

# PERFIS PROFISSIONAIS PARA O FUTURO DA INDÚSTRIA PARANAENSE

Horizonte de 2030

## **BIOTECNOLOGIA**



# **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense**

**Horizonte de 2030**

**BIOTECNOLOGIA**

**FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ – FIEP**

Presidente: Edson Campagnolo  
Superintendente Corporativo: Ovaldir Nardin

**SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA  
DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ – SESI/PR**

Superintendente: José Antonio Fares

**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ – SENAI/PR**

Diretor Regional: Marco Antonio Areias Secco

**INSTITUTO EUVALDO LODI  
DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ – IEL/PR**

Superintendente: José Antonio Fares

**Gerência de Educação Profissional e Tecnológica do Senai/PR**

Rosane Aparecida Lara

**Gerência dos Observatórios Sesi/Senai/IEL**

Marília de Souza

© 2014. Senai – Departamento Regional do Paraná

© 2014. Sesi – Departamento Regional do Paraná

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

**Observatórios Sesi/Senai/IEL**

## **Equipe Técnica**

### **Organização**

Marília de Souza  
Sidarta Ruthes  
Raquel Valença

### **Autoria**

André Luis Marra do Amorim  
Alessandra Cristine Novak  
Arabella Natal Galvão da Silva  
Maicon Gonçalves Silva  
Marília de Souza  
Raquel Valença  
Sidarta Ruthes

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Aline Kavinski  
Arabella Natal Galvão da Silva  
Fernando Ribeiro  
Katia Villagra  
Ramiro Pissetti

### **Revisão**

Camila Rigon Peixoto  
Juliane Bazzo

### **Colaboração**

Ana Paula Costa de Oliveira Kamizi  
Dayane Rocha de Pauli  
Michelli Gonçalves Stumm  
Tassia Kleine  
Vyvian Zilah Fernandes

## FICHA CATALOGRÁFICA

Perfis profissionais para o futuro da indústria paranaense: Biotecnologia. / Marília de Souza (org.); Sidarta Ruthes (org.); Raquel Valença (org.) – Curitiba: Senai/PR, 2014.

84 p. : il. ; 30 cm (Perfis profissionais para o futuro da indústria paranaense, v. 3).

ISBN 978-85-88980-80-8

1. Perfis profissionais. 2. Futuro. 3. Indústria. 4. Paraná

I. Souza, Marília de (org.). II. Ruthes, Sidarta (org.). III. Valença, Raquel (org.). IV. Amorim, André Luis Marra. V. Novak, Alessandra Cristine. VI. Silva, Arabella Galvão da. VII. Silva, Maicon Gonçalves. VIII. Souza, Marília de. IX. Valença, Raquel. X. Ruthes, Sidarta. XI. Título.

CDU: 30



*Sistema Federação das  
Indústrias do Estado  
do Paraná*

# **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense**

**Horizonte de 2030**

## **BIOTECNOLOGIA**

**Curitiba**

**2014**





## Palavra do Presidente

O Sistema Federação das Indústrias do Estado do Paraná – Sistema Fiep, composto pela Federação das Indústrias do Estado do Paraná – Fiep, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Senai, Serviço Social da Indústria – Sesi e Instituto Euvaldo Lodi – IEL, é uma entidade com a missão de servir e fortalecer a indústria para melhorar a vida das pessoas. Sua visão de futuro é consolidar-se como referência em soluções para o desenvolvimento industrial sustentável.

O propósito de melhorar a vida das pessoas a partir de uma atuação cotidiana alicerçada nas premissas do desenvolvimento sustentável coloca o Sistema Fiep constantemente diante de novos desafios. Sistemáticamente, a instituição tem analisado e tratado as problemáticas que vêm emergindo, incorporando novas competências e implementando estratégias adequadas a cada situação.

Buscando estar à frente de seu tempo, o Sistema Fiep vem empreendendo esforços para o fortalecimento de uma cultura que antecipa e estabelece futuros desejáveis. Nesse sentido, tem adotado a Prospectiva Estratégica como uma de suas abordagens metodológicas para trabalhos de impacto sistêmico. Em 2005, a entidade mobilizou a sociedade para a identificação dos **Setores Portadores de Futuro para a Indústria do Paraná**. Entre 2006 e 2011, orquestrou a construção participativa de 13 **Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense**.

Desde então, partindo dos resultados dos Setores Portadores de Futuro e das Rotas Estratégicas, a instituição vem concentrando esforços na identificação de perfis profissionais necessários para alavancar o futuro da indústria. Para tanto, criou o projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense**.

Sob a tutela do Senai e Sesi no Paraná, o referido projeto foi concebido e coordenado pelos Observatórios Sesi/Senai/IEL, tendo como objetivo induzir a oferta de formação de perfis profissionais que tragam novas perspectivas ao desenvolvimento industrial e ao progresso da sociedade. Fruto de um exercício



de prospectiva e com horizonte temporal de 2030, a iniciativa traz uma série de informações provenientes de um esforço de pesquisa interdisciplinar, legitimado por uma inteligência coletiva de 296 especialistas de diferentes setores da sociedade paranaense. O resultado são 12 publicações, com foco em setores e áreas de futuro para o Paraná, figurando como iniciativa audaciosa e inovadora.

Para o Sistema Fiep, antecipar domínios técnicos necessários à indústria e ofertar profissionais capazes de impulsionar o desenvolvimento sustentável são questões-chave para a prosperidade das sociedades e o bem-estar das pessoas. No mundo todo, diferentes especialistas e organizações compartilham dessa ideia e têm buscado a construção de metodologias prospectivas relativas à formação profissional.

Quando assumi a presidência do Sistema Fiep, em 2011, o projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** já estava em curso. Abracei a ideia, visualizando-a como vetor estratégico para o planejamento da educação da indústria do estado. Essa convicção integra um novo ciclo de investimentos institucionais, no qual a educação é colocada como prioridade absoluta por sua capacidade de contribuir com o fortalecimento da indústria, a evolução da empregabilidade e a melhoria de vida das pessoas.

Ao longo de minha carreira, venho observando constantes transformações no ambiente industrial e em seu entorno, seja com mudanças técnico-científicas ou socioeconômicas. Também surgiram novos conceitos que hoje são fundamentais para a sobrevivência das indústrias, como a inovação e a sustentabilidade. Tudo isso sinaliza para novas tendências no mundo do trabalho que exigem perfis profissionais distintos daqueles que os modelos existentes enquadram.

Esses processos representam a continuidade de alterações nas carreiras não só quanto à distribuição setorial, mas também dentro de cada setor, com ocupações assumindo formas híbridas que dificultam sua caracterização e seu enquadramento de forma objetiva. Nesse contexto, o exercício de identificar os perfis profissionais que entrarão em curso por conta desses novos componentes é um desafio maior.





Longe de apontar recomendações deterministas, esta investigação aprofundada pretende suscitar a reflexão de todos aqueles que estejam envolvidos, de alguma forma, com os processos de formação e valorização do potencial humano. A intenção do Sistema Fiep, com este trabalho, é compartilhar informações que propiciem a evolução das ofertas de formação em sinergia com as transformações que estão sendo e serão vivenciadas pela indústria. Se desejamos mudar, inovar e adotar práticas educacionais que formem cidadãos capazes de impulsionar o desenvolvimento sustentável da indústria paranaense, precisamos pensar e agir pré e pró-ativamente.

Acreditamos que os resultados podem ser surpreendentes, com um Paraná mais presente na composição do produto nacional, adensando as cadeias produtivas, utilizando mais tecnologia, abrindo novos mercados e competindo no comércio internacional. Mais do que isso, um Paraná que aperfeiçoa as faculdades físicas, intelectuais e morais dos indivíduos, e que promove suas capacidades sociais e emancipadoras.

Nessa perspectiva, além de propiciar novos horizontes às instituições educacionais e às organizações industriais paranaenses, esperamos que este projeto inspire cada leitor a descobrir novos itinerários de aprendizagem e a ter a liberdade de oferecer aquilo que tem de melhor do seu plano subjetivo para a nossa sociedade. O futuro é próspero quando despertamos e desenvolvemos competências e valores na plenitude das potencialidades humanas.

A todos uma boa leitura!

**Edson Campagnolo**  
*Presidente do Sistema Fiep*





## Apresentação

O Senai e o Sesi no Paraná acreditam que a visão de longo prazo, a prospecção de oportunidades e a inovação na geração de respostas às demandas e necessidades socioindustriais são fundamentais para o avanço do estado.

Alinhados à estratégia corporativa do Sistema Fiep, as instituições iniciaram em 2005 uma trajetória em exercícios prospectivos buscando vislumbrar novas perspectivas para o Paraná. Para tanto, conduziram o projeto **Setores Portadores de Futuro para a Indústria Paranaense** – Horizonte 2015, e na sequência, entre 2006 e 2011, motivadas pelo desejo de criar as condições necessárias para materializar as visões de futuro, implementaram o projeto **Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense**.

Nesses exercícios de reflexão, a formação profissional emergiu como fator crítico de sucesso. Para que os setores e áreas identificados como portadores de futuro pudessem se desenvolver em sua potencialidade, tornou-se necessário entender o processo de transformação que estes estavam vivenciando e criar estratégias que resultassem na provisão de profissionais com novos perfis.

Buscando respostas para esse novo desafio, o Senai e o Sesi no Paraná se coordenaram para construir uma inteligência coletiva que permitisse antever perfis profissionais aderentes às transformações sociais e tecnológicas em curso e vindouras. Nesse contexto, nasceu o projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense**, que tem por objetivo induzir a oferta de formação de perfis profissionais que tragam novas perspectivas ao desenvolvimento industrial e ao progresso da sociedade.

No âmbito deste trabalho, perfis profissionais referem-se aos conjuntos de capacidades técnicas que os indivíduos deverão possuir para realizar atividades atualmente inexistentes ou embrionárias. Cada perfil profissional congrega informações, organizadas em fichas, que podem ser utilizadas como marco de referência para o planejamento e desenvolvimento de ofertas formativas.

De forma mais específica, esta iniciativa se propõe a: (i) identificar perfis profissionais que serão demandados por organizações industriais e pela sociedade; (ii) incitar a antecipação da oferta de formação de novos perfis profissionais.



Para responder ao primeiro propósito, o Sistema Fiep realizou um robusto exercício de prospectiva, no qual 296 atores estratégicos propuseram 227 perfis profissionais, que estão organizados em 12 publicações e totalizam aproximadamente 500 páginas de criação de conhecimento. Com relação ao segundo propósito, todos os resultados do projeto, construídos até o momento, estão sendo disseminados, por meios físico e virtual.

A ideia é compartilhar as publicações, criadas coletivamente, com o maior número de atores do sistema paranaense de educação profissional e ensino superior. Espera-se que os resultados do projeto induzam transformações nas ofertas de formação, de modo a prover os perfis profissionais necessários para responder aos desafios industriais e também oxigenar o processo de transição atual da sociedade em direção a uma economia mais sustentável.

As informações do projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** apresentadas em seus 12 volumes são extensas e passíveis de múltiplas análises. Os conteúdos que seguem nas próximas páginas foram desenhados essencialmente para o estado, mas podem ser utilizados como vertentes de força para o mundo do trabalho em escala nacional e até global. O desejo é que os resultados do projeto enriqueçam o debate sobre formação profissional com todos os interessados de diferentes partes do mundo.

Apesar de extenso, este trabalho não tem a pretensão de ser exaustivo. Com a rapidez das transformações sociais e tecnológicas, o novo surge todos os dias. Este foi um elemento de complexidade com o qual a equipe técnica do projeto teve que aprender a conviver ao longo de quatro anos de trabalho.

O Senai e o Sesi no Paraná enxergam os resultados deste estudo como inspiração para inovar a educação do estado. A assimilação dos **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** é tarefa coletiva e empreitada importante para alavancar o desenvolvimento sustentável. Todos são convidados a participar desse movimento de transformação.

**Marco Antonio Areias Secco**

*Diretor Regional do Senai-PR*

**José Antonio Fares**

*Superintendente do Sesi-PR*

*Superintendente do IEL-PR*



# Sumário

Introdução.....	15
O Projeto .....	18
Perfis Profissionais .....	19
Objetivos do Projeto .....	20
Setores e Áreas Industriais Contemplados.....	20
Público-alvo .....	21
Cooperações Estratégicas.....	21
Metodologia .....	22
Resultados .....	27
Modelo de Apresentação dos Perfis Profissionais .....	28
Escopo do Estudo de Biotecnologia.....	34



<b>Perfis Profissionais para a Área de Biotecnologia .....</b>	<b>35</b>
Biodiesel .....	40
Biodiversidade .....	42
Bioetanol.....	44
Biogás.....	46
Bio-hidrogênio .....	48
Bioinformática.....	50
Biomassa.....	52
Biomateriais .....	54
Biossegurança aplicada à biotecnologia .....	56
Biotecnologia para as indústrias farmacêutica e veterinária.....	58
Biotecnologia para fitossanitários .....	60
Biotecnologia para minimização dos gases de efeito estufa.....	62
Biotecnologia para sanidade animal.....	64
Biotecnologia para tratamento de resíduos .....	66
Escalonamento em biotecnologia.....	68
Genética e melhoramento animal .....	70
Genética e melhoramento vegetal.....	72
Nanobiotecnologia.....	74
Nutrigenômica e farmacogenômica.....	76
Processos enzimáticos.....	78
Processos regulatórios em biotecnologia.....	80
<b>Inteligência Coletiva.....</b>	<b>83</b>



# Introdução

**Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** é uma iniciativa do Sistema Fiep com o objetivo central de induzir a oferta de formação de perfis profissionais que tragam novas perspectivas ao desenvolvimento industrial e ao progresso da sociedade, dando suporte aos **Setores Portadores de Futuro para o Estado do Paraná** e às **Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense**.

Esta publicação, intitulada “**Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense – Biotecnologia**”, é o 3º volume da série de 12 livros que compõem esta etapa do referido projeto. Seu propósito é compartilhar o conhecimento criado coletivamente para que instituições de ensino e todos os interessados na valorização do potencial humano possam se antecipar com vistas a melhor atender às necessidades de formação profissional da área de Biotecnologia.

O documento é composto por dois capítulos. O primeiro apresenta uma visão panorâmica do projeto, explicitando o processo de construção, metodologia, resultados amplos, modelo de apresentação dos perfis profissionais, entre outros tópicos fundamentais. O segundo capítulo trata dos resultados do projeto específicos para a área de Biotecnologia, detalhando os perfis profissionais em formato de fichas.





# **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense**

Horizonte de 2030



## O Projeto

O projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** é um exercício de prospectiva, com enfoque multissetorial, abrangência estadual, abordagem participativa e horizonte temporal de 2030, que apresenta perfis profissionais para 12 setores e áreas industriais promissoras para o estado. Sua criação advém dos resultados de dois importantes estudos prospectivos anteriormente realizados pelo Sistema Fiep, a saber:

- **Setores Portadores de Futuro para o Estado do Paraná** – realizado em 2005 e com horizonte temporal de 2015, esse exercício prospectivo contou com a participação de aproximadamente 150 especialistas e resultou na identificação de setores e áreas promissoras para o desenvolvimento industrial, os quais deveriam ser objeto de ações mais incisivas em virtude de seu potencial de transformação da realidade e sua capacidade de colocar o estado em posição competitiva no âmbito nacional e internacional.
- **Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense** – realizadas entre 2006 e 2011, com horizontes temporais que vão de 2015 a 2020, articularam a contribuição de mais de 300 especialistas e culminaram na elaboração de *roadmaps*, ou seja, mapas de trajetórias a serem percorridas para materializar, em até 10 anos, o potencial percebido em cada um dos setores e áreas identificados como altamente promissoras para o estado.

Esses dois projetos apontaram, entre seus resultados, a formação profissional como fator crítico de sucesso para que os setores e áreas promissoras desenvolvam seus potenciais percebidos e alcancem visões de futuro desejadas. Nesse contexto, o Senai e o Sesi no Paraná entenderam como estratégico criar uma nova iniciativa capaz de vislumbrar perfis profissionais relevantes para alavancar o desenvolvimento industrial. Dessa forma, nasceu o projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense**.



## Perfis Profissionais

No âmbito deste estudo, perfis profissionais referem-se a conjuntos de capacidades técnicas que os indivíduos deverão possuir para realizar atividades atualmente inexistentes ou embrionárias.

- Foram desenhados buscando responder às tendências sociais e tecnológicas dos setores e áreas identificados como promissores para o estado.
- Não se referem necessariamente a futuras profissões, cargos, postos de trabalho ou a novos cursos.
- Possibilitam aprofundar dimensões do conhecimento de profissões já existentes.
- Podem sinalizar uma nova profissão, em resposta à complexidade e à dinâmica tecnológica e de mercado.
- Podem ser utilizados como marco de referência para o planejamento e desenvolvimento de ofertas formativas.
- Subsidiarão a criação de novos conteúdos, novas disciplinas ou cursos de diferentes níveis.

# Objetivos do Projeto

## Objetivo Geral

Induzir a oferta de formação de perfis profissionais que tragam novas perspectivas ao desenvolvimento industrial e ao progresso da sociedade.

## Objetivos Específicos

- Identificar perfis profissionais que serão demandados por organizações industriais e pela sociedade.
- Incitar a antecipação da oferta de formação de novos perfis profissionais.

# Setores e Áreas Industriais Contemplados

- **Agroalimentar**
- **Biotechnology**
- **Construção Civil**
- **Energia**
- **Meio Ambiente**
- **Metal-mecânico**
- **Papel e Celulose**
- **Plástico**
- **Produtos de Consumo**  
(Cerâmica, Couro & Artefatos, Madeira & Móveis e Têxtil & Confecção)
- **Saúde**
- **Tecnologia da Informação e Comunicação**
- **Turismo**



## Público-alvo

- ◆ Gestores da área de educação
- ◆ Coordenadores de curso
- ◆ Docentes
- ◆ Curriculistas
- ◆ Empresários
- ◆ Profissionais da área de recursos humanos
- ◆ Especialistas no desenvolvimento de pessoas
- ◆ Estudantes
- ◆ Pesquisadores
- ◆ Gestores governamentais
- ◆ Demais interessados no tema do projeto

## Cooperações Estratégicas

O projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** fundamentou-se em cooperações estratégicas. A iniciativa:

- ◆ Foi viabilizada por esforços compartilhados entre Sesi e Senai do Paraná.
- ◆ Teve sua concepção e condução realizada pelos Observatórios Sesi/Senai/IEL, que desde sua criação, em 2004, desenvolveram dezenas de projetos de prospectiva, buscando respostas a desafios do Sistema Fiep e da indústria paranaense.

- Teve a abordagem piloto de trabalho elaborada a quatro mãos em uma cooperação técnico-científica com o Observatório de Prospectiva Tecnológica Industrial (Fundação OPTI), da Espanha, referência internacional e parceiro estratégico do Sistema Fiep desde 2005. Sequencialmente, a metodologia do projeto foi sistematizada e aperfeiçoada pelos Observatórios Sesi/Senai/IEL até chegar ao seu desenho final de aplicação.
- Contou com a participação de representantes de instituições de ensino e pesquisa, empresas, sindicatos, terceiro setor, governo e outras esferas da sociedade em todos os processos de reflexão prospectiva e construção de conteúdos.

## Metodologia

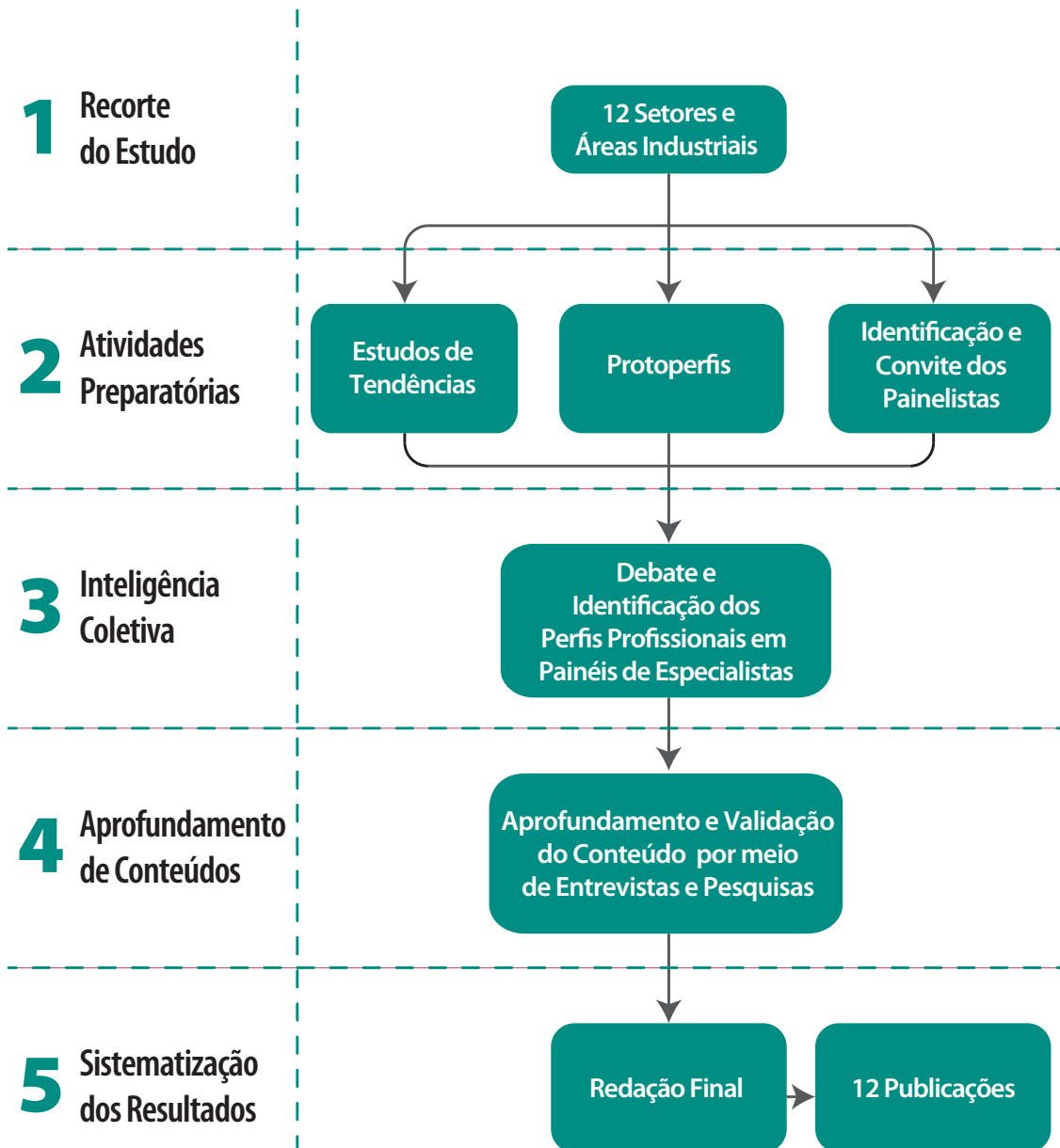
A abordagem metodológica adotada no projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** está alicerçada nos pressupostos da Prospectiva Estratégica, da escola francesa de prospecção, que busca a reflexão e a criação coletiva com vistas a iluminar a ação, em particular aquela de caráter estratégico.

Os perfis profissionais foram criados com base em duas estratégias principais. A primeira trata da construção de conhecimento a partir de estudos de tendências tecnológicas e sociais relacionados aos setores e áreas industriais do estudo. A segunda envolve a sistematização da *expertise* de especialistas mobilizados em entrevistas individuais e em reuniões setoriais.

A modelização da metodologia e a descrição das etapas são apresentadas na sequência.



## Modelização da Metodologia



## Descrição das Etapas do Projeto

### Etapa 1 – Recorte do Estudo

Foi definida a partir dos setores e áreas industriais trabalhados nas **Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense**. A saber:

- Indústria Agroalimentar
- Produtos de Consumo (Cerâmica, Couro & Artefatos, Madeira & Móveis e Têxtil & Confeção)
- Biotecnologia aplicada às Indústrias Agrícola e Florestal
- Biotecnologia aplicada à Indústria Animal
- Energia
- Meio Ambiente
- Papel e Celulose
- Metal-mecânico
- Plástico
- Saúde
- Turismo
- Construção Civil
- Microtecnologia

As áreas de Biotecnologia aplicada às Indústrias Agrícola e Florestal e Biotecnologia aplicada à Indústria Animal foram tratadas conjuntamente em um único documento, que leva também em consideração outros campos de aplicação da Biotecnologia.

A área de Microtecnologia teve sua análise ampliada, incorporando *Hardware* e *Software*, e passando a ser denominada Tecnologia da Informação e Comunicação no âmbito desse projeto.





## Etapa 2 – Atividades Preparatórias

Consistiu na produção de documentos de base pela equipe dos Observatórios Sesi/Senai/IEL para subsidiar a seleção dos perfis profissionais do projeto. Envolveu os seguintes materiais:

- Estudos de Tendências – investigação de fenômenos sociais e tecnológicos que incidem sobre os setores e as áreas industriais do projeto.
- Protoperfis – prototipagem dos perfis profissionais por setor, ou seja, seu esboço inicial.

As atividades preparatórias também incluíram todo o trabalho de identificação e convite de atores estratégicos para participação nos painéis de especialistas e entrevistas.

## Etapa 3 – Inteligência Coletiva

Envolveu a condução de grupos seletos de indivíduos em processos reflexivos orientados à identificação de perfis profissionais para os diferentes setores e áreas industriais do projeto.

Foram realizados 13\* painéis de especialistas, com o envolvimento de 296 atores estratégicos de todas as regiões do estado.

Os painéis foram compostos por especialistas com grande conhecimento setorial, segmentados em representantes da indústria, de instituições de ensino e pesquisa, do governo, do terceiro setor e de recursos humanos.

---

\* O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação contou com dois painéis de especialistas, sendo um direcionado para as áreas de Microtecnologia e *Hardware* e outro para área de *Software*.



#### **Etapa 4 – Aprofundamento de Conteúdos**

Foi marcada por pesquisas complementares e pela realização de entrevistas individuais com atores estratégicos de todo o estado do Paraná visando ao detalhamento e à validação do conteúdo dos perfis profissionais e de seus indicadores.

#### **Etapa 5 – Sistematização dos Resultados**

Contemplou o tratamento das informações das etapas anteriores e a sistematização dos resultados em 12 publicações setoriais, com os perfis profissionais apresentados em formato de fichas, criadas especificamente para este fim.



# Resultados

Foram identificados 227 perfis profissionais como promissores para o futuro da indústria paranaense, apresentados em 12 publicações.

- Volume 1 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Metal-mecânico**
- Volume 2 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Agroalimentar**
- Volume 3 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Biotecnologia**
- Volume 4 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Produtos de Consumo**
- Volume 5 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Construção Civil**
- Volume 6 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Energia**
- Volume 7 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Saúde**
- Volume 8 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Tecnologia da Informação e Comunicação**
- Volume 9 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Papel e Celulose**
- Volume 10 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Plástico**
- Volume 11 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Meio Ambiente**
- Volume 12 – Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense: **Turismo**

# Modelo de Apresentação dos Perfis Profissionais

Os resultados do projeto **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense** são apresentados em formato de fichas. Cada perfil profissional congrega uma série de conteúdos que podem ser visualizados na figura abaixo e que são explicados nas páginas que seguem.

**1**

PERFIS PROFISSIONAIS PARA O FUTURO DA INDÚSTRIA PARANAENSE

**1.1** **1.2** **1.3**

**2** **Biodiesel**

**3** **Justificativa**  
 O biodiesel é um combustível não fóssil originado a partir da transesterificação de matérias-primas vegetais (óleos), animais (gorduras) ou microbianas (leveduras). Dentre as vantagens da utilização do biodiesel, destacam-se: (i) baixos índices de poluição decorrentes da queima; (ii) geração de emprego e renda, sobretudo nas áreas rurais; (iii) menor dependência de petróleo; (iv) custo de produção inferior ao dos combustíveis derivados de petróleo. O desenvolvimento de micro-organismos ou de enzimas mais eficazes para a produção de grandes quantidades de óleos, tende a minimizar os custos, tornando a produção mais viabilizando a produção em larga escala. Outro desenvolvimento são os micro-organismos na obtenção de óleos para produção de produtos de origem animal para alimentação. Observa-se que os esforços de desenvolvimento têm sido pautados pela busca para ampliar a produção de fontes renováveis. Nesse sentido, o biodiesel configura-se para se expandir comercialmente e, por conseguinte, para se aprimorar e produzi-lo em grande escala por meio de processos industriais.

**4** **Domínios**  
**Matérias-Primas Alternativas**  
 Matérias-primas para utilização como alternativas para a produção de biodiesel.  
**Otimização de Bioprocessos**  
 Condições operacionais desejáveis de uma unidade produtiva e processos, considerando os recursos disponíveis que proporcionem níveis elevados de efetividade.  
**Processos Industriais**  
 Tecnologias, técnicas, máquinas e ferramentas industriais possibilitando aplicar conhecimentos de biotecnologia na produção de biodiesel.

**5** **Atividades**  
 Pesquisar novas matérias-primas e processos para a produção de biodiesel; desenvolver maneiras de aumentar a efetividade dos processos produtivos microbianos de óleos; desenvolver organismos modificados geneticamente para aperfeiçoar a produção de biodiesel; identificar, produzir e otimizar processos para a produção de biodiesel.

**5** **BIOTECNOLOGIA**

**5.1** **5.2**

**Tendências**

**Aquecimento Global**  
 Elevação da temperatura média do planeta em decorrência, segundo estudos, da emissão de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

**Relevância** fraco ○○○● forte  
**Maturidade** Paraná ○○○● Brasil ○○○●

**Biocombustíveis**  
 Ampliação do uso de combustíveis produzidos a partir de matérias-primas de origem biológica não fóssil, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas.

**Relevância** fraco ○○○● forte  
**Maturidade** Paraná ○○○● Brasil ○○○●

**Fontes Alternativas para a Produção de Biodiesel**  
 Busca por fontes de óleo com as características necessárias para a produção de biodiesel de qualidade e com melhor viabilidade econômica.

**Relevância** fraco ○○○● forte  
**Maturidade** Paraná ○○○● Brasil ○○○●

**Modificação e Melhoramento Genéticos**  
 Disseminação de técnicas que permitem diversos tipos de manipulação no código genético, tais como remoção de partes do sequenciamento e combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes com grandes semelhanças entre si.

**Relevância** fraco ○○○● forte  
**Maturidade** Paraná ○○○● Brasil ○○○●

**Recursos Energéticos Renováveis**  
 Busca por fontes energéticas capazes de se renovar, naturalmente ou pela ação humana, com ciclos de regeneração compatíveis com as necessidades de produção de energia e em uma dinâmica socioambientalmente responsável.

**Relevância** fraco ○○○● forte  
**Maturidade** Paraná ○○○● Brasil ○○○●

**Sustentabilidade**  
 Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância** fraco ○○○● forte  
**Maturidade** Paraná ○○○● Brasil ○○○●



## 1. Indicadores de Posicionamento

São medidas-síntese que contêm informação de posicionamento dos perfis profissionais em relação ao setor que pertencem.

- ◆ Cada perfil profissional possui três indicadores:
  - ◇ **1.1 Importância** – busca mensurar, em uma escala de quatro pontos, a importância do perfil profissional para o setor. Essa métrica varia entre fraco e forte.
  - ◇ **1.2 Situação hoje** – busca avaliar a situação quanto à existência do perfil profissional no Paraná. Também apresenta uma avaliação para a mesma questão no Brasil, considerando na análise os conhecimentos dos especialistas sobre o que há de referência no território brasileiro. Adota uma escala com os seguintes parâmetros: inexistente, incipiente, em crescimento ou maduro.
  - ◇ **1.3 Intensificação** – busca analisar a intensificação da demanda do perfil profissional pelo setor ou área industrial na seguinte escala temporal: 5, 10, 15 ou 20 anos.

## 2. Justificativa

Consiste na apresentação de um cenário que contextualiza a necessidade do perfil profissional para o setor ou a área industrial.

- ◆ Justifica a relevância socioindustrial dos perfis profissionais.
- ◆ Congrega elementos como conceitos, tecnologias e fenômenos que demonstram a importância dos perfis profissionais.

### 3. Atividades

Tratam-se dos conjuntos de funções, tarefas ou ações que serão de responsabilidade do perfil profissional. São apresentadas de forma não exaustiva.

### 4. Domínios

Referem-se a conjuntos de conhecimentos necessários para a realização das atividades de um perfil profissional. Concentram-se em alguns dos principais aspectos teóricos ou práticos que o perfil profissional deverá dominar.

### 5. Tendências

Explicitam fenômenos sociais ou tecnológicos de alto poder de impacto, cujo desenvolvimento, por vezes já em curso, indica durabilidade em horizontes temporais futuros.

- Referem-se a movimentos que demandam ou impulsionam um perfil profissional.
- São concebidas com base em duas abordagens:
  - extrapolativas – projetam no futuro os eventos verificados no passado, pressupondo situações em que há uma continuidade das tendências em curso.
  - exploratórias – concentram-se na análise dos processos de mudança, tendo como foco os eventos e as ações capazes de alterar situações futuras.
- Cada ficha apresenta apenas algumas tendências mais relevantes com as quais o perfil profissional guarda relação.



- As tendências são avaliadas por meio de dois indicadores:
  - **5.1 Relevância** – busca mensurar, em uma escala de quatro pontos, o quanto a tendência demanda ou impulsiona um perfil profissional. Essa escala varia entre fraco e forte.
  - **5.2 Maturidade** – busca avaliar, em uma escala de quatro pontos, o grau de maturidade de uma tendência em um determinado setor ou área industrial, ou seja, se ela é incipiente, está em crescimento, crescimento acelerado ou é madura. O indicador, que retrata o conhecimento dos especialistas entrevistados, permite comparar o *status* da maturidade da tendência no Paraná com o que há de referência no território brasileiro.





# **Perfis Profissionais para o Futuro da Indústria Paranaense**

Horizonte de 2030

## **BIOTECNOLOGIA**





## Escopo do Estudo de Biotecnologia

A área de Biotecnologia compreende as atividades que empregam organismos vivos ou parte deles em pesquisa e desenvolvimento, processos industriais ou serviços especializados. O campo possui aplicações nos mais diversos domínios, entre os quais: agricultura, saúde humana, saúde animal, meio ambiente e energia.

O escopo de análise para a Biotecnologia foi determinado pelos atores estratégicos que participaram do painel de especialistas referente à área. Portanto, seu estabelecimento ocorreu no próprio processo de identificação dos perfis profissionais, como resultado da visão prospectiva dos especialistas acerca de temas relevantes às ofertas formativas para a área.



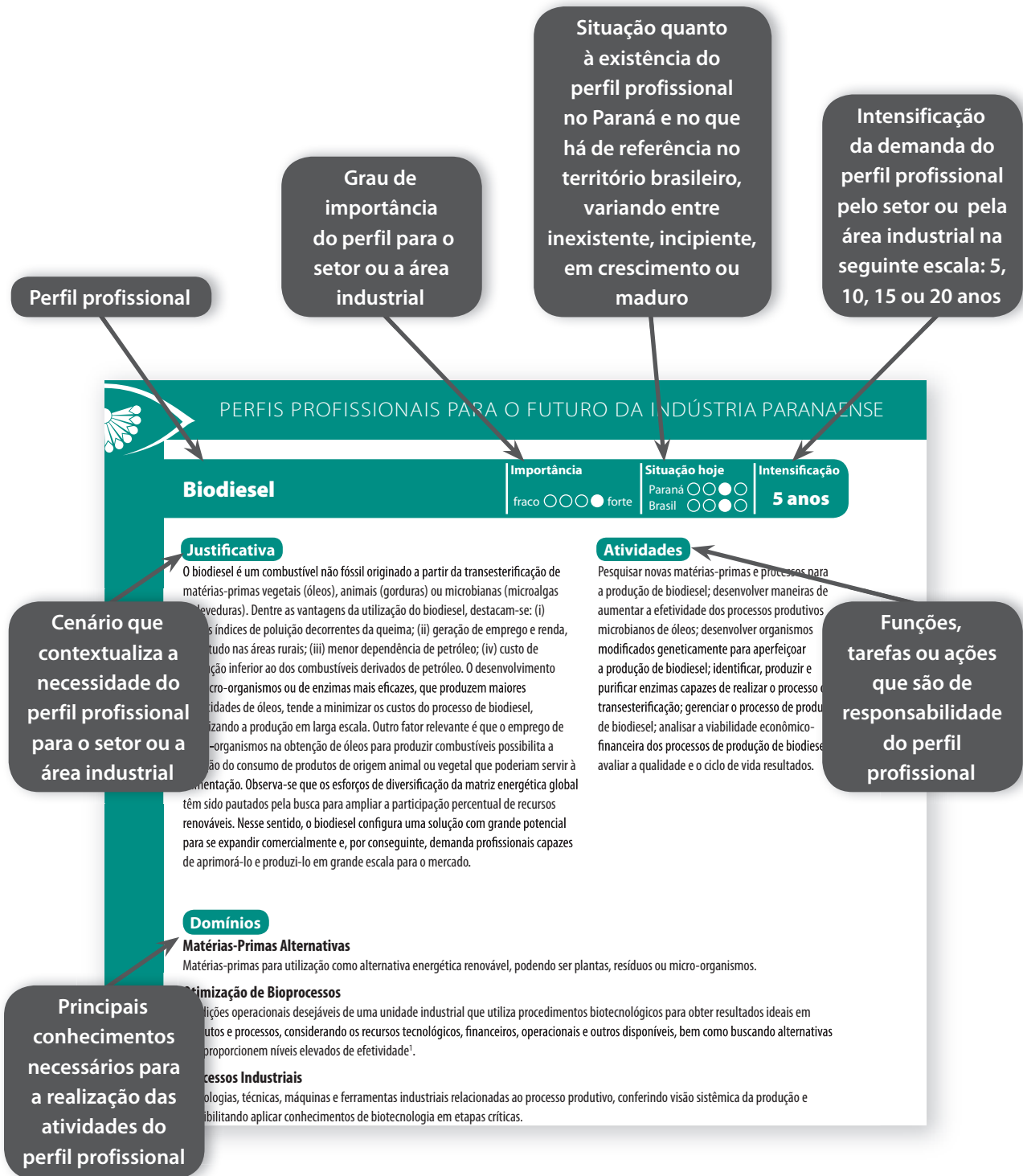
# Perfis Profissionais para a Área de Biotecnologia

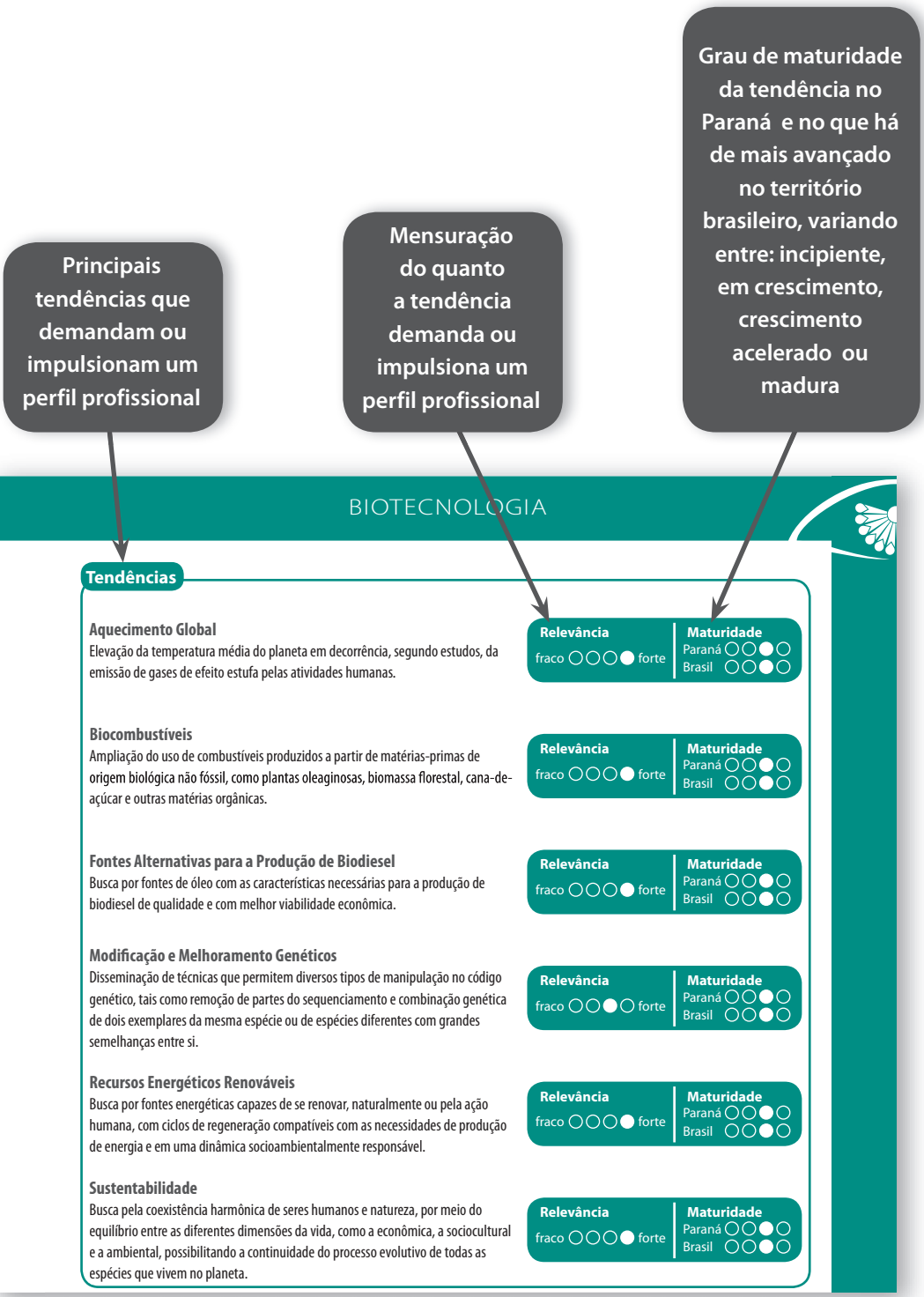
Segue a lista dos 21 perfis profissionais identificados como importantes para alavancar o desenvolvimento da área de Biotecnologia no Paraná.

- ◆ Biodiesel
- ◆ Biodiversidade
- ◆ Bioetanol
- ◆ Biogás
- ◆ Bio-hidrogênio
- ◆ Bioinformática
- ◆ Biomassa
- ◆ Biomateriais
- ◆ Biossegurança aplicada à biotecnologia
- ◆ Biotecnologia para as indústrias farmacêutica e veterinária
- ◆ Biotecnologia para fitossanitários
- ◆ Biotecnologia para minimização dos gases de efeito estufa
- ◆ Biotecnologia para sanidade animal
- ◆ Biotecnologia para tratamento de resíduos
- ◆ Escalonamento em biotecnologia
- ◆ Genética e melhoramento animal
- ◆ Genética e melhoramento vegetal
- ◆ Nanobiotecnologia
- ◆ Nutrigenômica e farmacogenômica
- ◆ Processos enzimáticos
- ◆ Processos regulatórios em biotecnologia

Na próxima página, encontra-se o infográfico que orienta a leitura do conteúdo dos perfis profissionais e, sequencialmente, são apresentados todos os perfis da área de Biotecnologia de forma detalhada.

## Infográfico de Leitura das Fichas dos Perfis Profissionais







# Fichas dos Perfis Profissionais



## Biodiesel

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

O biodiesel é um combustível não fóssil originado a partir da transesterificação de matérias-primas vegetais (óleos), animais (gorduras) ou microbianas (microalgas ou leveduras). Dentre as vantagens da utilização do biodiesel, destacam-se: (i) baixos índices de poluição decorrentes da queima; (ii) geração de emprego e renda, sobretudo nas áreas rurais; (iii) menor dependência de petróleo; (iv) custo de produção inferior ao dos combustíveis derivados de petróleo. O desenvolvimento de micro-organismos ou de enzimas mais eficazes, que produzem maiores quantidades de óleos, tende a minimizar os custos do processo de biodiesel, viabilizando a produção em larga escala. Outro fator relevante é que o emprego de micro-organismos na obtenção de óleos para produzir combustíveis possibilita a redução do consumo de produtos de origem animal ou vegetal que poderiam servir à alimentação. Observa-se que os esforços de diversificação da matriz energética global têm sido pautados pela busca para ampliar a participação percentual de recursos renováveis. Nesse sentido, o biodiesel configura uma solução com grande potencial para se expandir comercialmente e, por conseguinte, demanda profissionais capazes de aprimorá-lo e produzi-lo em grande escala para o mercado.

### Atividades

Identificar e selecionar novas matérias-primas e processos para a produção de biodiesel; desenvolver maneiras de aumentar a efetividade dos processos produtivos microbianos de óleos; desenvolver organismos modificados geneticamente para aperfeiçoar a produção de biodiesel; identificar, produzir e purificar enzimas capazes de realizar o processo de transesterificação; gerenciar o processo de produção de biodiesel; analisar a viabilidade econômico-financeira dos processos de produção de biodiesel.

### Domínios

#### Matérias-Primas Alternativas

Matérias-primas para utilização como alternativa energética renovável, podendo ser plantas, resíduos ou micro-organismos.

#### Otimização de Bioprocessos

Condições operacionais desejáveis de uma unidade industrial que utiliza procedimentos biotecnológicos para obter resultados ideais em produtos e processos, considerando os recursos tecnológicos, financeiros, operacionais e outros disponíveis, bem como buscando alternativas que proporcionem níveis elevados de efetividade.

#### Processos Industriais

Tecnologias, técnicas, máquinas e ferramentas industriais relacionadas ao processo produtivo, conferindo visão sistêmica da produção e possibilitando aplicar conhecimentos de biotecnologia em etapas críticas.

#### Prospecção e Vigilância Tecnológica

Pesquisa constante de informações estratégicas relacionadas às mudanças tecnológicas nas várias áreas do conhecimento.

#### Tecnologias para o Tratamento de Resíduos

Tecnologias relativas à classificação e ao tratamento de resíduos como, por exemplo: (i) compostagem, biogasificação e incineração; (ii) tratamento de resíduos industriais; (iii) triagem e reciclagem; (iv) coleta, transporte e destinação adequada.

#### Transesterificação

Conhecimento teórico e prático da reação química que pode ocorrer entre um éster e um álcool ou entre um éster e um ácido, tendo como resultado um novo éster. No caso específico do biodiesel, a reação entre óleos vegetais ou gordura animal com álcool produz um éster, cujas propriedades são semelhantes às do diesel derivado de petróleo.





### Viabilidade Econômico-financeira

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.

#### Tendências

##### Aquecimento Global

Elevação da temperatura média do planeta em decorrência da emissão de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

##### Relevância

fraco ○○○● forte

##### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Biocombustíveis

Ampliação do uso de combustíveis produzidos a partir de matérias-primas de origem biológica não fóssil, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas.

##### Relevância

fraco ○○○● forte

##### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Fontes Alternativas para a Produção de Biodiesel

Busca por fontes de óleo com as características necessárias para a produção de biodiesel de qualidade e com melhor viabilidade econômica.

##### Relevância

fraco ○○○● forte

##### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Modificação e Melhoramento Genéticos

Disseminação de técnicas que permitem diversos tipos de manipulação no código genético, tais como remoção de partes do sequenciamento e combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes com grandes semelhanças entre si.

##### Relevância

fraco ○○●○ forte

##### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Recursos Energéticos Renováveis

Busca por fontes energéticas capazes de se renovar, naturalmente ou pela ação humana, com ciclos de regeneração compatíveis com as necessidades de produção de energia e em uma dinâmica socioambientalmente responsável.

##### Relevância

fraco ○○○● forte

##### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Sustentabilidade

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

##### Relevância

fraco ○○○● forte

##### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

## Biodiversidade

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ● ○ ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

A biodiversidade refere-se à variabilidade existente entre os organismos vivos dentro de um contexto com elevada taxa de complexidade ecológica. Ocorrendo com maior intensidade nas regiões tropicais que nos climas temperados, a variabilidade contempla: (i) a genética dentro das populações e espécies; (ii) espécies da flora, da fauna, de fungos macroscópicos e de micro-organismos; (iii) funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas; (iv) comunidades, *habitats* e ecossistemas. Os estudos da biodiversidade buscam um entendimento sistêmico das relações que sustentam a coexistência das espécies, com vistas à preservação ou à conservação. Pesquisas científicas têm revelado potencialidades biotecnológicas inerentes a inúmeras espécies, proporcionando, por exemplo, a obtenção de micro-organismos com diferentes características, novas biomoléculas e novos genes com aplicações biotecnológicas. A biodiversidade brasileira configura uma inestimável fonte de recursos e de riquezas. Para que seja colocada a serviço da vida e do bem-estar humano, de forma ética, há a demanda por profissionais capazes de promover sua conservação e viabilizar soluções provenientes de sua variabilidade genética.

### Atividades

Identificar e selecionar na biodiversidade material genético para análises laboratoriais; realizar estudos e pesquisas sobre a diversidade genética de micro-organismos, vegetais e animais por meio de marcadores genéticos; analisar a biodiversidade sob a ótica molecular, para subsidiar o processo decisório em políticas de preservação ambiental e de diversidade genética; planejar e realizar a utilização de recursos genéticos para o descobrimento e aproveitamento de moléculas na geração de bioprodutos inovadores; desenvolver metodologias moleculares aplicadas à conservação dos bancos genéticos.

### Domínios

#### Análise de Materiais Genéticos

Estudo analítico dos diferentes materiais genéticos, possibilitando a avaliação do real potencial das espécies e possíveis aplicações, além de suscitar novas buscas e análises.

#### Análise Filogenética

Estudo das relações evolutivas, ou seja, das sucessivas transformações pelas quais passaram os organismos primitivos para dar origem a outros diferentes e/ou mais complexos.

#### Bioprospecção

Técnicas que permitem conhecer a biodiversidade e todas as potencialidades de determinado local, com vistas à identificação de substâncias e organismos e à busca de propriedades e características que possam ser utilizadas pela biotecnologia.

#### Biossegurança

Segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Conservação de Germoplasma de Espécies Nativas

Conservação de genótipos que podem doar genes para outra espécie, possibilitando a preservação de materiais hereditários e, conseqüentemente, a manutenção da biodiversidade existente no planeta.

#### Ética e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – PD&I

Compreensão das questões éticas inerentes à investigação científica e ao desenvolvimento de novas tecnologias, considerando as responsabilidades do pesquisador e as repercussões sociais de seu trabalho.

#### Marcadores Genéticos

Compreensão acerca de estruturas de diferentes naturezas que podem identificar, por meio de ligações químicas, porções do DNA ou outros elementos de interesse, genes envolvidos na herança de determinadas características com possibilidades de serem repassadas aos próximos descendentes.



**Tendências**

**Biodiversidade**

Busca pela manutenção da riqueza e da variedade do mundo natural. Contempla todas as formas de vida, assim como os genes contidos em indivíduos e ecossistemas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Bioprospecção**

Difusão de pesquisa de material biológico com o propósito de explorar os recursos genéticos, possibilitando o uso seguro e sustentável, que facilite a conservação e a distribuição equitativa dos seus benefícios e a regulamentação de novas tecnologias, uma vez que a informação genética tornou-se um recurso com valor de mercado.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

**Desenvolvimento de Bioprodutos**

Ampliação do desenvolvimento de novos produtos derivados da bioindústria com diversas aplicações.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

**Genômica**

Crescimento das atividades de pesquisa que se concentram em decifrar o material genético de diferentes organismos.

**Relevância**

fraco ○○●○○ forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Metabolômica**

Expansão de ciência “ômica” emergente, que preconiza a avaliação global ou parcial dos metabólitos de um ser vivo e das suas vias de reações.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ●○○○  
Brasil ○●○○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

## Bioetanol

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

### Intensificação

**5 anos**

### Justificativa

O bioetanol é um combustível produzido a partir de biomassa, que permite a substituição total ou parcial de combustíveis fósseis, como a gasolina. É produzido comercialmente a partir do caldo de cana-de-açúcar e possui como matérias-primas alternativas, por exemplo, as fermentações a partir de hidrolisado de milho, arroz e mandioca. Os avanços na produção de bioetanol no país decorreram de aperfeiçoamentos, em maior ou menor grau, em diversas etapas do processo. Desde a produção e tratamento da matéria-prima até o reaproveitamento dos resíduos, passando pela fase industrial da obtenção do produto, muitas foram as inovações introduzidas para que fossem alcançados os resultados que colocam o Brasil na posição de grande produtor no mundo. Variedades de bioetanol de segunda, terceira e quarta gerações, produzidas a partir de resíduos da agroindústria, vêm sendo estudadas para garantir o atendimento sustentável das projeções de demanda no futuro, apresentando perspectivas promissoras. O investimento nesse combustível renovável está vinculado, sobretudo, às estratégias de redução das emissões de gases de efeito estufa e à intenção das nações de reduzir sua dependência de derivados de petróleo. Para garantir o desenvolvimento de novas tecnologias de produção de bioetanol, é imperativo formar profissionais capazes de otimizar esse combustível.

### Atividades

Identificar e selecionar novas tecnologias para a produção de bioetanol; prospectar novos processos e matérias-primas; desenvolver tecnologias de produção a partir da biomassa; desenvolver a manipulação biotecnológica das matérias-primas; produzir enzimas que tornem mais adequados os processos de fermentação; monitorar, controlar e melhorar o rendimento do processo produtivo; analisar a viabilidade econômico-financeira; avaliar a qualidade e o ciclo de vida do bioetanol produzido.

### Domínios

#### Matérias-Primas Alternativas

Matérias-primas para utilização como alternativa energética renovável, podendo ser plantas, resíduos ou micro-organismos.

#### Otimização de Bioprocessos

Condições operacionais desejáveis de uma unidade industrial que utiliza procedimentos biotecnológicos para obter resultados ideais em produtos e processos, considerando os recursos tecnológicos, financeiros, operacionais e outros disponíveis, bem como buscando alternativas que proporcionem níveis elevados de efetividade.

#### Processos Enzimáticos

Utilização de enzimas em processos industriais, requerendo modificações dessas moléculas para torná-las: (i) insolúveis em meio aquoso; (ii) mais resistentes às variações de temperatura e pH; (iii) resistentes à presença de solventes orgânicos. Contemplam ainda a capacidade de caracterizar enzimas purificadas e não purificadas, com vistas à identificação da melhor alternativa para os objetivos propostos.

#### Processos Industriais

Tecnologias, técnicas, máquinas e ferramentas industriais relacionadas ao processo produtivo, conferindo visão sistêmica da produção e possibilitando aplicar conhecimentos de biotecnologia em etapas críticas.

#### Prospecção e Vigilância Tecnológica

Pesquisa constante de informações estratégicas relacionadas às mudanças tecnológicas nas várias áreas do conhecimento.

#### Tecnologias de Conversão de Biomassa

Tecnologias de combustão, gaseificação e fermentação da biomassa, com vistas à produção de energia e de materiais com valor agregado, além de conhecimento e monitoramento do desempenho termodinâmico das instalações industriais.



**Viabilidade Econômico-financeira**

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.

**Tendências**

**Aquecimento Global**

Elevação da temperatura média do planeta em decorrência da emissão de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biocombustíveis**

Ampliação do uso de combustíveis produzidos a partir de matérias-primas de origem biológica não fóssil, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biomassa**

Disseminação do uso de material orgânico, proveniente de diversas fontes, como insumo na geração de energia.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biotecnologia**

Crescente apropriação do conjunto de técnicas que modifica organismos vivos e transforma substâncias de origem orgânica, com a finalidade de produzir novos conhecimentos, produtos ou serviços.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Recursos Energéticos Renováveis**

Busca por fontes energéticas capazes de se renovar, naturalmente ou pela ação humana, em ciclos de regeneração compatíveis com as necessidades de produção de energia e por meio de dinâmicas socioambientalmente responsáveis.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Biogás

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

O biogás é o produto da digestão anaeróbica de biomassa, realizada por micro-organismos fermentadores metanogênicos, processo este denominado de biodigestão. Diversos tipos de matérias-primas podem ser utilizados para a produção de biogás, tornando-o um combustível caracterizado como de grande benefício social, econômico e ambiental. Para o estabelecimento de uma produção viável economicamente, é necessário o estudo das características físico-químicas dos resíduos e dos locais onde serão desenvolvidos os processos de biodigestão, para que se obtenha um efluente tratado adequadamente, bem como um biogás com características satisfatórias. Além disso, o biogás é considerado um combustível flexível, que potencializa o mercado energético em níveis locais e globais e permite o desenvolvimento rural, a redução de gases de efeito estufa, a proteção ambiental e a reciclagem de matérias-primas. Tendo em vista seus benefícios, essa fonte energética tende a crescer em uso, demandando profissionais capazes de promover avanços em sua produção.

### Atividades

Identificar e selecionar novas tecnologias e processos para a produção de biogás; identificar as características dos resíduos envolvidos; implementar procedimentos de melhora da qualidade do biogás gerado; desenvolver e selecionar micro-organismos produtores de biogás; desenvolver processos para a melhoria da eficiência no tratamento dos efluentes; monitorar, controlar e melhorar o rendimento do processo produtivo; analisar a viabilidade econômico-financeira; avaliar a qualidade e o ciclo de vida do biogás produzido.

### Domínios

#### Digestão Anaeróbica

Processo de decomposição que transforma matéria orgânica em gás, sendo este composto por cerca de 50 a 60% de metano. A digestão anaeróbica é realizada por meio de micro-organismos, em condições de ausência de oxigênio, e também é conhecida como biogásificação.

#### Matérias-Primas Alternativas

Matérias-primas para utilização como alternativa energética renovável, podendo ser plantas, resíduos ou micro-organismos.

#### Otimização de Bioprocessos

Condições operacionais desejáveis de uma unidade industrial que utiliza procedimentos biotecnológicos para obter resultados ideais em produtos e processos, considerando os recursos tecnológicos, financeiros, operacionais e outros disponíveis, bem como buscando alternativas que proporcionem níveis elevados de efetividade.

#### Processos Industriais

Tecnologias, técnicas, máquinas e ferramentas industriais relacionadas ao processo produtivo, conferindo visão sistêmica da produção e possibilitando aplicar conhecimentos de biotecnologia em etapas críticas.

#### Prospecção e Vigilância Tecnológica

Pesquisa constante de informações estratégicas relacionadas às mudanças tecnológicas nas várias áreas do conhecimento.

#### Resíduos Orgânicos

Conhecimento dos materiais de origem animal ou vegetal cuja constituição química contém moléculas de carbono e hidrogênio, descartados em qualquer etapa do processo produtivo ou do consumo doméstico e industrial.

#### Viabilidade Econômico-financeira

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.



**Tendências**

**Aquecimento Global**

Elevação da temperatura média do planeta em decorrência da emissão de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biocombustíveis**

Ampliação do uso de combustíveis produzidos a partir de matérias-primas de origem biológica não fóssil, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biomassa Residual**

Crescente aproveitamento da matéria orgânica residual na elaboração de produtos, processos e serviços de valor agregado. A biomassa residual pode ser gerada em atividades como: (i) agricultura, silvicultura e pecuária; (ii) indústria agroalimentar; (iii) indústria de transformação da madeira.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Biotecnologia**

Crescente apropriação do conjunto de técnicas que modifica organismos vivos e transforma substâncias de origem orgânica, com a finalidade de produzir novos conhecimentos, produtos ou serviços.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Recursos Energéticos Renováveis**

Busca por fontes energéticas capazes de se renovar, naturalmente ou pela ação humana, em ciclos de regeneração compatíveis com as necessidades de produção de energia e por meio de dinâmicas socioambientalmente responsáveis.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Bio-hidrogênio

### Importância

fraco ○ ● ○ ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ● ○ ○  
Brasil ○ ● ○ ○

### Intensificação

**15 anos**

### Justificativa

O hidrogênio é o elemento mais abundante no universo e, por meio da combustão direta, produz uma quantidade significativa de energia, despontando como uma alternativa válida para o setor energético. Pode ser obtido por meio de extração de produtos derivados do petróleo, reforma de hidrocarbonetos e eletrólise da água. Nos últimos anos, o progresso nas diferentes técnicas de produção de hidrogênio vem despertando o interesse da comunidade científica e da indústria de combustíveis e transportes. Os cientistas têm aperfeiçoado os métodos de produção, armazenamento e transporte, e a indústria tem realizado testes de protótipos que utilizam o hidrogênio como combustível não poluente, uma vez que a sua combustão gera água. Nesse contexto, surge o bio-hidrogênio, que é extraído por meio de bioprocessos. Este apresenta grandes vantagens, como simplicidade das condições de obtenção e custos de operação interessantes. Assim, as tecnologias de produção do bio-hidrogênio são consideradas promissoras, demandando profissionais que ampliem sua eficiência e viabilidade de produção.

### Domínios

#### Bioprocessos para Obtenção de Hidrogênio

Tecnologias e procedimentos que utilizam organismos vivos para obtenção de hidrogênio. Entre estas, citam-se: (i) fotobiológica – processo em que micro-organismos (bactérias fotossintéticas, cianobactérias e algas) produzem hidrogênio em atividades metabólicas usando a energia luminosa; (ii) fermentação – processo no qual o hidrogênio é liberado pela ação de enzimas hidrogenases, como meio de eliminar o excesso de elétrons gerados durante a degradação de hidratos de carbono.

#### Matérias-Primas Alternativas

Matérias-primas para utilização como alternativa energética renovável, podendo ser plantas, resíduos ou micro-organismos.

#### Otimização de Bioprocessos

Condições operacionais desejáveis de uma unidade industrial que utiliza procedimentos biotecnológicos para obter resultados ideais em produtos e processos, considerando os recursos tecnológicos, financeiros, operacionais e outros disponíveis, bem como buscando alternativas que proporcionem níveis elevados de efetividade.

#### Processos Industriais

Tecnologias, técnicas, máquinas e ferramentas industriais relacionadas ao processo produtivo, conferindo visão sistêmica da produção e possibilitando aplicar conhecimentos de biotecnologia em etapas críticas.

#### Prospecção e Vigilância Tecnológica

Pesquisa constante de informações estratégicas relacionadas às mudanças tecnológicas nas várias áreas do conhecimento.

#### Tecnologias de Conversão de Biomassa

Tecnologias de combustão, gaseificação e fermentação da biomassa, com vistas à produção de energia e de materiais com valor agregado, além de conhecimento e monitoramento do desempenho termodinâmico das instalações industriais.

#### Viabilidade Econômico-financeira

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.

### Atividades

Identificar e selecionar novas tecnologias e processos para a produção; desenvolver as etapas de obtenção do bio-hidrogênio; planejar e produzir geneticamente a melhoria da expressão das enzimas envolvidas na produção; analisar, avaliar e aperfeiçoar os parâmetros de produção; implementar sistemas de captação eficiente do gás, bem como de seu armazenamento, transporte e utilização; analisar a viabilidade econômico-financeira dos processos; avaliar a qualidade e o ciclo de vida do bio-hidrogênio produzido.





**Tendências**

**Aquecimento Global**

Elevação da temperatura média do planeta em decorrência da emissão de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biocombustíveis**

Ampliação do uso de combustíveis produzidos a partir de matérias-primas de origem biológica não fóssil, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Cadeia Produtiva do Hidrogênio**

Desenvolvimento de tecnologias para produção, armazenamento, transporte e distribuição do hidrogênio, de modo que seja configurada uma cadeia produtiva completa.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ●○○○  
Brasil ●○○○

**Recursos Energéticos Renováveis**

Busca por fontes energéticas capazes de se renovar, naturalmente ou pela ação humana, em ciclos de regeneração compatíveis com as necessidades de produção de energia e por meio de dinâmicas socioambientalmente responsáveis.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Bioinformática

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

### Intensificação

**5 anos**

### Justificativa

A bioinformática é a área do conhecimento que utiliza a tecnologia da informação para organizar, analisar e distribuir dados com a finalidade de responder perguntas complexas em biologia. A possibilidade de analisar bases de dados contendo informações genéticas e de proteínas pode auxiliar a descoberta de novos genes e moléculas com atividade biológica para, por exemplo, medicamentos e bioprodutos animais e vegetais. A bioinformática também busca atender à demanda do sequenciamento de genes, que produz quantidades cada vez maiores de dados sobre proteínas, DNA e RNA. Os avanços nas ciências biológicas, aliados à contínua ampliação da capacidade de processamento tecnológico da informação, fazem da bioinformática uma ciência de fronteira no que se refere a pesquisas e desenvolvimento de produtos e processos inovadores, demandando profissionais com *expertise* nessa nova área.

### Atividades

Reconhecer como as moléculas de DNA, de RNA e as proteínas interagem e quais as suas funções, além de observar suas estruturas; aplicar as ciências da informação e realizar a implementação computacional para a modelagem molecular; aplicar técnicas estatísticas ao estudo dos sistemas biológicos, desde o nível molecular até o dos organismos e sistemas complexos; prospectar aplicações práticas para os resultados encontrados nas pesquisas; desenvolver pesquisas que busquem prever as funções dos genes; demonstrar relações entre genes e proteínas.

### Domínios

#### Bioquímica e Biofísica Computacionais

Modelagem estrutural e de métodos de simulação com vistas a elucidar a cinética – área de conhecimento que estuda a velocidade das reações químicas – e a termodinâmica – área da física que estuda as relações entre calor, temperatura, trabalho e energia – das funções das proteínas.

#### Data Mining e Capacidade de Análise

Processo analítico projetado para explorar grandes massas de dados na busca de padrões consistentes ou relacionamentos entre variáveis, também chamado de “mineração de dados”. Contempla a capacidade de analisar os dados e transformá-los em informações estratégicas, possibilitando identificar aspectos qualitativos não percebidos diretamente.

#### Estatística

Matemática aplicada que tem por objetivo o agrupamento metódico e a análise de fatos ou de dados numéricos, constituída por coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados, que podem ser utilizados na tomada de decisões. Possibilita, dentre outras ações: (i) resolver problemas biológicos por meio do acesso aos bancos de dados; (ii) realizar análise integrada de dados por meio de redes de informações; (iii) realizar procura de genes; (iv) tratar os dados e fazer análises estatísticas; (v) acompanhar as probabilidades e os resultados dos cruzamentos efetuados.

#### Genômica

Estudo de como os genes e a informação genética estão organizados dentro do genoma e de como essa organização determina a sua função. Inclui o mapeamento, sequenciamento e análise de genomas.

#### Interdisciplinaridade

Capacidade de interagir com especialistas de diversas áreas de modo a utilizar conhecimentos diversos e atuar em equipes interdisciplinares, agindo como intérprete ou facilitador de comunicações e articulando os benefícios e desafios de cada área em função dos objetivos propostos.

#### Predição de Estruturas

Conjunto de técnicas e modelos estatístico-matemáticos que permite realizar a identificação de estruturas (como genes e seus efeitos regulatórios, cadeias de DNA e RNA, associação de proteínas e outras moléculas) em bases de dados, classificando e normatizando as buscas científicas. Contempla também a antecipação de eventos concretos, direcionando os esforços de pesquisa e possíveis resultados dos estudos.

#### Proteômica

Estudo da estrutura, função e controle dos sistemas biológicos pela análise das várias propriedades das proteínas. Inclui os estudos da síntese protéica, do sequenciamento de aminoácidos, bem como das interações e translocações ocorridas no meio biológico.



**Tendências**

**Biotecnologia**

Crescente apropriação do conjunto de técnicas que modifica organismos vivos e transforma substâncias de origem orgânica, com a finalidade de produzir novos conhecimentos, produtos ou serviços.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Genômica**

Crescimento das atividades de pesquisa que se concentram em decifrar o material genético de diferentes organismos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Monitoramento Sequencial**

Desenvolvimento de tecnologias que facilitam o monitoramento seriado, realizado mais de uma vez em determinado período de tempo, de diversos aspectos que influenciam as condições de saúde das pessoas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Personalização/Customização**

Ampliação da oferta de produtos e serviços cujos atributos atendam às exigências de um usuário ou um grupo específico.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Prevenção de Doenças**

Disseminação de ações e mecanismos que buscam prevenir o aparecimento de quadros patológicos e remover fatores de risco ou causais anteriores ao desenvolvimento de doenças.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Proteômica**

Evolução do campo de pesquisa, originado a partir da genômica, que consiste no estudo e no entendimento das moléculas proteicas codificadas pelo material genético.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

## Biomassa

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

### Intensificação

**5 anos**

### Justificativa

A biomassa é um material constituído principalmente de substâncias de origem orgânica (vegetal, animal e micro-organismos). Por meio de bioprocessos, esse material pode ser transformado em fonte de energia e/ou de nutrientes, especialmente proteínas para a dieta animal e humana. A biomassa apresenta vantagens como baixo custo, reaproveitamento de resíduos e geração de energia menos poluente que os combustíveis fósseis. É importante ressaltar que a queima de biomassa para geração de energia libera dióxido de carbono na atmosfera, mas como esse composto é previamente absorvido pelas plantas que dão origem ao combustível, o balanço de emissões de CO<sub>2</sub> é nulo. Por ser de origem renovável, a biomassa é considerada estratégica para o futuro. Dessa forma, abre-se um largo espectro de possibilidades para profissionais capazes de viabilizar o desenvolvimento de processos de transformação da biomassa e contribuir para melhorias das características específicas para geração de nutrientes ou de energia.

### Domínios

#### Aproveitamento Integral dos Alimentos

Métodos que visam a utilizar partes que normalmente são dispensadas no consumo e na produção de alimentos, como talos, cascas, folhas e sementes, cujas características são o alto valor nutritivo e o baixo custo.

#### Melhoramento Genético

Combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes, objetivando a introdução de novas características ou a melhoria das características existentes, por meio de métodos convencionais que utilizam reprodução sexuada ou de técnicas de modificação genética, que permitem a remoção de sequências do código genético de um ou mais organismos e inserção em outro.

#### Pesquisa

Conjunto de procedimentos sistemáticos que visa a equacionar soluções para problemas, envolvendo capacidade investigativa e analítica, raciocínio lógico, planejamento, desenvolvimento e aplicação de métodos e técnicas científicos, utilizando dados e informações teóricos e empíricos.

#### Poder Calorífico

Identificação do potencial de energia da biomassa, com vistas a selecionar tecnologias e matérias-primas para atingir os resultados desejados ou entender quais podem ser obtidos com os insumos disponíveis, utilizando equipamentos de medição e análise de dados.

#### Tecnologias de Conversão de Biomassa

Tecnologias de combustão, gaseificação e fermentação da biomassa, com vistas à produção de energia e de materiais com valor agregado, além de conhecimento e monitoramento do desempenho termodinâmico das instalações industriais.

#### Valorização de Subprodutos

Técnicas e tecnologias que visam a conferir valor econômico aos subprodutos da produção animal e agroflorestral, madeireira e não madeireira, objetivando fechar o ciclo produtivo e minimizar os resíduos gerados.

#### Viabilidade Econômico-financeira

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.

### Atividades

Identificar e selecionar novas tecnologias para a produção de biomassa; desenvolver novas fontes de biomassa e ampliar sua utilização na produção de energia; monitorar, controlar e melhorar o rendimento do processo de obtenção da biomassa; desenvolver métodos e ferramentas que viabilizem a aplicação na área nutricional; analisar a viabilidade econômico-financeira para o desenvolvimento e da aplicação da biomassa; avaliar a qualidade e o ciclo de vida da biomassa produzida.



**Tendências**

**Aquecimento Global**

Elevação da temperatura média do planeta em decorrência da emissão de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biocombustíveis**

Ampliação do uso de combustíveis produzidos a partir de matérias-primas de origem biológica não fóssil, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biorrefinaria**

Disseminação da conversão da biomassa em diversos produtos, com desperdícios e emissões mínimos, transformando materiais brutos de fonte renovável (bagaço de cana, bambu, palha de cereais, madeira, licor negro, etc.) em produtos de valor adicionado (combustíveis, produtos químicos, entre outros).

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Demanda por Alimentos**

Crescente necessidade de produção de alimentos em decorrência de transformações sociais e ambientais no planeta. O aumento demográfico, o envelhecimento populacional e as mudanças climáticas são algumas das muitas questões que contribuirão para agravar o cenário de ampliação da demanda por alimentos.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Recursos Energéticos Renováveis**

Busca por fontes energéticas capazes de se renovar, naturalmente ou pela ação humana, em ciclos de regeneração compatíveis com as necessidades de produção de energia e por meio de dinâmicas socioambientalmente responsáveis.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Biomateriais

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ○ ● ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

**10 anos**

### Justificativa

A necessidade de soluções que causem menores impactos ao meio ambiente e que sejam capazes de suprir novas demandas sociais estimula o surgimento de biomateriais<sup>1</sup>. Eles podem ser criados a partir de matérias-primas renováveis e com novas propriedades, como o bioplástico e a pele sintética, ou até de materiais com maiores taxas de biocompatibilidade, utilizáveis em próteses humanas. Com a aplicação das técnicas da biotecnologia, os micro-organismos podem produzir substâncias que normalmente seriam obtidas em pequenas quantidades, por métodos indutivos, incluindo as modificações genéticas, ou que não seriam sintetizadas. O desenvolvimento de biomateriais representa uma atividade relevante, pois seus resultados podem proporcionar melhorias na vida das pessoas. Dessa forma, os investimentos em PD&I de biomateriais tendem a ser multiplicados nos próximos anos, demandando profissionais capazes de explorar o potencial dessa nova área.

### Atividades

Reconhecer as rotas metabólicas e as condições de produção para extrair maior produtividade no desenvolvimento de biomateriais; identificar potenciais aplicações e prever as consequentes modificações necessárias nos processos para a obtenção de novos biomateriais; aplicar ferramentas biotecnológicas e desenvolver biomateriais; realizar escalonamento industrial do processo; realizar testes das tecnologias desenvolvidas para utilização industrial.

### Domínios

#### Biocompatibilidade

Interação entre um material e um tecido biológico de tal forma que não sejam produzidos efeitos indesejáveis em ambos, exigindo, portanto, o conhecimento de mecanismos de indução, reparação e toxicidade.

#### Biomoléculas

Compostos químicos sintetizados por seres vivos que podem ser constituintes de biomateriais, cujas características e propriedades devem ser estudadas para que a aplicação em escala industrial seja viável.

#### Escalonamento de Bioprocessos

Ampliação da produção de atividades relacionadas à biotecnologia, utilizando dados obtidos em escala piloto ou em laboratório, procurando manter condições ambientais ótimas e, assim, criando a conjuntura necessária para a reprodutibilidade da atividade fisiológica do micro-organismo.

#### Melhoramento Genético

Combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes, objetivando a introdução de novas características ou a melhoria das características existentes, por meio de métodos convencionais que utilizam reprodução sexuada ou de técnicas de modificação genética, que permitem a remoção de sequências do código genético de um ou mais organismos e inserção em outro.

#### Otimização de Bioprocessos

Condições operacionais desejáveis de uma unidade industrial que utiliza procedimentos biotecnológicos para obter resultados ideais em produtos e processos, considerando os recursos tecnológicos, financeiros, operacionais e outros disponíveis, bem como buscando alternativas que proporcionem níveis elevados de efetividade.

#### Processos de Purificação de Bioprodutos

Técnicas de separação e purificação em bioprocessos, objetivando a obtenção de moléculas purificadas sem a perda de propriedades.

#### Técnicas Laboratoriais

Aspectos teóricos e procedimentos para a elaboração de testes e análises em laboratório, incluindo: (i) o manuseio e a coleta dos materiais; (ii) indicadores químicos e biológicos para a elaboração de medições; (iii) métodos de análise para a compreensão de fatos e a construção de princípios, com base em ciências como a bioquímica, a biologia molecular, a microbiologia, a bacteriologia e a físico-química.

<sup>1</sup> Materiais que interagem com sistemas biológicos, agindo sobre estes ou sofrendo a ação deles com diferentes graus de intensidade, de maneira apropriada e sem causar efeitos negativos, de acordo com a aplicação pretendida.



**Tendências**

**Biocompatibilidade**

Intensificação das pesquisas sobre as relações entre componentes de um material e um organismo, visando a reduzir os efeitos indesejáveis que um pode causar ao outro.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Biomateriais**

Disseminação do uso de compostos de origem natural ou sintética, que atuam em sistemas biológicos para produzir materiais (substâncias ou moléculas) utilizados em diferentes contextos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Bioprodução**

Ampliação dos processos de fabricação, a partir de organismos vivos, de novos produtos ou substâncias que apresentam propriedades distintas das comuns.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Matérias-primas Renováveis**

Busca pelo uso de elementos de origem vegetal, mineral ou animal com ciclos de regeneração compatíveis com as necessidades produtivas, por meio de dinâmicas socioambientalmente responsáveis.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Metabolômica**

Expansão de ciência “ômica” emergente, que preconiza a avaliação global ou parcial dos metabólitos de um ser vivo e das suas vias de reações.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ●○○○  
Brasil ○●○○

**Qualidade de Vida**

Busca pelo posicionamento dos indivíduos no sistema de valores em que vivem, considerando objetivos, expectativas e preocupações pessoais. Relaciona-se à satisfação do indivíduo em razão das suas necessidades físicas, mentais, sociais, espirituais, dentre outras.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Biossegurança aplicada à biotecnologia

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○○○●○  
Brasil ○○○●○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

A biossegurança é uma denominação genérica da segurança nas atividades que envolvem organismos vivos. Busca controlar e minimizar os riscos provenientes da exposição, manipulação e utilização de organismos vivos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente. A área vem adquirindo maior importância, principalmente em virtude dos avanços das pesquisas científicas e do crescente surgimento de aplicações da Biotecnologia. Seus avanços e aplicações requerem a adoção de normas e procedimentos para a regulação das atividades que envolvam, por exemplo: (i) manipulação de organismos silvestres; (ii) manipulação de Organismos Geneticamente Modificados – OGM; (iii) transporte desses seres; (iv) (re)introdução e/ou observação de organismos utilizados em pesquisas no meio ambiente. Para concretizar o desenvolvimento de procedimentos e rotinas específicas, tende a crescer a demanda por profissionais que dominem o campo da biossegurança.

### Atividades

Reconhecer e aplicar as normas de segurança relativas à manipulação de organismos vivos, de OGM e seus derivados; monitorar e intervir na construção, no cultivo, na produção, na manipulação, no transporte, na transferência, na importação, na exportação, no armazenamento, na pesquisa, na comercialização, no consumo, na liberação no meio ambiente e no descarte de organismos vivos e de OGM, conforme os preceitos da biossegurança; implementar medidas para a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal no desenvolvimento de aplicações biotecnológicas; planejar e implementar o princípio da precaução para a proteção do meio ambiente.

### Domínios

#### Barreiras Comerciais Não Tarifárias

Requisitos de qualidade e/ou procedimentos protecionistas adotados pelos países para proteger seu mercado interno ou para garantir que produtos importados atendam a critérios preestabelecidos, aplicáveis independentemente de tarifas de importação.

#### Bioética

Conjunto de pesquisas, discursos e práticas, via de regra pluridisciplinares, que tem por objeto esclarecer e resolver questões éticas suscitadas pelos avanços e pela aplicação das tecnociências biomédicas.

#### Biossegurança

Segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Controle de Qualidade e Segurança

Conjunto de normas e ensaios para o controle de qualidade e segurança de produtos e serviços, incluindo testes físicos, químicos e biológicos que verifiquem a segurança em relação ao ambiente, aos usuários e aos trabalhadores, tanto interna como externamente à empresa. Inclui ainda a análise, avaliação e validação dos resultados, de modo a gerar subsídios para aprendizado e pesquisas que visam ao aprimoramento e à inovação no âmbito dos sistemas de controle de qualidade e segurança.

#### Gestão de Riscos e Prevenção de Acidentes Ambientais

Métodos e técnicas de identificação, análise e controle de riscos ambientais, preferencialmente enfatizando a adoção de abordagens proativas e preventivas em toda a cadeia produtiva, por meio da articulação coordenada entre fornecedores, produtores, transportadores, clientes e demais integrantes.

#### Rastreabilidade em Biotecnologia

Tecnologias que permitem identificar organismos benéficos ou nocivos presentes em produtos, além de traçar o histórico, a aplicação e a localização desses organismos, por meio de informações previamente registradas, possibilitando acompanhar as aplicações biotecnológicas utilizadas nos estágios de produção, processamento e distribuição de determinado produto.

#### Regulamentações em Biotecnologia

Leis, normas, regras e padrões criados para proteger a saúde humana, os organismos vivos e o meio ambiente e que orientam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento e descarte de produtos biotecnológicos, organismos geneticamente modificados e derivados.





**Tendências**

**Biotecnologia**

Crescente apropriação do conjunto de técnicas que modifica organismos vivos e transforma substâncias de origem orgânica, com a finalidade de produzir novos conhecimentos, produtos ou serviços.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Prevenção de Doenças**

Disseminação de ações e mecanismos que buscam prevenir o aparecimento de quadros patológicos e remover fatores de risco ou causais anteriores ao desenvolvimento de doenças.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Qualidade e Segurança do Alimento**

Crescente inserção de processos, atributos e atividades que visam a garantir a segurança e a qualidade dos alimentos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Qualidade de Vida**

Busca pelo posicionamento dos indivíduos no sistema de valores em que vivem, considerando objetivos, expectativas e preocupações pessoais. Relaciona-se à satisfação do indivíduo em razão das suas necessidades físicas, mentais, sociais, espirituais, dentre outras.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Regulamentações em Biossegurança**

Intensificação do rigor das regulamentações relativas à biossegurança, conferindo maior responsabilidade às empresas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Segurança Ambiental**

Incremento das atividades que buscam assegurar a sustentação de qualquer forma de vida em razão de seu valor inerente. A segurança ambiental tem por premissa evitar conflitos ambientais provocados pelo homem.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

## Biotecnologia para as indústrias farmacêutica e veterinária

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ○ ● ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

A biotecnologia é um importante motor de inovação para as indústrias farmacêutica e veterinária, pois apresenta diferentes alternativas para solucionar problemas, aprimorar a efetividade de produtos e processos e reduzir custos. Nesse sentido, a produção de insumos e o desenvolvimento de processos para as áreas farmacêutica e veterinária podem explorar várias possibilidades da biotecnologia. Um exemplo é a utilização de micro-organismos e de enzimas na criação de processos e produtos, além de novos resultados ou melhorias naqueles que já existem. Assim, para as indústrias farmacêutica e veterinária melhorarem sua competitividade, estas necessitam de profissionais que impulsionem o desenvolvimento e a utilização de bioprodutos dotados de propriedades específicas, bem como a disponibilização de produtos finais com valor agregado, como vacinas e medicamentos mais efetivos e com menores custos.

### Atividades

Identificar, selecionar e desenvolver bioprocessos para as indústrias farmacêutica e veterinária; empregar micro-organismos e enzimas para a produção de moléculas bioativas com novas características, que possam ser aplicadas em processos industriais; identificar, testar e realizar o aprimoramento dos sistemas metabólicos microbianos para aplicação nas indústrias farmacêutica e veterinária; monitorar, controlar e realizar a melhora do rendimento do processo produtivo; realizar testes das tecnologias desenvolvidas para utilização industrial.

### Domínios

#### Biossegurança

Segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Biotransformação

Técnica utilizada para obter biomoléculas com propriedades modificadas (solubilidade, atividade biológica, etc.), por meio de micro-organismos ou sistemas enzimáticos, possibilitando a obtenção de substâncias de menor toxicidade.

#### Farmacologia e Farmacotécnica

Estudo sobre como os fármacos interagem com os organismos vivos, possibilitando delinear como um produto da biotransformação pode ser mais interessante para determinada aplicação, comparado à molécula que lhe deu origem. Contempla também as técnicas de manipulação de princípios ativos para a produção de medicamentos, além de métodos de dosagem e interações físicas e químicas entre os componentes e suas relações em níveis biológicos e genéticos, possibilitando o desenvolvimento de novas drogas.

#### Metabolômica

Estudo do metaboloma<sup>2</sup>, elucidando sua função, o relacionamento entre os genes, os mecanismos de expressão desses genes, as proteínas expressas, sua regulação e o resultado metabólico desse sistema, possibilitando uma visão detalhada do fenótipo<sup>3</sup> do indivíduo.

#### Planejamento de Experimentos em Biotecnologia

Programação de testes considerando todas as variáveis que afetam o processo biotecnológico, para encontrar quais realmente influenciam o seu desempenho, identificar os parâmetros que afetam a produção e gerar ferramentas para a sua otimização.

#### Processos de Purificação de Bioprodutos

Técnicas de separação e purificação em bioprocessos, objetivando a obtenção de moléculas purificadas sem a perda de propriedades.

#### Técnicas Laboratoriais

Aspectos teóricos e procedimentos para a elaboração de testes e análises em laboratório, incluindo: (i) o manuseio e a coleta dos materiais; (ii) indicadores químicos e biológicos para a elaboração de medições; (iii) métodos de análise para a compreensão de fatos e a construção de princípios, com base em ciências como a bioquímica, a biologia molecular, a microbiologia, a bacteriologia e a físico-química.

2 Conjunto de todos os metabólitos produzidos ou modificados em um organismo. Os metabólitos são substâncias resultantes das transformações químicas durante o processo digestivo.

3 Conjunto de características de um indivíduo, sejam morfológicas, fisiológicas ou comportamentais.



**Tendências**

**Bioprodução**

Ampliação dos processos de fabricação, a partir de organismos vivos, de novos produtos ou substâncias que apresentam propriedades distintas das comuns.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Bioprospecção**

Difusão de pesquisa de material biológico com o propósito de explorar os recursos genéticos, possibilitando o uso seguro e sustentável, que facilite a conservação e a distribuição equitativa dos seus benefícios e a regulamentação de novas tecnologias, uma vez que a informação genética tornou-se um recurso com valor de mercado.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○●○

**Desenvolvimento de Bioprodutos**

Ampliação do desenvolvimento de novos produtos derivados da bioindústria com diversas aplicações.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Metabolômica**

Expansão de ciência “ômica” emergente, que preconiza a avaliação global ou parcial dos metabólitos de um ser vivo e das suas vias de reações.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ●○○○  
Brasil ○●○○

**Modificação e Melhoramento Genéticos**

Disseminação de técnicas que permitem diversos tipos de manipulação no código genético, tais como remoção de partes do sequenciamento e combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes com grandes semelhanças entre si.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Prevenção de Doenças**

Disseminação de ações e mecanismos que buscam prevenir o aparecimento de quadros patológicos e remover fatores de risco ou causais anteriores ao desenvolvimento de doenças.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Biotecnologia para fitossanitários

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ○ ● ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

Fitossanitários são produtos desenvolvidos especialmente para o controle de pragas e doenças nas produções agrícola e florestal. Os inseticidas e fungicidas representam um grupo importante de substâncias fitossanitárias existentes atualmente no mercado. No entanto, uma grande parcela desses compostos químicos é tóxica ao homem e aos animais e, também, causa impactos ao meio ambiente. À medida que as populações tomam conhecimento desses fatos, aumenta a pressão por critérios mais sustentáveis para as produções agrícola e florestal, impulsionando uma demanda explícita de substituição dos pesticidas usados em tais culturas. Nesse contexto, observa-se uma forte tendência de crescimento no uso da biotecnologia para a produção de fitossanitários que façam o controle biológico de pragas e doenças. Além de utilizar métodos “limpos”, os fitossanitários produzidos por biotecnologia não são prejudiciais ao homem, aos animais e ao meio ambiente. Tendo em vista esses aspectos positivos, esse campo de aplicação tende a crescer, recebendo investimentos em PD&I e demandando profissionais.

### Atividades

Identificar potenciais aplicações e prever as consequentes modificações produtivas necessárias à obtenção de novos produtos para o controle de pragas e doenças em culturas agroflorestais; prospectar novos insumos que possam ser utilizados na produção biotecnológica de fitossanitários; reconhecer as rotas metabólicas e as condições de produção; implementar procedimentos para o aumento da produtividade de fitossanitários; realizar escalonamento de bioprocessos para a produção industrial; analisar a viabilidade econômico-financeira para o desenvolvimento e aplicação de fitossanitários; avaliar a qualidade e o ciclo de vida dos fitossanitários produzidos.

### Domínios

#### Bioindicadores

Indicadores de origem biológica que mudam algum comportamento ou característica quando o ambiente em que estão sofre modificações. Podem ser utilizados em situações como: (i) a verificação da eficiência de produtos fitossanitários; (ii) a determinação da ausência ou presença de organismos em um meio de interesse; (iii) a avaliação da interação de um composto tóxico com o meio.

#### Biomoléculas

Compostos químicos sintetizados por seres vivos que podem ser constituintes de biomateriais, cujas características e propriedades devem ser estudadas para que a aplicação em escala industrial seja viável.

#### Biossegurança

Segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Biotecnologia Ambiental

Aplicação da ciência e da engenharia para o uso direto ou indireto de organismos vivos ou de parte deles, em formas naturais ou modificadas, para manter a qualidade do meio ambiente ou minimizar os danos causados.

#### Biotecnologia Vegetal

Protocolos de cultura de células e tecidos de plantas para propagação rápida e associação com técnicas de transformação genética, além de análise histológica e morfológica de processos morfogênicos, objetivando o melhoramento genético das espécies.

#### Fitossanidade

Manejo da cultura para que as plantas possam expressar resistência natural a pragas e dos patógenos e para que os organismos benéficos possam ser protegidos, levando em consideração o custo de produção, o impacto sobre o ambiente e minimizando o uso de agrotóxicos.

#### Processos Fermentativos

Processos anaeróbios de transformação de uma substância em outra, capazes de produzir biomoléculas em grande escala.



**Tendências**

**Biodiversidade**

Busca pela manutenção da riqueza e da variedade do mundo natural. Contempla todas as formas de vida, assim como os genes contidos em indivíduos e ecossistemas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Qualidade de Vida**

Busca pelo posicionamento dos indivíduos no sistema de valores em que vivem, considerando objetivos, expectativas e preocupações pessoais. Relaciona-se à satisfação do indivíduo em razão das suas necessidades físicas, mentais, sociais, espirituais, dentre outras.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

**Qualidade e Segurança do Alimento**

Crescente inserção de processos, atributos e atividades que visam a garantir a segurança e a qualidade dos alimentos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

**Regulamentação Ambiental**

Intensificação do rigor das regulamentações que visam a proteger o meio ambiente, conferindo maior responsabilidade às empresas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

**Segurança Ambiental**

Incremento das atividades que buscam assegurar a sustentação de qualquer forma de vida em razão de seu valor inerente. A segurança ambiental tem por premissa evitar conflitos ambientais provocados pelo homem.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○○●

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

## Biotecnologia para minimização dos gases de efeito estufa

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ● ○ ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

A atividade humana vem aumentando a concentração de Gases de Efeito Estufa – GEE na atmosfera, influenciando o aquecimento global. Dessa forma, a redução das emissões de gases poluentes e a criação de ferramentas para minimizar os impactos ambientais são uma necessidade premente. Observa-se uma ampliação da demanda por processos biotecnológicos capazes de capturar o gás carbônico da atmosfera e/ou de reduzir a emissão de outros gases que contribuem para o efeito estufa como, por exemplo, o metano. O processo de captura biotecnológica busca contemplar três pontos críticos: (i) a evolução de tecnologias e métodos que realizam o balanço entre o gás carbônico gerado e o fixado na fotossíntese; (ii) a otimização das condições de cultivo dos micro-organismos capazes de incorporar gás carbônico; (iii) o escalonamento industrial do processo de captura de gases que provocam o efeito estufa. Considerando a necessidade de maior sustentabilidade nas interações humanas com a biosfera, a biotecnologia aplicada à minimização dos GEE configura um relevante e promissor campo de trabalho, demandando profissionais com *expertise*.

### Atividades

Identificar e selecionar micro-organismos com grande potencial fotossintético; aplicar modificações genéticas em micro-organismos para o aumento da fixação (balanço entre respiração e fotossíntese); testar diferentes condições de cultivo para maximizar o crescimento de micro-organismos e, conseqüentemente, a absorção de GEE; desenvolver e validar tecnologias para análise de dados; implementar tecnologias de fixação para produção em escala industrial; desenvolver técnicas para a redução de GEE nas produções animal e vegetal.

### Domínios

#### Biotecnologia Ambiental

Aplicação da ciência e da engenharia para o uso direto ou indireto de organismos vivos ou de parte deles, em formas naturais ou modificadas, para manter a qualidade do meio ambiente ou minimizar os danos causados.

#### Biotecnologia Vegetal

Protocolos de cultura de células e tecidos de plantas para propagação rápida e associação com técnicas de transformação genética, além de análise histológica e morfológica de processos morfogênicos, objetivando o melhoramento genético das espécies.

#### Biotransformação

Técnica utilizada para obter biomoléculas com propriedades modificadas (solubilidade, atividade biológica, etc.), por meio de micro-organismos ou sistemas enzimáticos, possibilitando a obtenção de substâncias de menor toxicidade.

#### Escalonamento de Bioprocessos

Ampliação da produção de atividades relacionadas à biotecnologia, utilizando dados obtidos em escala piloto ou em laboratório, procurando manter condições ambientais ótimas e, assim, criando a conjuntura necessária para a reprodutibilidade da atividade fisiológica do micro-organismo.

#### Micro-organismos Fotossintéticos

Estudo dos micro-organismos, como algas e cianobactérias, que utilizam energia luminosa para transformar os GEE em hidrogênio e/ou oxigênio nas suas atividades metabólicas.

#### Monitoramento e Controle de Bioprocessos

Ferramentas de monitoramento e controle que possibilitam acompanhar as condições de cultivo de organismos. Contemplam ainda o conhecimento das condições ideais de cada bioprocessos.

#### Planejamento de Experimentos em Biotecnologia

Programação de testes considerando todas as variáveis que afetam o processo biotecnológico, para encontrar quais realmente influenciam o seu desempenho, identificar os parâmetros que afetam a produção e gerar ferramentas para a sua otimização.



**Tendências**

**Aquecimento Global**

Elevação da temperatura média do planeta em decorrência da emissão de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Genômica**

Crescimento das atividades de pesquisa que se concentram em decifrar o material genético de diferentes organismos.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Metabolômica**

Expansão de ciência “ômica” emergente, que preconiza a avaliação global ou parcial dos metabólitos de um ser vivo e das suas vias de reações.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ●○○○  
Brasil ○●○○

**Produção Animal Intensiva**

Difusão de sistemas que adotam métodos intensivos do tipo “linha de produção” para maximizar a produção animal com o mínimo de custo.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Regulamentação Ambiental**

Intensificação do rigor das regulamentações que visam a proteger o meio ambiente, conferindo maior responsabilidade às empresas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Biotecnologia para sanidade animal

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ○ ● ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

**5 anos**

### Justificativa

A produção intensiva de animais favorece a transmissão de doenças dentro dos grupos. Por isso, existe a crescente demanda pela elaboração de medidas que busquem prevenir e controlar as enfermidades, assim como promover a saúde das espécies produtivas. Nesse sentido, a biotecnologia para sanidade animal busca atuar em diferentes áreas como provedora de tecnologias capazes de aumentar a produção, reduzir as perdas econômicas e conservar a saúde dos animais, evitando as zoonoses<sup>4</sup>. Os avanços dessa área propõem alternativas como vacinas, antibióticos, antiparasitários, suplementos hormonais e rações que procuram viabilizar o bem-estar dos rebanhos e criações, evitando a disseminação de doenças e, por conseguinte, preservando a qualidade de determinadas características do produto final. Considerado o largo espectro de possibilidades de atuação na área de biotecnologia para sanidade animal, serão necessários profissionais altamente qualificados.

### Atividades

Reconhecer os fundamentos etiológicos e fisiopatológicos das doenças dos animais; identificar no mercado as principais demandas para a sanidade animal; identificar e selecionar novos processos e soluções biotecnológicas para diferentes aplicações; demonstrar resultados dos estudos à equipe multidisciplinar em saúde animal, visando a contribuir em diagnósticos e em prescrições; desenvolver novos produtos biotecnológicos como medicamentos, alimentos e vacinas; realizar estudos de viabilidade econômico-financeira para a disseminação dos produtos biotecnológicos no mercado; realizar escalonamento das soluções para a produção industrial.

### Domínios

#### Farmacologia e Farmacotécnica

Estudo sobre como os fármacos interagem com os organismos vivos, possibilitando delinear como um produto da biotransformação pode ser mais interessante para determinada aplicação, comparado à molécula que lhe deu origem. Contempla também as técnicas de manipulação de princípios ativos para a produção de medicamentos, além de métodos de dosagem e interações físicas e químicas entre os componentes e suas relações em níveis biológicos e genéticos, possibilitando o desenvolvimento de novas drogas.

#### Fisiopatologia Animal

Estudo dos mecanismos que levam ao aparecimento de patologias nos animais, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de prevenção e tratamento.

#### Melhoramento Genético

Combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes, objetivando a introdução de novas características ou a melhoria das características existentes, por meio de métodos convencionais que utilizam reprodução sexuada ou de técnicas de modificação genética, que permitem a remoção de sequências do código genético de um ou mais organismos e inserção em outro.

#### Nutrição Animal

Conhecimento e aplicação de conceitos de nutrição básica, que remete às exigências nutricionais para manutenção do organismo, e de nutrição aplicada, que remete às exigências nutricionais definidas para cada fase da criação, visando ao aumento da produção, ao bem-estar animal, à segurança do alimento, à sustentabilidade e à eficiência de produção.

#### Pesquisa

Conjunto de procedimentos sistemáticos que visa a equacionar soluções para problemas, envolvendo capacidade investigativa e analítica, raciocínio lógico, planejamento, desenvolvimento e aplicação de métodos e técnicas científicos, utilizando dados e informações teóricos e empíricos.

#### Processos Industriais e Escalonamento

Procedimentos que envolvem máquinas, equipamentos, ferramentas, matérias-primas e recursos humanos necessários para manufaturar produtos em diversas escalas, de modo que os processos desenvolvidos e testados em laboratório sejam escalonados sem perda de características e propriedades.

<sup>4</sup> Doenças transmitidas pelos animais aos seres humanos.





### Viabilidade Econômico-financeira

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.

#### Tendências

##### Agregação de Valor aos Sistemas de Produção

Busca por investimentos que possibilitem ganhos aos sistemas de produção. Esses ganhos podem ser monetários, tecnológicos ou de qualidade em uma ou mais características do produto.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Barreiras Comerciais Não Tarifárias

Crescimento dos requisitos de qualidade ou procedimentos protecionistas que funcionam independentemente das tarifas de importação entre os países.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Demanda por Alimentos

Crescente necessidade de produção de alimentos em decorrência de transformações sociais e ambientais no planeta. O aumento demográfico, o envelhecimento populacional e as mudanças climáticas são algumas das muitas questões que contribuirão para agravar o cenário de ampliação da demanda por alimentos.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Prevenção de Doenças nos Animais

Disseminação de ações e mecanismos que buscam prevenir o aparecimento de quadros patológicos nos animais e remover fatores de risco ou causais anteriores ao desenvolvimento de doenças, estimulando a manutenção da saúde.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

##### Qualidade e Segurança do Alimento

Crescente inserção de processos, atributos e atividades que visam a garantir a segurança e a qualidade dos alimentos.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○○●○

Brasil ○○●○

## Biotecnologia para tratamento de resíduos

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ● ○ ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

Os resíduos são resultantes sem utilidade, supérfluos ou perigosos, provenientes de diferentes processos. Podem ser encontrados em estado sólido, líquido ou gasoso e necessitam ser descartados ou eliminados. Apesar da existência de normas e leis que regulam e indicam os procedimentos corretos para disposição e tratamento dos resíduos, observa-se a continuidade das contaminações do solo, da água e do ar. Isso decorre do fato de as organizações utilizarem procedimentos incorretos e/ou que precisam ser aperfeiçoados. Não obstante, a Biotecnologia pode ser uma aliada para tratamentos de efluentes. Por meio de tecnologias associadas à biorremediação, aos biorreatores em estado sólido ou à seleção de micro-organismos, é possível obter tratamentos de resíduos mais efetivos, em menos tempo e até com menores custos associados. Nesse contexto, esse campo de atuação tende a crescer, demandando profissionais capazes de impulsioná-lo.

### Atividades

Prospectar novas ferramentas e processos biotecnológicos inovadores para o tratamento de resíduos; identificar e selecionar ferramentas biotecnológicas para melhorar os tratamentos de resíduos atuais; selecionar o tratamento e a disposição final mais adequada para cada tipo de resíduo, com base no reconhecimento da estrutura e da capacidade de diversos sistemas; desenvolver substâncias ou partículas que atuem como bioindicadores para o tratamento de resíduos; selecionar a matéria-prima mais adequada para a produção microbiológica de moléculas específicas; formular e implementar métodos de incorporação dos resíduos em outros processos produtivos.

### Domínios

#### Bioindicadores

Indicadores de origem biológica que mudam algum comportamento ou característica quando o ambiente em que estão sofre modificações. Podem ser utilizados em situações como: (i) a verificação da eficiência de processos; (ii) a determinação da ausência ou presença de organismos em um meio de interesse; (iii) a avaliação da interação de um composto tóxico com o meio.

#### Biotecnologia Ambiental

Aplicação da ciência e da engenharia para o uso direto ou indireto de organismos vivos ou de parte deles, em formas naturais ou modificadas, para manter a qualidade do meio ambiente ou minimizar os danos causados.

#### Gestão Integrada de Resíduos

Conjunto de técnicas e métodos que possibilita a redução da produção, o tratamento e a eliminação de resíduos sólidos, líquidos e gasosos de maneira integrada, envolvendo ações de múltiplos *stakeholders*<sup>5</sup>.

#### Métodos Analíticos em Biotecnologia

Procedimentos de análise e acompanhamento das variações dos parâmetros e características de processos biotecnológicos, a partir de amostras coletadas em períodos de tempo determinados, possibilitando a avaliação da efetividade do processo.

#### Monitoramento e Controle de Bioprocessos

Ferramentas de monitoramento e controle que possibilitam acompanhar as condições de cultivo de organismos. Contemplam ainda o conhecimento das condições ideais de cada bioprocessos.

#### Toxicologia

Estudo dos efeitos adversos das substâncias químicas sobre os organismos, especialmente os causados no corpo humano pelo uso de agrotóxicos, bem como das consequências de contaminações do solo e da água por diversos tipos de agentes (produtos químicos, metais pesados, etc.).

#### Tratamento Biológico de Resíduos

Aplicação de organismos vivos que, sob determinadas condições, são capazes de metabolizar resíduos e transformá-los em substâncias menos tóxicas.

<sup>5</sup> Qualquer parte interessada ou impactada pelas operações de uma organização empresarial: acionistas, governo, clientes, funcionários, fornecedores, sociedade e outras.



**Tendências**

**Gestão de Resíduos**

Gradual apropriação de sistemas e processos que buscam diminuir, tratar e/ou remediar os resíduos gerados pelas atividades produtivas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Indústrias Verdes**

Crescente surgimento de empresas que têm atividades especializadas e direcionadas ao desenvolvimento e ao aperfeiçoamento de processos, programas, serviços e equipamentos que objetivam preservar o meio ambiente.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Mitigação de Impactos Ambientais**

Disseminação do conjunto de tecnologias, métodos e práticas que preconiza a redução e/ou a remediação de impactos ambientais nocivos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Prevenção de Doenças**

Disseminação de ações e mecanismos que buscam prevenir o aparecimento de quadros patológicos e remover fatores de risco ou causais anteriores ao desenvolvimento de doenças.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Regulamentação Ambiental**

Intensificação do rigor das regulamentações que visam a proteger o meio ambiente, conferindo maior responsabilidade às empresas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

## Escalonamento em biotecnologia

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ○ ● ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

O escalonamento em Biotecnologia consiste em determinar e aperfeiçoar os parâmetros de um bioprocessamento para permitir que os ensaios laboratoriais possam ser replicados em escala industrial, transformando-os em alternativas economicamente viáveis. Durante as atividades de pesquisa e desenvolvimento, as universidades e os institutos de pesquisa, por meio da análise de escalas reduzidas, priorizam os bioprocessos mais viáveis econômica e ambientalmente. No entanto, em volumes maiores, seja em escala piloto ou industrial, o processo e os parâmetros podem se comportar de maneiras diferentes. Essas flutuações demandam outros tipos de análises, de modo que as formas de correção e prevenção possam ser estabelecidas. Há assim demanda por profissionais capazes de viabilizar que o processo, estudado inicialmente em escala laboratorial, adquira condições de ser utilizado em larga escala e aplicado na esfera comercial.

### Atividades

Analisar os parâmetros críticos de determinado bioprocessamento em escala laboratorial; recalculando os parâmetros críticos, de modo a viabilizar a produção em grande escala; desenvolver indicadores que viabilizem a reprodução em escala industrial; simular o escalonamento de bioprocessos; identificar e selecionar bioprocessos para otimizar a produção industrial; realizar o aprimoramento do perfil de parâmetros que se apresentam como ineficientes; validar os parâmetros críticos em escala industrial.

### Domínios

#### Biorreatores para Cultura de Células

Equipamentos que simulam ambientes biologicamente ativos utilizados para cultivar células ou tecidos em meio líquido, com o controle e o monitoramento das condições de cultivo.

#### Estatística

Matemática aplicada que tem por objetivo o agrupamento metódico e a análise de fatos ou de dados numéricos, constituída por coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados, que podem ser utilizados na tomada de decisões. Possibilita, dentre outras ações: (i) resolver problemas biológicos por meio do acesso aos bancos de dados; (ii) realizar análise integrada de dados por meio de redes de informações; (iii) realizar procura de genes; (iv) tratar os dados e fazer análises estatísticas; (v) acompanhar as probabilidades e os resultados dos cruzamentos efetuados.

#### Ferramentas de Modelagem

Ferramentas que possibilitam analisar um bioprocessamento por meio da matemática e da computação, possibilitando identificar as condições adequadas para a sua realização, além de permitir a análise dos fatores de interferência que podem limitar a sua efetividade em escalas diversas.

#### Físico-química

Estudo das propriedades físicas (termodinâmicas e mecânicas) e químicas da matéria, analisando, por exemplo: (i) peso específico; (ii) condutividade térmica; (iii) coeficiente de expansão térmica; (iv) calor específico.

#### Métodos Analíticos em Biotecnologia

Procedimentos de análise e acompanhamento das variações dos parâmetros e características de processos biotecnológicos, a partir de amostras coletadas em períodos de tempo determinados, possibilitando a avaliação da efetividade do processo.

#### Monitoramento e Controle de Bioprocessos

Ferramentas de monitoramento e controle que possibilitam acompanhar as condições de cultivo de organismos. Contemplam ainda o conhecimento das condições ideais de cada bioprocessamento.

#### Otimização de Bioprocessos

Condições operacionais desejáveis de uma unidade industrial que utiliza procedimentos biotecnológicos para obter resultados ideais em produtos e processos, considerando os recursos tecnológicos, financeiros, operacionais e outros disponíveis, bem como buscando alternativas que proporcionem níveis elevados de efetividade.



**Tendências**

**Agregação de Valor aos Sistemas de Produção**

Busca por investimentos que possibilitem ganhos aos sistemas de produção. Esses ganhos podem ser monetários, tecnológicos ou de qualidade em uma ou mais características do produto.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Bioprodução**

Ampliação dos processos de fabricação, a partir de organismos vivos, de novos produtos ou substâncias que apresentam propriedades distintas das comuns.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Biotecnologia**

Crescente apropriação do conjunto de técnicas que modifica organismos vivos e transforma substâncias de origem orgânica, com a finalidade de produzir novos conhecimentos, produtos ou serviços.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Otimização de Bioprocessos**

Busca por condições operacionais desejáveis para a obtenção de um resultado ideal nas características do produto ou do processo biotecnológico.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Tecnologia de Biorreatores**

Incremento da utilização de recipientes para a cultura aeróbica de células, fermentadores, colunas de células imobilizadas ou enzimas, que buscam aumentar as velocidades das reações químicas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

## Genética e melhoramento animal

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ● ○ ○  
Brasil ○ ○ ● ○

### Intensificação

**10 anos**

### Justificativa

A genética e o melhoramento buscam aperfeiçoar a produção dos animais que interessam aos seres humanos. Os investimentos em genética são de longo prazo e os resultados fenotípicos (ganho de peso, produção de leite, melhoria da lã e dos ovos, carne com menor teor de gordura, entre outros) são resultantes do genótipo e do ambiente onde o animal é criado. Portanto, a melhora do ambiente de criação (manejo nutricional e sanitário) pode proporcionar incremento nas características de interesse econômico. No entanto, a melhoria no ambiente não é transmitida de uma geração para outra e, por essa razão, é fundamental identificar qual genótipo expressa melhor a característica que se pretende melhorar no plantel. Assim, torna-se oportuno investir em profissionais com *expertise* em genética e melhoramento animal, capazes de viabilizar o aumento da herança desejável na população.

### Atividades

Realizar análises estatísticas para estimar os parâmetros genéticos; estimar o valor genético dos indivíduos para, posteriormente, obter as Diferenças Esperadas na Progenie – DEP ou a Habilidade Provável de Transmissão – HPT; estimar índices de seleção que combinem as características de importância, levando em conta os respectivos valores econômicos; realizar cruzamentos entre raças que permitam obter melhores produtos para cada ambiente específico; aplicar os resultados na genética molecular; planejar e orientar a seleção ou o cruzamento, para que seja possível gerar animais mais produtivos e produtos que atendam às exigências do mercado interno e externo; planejar e implementar as atividades de pesquisa e desenvolvimento em melhoramento animal de acordo com a legislação vigente.

### Domínios

#### Estatística

Matemática aplicada que tem por objetivo o agrupamento metódico e a análise de fatos ou de dados numéricos, constituída por coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados, que podem ser utilizados na tomada de decisões. Possibilita, dentre outras ações: (i) resolver problemas biológicos por meio do acesso aos bancos de dados; (ii) realizar análise integrada de dados por meio de redes de informações; (iii) realizar procura de genes; (iv) tratar os dados e fazer análises estatísticas; (v) acompanhar as probabilidades e os resultados dos cruzamentos efetuados.

#### Ética, Responsabilidade e Biossegurança

Aplicação dos fundamentos éticos, sociais e ambientais às regulamentações, às regras e aos procedimentos relacionados à biossegurança, que objetiva o controle e a minimização de riscos advindos de exposição, manipulação e uso de organismos vivos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Genética Molecular

Compreensão da formação, da estrutura e da função dos genes em âmbito molecular, empregando métodos tanto da genética clássica (por exemplo, a hibridação), como da biologia molecular.

#### Melhoramento Genético e Genética Quantitativa

Combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes, objetivando a introdução de novas características ou a melhoria das existentes, por meio de métodos convencionais de reprodução sexuada ou por meio de técnicas de modificação genética, que permitem a remoção de sequências do código genético de um ou mais organismos e inserção em outro. Contempla também a parte da genética que estuda estatisticamente o papel das qualidades adquiridas pelos genes e suas relações com fatores do meio, como solo e clima.

#### Produção de Animais de Interesse Zootécnico

Produção de animais de interesse zootécnico e suas características, contemplando: (i) seleção e obtenção de novas raças e cruzamentos; (ii) manejos reprodutivo, sanitário e nutricional das criações; (iii) busca de fontes alternativas para alimentação animal, possibilitando o manejo correto e o reconhecimento de características desejáveis e indesejáveis para orientar o programa de melhoramento genético.

#### Seleção Assistida por Marcadores Moleculares

Técnica de obtenção de indivíduos ou populações com características desejáveis utilizando marcadores moleculares, que possibilitam, dentre outros objetivos, distinguir espécies animais semelhantes e identificar doenças transmitidas por herança genética.



### Viabilidade Econômico-financeira

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.

#### Tendências

##### Agregação de Valor aos Sistemas de Produção

Busca por investimentos que possibilitem ganhos aos sistemas de produção. Esses ganhos podem ser monetários, tecnológicos ou de qualidade em uma ou mais características do produto.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

##### Conservação de Germoplasma de Espécies Nativas

Conservação do conjunto de genótipos que podem doar genes para determinada espécie. Por meio da conservação de materiais hereditários, a totalidade de genótipos disponíveis poderá ser mantida.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

##### Demanda por Alimentos

Crescente necessidade de produção de alimentos em decorrência de transformações sociais e ambientais no planeta. O aumento demográfico, o envelhecimento populacional e as mudanças climáticas são algumas das muitas questões que contribuirão para agravar o cenário de ampliação da demanda por alimentos.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

##### Nutrição Animal

Ampliação de avanços nas tecnologias e nos materiais para nutrição animal, com o propósito de aumentar a produtividade e melhorar as funções fisiológicas de rebanhos e criações.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

##### Prevenção de Doenças nos Animais

Disseminação de ações e mecanismos que buscam prevenir o aparecimento de quadros patológicos nos animais e remover fatores de risco ou causais anteriores ao desenvolvimento de doenças, estimulando a manutenção da saúde.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

##### Produção Animal Intensiva

Difusão de sistemas que adotam métodos intensivos do tipo "linha de produção" para maximizar a produção animal com o mínimo de custo.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

##### Seleção Genômica

Disseminação da seleção de animais realizada com o auxílio de marcadores genéticos ou moleculares. Por meio dessa seleção, as características obtidas pelos descendentes, decorrentes de determinado cruzamento, poderão ter maior probabilidade de apresentarem interesse para o homem.

###### Relevância

fraco ○○○● forte

###### Maturidade

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○



## Genética e melhoramento vegetal

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

A genética e o melhoramento podem contribuir de maneira decisiva para o desenvolvimento e a competitividade de culturas vegetais, possibilitando o alcance de cultivares que atendam à maioria dos padrões referenciais internacionais. Por exemplo, é possível descobrir genes, suas funções e características de expressão, como tolerância ao estresse biótico e abiótico, propriedades organolépticas modificadas, resistência a pragas e produtividade. Dessa forma, a genética e o melhoramento vegetal podem viabilizar, entre outros aspectos: (i) redução de áreas plantadas e ampliação da produtividade; (ii) aumento da expressão dos genes, sem necessariamente criar uma planta transgênica; (iii) compreensão das evoluções ecológicas naturais e consequentes cruzamentos entre diferentes espécies. Não obstante, para que a genética e o melhoramento vegetal ganhem maiores espaços, há demanda por profissionais capazes de otimizá-los.

### Atividades

Identificar e analisar princípios genéticos, objetivos, técnicas e problemas no sistema de melhoramento vegetal; implementar programas de melhoramento genético para desenvolver novas variedades, bem como a coleta, preservação e manejo de germoplasma; interpretar e aplicar os conhecimentos resultantes de estudos genômicos, proteômicos e metabolômicos nas espécies de plantas de interesse; analisar e selecionar as características de maior interesse nas culturas; desenvolver novos produtos com maior produtividade e menor custo; planejar e implementar as atividades de pesquisa e desenvolvimento em melhoramento vegetal de acordo com a legislação vigente.

### Domínios

#### Biotecnologia Vegetal e Genética Quantitativa

Desenvolvimento de protocolos de cultura de células e tecidos de plantas para propagação rápida e associação com técnicas de transformação genética, além de análise histológica e morfológica de processos morfogênicos, objetivando o melhoramento genético das espécies. Contempla também a parte da genética que estuda estatisticamente o papel das qualidades adquiridas pelos genes e suas relações com fatores do meio, como solo e clima.

#### Conservação de Germoplasma de Espécies Nativas

Conservação de genótipos que podem doar genes para outra espécie, possibilitando a preservação de materiais hereditários e, conseqüentemente, a manutenção da biodiversidade existente no planeta.

#### Ética, Responsabilidade e Biossegurança

Aplicação dos fundamentos éticos, sociais e ambientais às regulamentações, às regras e aos procedimentos relacionados à biossegurança, que objetiva o controle e a minimização de riscos advindos de exposição, manipulação e uso de organismos vivos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Fitossanidade

Manejo da cultura para que as plantas possam expressar resistência natural a pragas e patógenos e para que os organismos benéficos possam ser protegidos, levando em consideração o custo de produção, o impacto sobre o ambiente e minimizando o uso de agrotóxicos.

#### Manejo Integrado de pragas e Doenças

Monitoramento e controle de pragas e doenças, por meio de técnicas utilizadas isoladamente ou associadas, considerando os preceitos ambientais, econômicos e sociais.

#### Seleção Assistida por Marcadores Moleculares

Técnica de obtenção de indivíduos ou populações com características desejáveis utilizando marcadores moleculares, que possibilitam, dentre outros objetivos, distinguir espécies animais semelhantes e identificar doenças transmitidas por herança genética.

#### Tecnologias Ômicas

Tecnologias que têm o objetivo de isolar e caracterizar o maior número possível de biomoléculas de um mesmo grupo, possibilitando conhecer o genoma de determinado organismo, compreender as variações do modo de expressão dos genes, elucidar como as proteínas são expressas em uma célula ou tecido e entender o resultado da transcrição dos genes e a interação de produtos com o metabolismo da célula. As mais conhecidas e as respectivas biomoléculas são: (i) genômica – DNA; (ii) transcriptômica – RNA; (iii) proteômica – proteínas; (iv) metabolômica – metabólitos.





**Tendências**

**Agregação de Valor aos Sistemas de Produção**

Busca por investimentos que possibilitem ganhos aos sistemas de produção. Esses ganhos podem ser monetários, tecnológicos ou de qualidade em uma ou mais características do produto.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Demanda por Alimentos**

Crescente necessidade de produção de alimentos em decorrência de transformações sociais e ambientais no planeta. O aumento demográfico, o envelhecimento populacional e as mudanças climáticas são algumas das muitas questões que contribuirão para agravar o cenário de ampliação da demanda por alimentos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Modificação e Melhoramento Genéticos**

Disseminação de técnicas que permitem diversos tipos de manipulação no código genético, tais como remoção de partes do sequenciamento e combinação genética de dois exemplares da mesma espécie ou de espécies diferentes com grandes semelhanças entre si.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Qualidade de Vida**

Busca pelo posicionamento dos indivíduos no sistema de valores em que vivem, considerando objetivos, expectativas e preocupações pessoais. Relaciona-se à satisfação do indivíduo em razão das suas necessidades físicas, mentais, sociais, espirituais, dentre outras.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Redução das Áreas Agrícolas**

Redução das possíveis áreas para a produção de alimentos, em razão de mudanças climáticas, desgastes do solo pela intensificação de monoculturas e competitividade com outras atividades econômicas como, por exemplo, a produção de energia e de insumos para ração animal.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Sustentabilidade**

Busca pela coexistência harmônica de seres humanos e natureza, por meio do equilíbrio entre as diferentes dimensões da vida, como a econômica, a sociocultural e a ambiental, possibilitando a continuidade do processo evolutivo de todas as espécies que vivem no planeta.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Tecnologias Ômicas**

Avanço no desenvolvimento de tecnologias capazes de realizar análises em níveis moleculares, para conhecer as interações genômicas e os processos de sintetização dentro das células.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Nanobiotecnologia

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

### Intensificação

10 anos

### Justificativa

A nanobiotecnologia é reconhecida como resultado da integração de duas áreas do conhecimento, a biotecnologia e a nanotecnologia, apresentando uma vasta gama de aplicações. Refere-se ao estudo, ao processamento, à fabricação e ao desenho de dispositivos orgânicos e/ou de materiais para atuação biológica, nos quais pelo menos um componente funcional possui tamanho nanométrico. Entre os campos importantes da nanobiotecnologia estão, por exemplo, a nanomedicina (biologia molecular e genética), a física-médica (diagnóstico), o desenvolvimento de nanofármacos (medicamentos encapsulados) e a nanocosmectútica (cosméticos com efeitos farmacológicos). O desenvolvimento dessa nova ciência e sua aplicação comercial em diferentes setores demandam a formação de profissionais capazes de otimizar a realização de pesquisas, a aplicação de testes e a execução de análises econômico-financeiras, que permitam impulsionar a convergência tecnológica em nanobiotecnologia.

### Domínios

#### Biossegurança

Segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Biotecnologia

Aplicação da ciência e da engenharia para o uso direto ou indireto de organismos vivos ou de parte deles, em formas naturais ou modificadas, na produção de bens e serviços ou na melhoria de processos industriais existentes.

#### Controle de Qualidade, Segurança e Instrumentação em Nanotecnologia

Normas e procedimentos para o controle de qualidade e segurança dos produtos fabricados a partir da nanotecnologia, incluindo testes físicos, químicos e biológicos que verifiquem a segurança em relação ao ambiente, aos usuários e aos trabalhadores. Além disso, contempla o funcionamento e o manuseio dos instrumentos para medição e monitoramento utilizados para manipular materiais nanotecnológicos, com vistas à eficiência e à segurança, como espectrofotômetros NIR<sup>6</sup> e microscópios eletrônicos.

#### Interdisciplinaridade

Capacidade de interagir com especialistas de diversas áreas de modo a utilizar conhecimentos diversos e atuar em equipes interdisciplinares, agindo como intérprete ou facilitador de comunicações e articulando os benefícios e desafios de cada área em função dos objetivos propostos.

#### Nanociência e Nanotecnologia

Ciência que estuda as técnicas e aplicações em nanoescala, cujo desenvolvimento está relacionado a diversas áreas do conhecimento, como engenharia, física, química, biologia, eletrônica, computação e medicina. Contempla a nanotecnologia, que aplica as descobertas da nanociência em dispositivos diversos, originando *chips*, sensores, novos materiais, entre outros.

#### Pesquisa

Conjunto de procedimentos sistemáticos que visa a equacionar soluções para problemas, envolvendo capacidade investigativa e analítica, raciocínio lógico, planejamento, desenvolvimento e aplicação de métodos e técnicas científicos, utilizando dados e informações teóricos e empíricos.

#### Viabilidade Econômico-financeira

Procedimentos que visam a analisar os potenciais impactos econômicos, político-legais, tecnológicos, ambientais e sociais de produtos. Incluem também a avaliação de viabilidade mercadológica e financeira, bem como a definição de estratégias para operacionalização, levando em conta a concorrência, os produtos existentes, os fornecedores e os consumidores.

### Atividades

Coordenar grupos de pesquisa interdisciplinares aptos ao desenvolvimento da convergência tecnológica em nanobiotecnologia; projetar sistemas de laboratório integrados para pesquisa em nanobiotecnologia; identificar as demandas sociais para aplicações nanobiotecnológicas em diferentes segmentos de mercado; desenvolver soluções, de modo interdisciplinar, considerando as questões éticas e de segurança para a sociedade e o meio ambiente; realizar estudos de viabilidade econômico-financeira para a disseminação dos produtos no mercado; realizar escalonamento das soluções nanobiotecnológicas em dimensão industrial.

6 Espectrofotometria de Infravermelho Próximo (NIR): tecnologia fundamentada na absorção de radiação por moléculas orgânicas, permitindo identificar compostos a partir das vibrações dos átomos que as compõem.



**Tendências**

**Biossegurança**

Preocupação crescente com a segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, da manipulação e do uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Biotechnologia**

Crescente apropriação do conjunto de técnicas que modifica organismos vivos e transforma substâncias de origem orgânica, com a finalidade de produzir novos conhecimentos, produtos ou serviços.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Convergência Tecnológica**

Disseminação da interação convergente de distintas áreas do conhecimento, tendo como resultado a criação de novos campos científico-tecnológicos e de oportunidades de inovação, como a convergência NBIC, ligada à interação entre as nano, bio, info e cognotecnologias, que poderá gerar uma onda de inovação no planeta.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Inovações Tecnológicas em Saúde**

Desenvolvimento de soluções tecnológicas distintas de padrões anteriores e com relevância para problemas complexos relacionados ao tratamento e à prevenção de doenças.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

**Nanotecnologia**

Intensificação do uso de materiais em escala nanométrica, que possibilita a construção de estruturas e novas substâncias a partir dos átomos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Qualidade de Vida**

Busca pelo posicionamento dos indivíduos no sistema de valores em que vivem, considerando objetivos, expectativas e preocupações pessoais. Relaciona-se à satisfação do indivíduo em razão das suas necessidades físicas, mentais, sociais, espirituais, dentre outras.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○○●○  
Brasil ○○●○

## Nutrigenômica e farmacogenômica

### Importância

fraco ○ ○ ● ○ forte

### Situação hoje

Paraná ○ ● ○ ○  
Brasil ○ ● ○ ○

### Intensificação

**10 anos**

### Justificativa

A nutrigenômica é uma ciência que estuda a interação da dieta com o genoma, avaliando a influência de nutrientes e compostos bioativos na estrutura e expressão de genes. A farmacogenômica estuda a expressão de genes individuais com relevância para a susceptibilidade a patologias, assim como para a resposta aos fármacos. Os estudos de ambas demonstram a existência de variações genéticas, conhecidas como polimorfismos, responsáveis por respostas distintas de diferentes indivíduos a determinados alimentos e medicamentos, que podem apresentar ação protetora para determinadas doenças e, em outros casos, o efeito contrário. Os referidos campos devem ganhar maior relevância nos próximos anos, demandando profissionais que relacionem a nutrição e a prescrição de medicamentos com a genética.

### Atividades

Realizar estudos sobre regiões genéticas<sup>7</sup> comuns a todos os seres humanos; analisar os efeitos que certos alimentos e medicamentos podem causar aos indivíduos devido à predisposição genética; realizar estudos personalizados que analisem o perfil genético de cada paciente em relação à resposta aos alimentos e medicamentos; desenvolver estudos de mapeamento das características genéticas e funções farmacológicas de alimentos; demonstrar resultados à equipe interdisciplinar em saúde; analisar e formular contribuições no diagnóstico e nas prescrições personalizados.

### Domínios

#### Bioética

Conjunto de pesquisas, discursos e práticas, via de regra pluridisciplinares, que tem por objeto esclarecer e resolver questões éticas suscitadas pelos avanços e pela aplicação das tecnociências biomédicas.

#### Farmacologia e Farmacotécnica

Estudo sobre como os fármacos interagem com os organismos vivos, possibilitando delinear como um produto da biotransformação pode ser mais interessante para determinada aplicação, comparado à molécula que lhe deu origem. Contempla também as técnicas de manipulação de princípios ativos para a produção de medicamentos, além de métodos de dosagem e interações físicas e químicas entre os componentes e suas relações em níveis biológicos e genéticos, possibilitando o desenvolvimento de novas drogas.

#### Genética Molecular

Compreensão da formação, da estrutura e da função dos genes em âmbito molecular, empregando métodos tanto da genética clássica (por exemplo, a hibridação), como da biologia molecular.

#### Nutrição Personalizada

Estudo da composição dos alimentos e das necessidades nutricionais do indivíduo, permitindo a personalização da dieta com vistas à prevenção de doenças e/ou à promoção da saúde, com base no estudo do DNA.

#### Polimorfismos Genéticos

Estudo sobre a variabilidade das sequências de DNA em um local cromossômico, cuja frequência seja superior a 1% no mesmo indivíduo, sendo esta responsável pela diversidade de fenótipos e por fatores de risco associados a doenças.

#### Técnicas de Análise de DNA

Técnicas utilizadas para detectar as origens e as potencialidades de replicação de segmentos de DNA, com o objetivo de identificar tendências de associação evolutiva e perfis de associação, além de acelerar a produção de conhecimento a respeito de uma determinada cadeia de genes em diferentes espécies. Como exemplos dessas técnicas, pode-se citar: Análise Filogenética e Arranjos (Macro e Micro).

#### Tecnologias Ômicas

Tecnologias que têm o objetivo de isolar e caracterizar o maior número possível de biomoléculas de um mesmo grupo, possibilitando conhecer o genoma de determinado organismo, compreender as variações do modo de expressão dos genes, elucidar como as proteínas são expressas em uma célula ou tecido e entender o resultado da transcrição dos genes e a interação de produtos com o metabolismo da célula. As mais conhecidas e as respectivas biomoléculas são: (i) genômica – DNA; (ii) transcriptômica – RNA; (iii) proteômica – proteínas; (iv) metabolômica – metabólitos.

<sup>7</sup> Região genética é o segmento de um cariótipo que, por sua vez, é o conjunto de cromossomos de um genótipo.



**Tendências**

**Farmacogenômica**

Difusão dos estudos das interações entre os fatores genéticos e a resposta do organismo aos medicamentos, além da produção e prescrição de fármacos baseadas nas variações genéticas de uma população específica ou de indivíduos isolados.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ●○○○  
Brasil ○●○○

**Inovações Tecnológicas em Saúde**

Desenvolvimento de soluções tecnológicas distintas de padrões anteriores e com relevância para problemas complexos relacionados ao tratamento e à prevenção de doenças.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○●○

**Nutrigenômica**

Ampliação de conhecimentos multidisciplinares que analisam as relações entre o genoma e a nutrição, buscando entender como ocorre a influência da dieta na expressão dos genes ao longo do tempo.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ●○○○  
Brasil ○●○○

**Personalização/Customização**

Ampliação da oferta de produtos e serviços cujos atributos atendam às exigências de um usuário ou um grupo específico.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Prevenção de Doenças**

Disseminação de ações e mecanismos que buscam prevenir o aparecimento de quadros patológicos e remover fatores de risco ou causais anteriores ao desenvolvimento de doenças.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○●○

**Qualidade de Vida**

Busca pelo posicionamento dos indivíduos no sistema de valores em que vivem, considerando objetivos, expectativas e preocupações pessoais. Relaciona-se à satisfação do indivíduo em razão das suas necessidades físicas, mentais, sociais, espirituais, dentre outras.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○○○●  
Brasil ○○●○

## Processos enzimáticos

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○○○●  
Brasil ○○○●

### Intensificação

5 anos

### Justificativa

As enzimas, catalisadores responsáveis pelas reações químicas dentro dos micro-organismos, podem possuir diferentes aplicações industriais. A catálise<sup>8</sup> enzimática proporciona benefícios como: (i) o aumento da qualidade dos produtos em relação à catálise química; (ii) a redução dos custos de laboratório e de maquinário; (iii) a fabricação controlada de pequenas quantidades. Após avanços importantes na área, ainda existem desafios como: (i) melhorar a produtividade com o aumento da atividade enzimática; (ii) evitar a perda de atividade mantendo a estabilidade, tanto nas condições de reação, como no armazenamento; (iii) melhorar o processo com a utilização de enzimas imobilizadas. Esses desafios têm conduzido à novas pesquisas, configurando a área como de oportunidade para a competitividade industrial. A importância e o crescimento da utilização de enzimas em processos industriais são resultados, dentre outros aspectos, da facilidade de obtenção por meio da Biotecnologia, demandando profissionais que dominem o campo de processos enzimáticos.

### Atividades

Prospectar novas tecnologias para os processos de produção de enzimas em todas as suas etapas; prospectar novas aplicações para os processos enzimáticos; identificar os pontos críticos do processo produtivo; desenvolver melhorias de processo para evitar/minimizar a auto-hidrólise e as inibições por substrato ou produto; caracterizar as enzimas produzidas quanto a sua atividade em diferentes condições físicas e químicas; desenvolver e testar novos métodos de armazenamento para garantir a estabilidade do produto final; realizar o aperfeiçoamento dos processos de recuperação e purificação, visando a prolongar a atividade enzimática; reconhecer, aplicar e avaliar as técnicas de imobilização enzimática.

### Domínios

#### Enzimologia

Estudo das proteínas que realizam a catálise das reações biológicas, ou seja, que aumentam a velocidade da reação. Contempla também a análise das enzimas desde o início do processo produtivo até a extração e purificação, o que permite otimizar o processo.

#### Metabolismos Microbianos

Conjunto de processos pelos quais os micro-organismos obtêm energia e nutrientes, cuja diferença entre as diversas espécies pode caracterizar o tipo de micro-organismo e nortear as ações para favorecer a produção de enzimas no processo industrial.

#### Métodos Analíticos em Biotecnologia

Procedimentos de análise e acompanhamento das variações dos parâmetros e características de processos biotecnológicos, a partir de amostras coletadas em períodos de tempo determinados, possibilitando a avaliação da efetividade do processo.

#### Microbiologia

Estudo de micro-organismos como bactérias, fungos e vírus, incluindo eucariontes unicelulares e procariontes, para definição de características funcionais que possam ser aplicadas a diversos processos produtivos.

#### Otimização de Bioprocessos

Condições operacionais desejáveis de uma unidade industrial que utiliza procedimentos biotecnológicos para obter resultados ideais em produtos e processos, considerando os recursos tecnológicos, financeiros, operacionais e outros disponíveis, bem como buscando alternativas que proporcionem níveis elevados de efetividade.

#### Processos de Purificação de Bioprodutos

Técnicas de separação e purificação em bioprocessos, objetivando a obtenção de moléculas purificadas sem a perda de propriedades.

#### Produção de Proteínas Recombinantes

Produção de proteínas a partir da molécula de DNA recombinante<sup>9</sup>, exigindo testes diferenciados a respeito da estabilidade, atividade e biossegurança do processo, bem como dos métodos empregados.

<sup>8</sup> Modificação de velocidade de uma reação química ocasionada pelo acréscimo de uma substância (catalisador), que praticamente não sofre transformação ao final.

<sup>9</sup> DNA criado pela combinação de duas ou mais sequências que, normalmente, não ocorrem em conjunto na natureza.



**Tendências**

**Biocombustíveis**

Ampliação do uso de combustíveis produzidos a partir de matérias-primas de origem biológica não fóssil, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Biotransformação**

Disseminação do conjunto de processos de conversão de determinados compostos em outros produtos com estruturas semelhantes, realizados por micro-organismos ou sistemas enzimáticos.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Desenvolvimento de Bioprodutos**

Ampliação do desenvolvimento de novos produtos derivados da bioindústria com diversas aplicações.

**Relevância**

fraco ○○○● forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Indústrias Verdes**

Crescente surgimento de empresas que têm atividades especializadas e direcionadas ao desenvolvimento e ao aperfeiçoamento de processos, programas, serviços e equipamentos que objetivam preservar o meio ambiente.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○●○○

**Produção Mais Limpa – P+L**

Busca por estratégias econômicas, ambientais e tecnológicas integradas aos processos e produtos a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, por meio da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos, proporcionando assim benefícios ambientais e econômicos aos processos.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○

**Tecnologias Ômicas**

Avanço no desenvolvimento de tecnologias capazes de realizar análises em níveis moleculares, para conhecer as interações genômicas e os processos de sintetização dentro das células.

**Relevância**

fraco ○○●○ forte

**Maturidade**

Paraná ○●○○  
Brasil ○○●○



## Processos regulatórios em biotecnologia

### Importância

fraco ○○○● forte

### Situação hoje

Paraná ○●○○○  
Brasil ○●○○○

### Intensificação

10 anos

### Justificativa

A evolução da biotecnologia gera diversos benefícios sociais, no entanto, promove a reflexão sobre a amplitude das consequências, para a sociedade, dos resultados das atividades da área. De maneira geral, existe um debate polarizado que defende que a sociedade e o governo não deveriam estabelecer barreiras ao desenvolvimento e aos estudos da ciência biotecnológica. Já os que são contrários à pesquisa e ao emprego da biotecnologia por diversas razões argumentam, por exemplo, quanto a falta de estudos detalhados sobre os resultados da aplicação dessa ciência. Nesse contexto, a constituição e a aplicação de regulamentações sobre o assunto objetivam criar um ambiente que reduza os perigos inerentes ao uso da biotecnologia e que, ao mesmo tempo, permita a pesquisa e a exploração das potencialidades positivas dessa ciência para os seres humanos e o meio ambiente. Para tanto, será necessária a formação de profissionais capazes de colocar em prática os processos regulatórios em biotecnologia.

### Atividades

Monitorar novos acordos, entendimentos, discussões ou debates que estão acontecendo no contexto global das regulamentações em biotecnologia; reconhecer regulamentações nacionais e internacionais relativas às atividades biotecnológicas; monitorar os avanços nos processos de regulamentação de novos produtos e técnicas; aplicar conhecimento no apoio legislativo das atividades organizacionais relacionadas à biotecnologia; analisar e formular recomendações sobre as questões relacionadas à regulamentação em biotecnologia; formular e implementar estratégias de identificação de nichos de mercado e oportunidades de desenvolvimento de produtos, observando as regulamentações existentes.

### Domínios

#### Barreiras Comerciais Não Tarifárias

Requisitos de qualidade e/ou procedimentos protecionistas adotados pelos países para proteger seu mercado interno ou para garantir que produtos importados atendam a critérios preestabelecidos, aplicáveis independentemente de tarifas de importação.

#### Biossegurança

Segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.

#### Ética e Responsabilidade

Introdução formal e estruturada às bases éticas, sociais e ambientais relacionadas à utilização de biotecnologia, de modo que os atores envolvidos se responsabilizem integralmente pelas consequências do uso de procedimentos biotecnológicos.

#### Gestão de Projetos e Processos

Fundamentos teóricos e técnicos na elaboração de atividades coordenadas e controladas para atingir um conjunto de objetivos predefinidos, gerenciando riscos e otimizando recursos (tempo, dinheiro, pessoas etc.). Os projetos possuem finalidades e objetivos definidos, que devem ser atingidos em um tempo determinado e os processos, por sua vez, são contínuos, podendo perdurar por tempo indeterminado.

#### Políticas Industriais, Ambientais e Sociais

Iniciativas do poder público em favor das indústrias, do meio ambiente e da sociedade, que se apresentam sob a forma de fontes de fomento, políticas de incentivo fiscal, promoção do desenvolvimento industrial e social, entre outras.

#### Processos Industriais

Tecnologias, técnicas, máquinas e ferramentas industriais relacionadas ao processo produtivo, conferindo visão sistêmica da produção e possibilitando aplicar conhecimentos de biotecnologia em etapas críticas.

#### Regulamentações em Biotecnologia

Leis, normas, regras e padrões criados para proteger a saúde humana, os organismos vivos e o meio ambiente e que orientam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento e descarte de produtos biotecnológicos, organismos geneticamente modificados e derivados.





**Tendências**

**Bioprodução**

Ampliação dos processos de fabricação, a partir de organismos vivos, de novos produtos ou substâncias que apresentam propriedades distintas das comuns.



**Biossegurança**

Preocupação crescente com a segurança das atividades que envolvem organismos vivos, objetivando o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, da manipulação e do uso desses organismos, que podem causar efeitos adversos ao homem, aos animais e ao meio ambiente.



**Certificações**

Busca voluntária das empresas por reconhecimento formal, concedido por um organismo autorizado, de que possui competência técnica para realizar serviços específicos ou de que um produto atende a critérios preestabelecidos.



**Propriedade Intelectual**

Busca pelo direito de proteger invenções ou produções do intelecto, ao menos por um determinado período de tempo.



**Regulamentações em Biotecnologia**

Intensificação do rigor do conjunto de normas, legislações e regulamentos em biotecnologia, conferindo maior responsabilidade às empresas.



**Responsabilidade Socioambiental Corporativa – RSC**

Valorização das questões que permeiam o comportamento ético das empresas em suas relações com o Estado, o meio ambiente, os colaboradores, os consumidores, os fornecedores e a comunidade em geral.



**Desenvolvimento de Bioprodutos**

Ampliação do desenvolvimento de novos produtos derivados da bioindústria com diversas aplicações.





# Inteligência Coletiva

<b>Especialista</b>	<b>Instituição</b>
Augusto de Almeida Scheleder	Bioagri Ambiental
Bráulio Santos	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Patologia Básica
Carlos Dalmas	Ourofino Agronegócios
Carlos Ricardo Soccol	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Dimas Agostinho da Silva	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Engenharia e Tecnologia Florestal
Edna Ferreira	Bionext Produtos Biotecnológicos Ltda.
Eduardo Bittencourt Sydney	UFPR – Universidade Federal do Paraná
Eduardo Novaes Ramires	UTP – Universidade Tuiuti do Paraná / Ciências Biológicas
Eliane Cristina Gruszka Vendruscolo	UFPR – Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina / Tecnologia em Biotecnologia
Fernando Grossi	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Ciências Florestais
Fernando Kenji Jacojaco	SenaiPR – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/Paraná / Técnico em Biotecnologia
Gabrielle Caetano	Biogénesis Bagó Saúde Animal Ltda.
Glêison Augusto dos Santos	Klabin Fabricadora de Papel e Celulose S/A
Humberto Maciel França Madeira	PUC/PR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná / Ciência Animal
Ivone Satsuki Namikawa Fier	Klabin Fabricadora de Papel e Celulose S/A
Juliana Carine Gern	Turfal Indústria e Comércio de Produtos Agronômicos e Biotecnológicos Ltda.
Laila Talarico Dias	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Zootecnia
Luciana Porto de Souza Vandenberghe	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Biotecnologia Industrial
Marcelo Barga	BIO4 – Soluções Biotecnológicas Ltda.
Marguerite Germaine Ghislaine Quoirin	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Botânica
Michele Rigon Spier	UFPR – Universidade Federal do Paraná
Patrícia Charvet de Almeida	Senai/PR – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/Paraná / Técnico em Bioprocessos Industriais e Biotecnologia
Paulo Sérgio Growoski Fontoura	UFPR – Universidade Federal do Paraná / Química e Biotecnologia
Roseli Aparecida de Mello Bergamo	UTP – Universidade Tuiuti do Paraná / Biotecnologia
Saul Rocha	BIO4 – Soluções Biotecnológicas Ltda.
Susan Grace Karp	Senai/PR – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/Paraná / Técnico em Biotecnologia
Vanete Thomaz Soccol	UP – Universidade Positivo / Biotecnologia Industrial

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-88980-80-8



9 788588 980808

