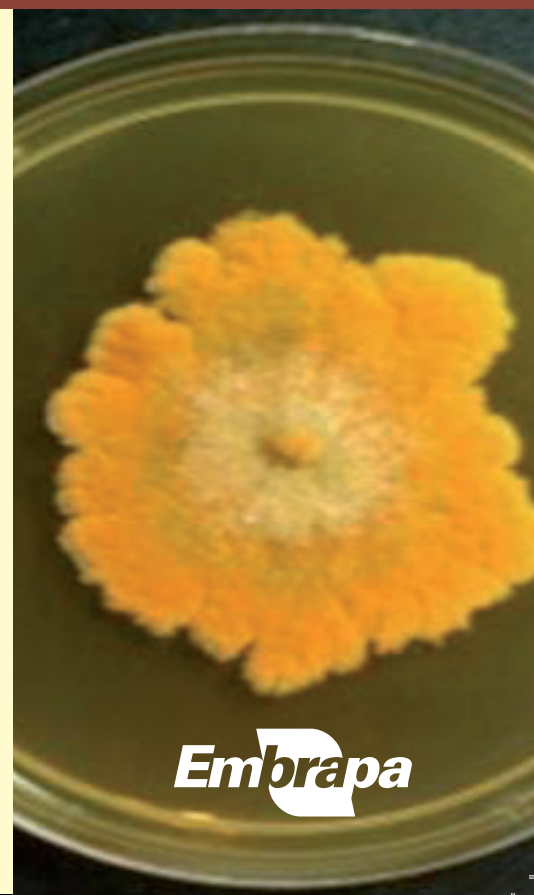
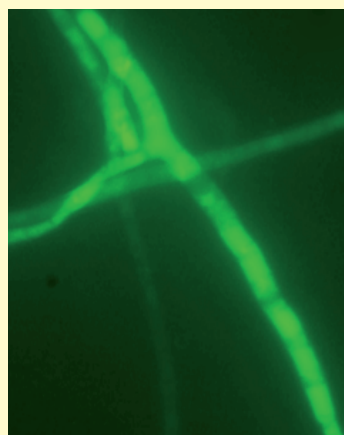
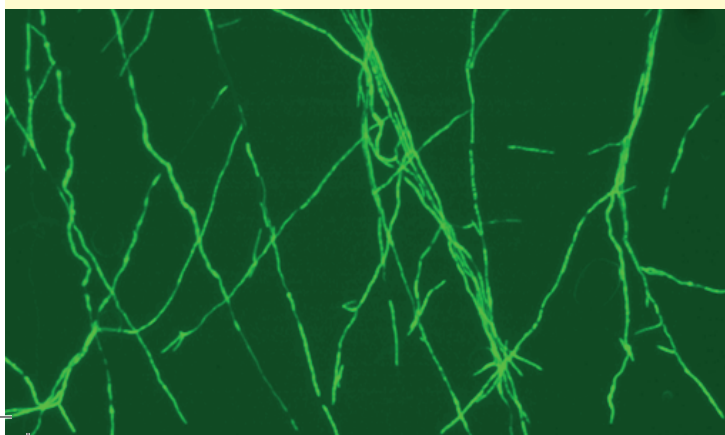
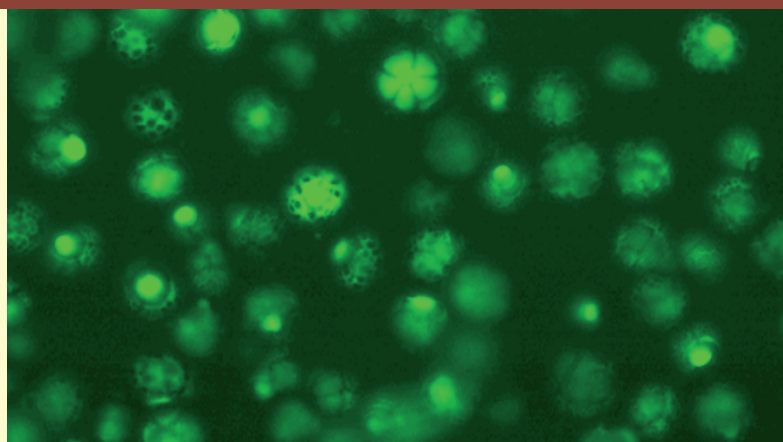
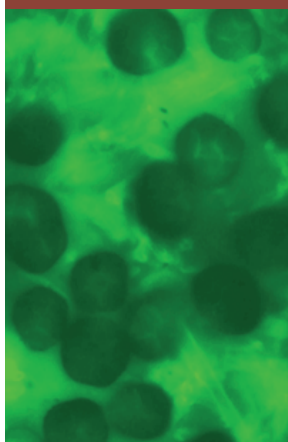


## MICRORGANISMOS NA EMBRAPA AGROENERGIA: DA PROSPECÇÃO AOS BIOPROCESSOS



**N**as pesquisas realizadas na Embrapa Agroenergia, os microrganismos ocupam papel de relevância. A Unidade executa diversos projetos com o objetivo de isolar, caracterizar e avaliar microrganismos e seus metabólitos, ao mesmo tempo em que trabalha para desenvolver bioprocessos que os utilizem na produção de etanol, na utilização de glicerina e na destoxificação da torta de pinhão-manso.

A estrutura laboratorial do Centro foi construída para realizar pesquisas básicas na prospecção de microrganismos, seus componentes e metabólitos, estudar os bioprocessos com os microrganismos e substâncias promissoras, além de levar os bioprocessos à escala piloto e/ou semi-industrial.

Para tanto, trabalham, de forma integrada os pesquisadores e analistas do (a):

- Laboratório de Biologia Energética (LBE):
- Laboratório de Processamento de Matérias-primas Energéticas (LPE)

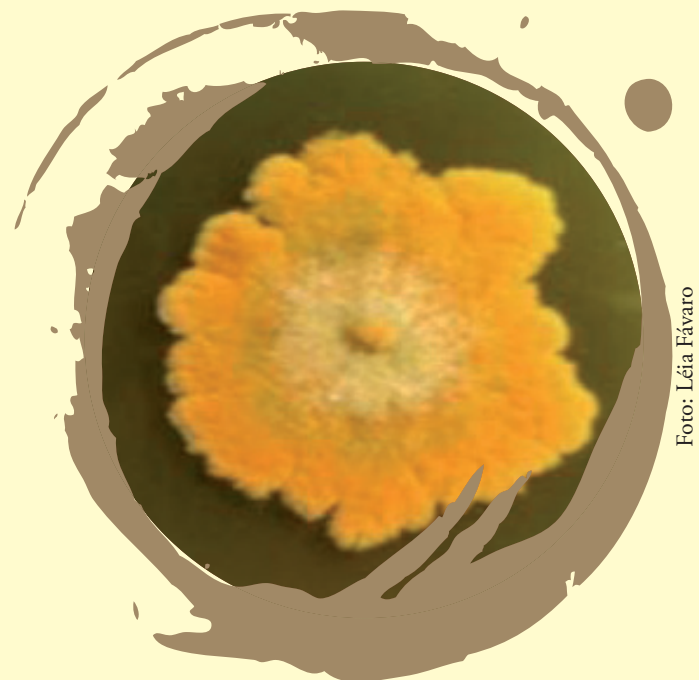


Foto: Léia Fávoro

- Laboratório de Aproveitamento de Coprodutos e Resíduos (LCR)
- Central de Análises Químicas e Instrumentais (CAQ)
- Complexo de Plantas-Piloto (PPO)

## Os projetos executados na Embrapa Agroenergia para isolamento e seleção de microrganismos e desenvolvimento de bioprocessos são apresentados na sequência

### Rede microbiana

A Embrapa Agroenergia participa do projeto “Microrganismos de interesse para a agroindústria e produção animal”, liderado pela Embrapa Gado de Leite. O projeto faz parte da Rede de Recursos Genéticos Microbianos, que tem por objetivo a integração dos bancos de microrganismos da Embrapa. A Embrapa Agroenergia avalia o potencial de aplicação dos microrganismos prospectados na produção de etanol, seja na fermentação de açúcares, seja na hidrólise de biomassa.

### Aplicação de enzimas celulolíticas imobilizadas na hidrólise de biomassa para a produção de etanol de segunda geração

Uma das maneiras de reduzir o impacto do custo das enzimas na viabilidade econômica do etanol lignocelulósico é o seu reaproveitamento. Atualmente, no entanto, elas são comercializadas num extrato solúvel, não sendo possível

recuperá-las após o processo de conversão da celulose em glicose. O projeto pretende desenvolver uma metodologia de fixação das enzimas celulases a um suporte insolúvel, de modo que a sua reutilização seja possível. A técnica é conhecida como imobilização.

As celulases são as que interessam à produção de etanol de 2ª Geração, ou lignocelulósico, por serem capazes de agir sobre a celulose, liberando o açúcar para o processo de fermentação. Bagaço de cana, capim-elefante e madeira serão utilizados para testar os biocatalisadores obtidos. Tanto a biomassa quanto as enzimas já foram caracterizadas pela pesquisa “Avaliação da biomassa em processo modelo de produção de etanol lignocelulósico”, desenvolvida pela Embrapa Agroenergia como parte do projeto “Fontes alternativas de biomassa para a produção sustentável de etanol a partir de materiais lignocelulósicos”, da Embrapa Cerrados, com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O estudo será feito com as enzimas mais eficientes disponíveis no mercado.



## Identificação e avaliação de novos genes e microrganismos para conversão eficiente de resíduos agroindustriais e forrageiras em bioetanol

**Instituições parceiras:** Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA – Argentina) Embrapa Cerrados e Fundação Getúlio Vargas.

O objetivo da pesquisa envolvendo os dois países é a obtenção de enzimas celulolíticas eficientes na hidrólise de biomassa para a produção de etanol de segunda geração a partir de bagaço de cana-de-açúcar e capim-elefante. Coquetéis enzimáticos são utilizados no processo de hidrólise, que converte a celulose desses materiais em açúcares mais simples, os quais podem ser fermentados a etanol. A proporção entre os tipos das enzimas

a ser utilizadas varia de acordo com o tipo de material em que será aplicado (forrageiras, bagaço de cana-de-açúcar, madeira). Os coquetéis serão compostos por enzimas obtidas a partir de microrganismos encontrados em florestas argentinas (nativas ou plantadas) e no intestino de insetos.

A prospecção das enzimas caberá à instituição argentina. Uma vez enviadas ao Brasil, elas serão testadas na hidrólise da celulose da biomassa para produção de etanol de 2ª geração, trabalho que caberá à Embrapa Agroenergia. Um dos principais desafios será balancear a composição dos coquetéis enzimáticos, de modo a obter uma quebra eficiente da celulose.

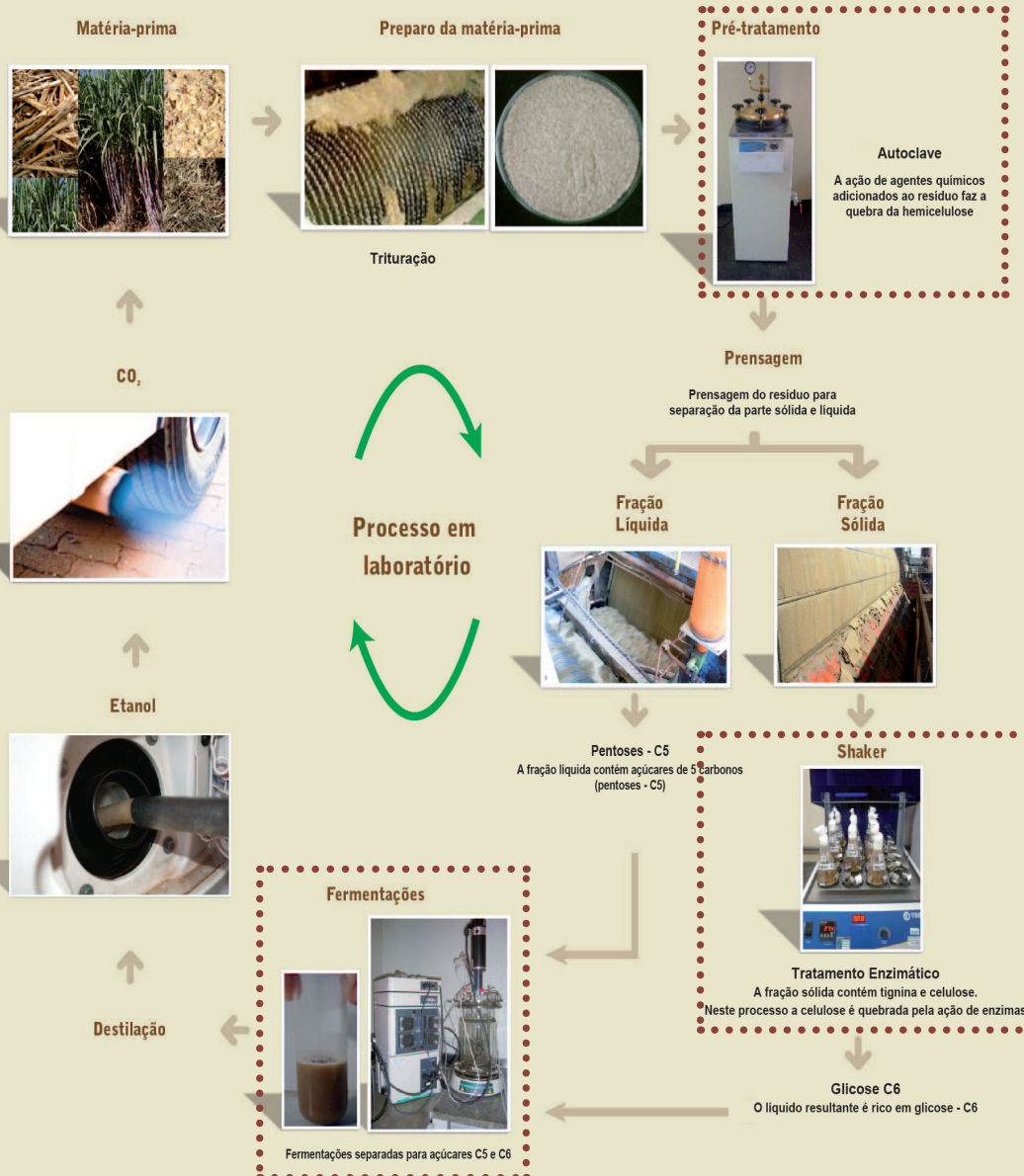
## Bioprospecção de microrganismos e enzimas a partir da diversidade microbiana para conversão de biomassa a etanol

**Instituições parceiras:** Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, Embrapa Meio Ambiente, Universidade Católica de Brasília, Universidade de Brasília e Universidade de São Paulo.

O projeto tem como objetivo a exploração da diversidade microbiana brasileira a fim de gerar insumos (enzimas e leveduras, principalmente) para produção de etanol lignocelulósico. As primeiras buscas serão realizadas nos bancos de germoplasma da Embrapa Meio Ambiente, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP) e do Instituto de Ciências Biomédicas (ICB/USP). Num segundo momento, a equipe deve estudar material do Cerrado e da Caatinga, além de resíduos agroindustriais, a fim de encontrar bactérias e leveduras que possam ser utilizadas na produção de etanol.

Além das metodologias tradicionais, a equipe do projeto utilizará técnicas de metagenômica na busca por enzimas. Com as técnicas tradicionais, para estudar os microrganismos é preciso cultivá-los. O problema é que apenas 1% deles é cultivável, segundo as estimativas. A metagenômica permite aos cientistas identificar genes responsáveis pela produção de determinadas enzimas mesmo sem o isolamento dos microrganismos.

# Etanol Lignocelulósico



## Tratamento microbiano da torta de pinhão-mansão

Microorganismos também estão sendo estudados pela Embrapa Agroenergia com o objetivo de destoxificar a torta de pinhão-mansão e utilizá-la como ração. Os pesquisadores encontraram, na própria torta, microrganismos capazes de inativar o éster de forbol, principal substância tóxica presente no material. Um dos fungos identificados e caracterizados foi capaz de reduzir em cerca de 80% a toxidez da torta. Os estudos estão sendo feitos no âmbito de vários projetos de pesquisa da Embrapa Agroenergia, que estuda o pinhão-mansão como potencial matéria-prima para a produção de biodiesel. Os projetos têm financiamento do CNPq e da FINEP.



Foto: Claudio Bezerra

## Linhagens microbianas superiores para a produção de etanol lignocelulósico

**Instituições parceiras:** Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Uva e Vinho, Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Nacional de Tecnologia e Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O projeto visa o desenvolvimento de linhagens microbianas para a produção de etanol lignocelulósico. O objetivo é encontrar soluções para dois entraves na viabilização econômica desse produto: baixar o custo da hidrólise enzimática que converte a celulose em açúcares e converter a etanol, via fermentação, todo o açúcar hidrolisado.

Uma das frentes do projeto trabalhará com os microrganismos produtores das enzimas que hidrolisam a celulose em açúcares. Depois de caracterizados, eles passarão por processo de melhoramento genético com o objetivo de obter uma produção de enzimas maior e melhor balanceada, ou seja, com a proporção dos diferentes tipos de enzimas nas concentrações ótimas para a hidrólise. As espécies obtidas serão testadas com o objetivo de avaliar o desempenho e identificar características que ainda precisem ser melhoradas. A equipe, então, empregará recursos de engenharia genética para modificar o genoma dos microrganismos, de modo a obter os resultados esperados.

Da mesma forma, a equipe do projeto utilizará técnicas de melhoramento e engenharia genética para obter leveduras capazes de converter em etanol as pentoses (com cinco átomos de carbono em cada molécula) obtidos na quebra da hemicelulose. Os testes serão feitos em escala laboratorial.

## Sorgo Sacarino para produção de etanol

Em projetos de pesquisas em parceria com a Embrapa Milho e Sorgo e a Administração de Desenvolvimento Rural (RDA, na sigla em inglês) da Coreia, a Embrapa Agroenergia vai estudar a produção de etanol de 1ª e 2ª geração a partir do sorgo sacarino. Os trabalhos incluem a análise de processos fermentativos (que utilizam leveduras) e de quebra de celulose (que utilizam enzimas produzidas por microrganismos). O sorgo sacarino tem sido considerado como matéria-prima para as usinas de produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar.



Foto: Patrícia Barbosa



## Aplicação da biotecnologia à região amazônica: Utilização de pirotags para estudar o amarelecimento fatal do dendezeiro e valoração da diversidade microbiana pela criação de insumos para produção de biocombustíveis

**Instituições parceiras:** Universidade Católica de Brasília e Universidade de Brasília.

Este projeto tem como objetivo obter dados sobre microrganismos associados ao amarelecimento fatal da palma-de-óleo (dendezeiro), além de identificar, no solo da região amazônica, enzimas hidrolíticas que possam ser usadas na produção de biocombustíveis (biodiesel e etanol). O amarelecimento fatal é a principal doença que ameaça a produção de dendê, oleaginosa com grande potencial de utilização na produção de biodiesel, pela alta produtividade de óleo. Apesar de ser estudada há 20 anos, ainda não se sabe a causa da doença tampouco há medidas eficientes de controle.

Na expectativa de contribuir para a solução do problema, a equipe envolvida no projeto está caracterizando e comparando os microrganismos presentes tanto em folhas saudáveis quanto nas que apresentam sintomas de amarelecimento fatal, bem como no solo associado a essas plantas. Neste último, espera-se encontrar também microrganismos (bactérias, fungos e arqueias) capazes de produzir enzimas de interesse para a produção de biocombustíveis. O solo amazônico é coberto por uma espessa camada de matéria orgânica que é alvo de degradação por microrganismos ainda desconhecidos.

A busca pelos novos microrganismos será feita por meio da técnica de pirosequenciamento, que consegue identificar até mesmo seres pouco abundantes no ambiente. Para a exploração do potencial genético do solo amazônico será utilizada a metagenômica, a mais avançada e promissora abordagem da microbiologia para exploração biotecnológica de microrganismos sem necessidade de cultivo.



Foto: Daniela Collares

O projeto é financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Seleção de microrganismos para produção de biocombustíveis e químicos a partir da glicerina bruta gerada na produção de biodiesel

**Instituições parceiras:** Universidade de Brasília

Neste projeto, microrganismos de diferentes biomas brasileiros serão avaliados quanto à capacidade de gerar produtos químicos de alto valor agregado a partir de glicerina bruta. Este subproduto da fabricação de biodiesel é atualmente utilizado para a produção de ração animal e, também, para utilização farmacêutica e cosmética. Uma solução que agregará valor à cadeia produtora de biocombustíveis será a utilização da glicerina para a produção de produtos químicos de alto valor, a partir de processos biotecnológicos. Os ácidos glicérico, láctico, succínico e cítrico são alguns dos que podem ser obtidos dessa forma e têm mercado em expansão.

A biodiversidade brasileira ainda não foi explorada com essa finalidade. O desafio da pesquisa será encontrar linhagens de bactérias e leveduras eficientes no metabolismo da glicerina que também sejam tolerantes a compostos como sais e solventes orgânicos, presentes nesse material. O objetivo do projeto é selecionar, pelo menos, 100 linhagens de bactérias e leveduras capazes de utilizar eficientemente a glicerina.

O projeto é financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Foto: Léia Favaro



---

## Agroenergia

*Parque Estação Biológica (PqEB) Av. W3 Norte (final)  
CEP 70770-901 Brasília, DF  
Telefone (61) 3448-4246 Fax (61) 3448-1589  
[www.cnpae.embrapa.br](http://www.cnpae.embrapa.br)  
[sac.cnpae@embrapa.br](mailto:sac.cnpae@embrapa.br)  
<http://twitter.com/cnpae>*

Abril de 2012; tiragem 1.000 exemplares

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA