

OS TRANSGÊNICOS SOB A PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE

Adolf Hitler Cardoso de Araújo ¹

RESUMO

A necessidade de conservação dos recursos naturais está cada vez mais sendo foco de discussões e pesquisas para a busca de novas formas de desenvolvimento que não afetem o meio ambiente e que apresentem uma boa produtividade para a sociedade. Diante de inúmeras mudanças climáticas, do crescimento populacional e da escassez de alguns recursos essenciais para os seres vivos é fundamental o emprego de novas tecnologias que possam suprir a população atual, sem esgotar os recursos de futuras populações. Em decorrência disso, os organismos transgênicos expandiram-se de forma altamente elevada no mercado atual, gerando muitos benefícios e muitos questionamentos referentes à sua segurança e viabilidade. Dessa forma, essa revisão bibliográfica objetiva compreender os transgênicos sob uma perspectiva sustentável e evidenciar se esta tecnologia realmente é beneficiadora para o meio ambiente.

Palavras-chave: Biotecnologia, OGMs, Desenvolvimento sustentável.

1. INTRODUÇÃO

Fatores como o crescimento populacional, mudanças climáticas e os impactos ambientais decorrentes de determinadas atividades ocasionam muitas preocupações e inúmeros debates referentes à sustentabilidade dos recursos naturais. Sendo um dos temas de maior repercussão atualmente, a sustentabilidade refere-se a ações que acarretam na satisfação da população atual e no não esgotamento dos recursos para as gerações futuras (MARTINE; ALVES, 2015).

Uma das técnicas utilizadas na busca da sustentabilidade é a biotecnologia, que é uma ciência multidisciplinar que utiliza agentes biológicos ou parte deles com a finalidade de obter melhores processos, serviços e bens. Através de diferentes técnicas biotecnológicas, muitos problemas são solucionados e inúmeros benefícios são gerados nas diferentes áreas da economia, da agricultura, do meio ambiente, da indústria e da saúde (ANDRADE; FALEIRO, 2011).

A partir da evolução da tecnologia do DNA recombinante, genes foram extraídos, manipulados e introduzidos em espécies a fim de determinar e melhorar condições e características importantes para o seu desenvolvimento. Em decorrência disso, os transgênicos

¹ Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - PB, adolfcardoso@gmail.com;

que são organismos geneticamente modificados para gerar uma maior produtividade e melhores benefícios começaram a ser produzidos em larga escala (LEITE; MUNHOZ, 2013).

A eficácia e produtividade dos transgênicos são determinantes para o cultivo contínuo desses organismos atualmente, o melhor desenvolvimento gerado pela introdução gênica pode oferecer aos organismos tolerância a herbicidas, maiores valores nutricionais e resistência a diversos fatores como a seca, microrganismos ou insetos (COLLI, 2011).

A alta produção, liberação e comercialização dos transgênicos provocaram muitos debates e discussões em todo o mundo sobre questões relacionadas principalmente aos impactos e riscos que esses organismos poderiam oferecer de curto a longo prazo. Em vista disso, muitas pesquisas foram desenvolvidas com fins avaliativos para a verificação da viabilidade da tecnologia que vem sendo empregada em diversas partes do mundo. (COSTA et al, 2011).

Esses organismos geneticamente modificados são foco de muitas especulações e muitos boatos na sociedade midiática acerca da segurança para os seres humanos, na qual se indaga sobre o consumo excessivo e constante em sua alimentação diária. Questões relativamente ao meio ambiente são levantadas a respeito de efeitos intencionais ou não intencionais em outras espécies que estejam próximas ou que possuam algum tipo de relação com esse tipo de organismo (CHAIA, R. R.; CHAIA, J. R., 2011).

Os transgênicos apresentaram uma grande evolução no decorrer dos anos em decorrência dos inúmeros benefícios gerados, estes sendo os maiores ganhos econômicos, a redução da fome, o menor uso de agentes químicos, a redução das emissões de dióxido carbono e o menor uso da água (BROOKES; BARFOOT, 2017).

Dados do Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA, 2018) evidenciam a alta comercialização dos transgênicos com números referentes a área global de cultivo no ano de 2017, no qual foram cultivadas 189,8 milhões de hectares de área transgênica em 26 países. No Brasil, foram cultivadas 50,2 milhões de hectares com culturas transgênicas e em decorrência desse número o país se apresenta como o segundo maior produtor de transgênicos, estando atrás apenas dos Estados Unidos que cultivou aproximadamente 75 milhões de hectares.

Na busca de um desenvolvimento mais sustentável, as práticas e tecnologias empregadas atualmente são avaliadas constantemente a fim de se verificar a viabilidade econômica, produtiva e conservadora do meio ambiente. As inúmeras ações poluidoras do homem acarretam na necessidade de uma maior conservação e preservação do meio ambiente,

e em vista disso faz-se necessário a busca de melhores métodos que supram a população e que apresentem um desenvolvimento sem comprometimento do meio ambiente.

Com a finalidade de melhores ganhos econômicos e produtivos, os transgênicos são organismos altamente produzidos e comercializados que apresentam diferentes benefícios para a sociedade. Diante disso, esta revisão bibliográfica tem como principal objetivo avaliar a adoção dos transgênicos sob uma perspectiva sustentável, evidenciando assim os benefícios e malefícios gerados por essa tecnologia no meio ambiente e verificando se o alto cultivo desses organismos constitui-se realmente como desenvolvimento sustentável.

Esta revisão realizada constituiu-se a partir da análise e leitura de 16 estudos científicos encontrados nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Os artigos evidenciam informações relevantes ao tema e as mesmas auxiliaram para o alcance dos objetivos do trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BIOTECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

A biotecnologia é uma ciência que envolve diversas áreas disciplinares e que é empregada desde os tempos antigos, a partir da sua evolução com o decorrer dos anos esta técnica dividiu-se em biotecnologia clássica e moderna. A biotecnologia clássica engloba técnicas utilizadas pelo homem há milhares de anos que auxiliaram em muitos benefícios a partir de processos como a fermentação de alimentos por microrganismos. Mesmo sem um conhecimento aprofundado cientificamente, a aplicação do uso de organismos biológicos já era empregada em diferentes âmbitos da sociedade (BERTOLDI, 2015).

A biotecnologia moderna abrange a manipulação do DNA e a aplicação da engenharia genética para identificar, isolar, extrair, caracterizar genes específicos que expressem funções relevantes para as espécies. Os genes então podem ser introduzidos em organismos para a solução de inúmeros problemas que afetam diretamente ou indiretamente o seu desenvolvimento (ANDRADE; FALEIRO, 2011).

Embora a biotecnologia clássica e moderna apresentarem processos e técnicas diferentes, ambas possui o mesmo princípio que é utilizar organismos biológicos ou seus componentes para melhorar serviços e produtos que são aplicados na área da agricultura, da

saúde, do meio ambiente, da indústria e das pesquisas científicas (BERTOLDI, 2015; ANDRADE; FALEIRO, 2011).

Sendo uma ciência que demarca diferentes áreas da sociedade, a atuação da biotecnologia no mercado não deve visar apenas o desenvolvimento econômico e produtivo, mas deve primordialmente objetivar um desenvolvimento sustentável definitivo. Este que pretende manter um desenvolvimento com um uso racional e limitado de recursos que podem se tornar escassos no futuro (GUIMARÃES; FILHO; CORREIA, 2008).

Com muitas nações enfrentando problemas de escassez de recursos naturais, as preocupações acerca da sustentabilidade se tornam gradativamente mais corriqueiras na sociedade atual. O uso dos recursos naturais exige precaução e adequação para a conservação e preservação do meio ambiente, e para um crescimento econômico que não afete e não abuse dos limites dos recursos naturais que serão necessários para as futuras gerações (GUIMARÃES; FILHO; CORREIA, 2008).

O crescimento populacional acarreta, por exemplo, em uma maior necessidade de produzir alimentos para atender a alta demanda, com isso as técnicas biotecnológicas são bastante utilizadas para auxiliar essa questão e para suprir à fome no mundo. Os autores revelam que a aplicação biotecnológica no emprego de organismos de maior produtividade contribui o combate a fome, porém existem receios acerca do alto cultivo e suas conseqüências, estas que abrangem o desenvolvimento de resistência de espécies e o fluxo gênico que pode ocasionar uma variabilidade genética e conseqüentemente acarretar na extinção de algumas espécies.

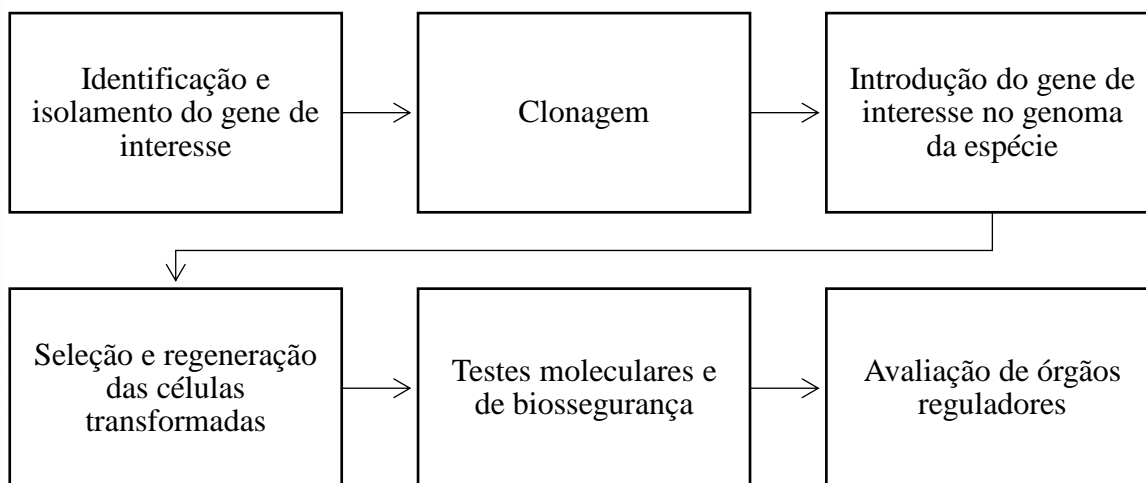
Embora existam essas questões acerca da segurança do emprego da biotecnologia, a mesma se apresenta atualmente com muitas vantagens sustentáveis como a geração de organismos mais produtivos com menores necessidades de agentes químicos, a aplicação da biorremediação, a prevenção da poluição ambiental e entre outras técnicas e processos que incentivam o desenvolvimento social, ambiental e econômico (SCHENBERG, 2010).

2.1.2 O emprego dos transgênicos e o desenvolvimento sustentável

Os transgênicos produzidos a partir da engenharia genética (Figura 1) apresentam uma seqüência gênica obtida pela introdução de genes específicos que apresentam funções relevantes para o melhor desenvolvimento de espécies. Esses genes introduzidos quando

expressos determinam melhores condições nas espécies, aumentando a produtividade e reduzindo os gastos econômicos existentes (ANDRADE; FALEIRO, 2011).

Figura 1 – Processo da engenharia genética na produção dos transgênicos



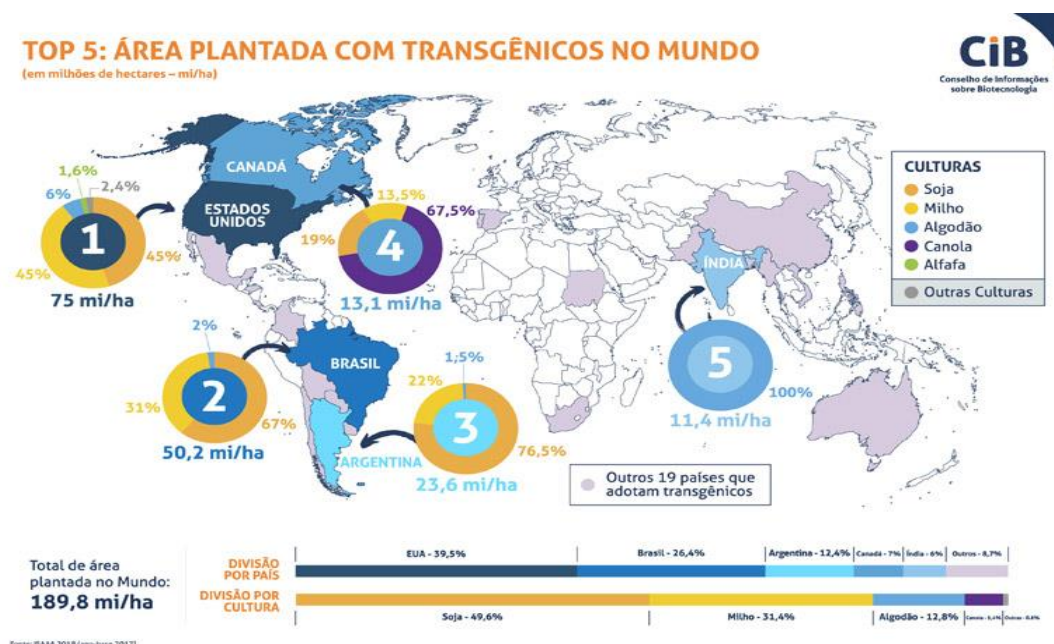
Fonte: Adaptação de Andrade e Faleiro, 2011.

Esses organismos geneticamente modificados aprimoram muitas funções e trazem muito benefícios, estes sendo decorrentes de espécies aperfeiçoadas com maior valor nutricional, com melhor resistência a microrganismos e outros agentes, com uma alta durabilidade e rentabilidade, e, sobretudo pelo desenvolvimento das espécies de uma forma mais eficaz, livre de determinadas ações deterioradoras (COLLI, 2011).

O alto investimento na biotecnologia e a grande expansão dos transgênicos no mercado atual acarretam em uma análise geral de elementos acerca do emprego desses organismos, envolvendo fatores ambientais, sociais, econômicos e referentes principalmente à segurança alimentar. Sendo avaliados completamente por freqüentes experimentos de biossegurança, os transgênicos se mostram como organismos seguros em vista da existência dessa análise minuciosa e contínua no cultivo ao decorrer do tempo (GAVIOLI; NUNES, 2015).

A área global de cultivo contendo transgênico aumenta a cada ano e gradativamente novas espécies vão sendo liberadas no mercado, tal evolução exposta ocorre em decorrência do aperfeiçoamento e da genuína determinação de características específicas que oferecem um pleno desenvolvimento dos organismos. Os milhões de hectares plantados com transgênicos (Figura 2) confirmam a eficiência da tecnologia e revela a mesma com alta potencialidade, visto o englobamento de diferentes países através de várias espécies de transgênicos.

Figura 2- Área plantada nos 5 maiores produtores de transgênicos em 2017 e suas respectivas culturas



Fonte: Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2018.

A alta produção é decorrente dos benefícios socioeconômicos e ambientais, estes sendo o aumento do rendimento produtivo e econômico, a menor quantidade de terras, a redução no uso de água e de combustível, a diminuição na aplicação de agentes químicos, entre outros que ocorrem a partir do melhor desenvolvimento das espécies transgênicas (ISAAA, 2018).

Os autores revelam que os transgênicos em determinados casos se apresentam como organismos mais sustentáveis e com alta viabilidade para a conservação e preservação do meio ambiente, visto que os mesmos necessitam de menos recursos para o seu desenvolvimento e para a sua manutenção.

Através de longos estudos são geradas comprovações da existência de um desenvolvimento sustentável a partir do emprego dos transgênicos. Dados confirmatórios são evidenciados na Tabela 1, na qual evidenciam os benefícios obtidos entre o período de 1996/97 e 2013/14, e também revelam uma projeção das vantagens líquidas para o período de 2014/15 a 2023/24 (CÉLERES AMBIENTAL, 2014).

Tabela 1 – Benefícios ambientais decorrentes da adoção dos transgênicos no Brasil

Período de anos	1996/97 a 2013/14	2014/15 a 2023/24
H ₂ O, benefício líquido	42,2 bilhões de litros	137,9 bilhões de litros
Diesel, benefício líquido	351,4 milhões de litros	1,14 bilhões de litros
Emissões de CO ₂ , benefício líquido	931,8 mil toneladas de CO ₂	3 milhões de toneladas de CO ₂
Uso de ingrediente ativo, benefício líquido	47,3 mil toneladas	192,5 mil toneladas

Fonte: Adaptação de Céleres Ambiental, 2014

Pela eficácia dos transgênicos, a perda do cultivo apresenta grande diminuição quando comparada com organismos convencionais, em vista disso muitas áreas são preservadas. Se o emprego dos transgênicos não fosse aplicado, milhões de hectares adicionais seriam necessários para alcançar a produção e para atender a demanda existencial, logo os agricultores precisam de tecnologias mais eficientes e produtivas, ainda mais em determinadas terras que possuem baixa fertilidade (MAHAFFEY; TAHERIPOUR; TYNER, 2016).

O aperfeiçoamento das espécies acarreta não só em uma melhor produtividade, mas em reduções de determinados agentes que afetam extremamente o meio ambiente de diversas formas. Diante da atual escassez e da indispensabilidade que a água apresenta para a sobrevivência dos seres vivos e para a manutenção do meio ambiente em geral, a redução no uso da água nas lavouras transgênicas é um dos fatores que determinam a sustentabilidade acerca dos transgênicos (COLLI, 2011).

Os transgênicos auxiliam em uma redução nas aplicações de defensivos agrícolas, esta que proporciona não só diminuição no uso de água, mas também no consumo de óleo diesel que é utilizado nas máquinas agrícolas, isto acarreta conseqüentemente na menor emissão de CO₂, este que é o principal gás que afeta o completamente o meio ambiente em decorrência da

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

sua alta contribuição para o aquecimento global (MAHAFFEY; TAHERIPOUR; TYNER, 2016).

Os dados evidenciados comprovam a sustentabilidade dos transgênicos que é decorrente de fatores como a preservação da água, a proteção de outros recursos naturais e o combate ao aquecimento global. Os autores revelam que para a obtenção de todos esses benefícios, o emprego dos transgênicos deve seguir corretamente todas as normas de manejo e plantio. Através da manutenção da tecnologia por práticas como a de refúgio e do uso adequado de defensivos agrícolas tem-se uma maior durabilidade e um alto desenvolvimento das culturas.

Segundo Gomes & Borém (2013), a biotecnologia por suas melhorias econômicas e sustentáveis, necessita de maiores investimentos para uma grande evolução que abranja completamente a sociedade global. De acordo com esses autores, os transgênicos podem diminuir até o êxodo rural, isto em consequência da redução do custo de produção e do aumento da produtividade e rendimento para pequenos e médios agricultores.

2.2 O FUTURO DOS TRANSGÊNICOS

Além da crescente produção dos transgênicos existentes a cada ano, de acordo com Colli (2011) existem diversas possibilidades acerca de novos transgênicos, algumas já sendo pesquisadas e estudadas atualmente. O autor evidencia como possibilidades a produção de espécies mais resistentes à seca, ao frio, ao calor e ao excesso de sal, tais organismos se apresentam com extrema relevância diante das grandes mudanças climáticas que estão tornando-se gradativamente corriqueiras como a desertificação, o aquecimento e o resfriamento global, entre outras.

Transgênicos com maiores valores nutricionais também estão sendo produzidos, visando principalmente elidir a carência de componentes que em baixas quantidades afetam de distintas formas os organismos da população (GAVIOLI; NUNES, 2015; COLLI, 2011). A produção desses alimentos busca determinar e melhorar essa característica sem modificar outras características, como coloração, gosto, tamanho, entre outras (COLLI, 2011).

Muitas características estão sendo pesquisadas e muitos genes prospectados, englobando, por exemplo, os malefícios gerados em espécies por microrganismos e insetos. Os estudos que focam nessa área buscam principalmente reforçar os mecanismos naturais de

defesa dos organismos ou aperfeiçoar os mesmos para um desenvolvimento pleno e eficaz (COLLI, 2011).

Bactérias também estão sendo aperfeiçoadas geneticamente buscando a remoção de poluentes pelo aumento das funções biorremediadoras da espécie ou da eficaz determinação genética que expressa tal função (BIONDO et al, 2008).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das informações evidenciadas, pôde-se compreender a importância dos transgênicos acerca da sustentabilidade, mesmo com as especulações existentes na sociedade atual os benefícios gerados por esses organismos apresentam alta relevância e solucionam graves problemas existentes, nos quais seriam extremamente preocupantes sem o emprego da tecnologia.

A necessidade do desenvolvimento sustentável em todo o mundo se faz notória em decorrência das inúmeras reações da natureza e das diversas formas poluidoras decorrentes de ações do homem. Em vista disso, faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que auxiliem e melhorem as condições das gerações atuais e futuras.

Os transgênicos mesmo passando por longos estudos para a sua liberação necessitam de um controle através de avaliações recorrentes que busquem verificar se a tecnologia continua apresentando viabilidade e para haver uma conservação dessa técnica biotecnológica que acarreta tantos benefícios socioeconômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. R. M.; FALEIRO, F. G. Biossegurança ambiental e alimentar de OGMs. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M.; JUNIOR, F. B. R. Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina, DF. **Embrapa Cerrados**, p. 471-510, 2011.

BERTOLDI, M. R. Biotecnologia moderna e desenvolvimento humano sustentável: uma composição possível. **Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofia, Política y Humanidades**, v. 17, n. 33, 2015.

BIONDO, R.; RIBEIRO-DOS-SANTOS, G.; VICENTE, E. J.; SCHENBERG, A.C. G. Construção de uma linhagem bacteriana apta para a biorremediação de efluentes contaminados por metais pesados. **Anais..** São Paulo: Comissão de Cultura e Extensão Universitária do ICB/USP, 2008.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. GM Crops: Global socio-economic and environmental impacts 1996–2015. **Dorchester, UK: PG Economics Ltd**, 2017.

CÉLERES. Os Benefícios Socioambientais da Biotecnologia Agrícola no Brasil:1996/97 a 2013/14. Céleres. Uberlândia - MG, 2014.

CHAIA, R. R.; CHAIA, J. R. Organismos geneticamente modificados–análise crítica sob o enfoque do desenvolvimento local. **Multitemas**, n. 39, 2011.

COLLI, W. Organismos transgênicos no Brasil: regular ou desregular?. **Revista USP**, n. 89, p. 148-173, 2011.

COSTA, T. E. M. M. et al. Avaliação de risco dos organismos geneticamente modificados. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1, 2011.

GAVIOLI, A. P. R.; NUNES, J. S. A SOJA TRANSGÊNICA NO BRASIL E SUAS INFLUÊNCIAS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE. **Revista Científica FAEMA**, v. 6, n. 2, p. 1-16, 2015.

GUIMARÃES, M. C. C.; FILHO, R. V. G.; CORREIA, V.G. Biotecnologia e desenvolvimento sustentável no Brasil. **Revista Visões**, v. 1, n.4, 2008.

GOMES, W. S.; BORÉM, A. BIOTECNOLOGIA: NOVO PARADIGMA DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO. **BrazilianReviewofEconomics& Agribusiness/Revista de Economia e Agronegócio**, v. 11, n. 1, 2013.

ISAAA. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. **ISAAA Brief No. 53**, 2018.

LEITE, D. S.; MUNHOZ, L. L. Biotecnologia e Melhoramento das Variedades de Vegetais: Cultivares e Transgênicos/BiotechnologyandImprovementofPlantVarieties: CultivarsandTransgenic. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 19, p. 23, 2013.

MAHAFFEY, H.; TAHERIPOUR, F.; TYNER, W. E. EvaluatingtheEconomicand Environmental Impactsof a Global GMO Ban. **Journalof Environmental Protection**, v. 7, n. 11, p. 1522, 2016.

MARTINE, G.; ALVES, J. E. D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?. **Rev. bras. estud. popul**, v. 32, n. 3, p. 433-460, 2015.

SCHENBERG, A. C. G. Biotecnologia e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 70, p. 07-17, 2010.