

Estudo do impacto de microrganismos geneticamente modificados no setor sucroalcooleiro e no desenvolvimento socioeconômico brasileiro.

Josiane Santana Fernandes^{*1} (IC), André Luiz Araújo Pereira¹ (PQ)

josiane.santana29bio@gmail.com

¹Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Itapuranga, Itapuranga – GO.

Resumo: Os organismos geneticamente modificados (OGMs) são obtidos por meio da tecnologia do DNA recombinante, e busca implementar características fenotípicas de interesse biotecnológico em diferentes áreas do setor produtivo. O rápido avanço da Biotecnologia nos últimos anos, vem aprimorando técnicas e possibilitando o lançamento de produtos sem precedentes. Tais avanços são significativos para a geração de patentes e consequente desenvolvimento socioeconômico. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar o impacto destes OGMs no setor sucroalcooleiro. Para isso foi realizada uma exaustiva revisão bibliográfica em periódicos e plataformas *on line* buscando por registros de OGMs aplicados no setor sucroalcooleiro, além de uma pesquisa mercadológica de produtos e processos que estão sendo atualmente comercializados. Os resultados demonstraram que a produção de etanol é bastante expressiva, contudo ainda sem uma implementação significativa de OGMs. Contudo, registros de OGMs em fase de liberação foram encontrados, sugerindo uma transição nos processos produtivos para a futura implementação dos OGMs, visando maximizar a produção de etanol, alavancando o setor sucroalcooleiro e o desenvolvimento socioeconômico.

Palavras-chave: OGM. Mercado. Etanol.

Introdução

A partir da Tecnologia do DNA Recombinante, cujo início deu-se na década de 70, tornou-se possível realizar a engenharia genética de diferentes organismos. As possibilidades são virtualmente infinitas considerando-se que a transferência de material genético pode ser realizada interespecies, independentemente de fatores morfológicos, taxonômicos ou mesmo ambientais. Desta forma, é possível transferir características fenotípicas entre espécies que evolutivamente jamais se “encontrariam” na natureza (FARAH, 1997; NELSON et al., 2009; WATSON et al., 2009).

Em geral a manipulação genética de organismos vivos busca o melhoramento de características fenotípicas intrínsecas de cada espécie, ou mesmo a inserção de uma característica nova, proveniente de uma espécie (doadora) diferente da espécie receptora, desde que se trate de uma característica que apresente valor agregado e de interesse do setor produtivo (FARAH, 1997; WATSON et al., 2009).

Ao longo dos anos uma série de técnicas de engenharia genética surgiu para tornar o processo de transformação genética mais eficiente (SAMBROOK e RUSSELL, 2001). A mais recente delas envolve os efetores ativadores de transcrição (transcription activator-like ou TAL), um conjunto de proteínas de fitopatógenos (RÖMER et al., 2007; KAY et al. 2007). Os efetores TAL mimetizam fatores de transcrição de eucariotos com o objetivo de reprogramar o transcriptoma da célula vegetal e favorecer o seu próprio ciclo de vida (BOCH et al., 2009; KAY e BONAS, 2009; MOSCOU et al., 2009). Devido a esta capacidade, os efetores TAL são empregados como ferramentas moleculares para regular a expressão gênica e editar o genoma de diferentes organismos de interesse biotecnológico (CHEN et al., 2013; CERMAK et al. 2011; SCHOLZE e BOCH, 2011; ZHANG et al., 2011).

Considerando a demanda do setor sucroalcooleiro por bioprocessos cada vez mais produtivos e de baixo custo, uma cepa geneticamente modificada de alta eficiência na produção de etanol, por exemplo, constitui um produto biotecnológico de valor agregado, pois apresenta potencial para incrementar a produção (ANTUNES et al. 2011; ANTONI et al. 2007).

O Brasil vem experimentando um aumento da participação do etanol nas vendas totais dos últimos anos. No elo nacional da distribuição de combustíveis, no início de 2009, um conjunto de grandes grupos (BR Distribuidora, Ipiranga, Texaco, Shell e Esso) representava cerca de 80% do mercado de distribuição de combustíveis automotivos no Brasil (BEIRAL et al., 2013).

Por meio desses e demais números é possível concluir que o Brasil está entre os líderes mundiais do setor sucroalcooleiro, destacando-se na produção de biocombustíveis, bioetanol, metano e biodiesel a partir da cana de açúcar (SCHENBERG et al., 2010). Desta forma, a aplicação de organismos geneticamente modificados pode representar um impacto significativo na produção de biocombustíveis, favorecendo o desenvolvimento socioeconômico do país.

Neste sentido, o presente projeto propõe uma análise detalhada do impacto do emprego de cepas geneticamente modificadas na produção sucroalcooleira brasileira e no desenvolvimento socioeconômico do país. Estes dados deverão subsidiar a iniciativa de outros projetos deste grupo que estudam novas estratégias de manipulação genética de cepas industriais para a produção de bioetanol.

Os microrganismos são cada vez mais considerados atores importantes da bioeconomia. Neste sentido, a manipulação genética de microrganismos tornou-se um amplo campo de pesquisa, buscando a implementação de características fenotípicas de interesse biotecnológico. (FAVARO, 2012).

Um organismo geneticamente modificado é o organismo cujo material genético (DNA/RNA) foi alterado por qualquer técnica de engenharia gênica. A tecnologia do DNA recombinante permite a manipulação da molécula de DNA através da clivagem, separação de fragmentos, amplificação e sequenciamento de DNA, hibridação de ácidos nucleicos, isolamento de genes e clonagem molecular, dentre outras (XAVIER, 2009).

Esta técnica, que se refere à biotecnologia, nos últimos anos vem apresentando um rápido desenvolvimento que tem contribuído para a o desenvolvimento de novos produtos, sem precedentes (XAVIER, 2009).

Nos últimos anos, os problemas ambientais relacionados a emissão de gases poluentes e o alto valor dos combustíveis fósseis vem incentivando a produção de combustíveis a partir de fontes renováveis tem desenvolvido inúmeras pesquisas que tem o foco no desenvolvimento de sistemas microbianos para uma produção de bioprodutos a partir desses organismos (PALUDO, 2014). Neste sentido, o presente projeto teve como objetivo avaliar a atual situação do setor sucroalcooleiro e o emprego de OGMs para incrementar a produção de etanol.

Material e Métodos

Setor Sucroalcooleiro

Uma revisão bibliográfica foi realizada para levantar dados sobre a movimentação financeira e volume de produção do setor. Artigos em periódicos e livros foram os materiais utilizados a partir de bases virtuais disponíveis *on line*, tais como Scielo e Pubmed. A partir destas informações os dados foram compilados com o intuito de diagnosticar de forma geral o impacto deste setor na economia do país.

Pesquisa Patentária

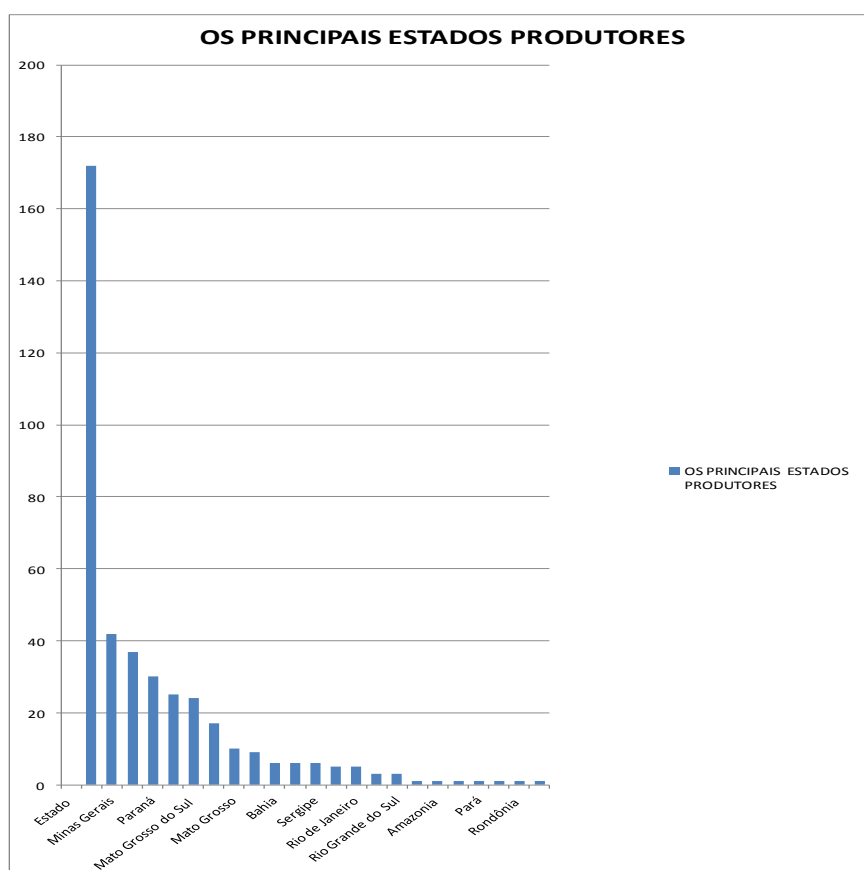
A pesquisa patentária foi realizada com base em bancos de patentes disponíveis na internet, tais como: INPI – Instituto Nacional de Propriedade

Intellectual (<http://www.inpi.gov.br/>), FreePatent (<http://www.freepatentsonline.com/>) e Espacenet (<http://www.epo.org/searching-for-patents/technical/espacenet.html>).

Resultados e Discussão

Segundo dados da Conab (2017) a produção estimada de açúcar na safra de 2017/2018 é de 647,6 mil hectares, sendo que ocorreria uma diminuição de 1,5% em relação à safra anterior. Referente a área utilizada é estimada em 8.838,5 milhões de hectares, com queda de 2,3% em comparação com a safra 2016/2017. Na produção de açúcar estima-se que deveria atingir cerca de 38.701,9 mil toneladas, sendo que é o mesmo número alcançado na safra anterior. Na produção do etanol total a expectativa é que no primeiro levantamento da safra 2017/2018, é de 26,45 bilhões de litros, com um decréscimo de 4,9% a safra passada, que atingiu 27,81 bilhões de litros, esta diminuição está relacionada ao aumento da utilização da gasolina em 2016. No Brasil encontra-se atualmente um total de 407 usinas, sendo as ativas 371 usinas em todo território nacional (Figura 1)

Figura 1. Identificação de usinas ativas e inativas no território brasileiro (a autora).



Fonte: a autora

No Brasil alguns OGMs já estão liberados para aplicação no setor produtivo (Tabela 1). No entanto, a utilização de OGMS no setor sucroalcooleiro especificamente para a produção do etanol encontra se em desenvolvimento, onde tem se um número restrito de organismos liberados para a produção. Os OGMs ainda estão em desenvolvimento no mundo todo, por meio de pesquisas que avaliam efeitos ocasionados no que diz respeito ao cultivo, produtividade, impacto ambiental, consumo humano e animal (XAVIER, 2009).

Tabela 1. OGMs registrados nos Brasil.

Produto	Descrição	Instituição	Parecer
RN1016	Liberação Comercial de Levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>), linhagem geneticamente modificada para produção de etanol	Bio Celere Agroindustrial Ltda	3.877/2013
M10682	Liberação Comercial da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Lallemand Brasil Ltda	3.877/2013
S1260	Liberação Comercial de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (S1260) para produção comercial do etanol	Novozymes Latin America Ltda.	Aguarda publicação

Fonte: Adaptado CTNbio, 2017.

A pesquisa patentária identificou o depósito de 15 patentes que buscam aplicação e proteção de propriedade intelectual a ser aplicada no setor sucroalcooleiro, dentre as quais destacamos, a título de exemplo, um protocolo para a produção do etanol a partir de algas (Figura 2). Nos últimos anos o Brasil vem desenvolvendo patentes em diversas áreas, aonde as patentes vêm se tornado cada dia mais importante na busca de informação sobre OGMs e protocolos de produção do etanol com outros microrganismos (FIGUEIREDO, 2012).

Figura 2: Patente.

Genetic engineering microorganism for producing ethanol

Page bookmark [CN103361274 \(A\) - Genetic engineering microorganism for producing ethanol](#)

Inventor(s): FAN WENJUN; ZHENG XIAOGUANG ±

Applicant(s): ZHEJIANG QICHENG CARBON ENERGY TECHNOLOGY CO LTD ±

Classification:
- [C12N1/13](#); [C12N15/53](#); [C12N15/60](#); [C12N15/63](#); [C12R1/89](#)
- international:

- cooperative:

Application number: CN2012197582 20120405 [Global Dossier](#)

Priority number(s): CN2012197582 20120405

Considerações Finais

Possivelmente, o aceite de microrganismos modificados na indústria esta em transição, pois encontra se um alto numero de usinas e poucos produtos no mercado de microrganismos geneticamente modificados. Com tudo este projeto espera se que com essas informações incentivam a novas pesquisas nessa área.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPEG pelo financiamento do projeto que abarca este plano de trabalho e à UEG pela bolsa de iniciação científica, concedida ao aluno na modalidade PIBIT.

Referências

ANTONI, D; ZVERLOV V. V e SCHWARZ W. H. *Biofuels from microbes*. Applied Microbiology and Biotechnology, 77: 23-35, 2007.

ANTUNES, R.; SILVA, I. C.O **Papel dos Microrganismos no Futuro dos Biocombustíveis**. São Paulo: INPI, 33 p., 2011.

BEIRAL, Paula R. S.; MORAES, M. A. F. D.; BACCHI, Mirian R. P. **Concentração e poder de mercado na distribuição de etanol combustível: análise sob a ótica da nova organização industrial empírica.** Economia Aplicada, v. 17, n. 2, 2013, pp. 251-274.

BOCH Jens, SCHOLZE, Heidi; SCHORNACK, Sebastian; LANDGRAF, Angelika; HAHN, Simone; KAY, Sabine; LAHAYE, Thomas; NICKSTADT, Anja; BONAS, Ulla. **Breaking the code of DNA binding specificity of TAL-type III effectors.** Germany: Science. 2009.

CERMAK, Tomas; DOYLE, Erin L.; CHRISTIAN, Michelle; WANG, Li; ZHANG, Yong; SCHMIDT, Clarice; BALLER, Joshua A.; SOMIA, Nikunj V.; BOGDANOVE, Adam J.; VOYTAS, Daniel F. **Efficient design e assembly of custom TALEN e other TAL effector-based constructs for DNA targeting.** Nucleic Acids Res. 2011.

CHEN, Kunling; GAO, Caixia. **TALENs: Customizable Molecular DNA Scissors for Genome Engineering of Plants.** Beijing: Journal of Genetics and Genomics. 2013.
CONAB, C. N. A. **Acompanhamento da safra brasileira**, Brasília, V.4 P. 1-57, abr/2017.

CORNELL university. **TAL Effector Nucleotide Targeter 2.0.** Disponível em: <<https://tale-nt.cac.cornell.edu/>> Acesso em: 19 de março. 2014.

CTNBIO, C.T. N. B. **Microorganismos geneticamente modificados e derivados aprovados comercialmente no brasil para uso industrial.** Jan/2017.

FARAH, Solange B. **DNA: Segredos e Mistérios.** São Paulo: Savier, 1997.

FIGUEIREDO, L. M. F. PENTEADO, M. I. O. MEDEIROS, P. T. Patentes em biotecnologia, **Biotecnologia ciências o desenvolvimento ano IX**, Rio de Janeiro, N. 36, Jun/2006.

KAY, Sabine e BONAS, Ulla. **How Xanthomonas type III effectors manipulate the host plant.** Curr Opin Microbiol, 2009. p. 37-43.

KAY, Sabine; HAHN, Simone, MAROIS, Eric; HAUSE, Gerd e BONAS, Ulla. **A bacterial effector acts as a plant transcription factor and induces a cell size regulator.** Science, 2007. p. 648-651.

MOSCOU, Matthew; BOGDANOVE, Adam. **A simple cipher governs DNA recognition by TAL effectors.** USA: Science. 2009.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger.** 5ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora S. A., 2009.

PALUDO, G.B. microrganismos geneticamente modificados e sua relação com o aumento na produção de biocombustíveis, **enciclopédia biosfera**, Goiânia, V.10, n18, P. 2209-2225, jan/2014

RÖMER, Patrick; HAHN, Simone; JORDAN, Tina; [STRAUB](#), Tina; BONAS, Ulla; LAHAYE, Thomas. **Plant pathogen recognition mediated by promoter activation of the pepper Bs3 resistance gene.** Zürich: Science. 2007.

SAMBROOK, Joseph. e RUSSELL, David. W. **Molecular cloning: a laboratory manual.** New York, Cold Spring Harbor laboratory Press. 2011.

SCHENBERG, Ana Clara Guerrini. **Biotecnologia e desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Estudos Avançados. 2010.

SCHOLZE, Heidi; BOCH Jens. **TAL effectors are remote controls for gene activation.** Germany: Current Opinion in Microbiology. 2011.

WATSON, James D.; MYERS, Richard M.; CAUDY, Amy A.; WITKOWSKI, Jan. **DNA Recombinante: Genes e Genomas.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora S. A., 2009.

XAVIER, E.G; LOPES, DCN; PETERS, M.D.P. Organismos geneticamente modificados. **Archivos de zootecnia**, Pelotas RS, V. 58, P 15-32. Julho/2009.

ZHANG, Feng; CONG, Le; LODATO, Simona; KOSURI, Sriram; CHURCH, GEORGE M; ARLOTTA, Paola. **Efficient construction of sequence-specific TAL effectors for modulating mammalian transcription.** Nature Biotechnology. 2011.