



9º Simposio de Ensino de Graduação

BIOTECNOLOGIA APLICADA A DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Autor(es)

VIVIAN ZAMBON

Co-Autor(es)

LIDIANI SILVA CORREA
BEATRIZ FRANÇOSO BARION

Orientador(es)

MARGARETE DE FÁTIMA COSTA

1. Introdução

Atualmente, o tema desenvolvimento sustentável tem sido muito discutido como uma das metas principais a ser aplicada para o futuro do planeta. Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a melhor definição para desenvolvimento sustentável é a de um desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações.

O tema despertou interesse há pouco tempo. Apenas no final do século XX, as populações começaram a ter consciência de que os recursos naturais eram esgotáveis. Segundo Bellen (2003), o crescimento e reconhecimento do tema não vieram acompanhados de uma discussão crítica a respeito do seu significado efetivo e nem de medidas necessárias para alcançá-lo. Sendo assim, observa-se a necessidade de novas técnicas, bem como medidas que discutam e apliquem de maneira efetiva a realização de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

A biotecnologia, com grandes e notáveis avanços atualmente, é uma das ciências que muito tem feito para auxiliar o desenvolvimento, visto que, elabora novas técnicas de manejo e utilização de recursos naturais e possui uma vasta aplicação. Através do conhecimento sobre os processos biológicos dos seres vivos, esta ciência que surge, vai traçando novos caminhos para resolver problemas e criar produtos úteis. Guimarães et al. (2008) pontuou que um dos grandes desafios desse século é aceitar as transformações através da utilização de novas tecnologias, sem comprometer o ambiente.

Nos últimos anos houve a realização de vários trabalhos com novas técnicas para auxiliar o desenvolvimento sustentável. Portanto, é de grande relevância reunir e discutir algumas dessas técnicas, buscando dessa forma realizar uma ampla abordagem de suas aplicações na área de desenvolvimento sustentável.

2. Objetivos

O objetivo desse trabalho é fazer um levantamento das principais técnicas que vêm sendo utilizadas, bem como uma análise de como estão sendo aplicadas no desenvolvimento sustentável.

3. Desenvolvimento

O trabalho foi feito através de um levantamento bibliográfico, baseado em pesquisas: online e revistas científicas (Revista Pesquisa

FAPESP). As publicações sobre o assunto foram retiradas de artigos científicos e revista científica, cuja base de dados pode ser consultada nos sites: Scielo; Google Acadêmico; FAPESP; CAPES. Para o acesso foram utilizadas as palavras-chave: biotecnologia, desenvolvimento sustentável. Para o desenvolvimento do trabalho foram selecionadas informações relevantes de trabalhos dos últimos dez anos.

4. Resultado e Discussão

Dentre os temas estudados em biotecnologia, a soja é o que tem mais se destacado e sido utilizada em vários estudos recentes. Por ser largamente produzida e utilizada pela indústria alimentícia, há um grande interesse, principalmente econômico, em seu estudo e no desenvolvimento de formas mais resistentes à variados fatores. Sabe-se que atualmente há a utilização em larga escala da soja geneticamente modificada (OMG), por sua alta resistência à herbicidas. Entretanto, algumas outras pressões ambientais podem também prejudicar o cultivo da soja (Nepomuceno, et al., 2006). Um dos principais fatores que podem interferir na produção agrícola é o clima e suas constantes mudanças, causando grandes prejuízos à produção. O desenvolvimento de plantas mais resistentes à variadas pressões do ambiente, principalmente à seca, auxiliaria num desenvolvimento sustentável, pois atenderia, concomitantemente, às necessidades atuais da agricultura e cultivo de soja, e não causaria danos às condições futuras deste mesmo cultivo. Segundo Nepomuceno et al. (2006), com essa finalidade, foi desenvolvido um estudo do genoma de cultivares distintos de soja, buscando identificar os genes que se expressam em situações de estresses abióticos, como a seca. O objetivo central do trabalho foi produzir plantas geneticamente modificadas, mais tolerantes ao déficit hídrico. Para isso, foi utilizada a técnica de microarranjos de DNA, que possibilita a análise de milhares de genes num mesmo momento, objetivando caracterizar em diferentes variedades de soja, a resposta de cada uma à deficiência hídrica e a identificação dos genes expressos nesses genótipos. Os resultados indicaram a expressão de vários genes que codificam proteínas envolvidas em rotas metabólicas de resposta a estresses bióticos e abióticos (Nepomuceno et al., 2006). Medidas como a biorremediação, que é a utilização de seres vivos para descontaminar ou reduzir o teor de poluentes no meio ambiente, também têm sido largamente aplicada como técnica da biotecnologia para um desenvolvimento sustentável. As plantas e microrganismos são capazes de acumular e transformar diferentes poluentes em substâncias com toxicidade reduzida (Atlas & Unterman, apud Schenberg, 2010). No caso de contaminação de águas de superfície por metais pesados, a imobilização in situ dos íons metálicos por ação microbiana, impedindo que eles sejam transferidos para o lençol freático, se apresenta como uma solução economicamente interessante (Gravilescu, apud Schenberg, 2010). Segundo Schenberg (2010), além de uma determinada concentração, os metais pesados são extremamente tóxicos aos seres vivos, que, em decorrência disso, desenvolveram ao longo da evolução, diferentes mecanismos biológicos de defesa, dos quais podem ser úteis em processos de biorremediação. As bactérias, fungos e leveduras, por exemplo, constituem rejeitos de fermentações industriais, que podem servir como um material barato para a biorremediação de águas contaminadas por metais. Há também, várias plantas que concentram os metais pesados em proporções importantes de seu peso seco. A fitorremediação, portanto, é uma alternativa interessante para a limpeza de águas contaminadas por metais e radionuclídeos. Para responderem à presença de altas concentrações de metais pesados que lhes sejam tóxicos, os organismos eucarióticos produzem peptídeos ricos em cisteína, cujas moléculas ligam-se aos íons metálicos e os sequestram sob uma forma biologicamente inativa. Um subprojeto, já concluído, teve por objetivo capacitar a bactéria *Cupriavidus metallidurans* CH34 a absorver íons metálicos na sua superfície, uma vez que, é o organismo mais resistente a íons de metais pesados conhecido até o hoje. O principal mecanismo de resistência de *C. metallidurans* CH34, consiste num sistema de efluxo dos cátions que detoxifica eficientemente o citoplasma da bactéria, porém não o ambiente, e, portanto, essa bactéria não é adequada para biorremediação. Por meio da utilização de um promotor forte induzido por metais desenvolvido em laboratório, foi construída uma nova linhagem de *C. metallidurans* CH34, capaz de remover sete diferentes íons metálicos do meio em que é colocada, em níveis significativamente superiores aos apresentados pela linhagem selvagem. A nova bactéria funciona como um verdadeiro ímã para metais, ficando totalmente recoberta pelos íons metálicos, além de se manter perfeitamente saudável durante o processo. Assim, além de ser utilizada para a descontaminação de qualquer efluente contendo metais (biorremediação), essa bactéria pode servir também, para concentrar e recuperar os metais perdidos durante o processo de extração de minérios (biolixiviação). As vantagens desse tipo de tratamento são os baixos custos e a alta eficiência em comparação aos métodos físico-químicos atualmente empregados. A nova bactéria é particularmente interessante para a indústria de mineração, já que é capaz de aumentar a produtividade de extração de minérios, bem como de reduzir os impactos ambientais dessas atividades. Devido a uma preocupação maior com a redução de técnicas que possam danificar o meio ambiente, a utilização de microrganismos vem acontecendo nos mais variados ambientes. A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, por exemplo, é responsável pela produção do etanol através do processo de fermentação e até hoje continua sendo o microrganismo mais utilizado na produção deste produto. Porém, alguns fatores interferem no desempenho da levedura no processo da produção de etanol, um deles é a contaminação do meio de fermentação por bactérias, o que diminui a produtividade das destilarias (Schenberg, 2010). Tendo em vista combater as contaminações bacterianas, foi desenvolvida uma linhagem de *S. cerevisiae* que conserva sua qualidade fermentativa e ao mesmo tempo é capaz de produzir e excretar para o meio de fermentação uma substância bactericida. Essa nova linhagem foi obtida a partir da modificação do gene da levedura, aumentando a ele um cassete de expressão-excreção da lisoenzima D de *Drosophila melanogaster* (mosca de fruta), o qual mantém o pleno funcionamento durante o processo de fermentação, em seguida esse cassete de expressão-excreção foi inserido no cromossomo V da levedura. Portanto, as novas linhagens de levedura produzem lisoenzima ativa que hidrolisam a parede da bactéria e inibem seu crescimento (Schenberg, 2010). Outra alternativa para reduzir a poluição ambiental, é substituir os plásticos de origem petroquímica por plásticos

produzidos por microrganismos pelo fato de serem totalmente biodegradáveis, porém ao comparar o preço dos biopolímeros com o do plástico convencional ainda não é vantajoso, sendo necessário diminuir o custo da matéria-prima (Choi & Lee, apud Schenberg 2010). Com o propósito da prevenção da poluição ambiental, um melhoramento genético foi feito na bactéria *Cupriavidus necator* a qual produz o polímero Poli-hidroxialcanoatos (PHA) que apresenta propriedades semelhantes aos do plástico convencional, no entanto a bactéria não é capaz de aproveitar a sacarose presente no caldo de cana-de-açúcar (matéria-prima abundante e de baixo custo no Brasil), para cultivar bactérias produtoras de PHA (Schenberg, 2010). O melhoramento genético consiste em acrescentar ao genoma da bactéria, genes do plasmídeo de *Salmonella typhimurium* que codifica enzimas para assimilação de sacarose, permitindo assim a bactéria *C. necator* crescer em sacarose, permitindo a aplicação na indústria do plástico (Schenberg, 2010). O processo do efeito estufa também é preocupante e vem sendo discutido largamente nos últimos anos, já que seu aumento pode causar grandes danos à atmosfera, resultando no aquecimento global. Portanto, uma das metas para o desenvolvimento sustentável em todo o mundo, é o controle da emissão de determinados gases, para amenizar o efeito estufa. Uma das alternativas para essa redução é realizar a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, uma vez que o aumento do número de automóveis e atividades industriais está cada vez mais acelerado. Porém, mesmo na produção de biocombustíveis, como o álcool proveniente da cana-de-açúcar, ainda ocorre a queima de alguns subprodutos celulósicos para geração de energia, como por exemplo, o bagaço da cana, acarretando na emissão desses gases também (Lima; Rodrigues, 2007). Uma eficiente estratégia seria então dar outro destino aos resíduos celulósicos, de forma a beneficiar tanto o meio ambiente, como as atividades econômicas. Lima; Rodrigues (2007) pontuou que isso pode se tornar possível através de um processo denominado sacarificação, no qual a celulose presente nos subprodutos dos biocombustíveis pode ser hidrolisada por ação de enzimas presentes em microrganismos, para a geração de glicose. Tal processo também auxiliaria na produção de etanol por microrganismos, como leveduras e bactérias. Para a ocorrência de tal procedimento, estão sendo realizados vários estudos com material genético de organismos que possuem a capacidade de produzir etanol, como as bactérias *Klebsiella oxytoca*, *Zymomonas mobilis* e a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Lima; Rodrigues, 2007). Os genes de expressão de tal característica são então introduzidos em outros microrganismos, ou até mesmo ocorre a criação destes, que muitas vezes não são encontrados na natureza. Esse melhoramento genético, portanto, possibilita uma ampla conservação de resíduos celulósicos, o que auxiliaria muito na redução da emissão de gases que atuam no efeito estufa.

5. Considerações Finais

A grande preocupação com o meio ambiente nos últimos anos e a criação de metas para a realização de um desenvolvimento sustentável efetivo vêm sendo de grande importância para estudos e trabalhos pertinentes ao tema. A busca de novas técnicas para solucionar problemas do meio ambiente vem sendo efetivada de modo muito satisfatório com o auxílio da biotecnologia. Através de técnicas como recombinação gênica, utilização de microrganismos, entre outras, está se tornando possível a recuperação de áreas degradadas e outras medidas para o meio ambiente, sem agredi-lo, ou seja, buscando maneiras ao mesmo tempo eficientes e que não prejudiquem o meio ambiente e seus recursos, de forma a buscar um desenvolvimento sustentável. Porém, mesmo com as novas técnicas, ainda há uma deficiência em suas aplicações, devido muitas vezes aos maiores custos, o que, com o passar do tempo e aperfeiçoamento de tais técnicas, espera-se solucionar. Há muito que ser feito para se alcançar o desenvolvimento sustentável, mas pode-se dizer que já há resultados positivos com algumas novas técnicas e atitudes. Entretanto, há necessidade de aperfeiçoamento e maior incentivo à essas novas técnicas para que se realize com grande efetividade as metas para o desenvolvimento sustentável, amparado agora pela biotecnologia.

Referências Bibliográficas

Bellen, H. M. V. Desenvolvimento Sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. Ambiente & Sociedade Vol. VII nº 1 jan./jun. 2003. Guimarães M. C. C. ; Gama R. V. da; Correia V. G. Biotecnologia e Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Visões 4º edição Vol. I nº4 jan./jun. 2008. Lima A. O. S. ; Rodrigues A. L. Sacarificação de resíduos celulósicos com bactérias recombinantes como estratégia para redução do efeito estufa. Revista de Ciências Ambientais v. 1, nº 2, p. 5 a 18, 2007. Nepomuceno, A. L.; Stolf, R.; Carareto-Alves, L. M.; Kishi, L.; Pereira, R. M.; Marcondes, J.; Paiva, A. A. R.; Binneck, E.; Polizel, A. M.; Marin, S. R. R.; Yamanaka, M.; Farias, J. R. B.; Lemos E. G. M. Caracterização fisiológica e expressão gênica por microarranjos de DNA em cultivares de soja durante déficit hídrico. In: IV Congresso Brasileiro de Soja, Londrina/PR, 2006. Schenberg, A. C. G. Biotecnologia e Desenvolvimento Sustentável Estudos avançados 24 (70), 2010.