, Briquetes e Pellets	Bioenergia (Biocombustíveis sólidos)
Dra. Adriana Fiorini Rosado lattes.cnpq.br/7752079608717875	Biodiesel e Biohidrogênio	Ciências Biológicas (Biologia molecular e microbiologia)
Dr. Carlos Eduardo Zacarkim lattes.cnpq.br/3819532902253730 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás (Patente)	Engenharia (Empreendimentos aquícolas e barragens, geotecnologias aplicadas à engenharia rural e aquicultura)
Dra. Dilcemara Cristina Zenatti lattes.cnpq.br/0797353142130104	Biodiesel, Biogás e Biohidrogênio	Química Ambiental (Metais pesados, elementos traços, saneamento em sistemas de tratamento de água residuária agroindustrial).
Dr. Eduardo Lucas Konrad Burin lattes.cnpq.br/3428301389994878 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Biohidrogênio, Bioetanol, Briquetes e Pellets	Engenharia Mecânica (Valoração energética de resíduos e modelagem e análise de sistemas térmicos)
Dra. Eliane Cristina Gruszka Vendruscolo lattes.cnpq.br/4011776452496909	Biogás e Biodiesel	Agronomia (Genética, genética molecular de microrganismos, metagenômica solos e plantas, interação planta x bactéria)
Dra. Eliane Hermes lattes.cnpq.br/6070182918590833	Bioetanol, Biogás, Biodiesel,	Engenharia Agrícola (Minimização, tratamento e aproveitamento de resíduos)

	Biohidrogênio e Briquete	agrícolas e agroindustriais, reuso de água residuária e qualidade de água)
Dr. Elisandro Pires Frigo lattes.cnpq.br/0705452234333290 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Biodiesel, Bioquerosene, Biohidrogênio, Bioetanol (Patente)	Engenharia Agrícola (Recursos hídricos, energias renováveis, águas residuárias e gestão pública)
Dr. Fabio Rogerio Rosado lattes.cnpq.br/2173353919611485	Biogás e Biodiesel	Ciências Biológicas (Processos biotecnológicos e bioquímicos utilizando fungos, determinação estrutural, produção de basidiomicetes, proteômica e biologia molecular)
Dr. Helton José Alves (Produtividade CNPq 1D) lattes.cnpq.br/5897443860808783 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás (Patente), Bioetanol, Biodiesel (Patente), Bioquerosene e Biohidrogênio	Engenharia Química (Biomassa para a produção de hidrogênio, e purificação, armazenamento e usos do biogás/biometano)
Dr. Isac George Rosset lattes.cnpq.br/4493032120506685	Biodiesel e Briquete	Química (Biocatálise, bioenergia e síntese orgânica)
Dra. Ivonete Rossi Bautitz lattes.cnpq.br/3974160213536998	Biogás, Biodiesel, Bioetanol e Pellets	Química (Degradação de compostos orgânicos, métodos cromatográficos e monitoramento de contaminantes)
Dr. Jamal Abd Awadallak lattes.cnpq.br/7519265424259683	Biodiesel	Engenharia Química (Modelagem e simulação)
Dr. Joel Gustavo Teleken (Produtividade CNPq 2) lattes.cnpq.br/6288735286919040 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Biodiesel, Bioetanol, Biohidrogênio, Briquetes e Pellets	Engenharia Química (Controle e simulação de processos de separação)
Dr. Jonathan Dieter lattes.cnpq.br/0507188444713095 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Biodiesel e Bioetanol	Engenharia Agrícola (Bioenergia)
Dr. Leandro Paiola Albrecht lattes.cnpq.br/4608185787860314	Bioetanol e Biodiesel	Engenharia Agrícola (Agroquímicos, bioprodutos e matologia)
Dra. Leda Maria Saragiotto Colpini lattes.cnpq.br/1803743813356365 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás, Biodiesel e Pellets	Química (Inorgânica)
Dra. Lilian Dena dos Santos lattes.cnpq.br/4810329377754284 (UNIOESTE/ UFPR)	Biodiesel e Pellets	Aquicultura (Nutrição animal, qualidade de água na aquicultura, ácidos graxos, análise de alimentos)
Dr. Luis Fernando Souza Gomes lattes.cnpq.br/6548577249390508	Bioetanol, Biogás (Patente) Biodiesel, Biohidrogênio, Bioquerosene e	Química (Biodiesel, bioetanol, biofertilizantes, algas e meio ambiente)

	Pellets	
Dra. Maria Cristina Milinsk lattes.cnpq.br/6623639453447086	Bioetanol e Biodiesel	Química Analítica (Métodos de transesterificação de óleos vegetais e análise por cromatografia gasosa)
Dr. Maurício Guy de Andrade lattes.cnpq.br/4821884579392567	Biodiesel e Biogás	Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Agronegócio)
Dr. Mauricio Romani lattes.cnpq.br/6998055584184002 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás e Biohidrogênio	Engenharia Química e Elétrica (Produção e aplicações de hidrogênio renovável)
Dra. Raquel Stroher lattes.cnpq.br/4508708483242768	Biogás, Bioetanol, Biodiesel, Briquetes e Pellets	Engenharia Química (Hidrólise enzimática da proteína de farelo de soja)
Dr. Robson Fernando Missio lattes.cnpq.br/2247401382434996	Biodiesel	Genética e Melhoramento de Plantas perenes e anuais (Genética quantitativa e molecular)
Dr. Rodrigo Sequinel lattes.cnpq.br/2459429020629767	Bioetanol, Biogás, Biodiesel, Biohidrogênio e Bioquerosene	Química analítica (Biotecnologia, bioenergia e bioprodutos da cadeia agroalimentar e industrial brasileira)
Dra. Tania Sila Campioni Magon lattes.cnpq.br/8980240740423896	Bioetanol (Patente)	Engenharia Biotecnológica (Biorrefinarias, enzimas celulolíticas e etanol de segunda geração)
Dr. Wilson de Aguiar Beninca lattes.cnpq.br/0837459421492776	Biogás, Biodiesel, Briquetes e Pellets	Engenharias (Energia, sistemas de geração de potência, de refrigeração e de geração de energia hidrelétrica)
Dra. Yara Moretto lattes.cnpq.br/7576415176474567 (UNIOESTE/ UFPR)	Biogás	Ciências Biológicas (Ecologia de ecossistemas aquáticos)