



Etanol Lignocelulósico

Embrapa



A Importância do Etanol Lignocelulósico

O etanol é uma alternativa para diminuir, em escala mundial, problemas ambientais e energéticos em razão da escassez e alta dos preços dos combustíveis fósseis e da poluição por eles causada. O Brasil encontra-se em uma posição privilegiada no que se refere à produção de etanol, por apresentar vantagens na tecnologia de produção, possibilidade de liderança na agricultura de energia e mercado de biocombustíveis sem ampliar a área desmatada ou reduzir a área destinada à produção de alimentos.

Embora a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar seja um processo bem estabelecido no Brasil, ainda existem diversas

possibilidades de investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação para a produção desse biocombustível a partir de tecnologias de segunda geração.



A estimativa é de que o aproveitamento do bagaço e parte das palhas e pontas da cana-de-açúcar eleve a produção de etanol em 30 a 40%, para uma mesma área plantada.

As demais matérias-primas para as quais se buscam tecnologias de processamento, tais como capim-elefante, braquiárias, *panicum* e árvores de crescimento rápido podem representar alternativas competitivas e eficientes para locais onde não se cultiva ou cultivará cana-de-açúcar.

Linhas de Pesquisa

Em uma perspectiva de médio e longo prazo, é estratégico para o Brasil produzir etanol a partir de biomassa lignocelulósica, intenção expressa no Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011.

O uso dessas biomassas diminuirá consideravelmente a competição pelo uso da terra para produção de alimentos, ao mesmo tempo em que constitui

matéria-prima mais barata que aquelas empregadas para este propósito.

A Embrapa Agroenergia atualmente desenvolve portfólio de projetos para o desenvolvimento de processos de produção de etanol de segunda geração, incluindo ações articuladas para:

- Modificações biotecnológicas em plantas para incrementar a produção de etanol celulósico;
- Prospecção de enzimas celulolíticas por metagenômica;
- Desenvolvimento de processos de pré-tratamento e fermentação usando diferentes matérias-primas;
- Prospecção de leveduras para fermentação de pentoses e hexoses.



Desafios para o Desenvolvimento de Biomassa

A Embrapa Agroenergia aplica diferentes estratégias biotecnológicas para melhorar a produção de etanol celulósico, utilizando várias matérias-primas.

Em um dos projetos, a atenção está voltada para a expressão de enzimas que modifiquem a parede celular em plantas, como a cana-de-açúcar. A expressão dessas enzimas em fases específicas do desenvolvimento da planta é fundamental para não afetar o seu crescimento e desenvolvimento natural. Pensando nisto, as pesquisas têm direcionado esforços na busca por ferramentas biotecnológicas para aumentar o conteúdo de celulose em diversas culturas para maior rendimento de biomassa, como isolamento de promotores e genes chaves neste processo. Alguns candidatos já foram isolados e se passou, agora, à fase de validação em plantas modelo e na própria cana-de-açúcar.

Um possível caminho para reduzir custos é produzir hidrolases na planta, que será utilizada como matéria-prima para a produção de bioetanol, ao invés da tradicional estratégia em produzir enzimas em microrganismos. Com esse intuito, plantas de milho e arroz foram transformadas com um gene que

codifica um indutor de proteínas solúveis de arroz e de milho. Os níveis de expressão enzimática necessitam ser aumentados visando à completa hidrólise de polissacarídeos sem a necessidade da adição de enzimas produzidas por microrganismos.

Depois da celulose, a lignina é o segundo composto mais abundante na natureza. Para que as celulasas possam ter acesso à celulose e ocorra a despolimerização da cadeia, é necessária a redução no conteúdo de lignina que é uma barreira para que tal evento ocorra. Um dos caminhos para se obter isso, é reduzir a expressão de genes envolvidos na biossíntese de lignina pela modificação estrutural e/ou redução da lignina na parede celular. A Embrapa Agroenergia, em parceria com Rothamsted Research (UK) vem desenvolvendo pesquisas visando diminuir a recalcitrância das interligações entre lignina e hemicelulose. Essa estratégia visa gerar plantas com menor nível de ligações cruzadas entre lignina e hemicelulose, que serão mais facilmente atacadas pelas celulasas.

Outra estratégia que está sendo utilizada é buscar genes e promotores associados ao processo de senescência (envelhecimento) foliar. Nesse período, que antecede a colheita da cana-de-açúcar, ocorre a expressão de enzimas envolvidas na desconstrução da parede celular das folhas e das pontas da planta. Assim, a biomassa previamente modificada com tais genes ou promotores poderá facilitar as etapas seguintes de moagem, pré-tratamentos e hidrólise enzimática.

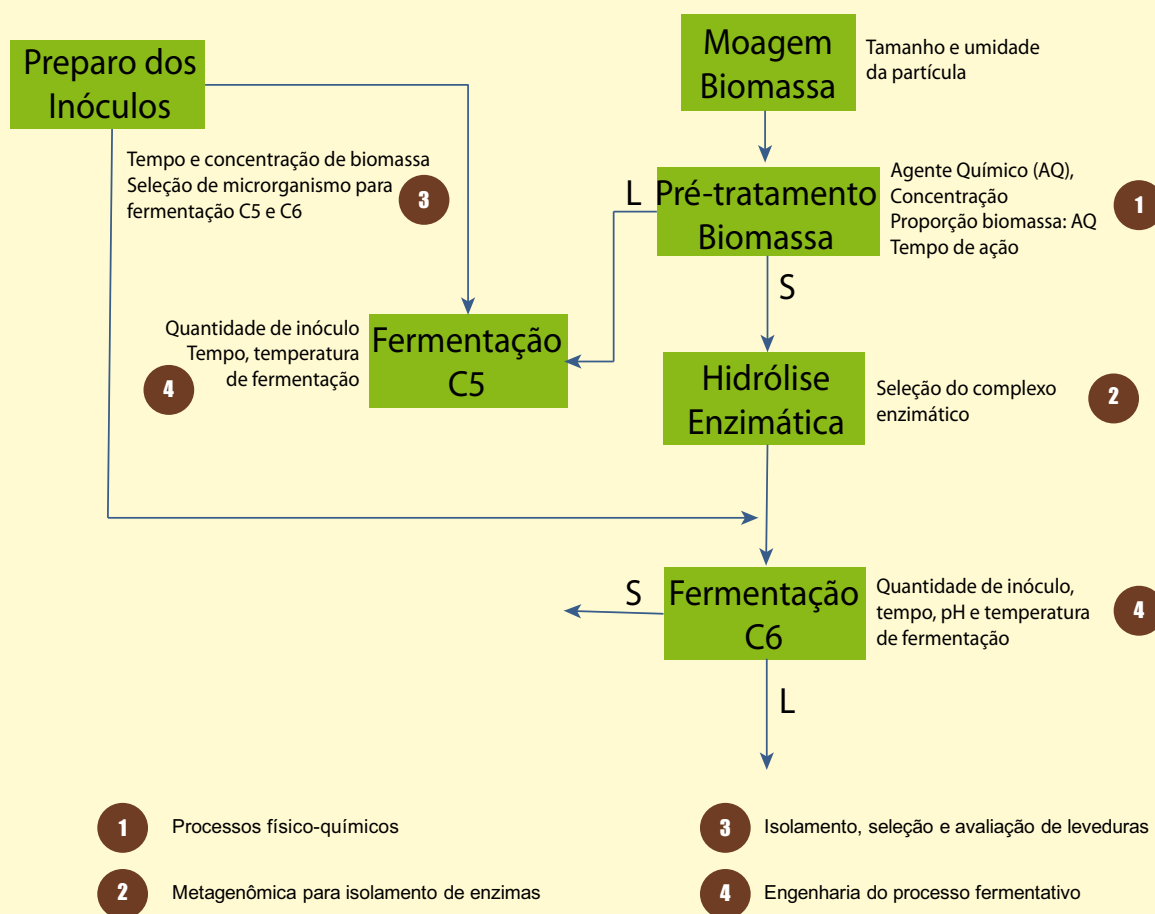


Desafios para o Desenvolvimento do Processo Produtivo

De forma simplificada, nos estudos de produção do etanol de 2ª geração, a Embrapa Agroenergia utiliza como matérias-primas o bagaço de cana-de-açúcar, diversos capins e essências e resíduos florestais como lascas e ponteiros de eucalipto e taxi branco, entre outros. Os estudos para desenvolvimento e otimização dos processos de conversão pode ser dividido em quatro etapas:

- 1** A primeira etapa é o pré-tratamento feito por processos físicos, químicos ou pela junção de ambos. A Embrapa Agroenergia trabalha com a junção dos dois métodos, no processo "organosolv".
- 2** A segunda etapa, a do desdobramento da celulose e hemicelulose pode ser realizada por métodos físicos, químicos ou biológicos. Na Unidade, os experimentos concentram-se nos processos biológicos, utilizando enzimas para degradar os polissacarídeos, transformando-os em pentoses e hexoses.
- 3** A terceira é a fermentação, onde leveduras selecionadas ou adaptadas consomem pentoses e hexoses, transformando-as em etanol.
- 4** Paralelamente à seleção e ao desenvolvimento de microrganismos, diferentes estratégias fermentativas têm sido estudadas para minimizar produtos inibidores e o número de etapas empregadas, visando aumentar o rendimento global do processo fermentativo.

Esquema do processo de produção de etanol a partir de matérias-primas celulósicas



Desafios para o Desenvolvimento de Enzimas e Microrganismos

Um projeto da Embrapa Agroenergia aplica a metagenômica à prospecção de enzimas para utilização na hidrólise da celulose (com produção de açúcares de 6 carbonos, as hexoses) e da hemicelulose (com produção de açúcares de 5 carbonos, as pentoses).

A metagenômica estuda a composição genética de misturas de microrganismos, inclusive os não cultiváveis em laboratório. A metagenômica consiste em extrair misturas de DNA de amostras encontradas em ambientes de interesse, realizar a clonagem direta de fragmentos de DNA isolado e estudar as funções das proteínas expressas pelos clones. A criação de bibliotecas metagenômicas oferece a oportunidade de efetuar a bioprospecção de genes de interesse biotecnológico de microrganismos não-cultiváveis.

Neste projeto, para a construção da biblioteca metagenômica foram utilizadas amostras provenientes de dois ambientes onde ocorre degradação de materiais lignocelulósicos: do rúmen de caprinos e de solos da Região

Amazônica e foram encontradas algumas novas enzimas que estão em fase de avaliação de atividade e estabilidade.

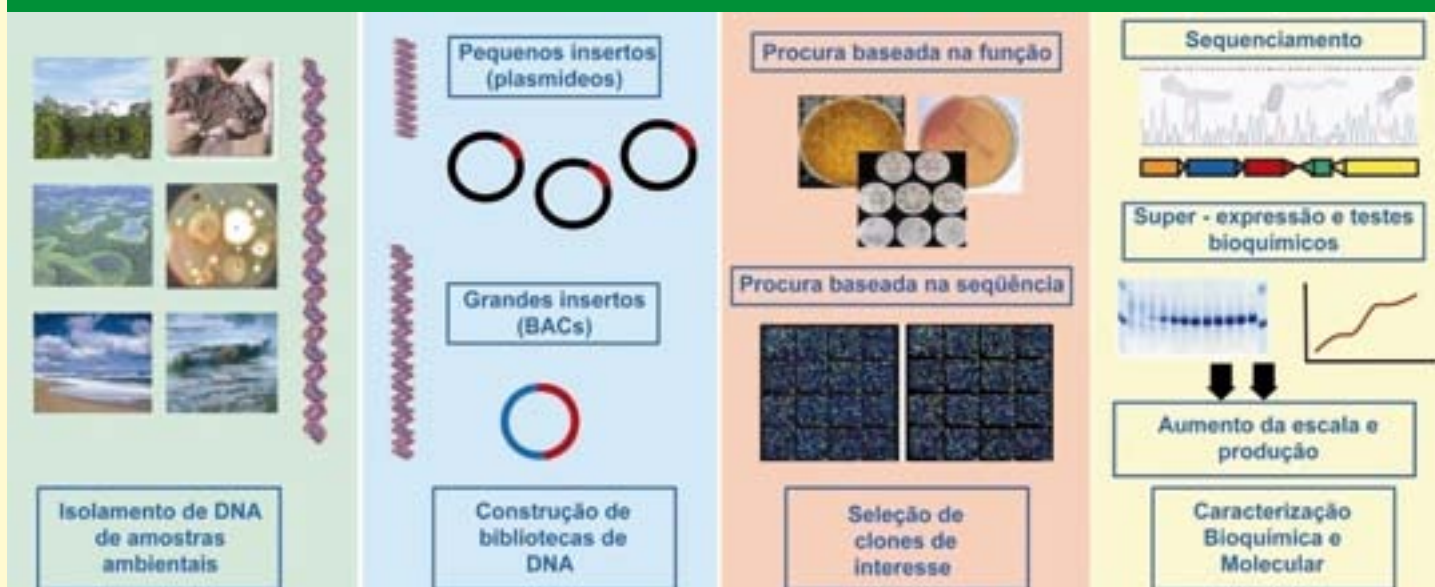
Considerando que nas etapas de hidrólise das matérias-primas é comum formarem-se substâncias

potencialmente inibidoras da atividade microbiana, leveduras de diversas procedências estão sendo avaliadas para encontrar estirpes que tenham boa capacidade fermentativa para as hexoses presentes nos meios de cultura obtidos nos tratamentos realizados.

Ao mesmo tempo, também estão sendo pesquisados microrganismos com capacidade de converter as pentoses em etanol.

Para aumentar a produtividade do etanol, paralelamente ao desenvolvimento de microrganismos, diferentes estratégias fermentativas têm sido estudadas. Esses processos visam minimizar produtos inibidores e o número de etapas trabalhadas, além de aumentar o rendimento do processo fermentativo.

Esquema de construção de biblioteca metagenômica e prospecção de funções para aplicação industrial



Fonte

Clonagem

Identificação de clones

Caracterização e aplicação industrial



Embrapa

Agroenergia

*Parque Estação Biológica (PqEB) Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF*

Fones: (61) 3448-4846 Fax: (61) 3274-3127

www.cnpae.embrapa.br

sac.cnpae@embrapa.br

<http://twitter.com/cnpae>

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA