

ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INDÚSTRIAS SUCROENERGÉTICAS NO ESTADO DE GOIÁS

Rodrigo Martins Moreira¹

Vitor Calcenoni¹

Alejandra Daniela Mendizábal Cortes¹

Resumo

O objetivo deste trabalho foi explicitar as dimensões a serem observadas para uma ferramenta de zoneamento socioambiental para a implantação da cana-de-açúcar para o domínio morfoclimático Cerrado no estado de Goiás. O estado de São Paulo tem a maior área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil, com um total de 5.979.978 hectares, seguido pelo estado de Goiás com um total de 1.087.948 hectares. As críticas quanto aos impactos socioambientais negativos ocasionados pelos processos produtivos da cana-de-açúcar têm sido levantadas pela sociedade e academia. Estes impactos negativos afetam aspectos ambientais abióticos no solo, ar e água, e bióticos como fauna, flora. As atuais ferramentas de zoneamento existentes no Brasil são focadas em aspectos econômicos e ecológicos. Assim, para mitigar estes impactos exige-se uma ferramenta de zoneamento a fim de caracterizar os municípios e que seja capaz de auxiliar a tomada de decisão, considerando aspectos sociais e ambientais no momento do planejamento da implantação e funcionamento de uma nova área de cultivo e indústria sucroenergética. As principais dimensões a serem analisadas são: Educação; Saúde; Segurança Pública; Saneamento; População; Produção agrícola; Conservação ambiental - recursos hídricos; Conservação ambiental – solos; Conservação ambiental – fauna.

Palavras chave: Cana-de-açúcar; impactos ambientais; saúde pública; gestão municipal.

Abstract

The aim of this work was to discuss the dimensions to be observed for a social-environmental zoning tool for the implementation of sugarcane for morphoclimatic domain Cerrado in Goiás state. The state of São Paulo has the largest planted area with sugarcane in Brazil, with a total of 5,979,978 hectares, followed by Goiás state with a total of 1,087,948 hectares. Criticism about the negative social - environmental impacts caused by the production processes of sugarcane have been raised by society and academia. These negative impacts affect abiotic environmental such as aspects in the soil, air and water, and biotic, as fauna, flora. Current existing zoning tools in Brazil are focused on economic and ecological aspects. Thus, in order to mitigate these impacts it is required a zoning tool to characterize the municipalities and that show capability of assisting the decision making, considering social and environmental aspects at the time of planning the deployment of a new area of cultivation and industry sugarcane. The main dimensions to be analyzed are: education; Cheers; Public security; Sanitation; Population; Agricultural production; Environmental conservation water -Resources; Environmental conservation - soil; Environmental conservation - fauna.

Keywords: Sugarcane; environmental impacts; public health; municipal management.

Cana-de-açúcar e a temática socioambiental

A cana-de-açúcar tem forte influência no Brasil, apresentando-se como uma das principais matérias primas das *commodities*, como o açúcar, de grande participação no Produto Interno Bruto (PIB) do país. O setor sucroenergético na safra 2013/14, apresentou PIB de U\$ 43,4 bilhões, aumento de 44% em relação à safra de 2008/9 (NOVACANA, 2015).

O estado de São Paulo tem a maior área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil, com um total de 5.979.978 hectares, seguido pelo estado de Goiás com um total de 1.087.948 hectares. O estado de Goiás é composto pelo domínio morfoclimático Cerrado, que está sendo extinto devido a atividades agropecuárias no estado, como a expansão da cana-de-açúcar. São Paulo tem áreas produtivas e parque industrial consolidado, estabelecendo em Goiás uma fronteira agrícola para sua expansão.

As críticas quanto aos impactos socioambientais negativos ocasionados pelos processos produtivos da cana-de-açúcar têm sido levantadas pela sociedade e academia (CHEESMAN, 2005; MARIN; CARVALHO, 2011). Estes impactos negativos afetam aspectos ambientais abióticos no solo, ar e água, e bióticos como fauna, flora, problemas com bioacumulação na cadeia trófica de substâncias tóxicas devido a aplicação de agrotóxicos (MARTINELLI; FILOSO, 2008; DEMIRBAS, 2009). Não obstante, observa-se impactos sociais como sobrecarga de serviços públicos devido ao despreparo das cidades onde as indústrias foram alocadas, marginalização e segregação dos trabalhadores, e condições insalubres e em desacordo com as normas trabalhistas brasileiras (REZENDE, 2006), que levaram a elaboração de um compromisso nacional para aperfeiçoar as condições de trabalho na cana-de-açúcar em 2009 (BRASIL, 2010).

As atuais ferramentas de zoneamento existentes no Brasil são focados em aspectos econômicos e ecológicos, eles negligenciam os aspectos socioambientais dos municípios onde a cultura e as indústrias sucroenergéticas serão inseridas (MANZATTO, 2009). Como exemplo, destaca-se o zoneamento agroecológico federal para atividade durante a safra de 2009/2010 (BRASIL, 2009) e o zoneamento ambiental paulista, promulgado em 2008, que define áreas prioritárias para o setor com base em critérios de conservação do solo (SÃO PAULO, 2008). Nota-se que estes zoneamentos possuem características estritamente edafoclimáticas, visando a conservação de recursos naturais e unidades de conservação, pouco atentando-se às alterações de cunho

socioambiental e impactos à paisagem, não prevendo portanto a sustentabilidade da instalação com base no tripé social-econômico-ambiental.

Assim, a fim de mitigar estes impactos exige-se uma ferramenta de zoneamento fim de caracterizar os municípios e que seja capaz de auxiliar a tomada de decisão, considerando aspectos sociais e ambientais no momento do planejamento da implantação de uma nova área de cultivo e indústria sucroenergética (PATEL, 2000).

O objetivo deste trabalho foi explicitar as dimensões a serem observadas para uma ferramenta de zoneamento socioambiental para a implantação da cana-de-açúcar para o domínio morfoclimático de Cerrado no estado de Goiás.

A monocultura da cana-de-açúcar frente ao pequeno agricultor

Impulsionado pelas políticas de bioenergia, o setor de etanol de cana-de-açúcar no Brasil expandiu de forma significativa nos últimos anos, especialmente em Goiás por características edafoclimáticas propícias, mas também por incentivo industrial (como o Fundo Constitucional do Centro Oeste) voltado ao impulsionamento do setor (SAUER;PIETRAFESA, 2012), chegando à ocupação de 847,3 mil hectares (safra 2012/2013). Porém, como todo modelo de monocultura, apresenta fragilidades e riscos, principalmente quando observado a partir das lentes da sustentabilidade.

Em alguns casos, tal cultura envolve todo o espaço de entorno das cidades, segregando, inclusive, outras atividades agrícolas de interesse local (CARVALHO; MARIN, 2011). Ao mesmo tempo em que se apresenta como um agente causador de impactos ambientais negativos, a cana-de-açúcar é responsável por grande parte do PIB nacional, bem como, contempla altos valores no mercado de exportações. Quase que no outro oposto, a agricultura familiar oferece uma série de vantagens em relação aos grandes sistemas agrícolas, por exemplo, tem uma relação mais direta com o cidadão, fornecendo produtos orgânicos como hortaliças, frutas e derivados do leite (LINS; SAAVEDRA, 2007; BRESSAN FILHO, 2010).

Observa-se neste cenário de expansão da cana-de-açúcar a segregação do pequeno agricultor, que é obrigado a se distanciar da cidade para produzir. Desta forma, torna-se necessária a elaboração, aplicação e avaliação de ferramentas que auxiliem na elaboração de estratégias integradoras e transversais que discutam retorno econômico, qualidade de vida e capacidade de assimilação do meio ambiente (REZENDE, 2006).

É necessária a integração destes dois enfoques para atender um crescente mercado de biocombustíveis, e ao mesmo tempo não levar à falência a produção na escala do pequeno produtor, principalmente porque elas têm mercados distintos.

Dimensões a se considerar para subsidiar o Zoneamento socioambiental

A produção da cana-de-açúcar no Brasil tem atingido números altíssimos, que torna o país o principal produtor mundial de etanol e açúcar de cana (UNICA, 2015). O setor sucroenergético brasileiro tem a finalidade de prover produtos para consumo interno do país e para exportação. A exportação do etanol, por exemplo, na safra de 2008/2009 o Brasil exportou 1.281.257 mil litros, totalizando 610.097 mil dólares, já na safra de 2012/2013 este valor sofre um decréscimo para 113,674 mil litros, equivalentes a 70.655 mil dólares.

A monocultura de cana-de-açúcar acarreta diversos impactos socioambientais relacionados ao seu processo de produção (MARTINELLI; FILOSO, 2008; DEMIRBAS, 2009), podem ser citados:

- Processos de plantio e entre-safra tem-se problemas com erosão e exposição do solo a sol e chuva, o que degrada as propriedades físico-químicas do mesmo, degradando a biota e ocasionando lixiviação dos macro e micronutrientes, além de processos de compactação pelo uso de maquinário agrícola neste solo já degradado;

- Utilização de insumos e defensivos agrícolas que causam a contaminação do solo e corpos hídricos;

- Poluição atmosférica por poeira, ocasionada pelo solo sem manejo adequado, por queimada da lavoura, e por processos industriais.

- Todas estas atividades têm impactos à flora e fauna silvestres, tanto terrestres como em corpos hídricos.

- Impactos indiretos ocasionados pelo uso do solo para a produção de monoculturas, como, impactos a biodiversidade e impactos ao ar e água.

Não processo de zoneamento socioambiental, mas quando a usina estiver operando deve-se observar na cadeia de produção de sucroenergética as condições precárias de trabalho em conjunto com a segregação e marginalização populacional,

desenvolvimento rural e social; planejamento, monitoramento e melhoria contínua; conservação; gestão de resíduos, perda da biodiversidade e contaminação de corpos, em que se encontram as unidades de produção sucroenergética.

Portanto, torna-se necessária a adoção de medidas mitigadoras dos problemas (socioambientais) que envolvem os processos de produção sucroenergéticos. Esta adoção é reforçada pelas exigências dos selos do mercado externo quando a cadeias produtivas sustentáveis, visto que, selos de produção sustentáveis agregam valor ao produto.

Visto o potencial de produção atual do Brasil, bem como analisando seu potencial no mercado futuro, por dominar tecnologias e possuir extensas áreas agricultáveis, a adoção destes selos se torna imprescindível. Isso é possível por meio do estudo e aplicação dos indicadores de socioambientais referentes à cadeia produtiva sucroenergética.

Algumas empresas tratam as políticas ambientais como entraves ao crescimento e a obtenção de lucro. Porém, na verdade, ao adotarem-se medidas mitigadoras de impactos ambientais, como a utilização da palha ou bagaço na combustão para geração de eletricidade, ou manejo adequado do solo, além de poupar com energia, poupa-se com correção das características físico químicas do solo, além de potencializar o desenvolvimento vegetal, ocasionando uma expansão de rendimento etanol/área. Desta forma, amplia-se a produção sem expandir área de plantio (SUKUMARAN et al., 2009; SANTOS, 2012).

Adequando-se a tais políticas, a cadeia de produção se torna mais dinâmica e sustentável atraindo interesses do mercado externo ao uso da terra os indicadores de sustentabilidade devem ser considerados desde a escolha do campo de plantio, práticas de manejo, até mesmo a utilização passada da terra. Muito tem se discutido sobre a utilização do plantio convencional e suas depredações sobre o ambiente, que englobam a compactação do solo, diminuição da microbiota, facilitação de processos erosivos, contaminação do solo por agrotóxicos, bem como sua lixiviação, escoamento superficial de insumos agrícolas que ocasionam eutrofização de corpos hídricos (DEMIRBAS, 2009; MARTINELLI; FILOSO, 2008).

Desta forma, um dos instrumentos para mitigar a problemática do uso e ocupação irregular do solo apresenta-se como a utilização de indicadores

socioambientais para nortear, de maneira igualitária, este processo de desenvolvimento do município (EAKIN; LUERS, 2006).

Ao se postular indicadores para zoneamento socioeconômico de uma monocultura, quesitos como as características físico-químicas do local de preservação, cultura, densidade demográfica, e disponibilidade de recursos (econômicos e naturais) são peças chave de toda a engrenagem que é a preservação das características e qualidade ambiental.

A utilização de mecanismos que favoreçam a manutenção dos recursos naturais, que são necessários ao homem, precisam ser avaliados quanto à sua aplicabilidade, o que exige a maleabilidade dos mesmos. Devido à necessidade de aplicação de um mesmo mecanismo em diferentes lugares, com realidades físicas, e/ou econômicas, e/ou culturais, exige-se que estas ferramentas se adequem as diferentes situações, a fim de contemplarem, de maneira plena, efetiva e eficaz, todas e quaisquer lacunas existentes no cenário.

Assim, a aplicabilidade destas ferramentas também deve ser estudada, isso, devido à variabilidade da necessidade local, bem como, a fim de averiguar-se a eficiência e funcionalidade destas engrenagens. A avaliação da aplicabilidade refere-se à averiguação da posterioridade destes mecanismos, a fim de garantir que os mesmos sejam funcionais e auxiliem de maneira concreta, cumprindo seu propósito (LINS; SAAVEDRA, 2007).

No entanto, não se deve priorizar apenas a potencialização de produção destes biocombustíveis. Quando as atenções político-econômicas voltam-se apenas para os critérios referentes à lucratividade, muito se torna segregado, principalmente quesitos acerca da qualidade ambiental e de vida dos colaboradores. Assim, todos os esforços adotados para uma produção mais limpa, bem como, de um produto final menos impactante ao meio, se tornam inúteis. É importante a aplicação de critérios sustentáveis sobre o cenário sócio-político-econômico circundante a todo e qualquer tipo de processo industrial. Principalmente quando este cenário diz respeito a contextos de alta carência de desenvolvimento humano, onde a população e comunidade em geral não tem acesso ao retorno promovido pelo advento industrial ao qual são impostos (BRESSAN FILHO, 2010).

Dimensões a serem considerada para o Zoneamento de Cana-de-Açúcar

A observação de diversas dimensões no momento da instalação da indústria sucroenergética em um município é de extrema importância para averiguar a capacidade estrutural daquele município em comportar uma elevada quantidade de indivíduos e de prover serviços básicos para os mesmos.

Assim, o Quadro 1 discute as principais dimensões a serem observadas pelo município e indústrias no momento da discussão da implantação da mesma.

Quadro 1. Dimensões para auxiliar Municípios para instalação de indústrias sucroalcooleira no estado de Goiás.

Dimensões a serem consideradas para o Zoneamento de Cana-de-Açúcar	
Educação	A infraestrutura do município quanto a capacidade de alojar os filhos dos trabalhadores, e até mesmo os próprios trabalhadores deve ser analisada. Como um dos Objetivos do Milênio (UNESCO, 2015), erradicar o analfabetismo torna-se uma dimensão chave a se observar.
Saúde	Esta dimensão observa a capacidade do município em prestar serviços básicos e avançados de saúde. Número de hospitais, número de leitos e número de médicos são peças chave para que a saúde dos trabalhadores seja garantida, possibilitando, assim, pleno funcionamento da economia. Não obstante, os hospitais devem estar preparados para socorrer todos os tipos de emergências relacionadas à indústria da sucroenergética.
Segurança Pública	Observa-se um incremento no número de migração ao se inserir uma indústria sucroenergética em um município, muitas vezes, estes indivíduos são segregados e marginalizados, aumentando o número de furtos, roubos e atividades ilícitas, o que exige que o município tenha um corpo policial forte e bem estruturado para suprir as necessidades de segurança pública da cidade.

Saneamento	Deve ser garantido que, mesmo com o incremento da população, todos os indivíduos serão providos de serviços básicos de saneamento. Além disso, antes do processo de instalação da empresa, Estudos de Impactos Ambientais devem garantir a capacidade do meio ambiente daquele município em assimilar todos os impactos ambientais acarretados pelas atividades da indústria sucroenergética.
População	A população deve ser caracterizada, a fim de identificar quais municípios necessitam mais da implantação da agroindústria e a geração de empregos, bem como, quais municípios possui o maior número de mão de obra disponível, em questão de escolaridade e idade de trabalho.
Produção agrícola	As demais atividades da agroindústria, como o pequeno produtor, não devem ser influenciadas pela presença das lavouras de cana-de-açúcar. O mercado e a produção de frutas e hortaliças locais são de extrema importância para garantir o acesso, a baixo custo, destes alimentos pelos cidadãos do município, evitando assim, acréscimos de valores devido a condições de logística.
Conservação ambiental - recursos hídricos	As indústrias e lavouras devem ser instaladas respeitando as legislações vigentes que versam sobre a conservação da qualidade dos recursos hídricos, não influenciando o abastecimento de água do município, nem descendação de animais, que são atividades de primeira importância. Bem como, a utilização de insumos agrícolas não devem influenciar na qualidade da água dos corpos hídricos ou águas subterrâneas.
Conservação ambiental - solos	O município deve observar se o solo de sua região é propício para a instalação das lavouras, e deve cobrar da indústria um manejo adequado deste solo, de maneira que uma vez que a indústria deixe aquele município, outras culturas possam assumir seu lugar, mantendo assim, a economia do município equilibrada.

Conservação ambiental – fauna	A indústria sucroenergética deve garantir a preservação da biodiversidade do município ao instalar suas estruturas. É de extrema importância que as atividades da indústria não afete a biota local, preservando, assim, a integridade do ecossistema local.
--------------------------------------	--

Um fator que dificulta o direcionamento da sociedade ao desenvolvimento socioambiental igualitário e com justiça econômica e social pode ser traduzido pela falta de interdisciplinaridade, transversalidade e transparência nas discussões quanto à elaboração, aplicação e retorno destas ferramentas (políticas, planos, programas e cumprimento de metas) (LOORBACH, 2007; JUNTI et al., 2009).

O problema ao se discutir a aplicação de indicadores socioambientais é a deficiência de dados provenientes de bases de dados confiáveis e contínua, o que dificulta a avaliação da real aplicabilidade e funcionabilidade destes indicadores de sustentabilidade sobre diferentes cenários socioeconômicos (FREDERIKSEN; GUDMUNDSSON, 2013.).

Outro fator que dificulta o direcionamento da sociedade ao desenvolvimento socioambiental igualitário e com justiça econômica e social pode ser traduzido pela falta de interdisciplinaridade, transversalidade e transparência nas discussões quanto à elaboração, aplicação e retorno destas ferramentas (políticas, planos, programas e cumprimento de metas) (LOORBACH, 2007; JUNTI et al., 2009).

A questão se agrava quando, não só a gestão, nos âmbitos privados e públicos, mas também órgãos formadores de opinião, retentores da capacidade de mudança não fomentam a discussão da temática de sustentabilidade dentro dos seus veículos de informação (PARTIDÁRIO et al., 2010).

Assim, deve-se aplicar estes indicadores como ferramenta estratégica de desenvolvimento que integrem o contexto cultural e as particularidades da comunidade, promovendo uma abordagem centrada para o desenvolvimento saudável do ser humano, construindo de maneira contínua, e com eficiência e eficácia uma sociedade igualitária.

Ferramenta de auxílio para mitigação da segregação do pequeno produtor rural

A expansão da cana-de-açúcar no estado de Goiás nos últimos anos se deu de forma acelerada e sem aplicação de ferramentas de zoneamento (DE CASTRO, 2010). Tal fato potencializou o processo de êxodo rural e consequente marginalização do homem do campo.

Este êxodo ocorre sem uma mediação por parte do estado, o que gera diversos impactos sociais negativos na vida do pequeno produtor, que ao se mudar para a cidade, ocupa áreas de vulnerabilidade socioambiental, com condições inóspitas de saneamento, muitas vezes se vê segregado por não possuir escolaridade e tem dificuldade em se inserir no mercado de trabalho (FERREIRA; DE DEUS, 2011).

Ao se postular estas ferramentas deve ser analisado o propósito final das mesmas, que serão influenciados por aspectos como, foi elaborado “por quem?” e “para quem?”. Estes aspectos influenciarão a caminhada, referente à confiabilidade por parte dos setores públicos, setores privados e da comunidade, em direção a um desenvolvimento que contemple os critérios propostos pelas políticas socioambientais (EAKIN; LUERS, 2006).

Assim, a observação das dimensões socioambientais apresentados neste trabalho, prevê o zoneamento focado em prover dados municipais para uma ocupação social que gere o mínimo de impactos negativos. Desde que, os modelos existentes têm foco ecológico e econômico, negligenciando aspectos sociais.

A expansão da cana-de-açúcar é inevitável, uma vez que o estado de Goiás encontra-se em um estado de fronteira agrícola, e uma das maneiras de mitigar os impactos socioambientais negativos é auxiliar, com ferramentas de cunho socioambiental, a tomada de decisão no momento da seleção da área de ocupação para que seja garantido que o pequeno agricultor não seja afetado de maneira negativa ao se deslocar de sua propriedade rural para os aglomerados urbanos, garantindo que os municípios terão estrutura o suficiente para abarcar suas necessidades.

Substituição da produção de grãos voltados à alimentação básica para a produção de bioenergia e suas externalidades e seu impacto à dinâmica rural

O crescimento expressivo da cultura de cana-de-açúcar em Goiás causa mudanças no uso da terra, tendo como áreas de maior pressão àquelas voltadas à produção de grãos e pastagens, já tradicionais no estado. Esta substituição traz mudanças a diversos aspectos da vida rural nos municípios, envolvendo a intenção de evitar o êxodo rural da juventude, uma vez que os canaviais empregam maior quantidade de mão-de-obra quando comparados às culturas tradicionais, e a promoção de migração de trabalhadores para os municípios, que traz efeitos positivos e negativos, mas que altera a dinâmica organizacional dos agricultores familiares, como evidenciado em Carvalho e Marin (2011). Como externalidades sociais, apontam para o aumento da violência, abandono do campo como reflexo da prática de arrendamento de terras pela indústria canavieira e aumento dos preços dos alimentos nas cidades.

Além destas externalidades sociais, pode-se indicar impactos à saúde devido à prática de queimadas ainda comum na atividade (observa-se que o estado de São Paulo implantou políticas públicas voltadas para este fim), principalmente para a diminuição dos custos de produção, uma vez que a técnica de plantio direto tem custo maior que a de queima, levando os município-alvo da expansão a sofrerem uma dinâmica de “exportação de externalidades” inter-estadual (hipótese “*race to the bottom*”). É importante mencionar novamente que tal prática também traz impactos negativos à qualidade do solo e à biodiversidade, como apresentado anteriormente. Estas características tornam diferente a instalação da indústria da cana em comparação à de grãos.

Portanto, a substituição do uso da terra não é linear e o levantamento do índice apresentado para o zoneamento da agroindústria canavieira buscou tornar tais aspectos evidentes para o planejamento local.

Considerações finais

Os municípios devem dispor e aplicar ferramentas de cunho socioambiental afim de otimizar a capacidade de política, planos, e programas, ambientais e sociais em viés de se alcançar uma sociedade igualitária.

A elaboração de um sistema de indicadores socioambientais traduz-se em uma ferramenta estratégica para avaliar a capacidade de assimilação socioambiental, auxiliando na tomada de decisão dos gestores de um município ao mostrar a capacidade

estrutural de fornecer serviços básicos no momento da aprovação da instalação da indústria sucroenergética em sua área e suas particularidades.

Agradecimentos

Os pesquisadores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCTI) pelo apoio financeiro através do processo 165627/2014-0, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Bolsa de doutorado, processo No.2013/00141-3 e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

BRASIL, República Federativa. Decreto nº 6.961: Aprova o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar e determina ao Conselho Monetário Nacional o estabelecimento de normas para as operações de financiamento ao setor sucroalcooleiro, nos termos do zoneamento. **Casa Civil, Presidência da República**, 2009.

BRASIL, República Federativa. Decreto de 24 de novembro de 2010: Cria a Comissão Nacional de Diálogo e Avaliação do Compromisso Nacional para Aperfeiçoar as Condições de Trabalho na Cana-de-Açúcar, e dá outras providências. **Casa Civil, Presidência da República**, 2010.

CARVALHO, S. P.; MARIN, J. O. B. Agricultura familiar e agroindústria canavieira: impasses sociais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. vol.49, no.3, Brasília, 2011.

CHESMAN, O. The environmental impacts of Sugar Production. **CABI Publishing**. 263 pg, Oxfordshire, 2004. ISBN 0-85199-981-6.

DEMIRBAS, A. Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review. **Applied Energy**, v. 86, p. S108-S117, 2009.

DE CASTRO, S. S., ABDALA, K., SILVA, A. A., BORGES, V. M. S. A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no Estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, p. 171-191, 2010.

EAKIN, Hallie; LUERS, Amy Lynd. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 31, n. 1, p. 365, 2006.

FERREIRA, L. C. G.; DE DEUS, J. B. Características da produção sucroalcooleira na microrregião de Ceres-GO: uma abordagem sobre as políticas, a safra e a obtenção de terras. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 1, 2011.

FREDERIKSEN, P.; GUDMUNDSSON, H. Policy use and influence of indicators. **Ecological Indicators**, v. 35, p. 1–2, 2013.

KULIG, A.; KOLFOORT, H.; HOEKSTRA, R. The case for the hybrid capital approach for the measurement of the welfare and sustainability. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 118–128, 2010.

LOORBACH, D. Transition Management: governance for sustainability, 2002.

MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. (2009). Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: environmental and social challenges. **Ecological Applications**, v. 18, n. 4, p. 885-898, 2008

NOVACANA. Setor sucroenergético brasileiro supera PIB de mais de 100 países. Disponível em: <http://www.novacana.com/n/etanol/marketing/sucroenergetico-supera-pib-100-paises-290514/>. Acessado em 01/12/2015.

PARTIDÁRIO, M.R.; VICENTE, G.; BELCHIOR, C. Can new perspectives on sustainability drive lifestyles? **Sustainability** v. 2, p. 2849-2872, 2010.

REZENDE, Gervásio Castro de. Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 1, p. 47-78, 2006.

McBRIDE, A.C.; DALE, V.H.; BASKARAN L.M.; DOWNING, M.E. ; EATON, L.M.; EFROYMSON, R.A.; GARTEN Jr, C.T.; KLINE, K.L.; JAGER H.I. J;

MULHOLLAND, P.J.; PARISH, E.S.; SCHWEIZER, P.E.; STOREY, J.M.; Indicators to support environmental sustainability of bioenergy systems; **Ecological Indicators**, v. 11, p. 1277-1289, 2011.

BRESSAN FILHO, A.; Os Fundamentos da Crise do Setor Sucroalcooleiro no Brasil; **Superintendência de Informações do Agronegócio, CONAB**; p. 87, 2010.

LINS, C.; SAAVEDRA, R.; Sustentabilidade Corporativa no Setor Sucroalcooleiro Brasileiro; **Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável**; p. 54, 2007.

PATEL, N. R.; MANDAL, U. K.; PANDE, L. M. Agro-ecological zoning system-a remote sensing and GIS perspective. **Journal of Agrometeorology**, v. 2, p. 1-13, 2000.

SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, v. 35, p. 1004-1010, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Resolução Conjunta SMA-SAA – 4: Dispõe sobre o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. **Diário Oficial do Estado**. São Paulo, 2008.

SAUER, S.; PIETRAFESA, J. P. Cana de açúcar, financiamento público e produção de alimentos no cerrado. **CAMPO TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 7, n. 14, p 1-29, 2012.

SUKUMARAN, R.K.; SINGHANIA, R.R.; MATHEW, G.M.; PANDEY, A.; Cellulase production using biomass feed stock and its application in lignocellulose saccharification for bio-ethanol production. **Renewable Energy**, v. 34, p. 421-424, 2009.