



# Impactos socioeconômicos e ambientais, do plantio à colheita, da cana-de-açúcar na mesorregião Norte de Goiás

Gabriela Nobre Cunha<sup>1</sup>  
Antonio Pasqualetto<sup>2</sup>

Submissão: 18/11/2021

Aceite: 15/05/2022

## Resumo

A lavoura canavieira está associada a inúmeros impactos socioeconômicos e ambientais. Por isso, o objetivo do estudo que gerou este artigo teve como objetivo principal estudar alguns desses impactos da cana-de-açúcar na região Norte de Goiás. Para tanto, foi utilizada a ferramenta de avaliação de impactos, seguindo as definições da resolução 01/86 do CONAMA e orientações da norma ISO 14001. Os resultados demonstraram que a expansão da agroindústria canavieira na mesorregião Norte do estado trouxe aumento na geração de vagas de emprego, com elevação da renda dos trabalhadores. Porém, com relação às condições de trabalho e à saúde, esse setor ainda tem apresentado poucos avanços. Somam-se a isso a expropriação e a migração dos produtores familiares, devido ao avanço da cultura da cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar, Cerrado, Emprego.

## *Socioeconomic and environmental impacts from planting to harvesting sugarcane in the northern region of Goiás*

### Abstract

*Sugarcane farming is associated with numerous socioeconomic and environmental impacts. Therefore, the main objective of the study that generated this article was to study some of these impacts of sugarcane in the North mesoregion of Goiás. For this purpose, the impact assessment tool was used, following the definitions of CONAMA resolution 01/86 and ISO 14001 standard guidelines. that the expansion of the sugarcane agroindustry in the northern region of the state brought an increase in the generation of job vacancies, with an increase in workers' income. However, with regard to working conditions and health, this sector has shown little progress. Added to this are the expropriation and migration of family producers, due to the advance of sugarcane cultivation.*

**Keywords:** Sugarcane, Cerrado, Employment.

## 1 Introdução

A cultura canavieira vem provocando várias mudanças na dinâmica agrícola das regiões, alterando a realidade dos estados e municípios (GILIO, 2015). A presença da cana-de-açúcar está condicionada a certos fatores da paisagem, bem como à existência de infraestrutura. Com relação ao Estado de Goiás, por exemplo, 95% de toda a área plantada situa-se até 30 km das usinas de álcool e açúcar, o que favorece a redução dos custos. Mas, por outro lado, isto gera a preocupação com os impactos socioeconômicos e ambientais que podem ocorrer na região (RIBEIRO et al., 2010).

<sup>1</sup> Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial (PUC-Goiás). <https://orcid.org/0000-0002-9253-8339>  
Email: [gabriela-nc@hotmail.com](mailto:gabriela-nc@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutorado em Fitotecnia (UFV). Professor e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Planejamento Territorial da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO). <http://orcid.org/0000-0002-8639-6725> E-mail: [profpasqualetto@gmail.com](mailto:profpasqualetto@gmail.com)

As consequências do uso exagerado de fertilizantes, agrotóxicos e outros tratamentos culturais podem causar impactos danosos, tanto ambiental quanto socioeconomicamente. Da mesma forma, a expansão da cana-de-açúcar sobre áreas ocupadas por outras culturas, ou mesmo sobre áreas ainda intactas de Cerrado, gera reflexos sobre as estruturas agrária, social e econômica do estado de Goiás (RIBEIRO, 2008; CASTRO et al., 2010; REZENDE & MAGALHÃES, 2012). Por outro lado, há impactos positivos, como redução de gases do efeito estufa, menor dependência do petróleo, aumento da renda dos pequenos produtores, bem como seus efeitos negativos, como ambientais, agrícolas, agrários e socioeconômico (RIBEIRO, 2008).

Portanto, os impactos socioeconômicos e ambientais devem ser abordados frente à potencialidade de expansão da cana-de-açúcar no norte de Goiás (REZENDE & MAGALHÃES, 2012). A região Norte do Estado de Goiás é uma área de poucos estudos sobre o setor sucroalcooleiro. O objetivo do estudo que deu origem a este artigo é analisar os impactos socioeconômicos e ambientais da produção agrícola da cana-de-açúcar, do plantio à colheita, na mesorregião Norte de Goiás.

## 2 Metodologia

A área alvo da investigação é a mesorregião Norte do Estado de Goiás, microrregiões Porangatu e Chapada dos Veadeiros. Os estudos conduzidos no ano de 2020. Procedeu-se à avaliação dos aspectos e dos impactos ambientais (SANCHEZ, 2020) relacionados à produção canavieira. Assim, os impactos ambientais das atividades canavieiras foram analisados e classificados de acordo com a Norma ISO 14001 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2015) e adaptados de acordo com Silva et al. (2015), conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Atributos utilizados para classificar os impactos

ANÁLISE	CLASSIFICAÇÃO		DESCRIÇÃO
<b>Fator do ambiente</b>	Antrópico		Tudo aquilo que resulta da ação humana; tudo o que foi modificado pelo ser humano. É conhecido também como meio socioeconômico.
	Físico		É o espaço que acomoda todos os outros meios. Ele os sustenta e dá condições para que haja o desenvolvimento de todos os outros meios. Em resumo: solo, água e ar.
	Biótico		Refere-se a tudo que tem vida. Exemplo: flora e fauna.
<b>Temporabilidade</b>	AT	Atual	Atividades, processos, produtos e serviços realizados no presente ou consequências do presente.
	PA	Passado	Atividades, processos, produtos e serviços obsoletos.
	FU	Futuro	Atividades, processos, produtos e serviços em fase de planejamento ou consequências futuras.
<b>Influência</b>	D	Direta	Capacidade de controle do aspecto ambiental.
	I	Indireta	Capacidade de intervenção no controle do aspecto ambiental.

<b>Situação</b>	N	Normal	Condição padrão de trabalho.
	AN	Anormal	Condição extraordinária de trabalho (abaixo/acima da capacidade de operação).
	E	Emergencial	Condição potencial para a ocorrência de impacto ambiental.
<b>Tipo</b>	+	Positivo	Resulta em melhorias para o ambiente.
	-	Negativo	Alterações que causam algum risco para o ser humano ou para os recursos naturais encontrados no espaço.
<b>Órgão executor</b>	AA	Agroindústria	Atividade econômica da industrialização do produto agrícola.
	SE	Setor Empresarial	Setor de organização econômica, civil ou comercial, constituída para explorar um ramo de negócio e oferecer ao mercado bens e/ou serviços.
	OP	Órgãos de Pesquisa	Órgão responsável por um conjunto de atividades que tem por finalidade descobrir novos conhecimentos nos domínios científico, literário, artístico etc.
	SG	Setor Governamental	Setor de instância máxima da administração executiva, geralmente reconhecida como a liderança de uma Nação.

Fonte: Adaptado de ABNT (2015) e Silva et al. (2015).

As atividades impactantes, os aspectos ambientais, as medidas ambientais e o setor responsável pela execução foram identificados e expressos em quadros demonstrativos em cada etapa da parte agrícola da cultura da cana-de-açúcar, organizados por atividades, desde o momento da aquisição das terras até a colheita manual da cana queimada.

### 3 Resultados e discussão

As atividades desenvolvidas no meio ambiente possuem aspectos que geram impactos ambientais e por isso a NBR ISO 14001/2015 definiu aspecto ambiental como o “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”. Por sua vez, impacto ambiental é definido como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização” (ABNT, 2015). A Resolução CONAMA n.º 01, de 1986, em seu Art. 1º, define impacto ambiental da seguinte forma:

Art. 1º [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986)

Os impactos podem ser classificados em positivos e negativos e são definidos, de acordo com Silva (2004, p. 72), como impactos benéficos “quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental” e os impactos ambientais positivos “devem ser estimulados pelas autoridades governamentais”. E como impactos adversos “quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental” e estes impactos

ambientais negativos “devem ser evitados pela população de um modo geral e reprimidos pelas autoridades ambientais” (SILVA, 2004, p. 72).

Os aspectos e impactos ambientais das atividades da cana-de-açúcar estão descritos nos quadros 2 a 14. A primeira iniciativa com a instalação de uma atividade sucroalcooleira em uma região é a aquisição de terras para o cultivo da cana de açúcar (Quadro 2).

Quadro 2 - Aspectos e impactos socioambientais na aquisição de terras para a cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: aquisição de terras										
ASPECTO AMBIENTAL: mudança do dono da propriedade rural										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Redução do número de minifúndios.	antrópico	AT	I	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivar a colonização em áreas onde é possível o crescimento horizontal da agricultura, sem danos a minifúndios.</li> </ul>				X
2. Venda das pequenas propriedades rurais.	antrópico	AT	I	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilitar a contratação dos antigos proprietários, ao serem criados novos empregos.</li> </ul>	X			
3. Diminuição da área com culturas de subsistência.	antrópico	FU	I	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover o adensamento do plantio, permitindo a expansão horizontal de culturas de subsistência;</li> <li>Adotar, sempre que possível, a exploração consorciada da cana com culturas alimentares;</li> <li>Desenvolver políticas de crédito e subsídios de incentivo ao plantio de culturas de subsistência.</li> </ul>	X		X	
4. Má distribuição das riquezas.	antrópico	FU	D	AN	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar políticas sociais que atendam às populações mais carentes e às famílias de boias-frias.</li> </ul>	X			X
5. Ganho obtido na venda dos imóveis.	antrópico	FU	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar os ganhos obtidos na aquisição de novas áreas onde seja possível melhorar o padrão de vida.</li> </ul>	X			X

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Com essa atividade de aquisição surgem os mais diversos impactos socioambientais negativos, como redução do número de minifúndios, venda das pequenas propriedades rurais, diminuição da área com culturas de subsistência, má distribuição das riquezas; há também impacto ambiental positivo, relativo ao ganho obtido com as vendas dos imóveis. Conforme Heck (2021) houve intensa valorização de terras, desencadeado pela demanda por commodities agrícolas como soja, algodão, milho e cana-de-açúcar, que requerem extensões territoriais.

Pequenos proprietários perdem sua fonte de renda e, em vários casos, não conseguem emprego. A agricultura familiar tem importância na economia brasileira, sendo que o agronegócio responde por 21,1% do Produto Interno Bruto (PIB) e cerca de ¼ desse percentual provém da agricultura em família, o que corresponde a 5% do PIB brasileiro, conforme a Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário – SEAD (2019).

Conforme IBGE (2019), houve aumento da produção em quase todas as culturas temporárias produzidas no Norte de Goiás. Compreende-se, dessa forma, que a região ainda contava com áreas para exploração agrícola. Por sua vez, Correa (2013) relata que a expansão da cana-de-açúcar na região Norte do estado de Goiás vem ocorrendo em áreas antes destinadas à produção de alimentos, assim como em áreas anteriormente ocupadas com pastagens naturais. Essa expansão induz à migração da pecuária para outras regiões, muitas das quais sob a influência do bioma Cerrado.

Para minimizar os impactos da atividade de aquisição de terras, fazem-se necessários: incentivar a colonização de áreas onde é possível o crescimento horizontal da agricultura, sem danos a minifúndios; potencializar a produtividade, possibilitar a contratação dos antigos proprietários, ao serem criados novos empregos; promover o adensamento do plantio, permitindo a expansão de culturas de subsistência; adotar, sempre que possível, a exploração consorciada da cana com culturas alimentares; desenvolver políticas de crédito e subsídios de incentivo ao plantio de culturas de subsistência; criar políticas sociais que atendam às populações mais carentes e às famílias de boias-frias; e aplicar os ganhos obtidos na aquisição de novas áreas, onde seja possível melhorar o padrão de vida.

Outra atividade que causa impacto no setor é a contratação de mão-de-obra permanente (Quadro 3). A ocupação da mão-de-obra no campo, a capacidade de geração de empregos pela atividade e a remuneração e distribuição da riqueza entre o campo e a cidade são exemplos de impactos positivos para essa atividade. Por outro lado, a falta de moradia para os empregados e familiares, a discriminação da mão-de-obra feminina, contratação de mão-de-obra externa e o aumento da violência nas cidades são exemplos de impactos negativos.

Quadro 3 – Aspectos e impactos ambientais na atividade de contratação de mão-de-obra permanente para a cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: contratação de mão-de-obra permanente										
ASPECTO AMBIENTAL: demanda de mão-de-obra										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Aumento da ocupação da mão-de-obra no campo.	antrópico	AT	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilitar que as férias dos empregados-proprietários coincidam com as épocas de plantio e colheita de culturas de subsistência;</li> <li>• Implantar agrovilas na propriedade, melhorando as condições de vida dos empregados e de seus familiares.</li> </ul>	X			X
2. Maior capacidade de geração de empregos pela atividade.	antrópico	FU	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular contratação de mão-de-obra de ambos os sexos, conforme o tipo de atividade.</li> </ul>	X			X
3. Falta de moradia para os empregados e familiares.	antrópico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir agrovilas.</li> </ul>	X			
4. Discriminação da mão-de-obra feminina.	antrópico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover contratação indistinta de sexo.</li> </ul>	X			
5. Maior contratação de mão-de-obra externa.	antrópico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratar pessoas da região.</li> </ul>	X			
6. Melhor remuneração e distribuição da riqueza entre o campo e a cidade.	antrópico	FU	I	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorizar a contratação de mão-de-obra local, diminuindo o desemprego na região.</li> </ul>	X			
7. Aumento da violência nas cidades.	antrópico	AT	D	AN	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tentar reduzir os números de trabalhadores sazonais.</li> </ul>		X	X	

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Conforme Maciel et al. (2011), a maioria dos trabalhadores sazonais da indústria canavieira são migrantes, homens e jovens, com ensino fundamental incompleto e não sindicalizado. Outro impacto é a violência nas cidades. Alves (2012) relata que, na microrregião

de Ceres esta aumentou, principalmente relacionada ao consumo de drogas, mas a ausência de infraestrutura, atendimento hospitalar e renda nos períodos de entressafra contribuem. Recomenda-se que as férias dos empregados-proprietários coincidam com as épocas de plantio e colheita de culturas de subsistência; estimular a contratação de mão-de-obra de ambos os sexos e da região; construir agrovilas e tentar reduzir os trabalhadores sazonais.

A aquisição dos fatores de produção afeta a dinâmica econômica, em virtude da aquisição de insumos, máquinas e implementos agrícolas (Quadro 4). A compra no comércio local promove o desenvolvimento, pois contribui com a geração de novos postos de trabalho, potencializa o recolhimento de impostos e melhora o potencial de investimento (XARA-BRASIL et al., 2021).

Quadro 4 - Aspectos e impactos ambientais na aquisição de fatores de produção da cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: aquisição dos fatores de produção										
ASPECTO AMBIENTAL: demanda por insumos, máquinas e implementos agrícolas										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Melhoria na dinâmica econômica devido à aquisição de insumos, máquinas e implementos agrícolas.	antrópico	AT	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar, sempre que possível, compras de insumos, máquinas e implementos agrícolas na própria região do empreendimento.</li> </ul>	X			

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

No quadro 5 são destacados os impactos do preparo do solo em função do revolvimento e da exposição aos processos erosivos. Hernani et al. (1999) constataram que solos expostos sofrem com erosões, levando-os à perda de matéria orgânica e nutrientes, como Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, o Mg<sup>2+</sup> e o P. Tartari et al. (2012) e Santos et al. (2012) observaram que a utilização de cobertura vegetal reduz a taxa de desagregação do solo.

Morais Neto (2018) encontrou correlações positivas significativas ( $p < 0,01$ ) entre as áreas de solo exposto e as variáveis limnológicas nitrogênio total e fósforo total na água. Silva & Castro (2011) aborda o impacto da perda da qualidade do solo e da água e Passos (2015) reforça estes impactos da expansão da cana-de-açúcar em Goiás.

Quadro 5 - Aspectos e impactos ambientais no preparo do solo para a cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: preparo do solo										
ASPECTO AMBIENTAL: processos de revolvimento e exposição do solo										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Desestruturação do solo.	físico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar técnicas de conservação do solo que proporcionem maior infiltração da água no solo e reduzam a sua energia cinética;</li> <li>• Reduzir o período entre o preparo do solo e o plantio;</li> <li>• Instruir os operários para execução racional das tarefas.</li> </ul>	X			
2. Intensificação do uso de máquinas e implementos.	físico	AT	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver máquinas com menor capacidade poluidora e melhorar a qualidade dos combustíveis empregados, além de manutenção das máquinas em uso;</li> <li>• Desenvolver as atividades de preparo do solo no seu ponto de friabilidade, evitando a sua desestruturação;</li> <li>• Utilizar máquinas e implementos com menor ação compactadora.</li> </ul>	X	X	X	
3. Estreitamento da base genética vegetal, decorrente do desaparecimento da vegetação original.	Antrópico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adotar cultivos em faixas;</li> <li>• Manter as áreas de reserva vegetal estipuladas por lei.</li> </ul>	X			X
4. Redução do banco de propágulos pela interrupção do ciclo vital das espécies vegetais.	Antrópico	FU	I	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilizar um banco de germoplasma de coleções de espécies vegetais.</li> </ul>	X		X	
5. Redução da microbiota do solo, proporcionada pelas condições adversas criadas com o revolvimento do solo.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorizar pesquisas, objetivando cultivo mínimo e/ou plantio direto para a cultura.</li> </ul>	X	X	X	X

6. Redução espacial do habitat de vertebrados, devido à erradicação da vegetação original.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manter a vegetação natural de áreas ribeirinhas e de reservas legais;</li> <li>• Plantar espécies vegetais que ofereçam alimento, refúgio e abrigo aos vertebrados.</li> </ul>	X			X
7. Alteração nos habitats naturais dos insetos e exposição às intempéries e/ou animais.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudar o ciclo biológico dos espécimes comprometidos, correlacionando-o com a magnitude dos impactos;</li> <li>• Adotar técnicas que diminuam o revolvimento do solo (cultivo mínimo, por exemplo).</li> </ul>	X		X	
8. Diminuição da qualidade da água dos córregos nas proximidades do local de cultivo.	físico/ biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recompôr a vegetação ribeirinha, que serve como anteparo de partículas sólidas e filtro da água que chega aos córregos.</li> </ul>	X			
9. Extinção de espécies nativas.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar o solo conforme a sua aptidão agrícola;</li> <li>• Desestimular a expansão da monocultura da cana em locais próximos a centros urbanos.</li> </ul>	X			X

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Para reduzir esses efeitos propõe-se máquinas e combustíveis sustentáveis, bem como sua manutenção, técnicas de conservação do solo, preparo do solo no seu ponto de friabilidade e a redução do tempo deste até o plantio, instruir os operários, adotar cultivos em faixas e manter as áreas de reserva vegetal. Além destes, sugere-se viabilizar um banco de germoplasma de espécies vegetais, priorizar pesquisas, manter e recompôr a vegetação natural de áreas ribeirinhas e de reservas legais, plantar espécies vegetais que ofereçam alimento, refúgio e abrigo aos vertebrados, estudar o ciclo biológico das espécies locais.

Por ser uma atividade impactante, devem ser analisados os impactos da calagem e da adubação (Quadro 6). A queima de combustíveis fósseis na distribuição de calcário, contribui, segundo Drumm et al. (2014), para chuva ácida, efeito smog, efeito estufa e doenças respiratórias, alergias e outros ao ser humano. Como pontos positivos, encontram-se a elevação do Potencial Hidrogeniônico (pH) e a introdução de nutrientes no solo. A melhoria das condições químicas e o fornecimento de substratos ao solo favorecem a microbiota (DARTORA et al., 2013).

Quadro 6 - Aspectos e impactos ambientais da calagem e da adubação da cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: calagem e adubação										
ASPECTO AMBIENTAL: aplicação de calcário e fertilizantes										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Maior queima de combustíveis fósseis e falhas da distribuição de calcário.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelar pela manutenção das máquinas, evitando queima incompleta de combustíveis;</li> <li>Utilizar aplicador de calcário, sem necessidade de lançá-lo a longas distâncias;</li> <li>Adquirir o calcário em sacas, e não a granel, pois facilita o abastecimento e diminui sua dispersão pelo vento.</li> </ul>	X			
2. Compactação do solo causada pelo trânsito de maquinaria.	físico	AT	D	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar máquinas e implementos com menor ação compactadora.</li> </ul>		X	X	
3. Carreamento de nutrientes para as regiões mais baixas (depreciação da qualidade das águas).	físico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assegurar o cumprimento dos dispositivos constantes no Código de Águas;</li> <li>Utilizar os nutrientes minerais em formas que sejam menos lixiviáveis;</li> <li>Parcelar as adubações de manutenção da cana-de-açúcar, potencializando o seu aproveitamento pela cultura.</li> </ul>	X			X
4. Elevação do pH e introdução de nutrientes no solo.	físico	FU	I	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Executar pesquisas <i>in situ</i> para adequar a adubação às necessidades locais.</li> </ul>	X		X	
5. Aumento das condições químicas e fornecimento de substratos para o solo (favorece a microbiota do solo).	físico /biótico	FU	I	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associar técnicas de melhoria das condições físicas do solo, especialmente a aeração, à adubação.</li> </ul>	X			
6. Carreamento de fertilizantes e partículas de solo para o ambiente aquático (eutrofização).	físico /biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover a reconstrução e a manutenção da vegetação ciliar;</li> <li>Realizar estudos para a identificação das espécies mais comprometidas.</li> </ul>	X		X	

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Sugere-se zelar pela manutenção das máquinas; utilizar aplicador de calcário e adquirir em sacas; utilizar máquinas e implementos com menor ação compactadora; executar pesquisas *in situ* para adequar a adubação às necessidades locais. O plantio da cana-de-açúcar é outra atividade impactante (Quadro 7).

Quadro 7 - Aspectos e impactos ambientais do plantio de toletes de cana-de-açúcar.

ATIVIDADE IMPACTANTE: plantio da cana-de-açúcar										
ASPECTO AMBIENTAL: processo de plantio										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Maior trânsito de tratores e carretas na distribuição dos toletes de cana-de-açúcar nos sulcos de plantio.	físico	AT	I	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir talhões de modo a potencializar as operações de plantio, minimizando o trânsito de tratores e carretas.</li> </ul>	X			
2. Exposição e compactação do solo, devido ao trânsito de maquinaria.	físico	AT	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver técnicas de plantio que evitem a exposição do solo às intempéries (plantio direto);</li> <li>Diminuir o espaço de tempo entre o preparo do solo e o plantio da cana.</li> </ul>	X		X	
3. Carreamento de partículas de solo para o ambiente aquático.	físico/biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implantar faixas de vegetação para contenção de enxurrada nas proximidades das coleções d'água.</li> </ul>	X			
4. Alta demanda de mão-de-obra para a atividade de plantio.	antrópico	FU	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratar mão-de-obra feminina e juvenil, dado o requerimento de menor esforço físico para o plantio dos toletes.</li> </ul>	X			

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

O trânsito de tratores e carretas na distribuição dos toletes de cana-de-açúcar nos sulcos de plantio causa exposição e compactação do solo e carreamento de partículas para o ambiente aquático. Medidas ambientais são importantes como construir talhões, de modo a potencializar as operações de plantio; diminuir o tempo entre o preparo do solo e o plantio; faixas de vegetação para contenção de enxurrada nas proximidades das coleções d'água.

Uma das atividades impactantes é o controle químico de plantas daninhas (Quadro 8). Impactos negativos do trânsito de tratores e pulverizadores; eliminação da cobertura vegetal; acúmulo e efeitos residuais de herbicidas; carência de fontes de alimentos aos vertebrados; carreamento do princípio ativo dos herbicidas e contaminação da cadeia alimentar. Ao avaliarem o efeito residual de herbicidas no solo (*Carryover*), Mancuso et al. (2011) destacaram a importância do uso racional dos agrotóxicos, com o devido cuidado quanto ao tipo de solo e ao clima nos quais serão utilizados. Américo et al. (2015) afirmam que esses produtos são necessários para atender às demandas por alimentos, porém se manejados inadequadamente podem atingir o ambiente, provocando impactos nos ecossistemas aquáticos.

Quadro 8 - Aspectos e impactos ambientais do controle de plantas daninhas na cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: controle químico de plantas daninhas										
ASPECTO AMBIENTAL: manejo de plantas daninhas com uso de agrotóxicos										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Maior trânsito e funcionamento de tratores e pulverizadores.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar a pulverização em momentos de alta umidade relativa e pouco vento;</li> <li>Utilizar bicos apropriados e fazer boa regulagem do equipamento.</li> </ul>	X			
2. Eliminação parcial da cobertura vegetal do terreno.	Físico/biótico	AT	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar o controle químico das plantas daninhas somente nas linhas de plantio;</li> <li>Efetuar tardiamente, sempre que possível, o controle químico das plantas daninhas, de modo que se forme uma cobertura morta no terreno.</li> </ul>	X			
3. Acúmulo de herbicidas.	físico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar técnicas de aplicação que resultem em menor deriva dos produtos;</li> <li>Priorizar o controle manual e/ou mecânico das plantas daninhas.</li> </ul>	X			
4. Efeitos residuais dos herbicidas.	físico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver máquinas que possibilitem a realização dessa operação concomitantemente a outras;</li> <li>Empregar herbicidas rapidamente degradáveis.</li> </ul>		X	X	
								X	X	

Continua na próxima página

5. Interrupção do ciclo vital das plantas daninhas.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executar pesquisas visando estudar a ocorrência de espécies vegetais raras e, desse modo, viabilizar ou não a formação de um banco de germoplasma com essas espécies nas regiões de cultivo.</li> </ul>			X	
6. Carência de fontes de alimentos para vertebrados.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manter ilhas de vegetação e vegetação ciliar nas áreas de cultivo.</li> </ul>	X			
7. Carreamento do princípio ativo dos herbicidas.	Físico/biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar produtos com pouca ou nenhuma persistência na natureza;</li> <li>• Utilizar técnicas que evitem ou diminuam a deriva durante a aplicação;</li> <li>• Fazer o descarte das embalagens em locais previamente preparados para esse fim;</li> <li>• Lavar os equipamentos em áreas que não apresentam riscos de contaminação ambiental;</li> <li>• Evitar a contaminação dos mananciais hídricos durante o abastecimento dos pulverizadores.</li> </ul>	X	X	X	X
8. Possível contaminação da cadeia alimentar.	Antrópico/biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empregar mão-de-obra qualificada para o controle químico de plantas daninhas;</li> <li>• Adotar o uso de equipamentos de proteção durante a manipulação de agrotóxicos.</li> </ul>	X	X		

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Recomenda-se medidas ambientais, tais como: pulverização em momentos de alta umidade relativa e pouco vento; bicos apropriados e boa regulagem do equipamento; e, o controle químico das plantas daninhas nas linhas de plantio e tardiamente. Além destes, recomenda-se: técnicas que resultem em menor deriva dos herbicidas rapidamente degradáveis; controle manual e/ou mecânico; máquinas multifunções; pesquisas; descarte adequado das embalagens; mão-de-obra qualificada e uso de equipamento de proteção individual.

Outra atividade necessária para o cultivo da cana-de-açúcar é a adubação nitrogenada de cobertura (Quadro 9). Os impactos negativos são a queima de combustíveis fósseis; compactação do solo, erosão, lixiviação de nitrato e eutrofização dos corpos hídricos. Como impacto positivo, o aumento da atividade microbiana.

Quadro 9 - Aspectos, impactos ambientais das atividades de adubação nitrogenada de cobertura na cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: adubação nitrogenada de cobertura										
ASPECTO AMBIENTAL: processo de distribuição de adubação nitrogenada de cobertura										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Queima de combustíveis fósseis na distribuição do adubo nitrogenado.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver máquinas e implementos que exijam menor potência e maior rendimento operacional, possibilitando, assim, utilizar tratores mais leves.</li> </ul>		X	X	
2. Susceptibilidade à erosão devido à compactação do solo.	físico	AT	D	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudar a viabilidade econômica de aplicação aérea de fertilizantes nitrogenados em cobertura.</li> </ul>	X			
3. Lixiviação de nitrato e erosão.	físico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar fontes de nitrogênio com menor movimentação no perfil do solo (fontes amoniacais);</li> <li>Parcelar as adubações para aumentar a eficiência do adubo nitrogenado, minimizando as perdas.</li> </ul>	X			
4. Aumento da atividade microbiana e maior disponibilidade de nitrogênio.	físico	FU	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Executar pesquisas locais, a fim de potencializar a utilização do fertilizante nitrogenado;</li> <li>Associar a adubação nitrogenada com a adição de resíduos orgânicos facilmente mineralizáveis (relação C/N baixa).</li> </ul>	X		X	
5. Acúmulo de nutrientes nitrogenados.	físico-biótico	FU	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pesquisar o emprego de formas de adubos nitrogenados que permitam a liberação lenta e gradual do nutriente; por exemplo, o uso da urea supergranules.</li> </ul>	X		X	

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Valicheski *et al.* (2012) verificaram que os níveis de tráfego alteram a densidade do solo, a porosidade total e a resistência à penetração na camada de 0-0,10 m. Vidal e Capelo Neto (2014) constataram, no período de janeiro a maio de 2011, que foram acumulados cerca de 28,06

t de fósforo e 121,42 t de nitrogênio, caracterizando o reservatório como eutrófico. Tratores mais leves; aplicação aérea de fertilizantes nitrogenados em cobertura; fontes amoniacais de nitrogênio; parcelar as adubações; adubação nitrogenada com resíduos orgânicos (relação C/N baixa) são opções para mitigar impactos negativos. No quadro 10, estão listados os impactos ambientais positivos das atividades de controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*).

Quadro 10 - Aspectos e impactos ambientais do controle biológico da broca da cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: controle biológico da broca da cana-de-açúcar ( <i>Diatraea saccharalis</i> )										
ASPECTO AMBIENTAL: processo de controle biológico										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Redução de controle químico da broca da cana-de-açúcar.	biótico	AT	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar programa de combate à broca da cana-de-açúcar em nível nacional, com o uso do predador <i>Apanteles flavides</i>.</li> </ul>			X	X
2. Aumento da produtividade da cana, em função do controle da <i>Diatraea saccharalis</i> .	antrópico	FU	I	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimular o controle biológico da broca da cana-de-açúcar em locais onde esse controle ainda não é feito.</li> </ul>				X

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Segundo Dinardo-Miranda *et al.* (2013), a broca da cana é o principal problema fitossanitário nos canaviais do Brasil, sendo que o principal método de controle desse problema é o biológico. Diante disso, recomenda-se medidas ambientais: programa de combate à broca da cana-de-açúcar em nível nacional e estimular o controle biológico. E ainda, durante o manejo do cultivo da cana-de-açúcar é possível surgir impactos negativos muitos dos quais, semelhantes aos descritos anteriormente (Quadro 11).

Quadro 11 - Aspectos e impactos ambientais do cultivo mecânico da cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: cultivo mecânico da cana-de-açúcar										
ASPECTO AMBIENTAL: processo de manejo no cultivo da cana										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	S G
1. Queima de combustíveis nas máquinas e aumento de partículas sólidas em suspensão, decorrente do cultivo das entrelinhas.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver máquinas com menor capacidade poluidora e melhorar a qualidade dos combustíveis empregados;</li> <li>Regular as máquinas, de modo a diminuir sua capacidade poluidora.</li> </ul>		X	X	
2. Exposição do solo aos processos erosivos.	físico	AT	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar técnicas de conservação do solo que proporcionem maior infiltração de água e reduzam a sua energia cinética.</li> </ul>	X			
3. Maior uso do trator e cultivador.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver as atividades de preparo do solo no seu ponto de friabilidade, evitando a desestruturação do solo;</li> <li>Utilizar máquinas e implementos com menor ação compactadora.</li> </ul>	X			
4. Redução da população vegetal das entrelinhas da cultura.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzir o período de tempo entre o preparo de solo e o plantio;</li> <li>Instruir os operários para execução racional das tarefas mecanizadas.</li> </ul>	X			
5. Interrupção do ciclo vital das espécies vegetais.	biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viabilizar um banco de germoplasma de coleções de espécies vegetais.</li> </ul>	X		X	
6. Revolvimento do solo.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorizar pesquisas, objetivando cultivo mínimo e/ou plantio direto para a cultura.</li> </ul>	X	X	X	X
7. Degradação dos córregos adjacentes ao local do cultivo.	físico/ biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recompor a vegetação ribeirinha, que serve como anteparo de partículas sólidas e filtro da água que chega aos córregos.</li> </ul>	X			

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

No quadro 12, os impactos positivos relacionados com a atividade de contratação de mão-de-obra sazonal, a saber: expansão da atividade agrícola; necessidade de contingente de mão-de-obra na etapa de colheita; remuneração e distribuição da riqueza entre o campo e a cidade; e força de trabalho de pequenos agricultores. Vieira (2018, p. 2) salienta que esses trabalhadores atuam em ambientes precários com “formas de organização do trabalho atípicas ou informais, períodos de desemprego incertos, salários indefinidos, falta de proteção social e econômica e exposição a múltiplos fatores de risco”. E ainda, são necessários programas de exploração de culturas intercalares ou em sucessão para aproveitar a mão-de-obra ociosa durante a entressafra; turnos de trabalho; opções de lazer e de compras na região; empregar pequenos agricultores das proximidades da cultura.

Quadro 12 - Aspecto e impactos ambientais na atividade de contratação de mão-de-obra sazonal para a cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: contratação de mão-de-obra sazonal										
ASPECTO AMBIENTAL: processo de utilização de mão-de-obra										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Expansão da atividade agrícola.	antrópico	FU	I	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Executar programas de exploração de culturas intercalares ou em sucessão, para aproveitar a mão-de-obra ociosa durante a entressafra da cana.</li> </ul>	X			
2. Necessidade de contingente de mão-de-obra na etapa de colheita.	antrópico	FU	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabelecer turnos de trabalho, aumentando a oferta de empregos.</li> </ul>	X			
3. Remuneração e distribuição da riqueza entre o campo e a cidade.	antrópico	FU	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivar a criação de opções de lazer e de compras na região, permitindo a não evasão de recursos para outros centros.</li> </ul>		X		
4. Maior força de trabalho de pequenos agricultores.	antrópico	AT	D	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar preferência de emprego aos pequenos agricultores das proximidades da cultura da cana-de-açúcar.</li> </ul>	X			

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

O preparo para a colheita da cana-de-açúcar por meio da queima traz inúmeros impactos negativos (Quadro 13). Além de partículas capazes de afetar a saúde humana, as queimadas de

cana-de-açúcar contribuem para o aquecimento global (RONQUIM, 2010), mas também para a chuva ácida e a inversão térmica. Abreu et al. (2011, p. 59) destacam que as queimadas, além de causar prejuízos aos trabalhadores, “têm sido responsáveis por alterações no meio ambiente e complicações na saúde das pessoas que moram próximas ao local onde elas ocorrem”.

Quadro 13 - Aspectos e impactos ambientais na atividade de queima do canavial

ATIVIDADE IMPACTANTE: queima do canavial										
ASPECTO AMBIENTAL: processo tradicional de preparo com uso do fogo para colheita da cana										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Maior combustão de material orgânico.	Físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar o plantio da cana de ano, cuja colheita coincide com o início da estação chuvosa (agosto-outubro), porquanto a chuva aumenta a possibilidade de sedimentação dos poluentes em suspensão.</li> </ul>	X			
2. Carreamento de sólidos pela erosão.	Físico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir o crescimento de plantas daninhas logo após a queima, fazendo um controle tardio, que promoverá uma boa cobertura vegetal da área.</li> </ul>	X			
3. Arrastamento de cinzas para os mananciais hídricos.	físico/biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fazer a incorporação parcial das cinzas após a colheita; se possível, durante as adubações de manutenção.</li> </ul>	X			
4. Maior exposição do solo aos processos erosivos e à perda de nutrientes voláteis por ocasião da queima.	Físico	AT	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver pesquisas visando substituir o uso do fogo;</li> <li>Promover colheita mecânica.</li> </ul>	X	X		X
5. Combustão da palha da cana que seria decomposta e incorporada ao solo.	Físico	FU	I	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivar o uso de adubação orgânica nos canaviais.</li> </ul>				X
6. Maior germinação das sementes, devido à incidência direta de luz sobre as sementes.	Físico	FU	I	N	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir o desenvolvimento para recobrir o terreno após a extração da cana da área.</li> </ul>	X			

Continua na próxima página

7. Eliminação de habitats e morte por fogo.	Biótico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringir o uso do fogo, escalonando áreas a serem queimadas, de forma a permitir que as espécies possam migrar de uma área para outra;</li> <li>• Percorrer a área antes da queimada para resgatar espécies de vertebrados que possam ser eliminadas pelo fogo.</li> </ul>	X			
8. Acúmulo de particulados.	físico	FU	D	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar aceiros adequados isolando a área a ser queimada, de maneira a evitar a queima de vegetação ciliar.</li> </ul>	X			
9. Exposição dos efeitos da queima.	Antrópico	FU	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colher rapidamente a cana queimada para acelerar o processo de revegetação;</li> <li>• Estudar formas de minimizar o uso do fogo.</li> </ul>	X		X	
10. Rapidez do alastramento das chamas (elemento perigoso).	Antrópico	AT	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer treinamento aos operários que executarão a queima do canavial;</li> <li>• Desenvolver técnicas que possibilitem o uso racional do fogo.</li> </ul>	X			X

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Desse modo, é imprescindível evitar a ocorrência de incêndios nos canaviais (MARQUES et al., 2009; CARVALHO et al., 2013 a, b), pois os efeitos da expansão dessa cultura no Norte de Goiás indicam impactos na produção de alimentos e na biodiversidade (TRINDADE et al., 2018). Para minimizar os efeitos dessa atividade, é importante realizar o plantio da cana de ano, cuja colheita coincide com o início da estação chuvosa (agosto-outubro, além de todas as técnicas de manejo adequadas, ressalta-se o emprego da colheita mecanizada como alternativa.

No quadro 14, abaixo, encontra-se os impactos ambientais causados pela coleta manual da cana-de-açúcar, a saber: retirada do produto agrícola da área; corte da cana cultivada; e sujeição dos operários rurais a condições inóspitas da atividade de colheita da cana queimada.

Quadro 14 - Aspectos e impactos ambientais na colheita manual da cana-de-açúcar

ATIVIDADE IMPACTANTE: colheita manual da cana-de-açúcar queimada										
ASPECTO AMBIENTAL: processo tradicional de colheita da cana-de-açúcar										
IMPACTO AMBIENTAL	FATOR DO AMBIENTE	TEMPORALIDADE	INFLUÊNCIA	SITUAÇÃO	TIPO	MEDIDA AMBIENTAL	EXECUTOR RESPONSÁVEL			
							AA	SE	OP	SG
1. Retirada do produto agrícola da área.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repor os nutrientes via adubação mineral e/ou orgânica;</li> <li>• Retornar à lavoura, de forma racional, subprodutos, como bagaço e vinhaça.</li> </ul>	X			
2. Corte da cana cultivada.	físico	AT	D	N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acelerar, após a colheita, a revegetação pelo canavial mediante o uso de irrigação;</li> <li>• Promover a recuperação ambiental por meio de introdução de espécies vegetais para recobrir o terreno desnudo após a colheita, através de consórcio.</li> </ul>	X			
3. Sujeição dos operários rurais a condições inóspitas da atividade de colheita da cana queimada.	Antropico	AT	I	E	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecer roupas apropriadas aos operários rurais para melhorar as condições de trabalho durante a colheita;</li> <li>• Manter unidades de apoio para solucionar eventuais problemas de saúde;</li> <li>• Promover a colheita mecânica.</li> </ul>	X			
							X			
								X		
									X	

Obs.: A: adversa; B: benéfica; AT: atual; PA: passado; FU: futuro; D: direta; I: indireta; N: normal; AN: anormal; E: emergencial; (+): positivo; (-): negativo; AA: agroindústria; SE: setor empresarial; OP: órgãos de pesquisa; SG: setor governamental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Leite *et al.* (2018, p. 11) verificaram que, quando o corte é manual, “principalmente da cana queimada, expõe os trabalhadores a diversos riscos, responsáveis por agravos à saúde – respiratórios, renais, cardiovasculares, osteomusculares, oculares e dermatológicos”. A aceleração da mecanização do plantio e, especialmente, do corte de cana-de-açúcar sem a queima reduziu a importância do trabalho manual agrícola. A mecanização da lavoura foi estimulada por razões de ordem ambiental, mercadológica, de capacidade de investimento, trabalhista e de melhoria nas condições de trabalho (BACCARIN, 2019). Por outro lado, é possível

que, posteriormente, a mecanização da colheita promova impactos sociais mais positivos (RIBEIRO et al., 2018).

#### 4 Considerações finais

Na mesorregião Norte de Goiás, destacam-se os impactos ambientais relacionados à queima da cultura, aos desmatamentos para a expansão da cana-de-açúcar, principalmente em áreas de Cerrado, e ao uso de insumos e resíduos líquidos, que provocam a contaminação do solo e da água.

A expansão da cana-de-açúcar nessa região tem intensificado a substituição de culturas voltadas para a alimentação, provocando a migração de trabalhadores a atividade canavieira, resultando na marginalização de agricultores familiares. Embora a lavoura canavieira na região Norte aumentou a oferta de vagas de emprego, com elevação da renda dos trabalhadores dessa região, às condições de trabalho e à saúde, esse setor ainda tem apresentado avanços pouco significativos.

De maneira geral, é possível afirmar que os impactos socioeconômicos e ambientais provocados pelas lavouras de cana-de-açúcar na mesorregião Norte de Goiás podem ser considerados de média a alta relevância, pelo fato de a agroindústria localizada nessa região ainda apresentar baixos investimentos para a minimização desses impactos.

#### Referências

ABREU, D. *et al.* A produção da cana-de-açúcar no Brasil e a saúde do trabalhador rural. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 9, n. 2, p. 49-61, 2011.

ALVES, G. L. F. **Expansão canavieira e seus efeitos na violência em Goianésia**. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012. 115 p.

AMÉRICO, J. H. P. *et al.* O uso de agrotóxicos e os impactos nos ecossistemas aquáticos. **Revista Científica “ANAP Brasil”**, v. 8, n. 13, p. 101-115, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14001:2015. Sistemas de Gestão Ambiental: requisitos com orientações para uso**. 2015.

BACCARIN, J. G. Efeitos ambientais, sociais e econômicos de mudanças tecnológicas recentes na cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Pegada**, v. 20, n.3., p.141-173, 2019.

BARRETO, L. V. *et al.* Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2165-2179, 2013.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Brasília: CONAMA, 1986.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 306, de 5 de julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais.** Brasília: CONAMA, 2002.

CARVALHO, J. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M. P. Produtividade de cana soca sem queima em função do uso de gesso e vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 1-9, jan./mar. 2013a.

CARVALHO, L. C.; BUENO, R. C. O. F.; CARVALHO, M. M.; FAVORETO, A. L.; GODOY, A. F. Cana-de-açúcar e álcool combustível: histórico, sustentabilidade e segurança energética. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16; p.530-543, 2013b.

CASTRO, S. S. et al. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 171-191, jan./jun. 2010.

CORREA, V. H. C. **O desenvolvimento e a expansão recente da produção agropecuária no Centro-Oeste Publicação.** Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2013. 255p.

DARTORA, J. et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. **Bragantia**, v. 72, n. 1, p. 29-34, mar. 2013.

DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 66-78, abr. 2014.

HECK, C. R. A expansão produtiva agropecuária no estado do mato grosso e seus impactos fundiários e ambientais a partir dos anos 2000. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 25, n.2, p.62-84, jul./dez. 2021.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 1, p. 145-154, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal.** Rio de Janeiro, IBGE, 2019.

LEITE, M. R. et al. O trabalho no corte de cana-de-açúcar, riscos e efeitos na saúde: revisão da literatura. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 80, p. 1-16, 2018.

MACIEL, M. R. A. et al. Caracterização sócio-econômica do trabalhador temporário da indústria canavieira em Lagoa da Prata, Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, ano 23, n. 2, p. 335-343, maio/ago. 2011.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“*Carryover*”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151-164, 2011.

MARQUES, T. A.; SASSO, C. G.; SATO, A. M.; SOUZA, G. M. Queima do canavial: aspectos sobre a biomassa vegetal, fertilidade do solo e emissão de CO<sub>2</sub> para atmosfera. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 83-89, jan./Feb. 2009

MORAIS NETO, J. V. **Áreas de solo exposto intensificam o processo de eutrofização no semiárido brasileiro.** 2018. 29 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2018.

- PASSOS, H. S. **Impactos da expansão da cana-de-açúcar**: percepção e prática científica. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Goiás – UFG, p.207, 2015.
- REZENDE, L. M.; MAGALHÃES, P. A. N. R. **Impactos sociais e ambientais da indústria sucroalcooleira no estado de Goiás**. Rio Verde: UniRV, 2012.
- RIBEIRO, H. Sugar cane burning in Brazil: respiratory health effects. **Revista de Saúde Pública**, v. 2, n. 42, p. 370-376, fev. 2008.
- RIBEIRO, A. R. B. et al. Gestão da sustentabilidade no cultivo da cana-de-açúcar: um estudo de caso no nordeste do Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 3, p. 843-861, jul./set. 2018.
- RIBEIRO, N. V.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C. Expansão sucroalcooleira no estado de Goiás: uma análise exploratória a partir de dados sócio-econômicos e cartográficos. **Geografia**, Rio Claro, v. 35, p. 331-344, 2010.
- RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita de cana-de-açúcar**: impactos ambientais, sociais e econômicos. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, Documentos, 77, 2010, 45 p.
- SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceito e métodos. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.
- SANTOS, J. Y. G.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M. Perdas de água e solo utilizando chuva simulada em diferentes coberturas superficiais e condições de umidade no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17 n. 4, p. 217-228, out./dez. 2012.
- SECRETARIA ESPECIAL DE AGRICULTURA FAMILIAR E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – SEAD. **Índices**. 2019. Disponível em: <http://nead.mda.gov.br/>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- SILVA, A. A.; CASTRO, S. S. Dinâmica de uso da terra e expansão da cana-de-açúcar entre os anos de 2004 e 2010, na microrregião de Quirinópolis, Goiás. In: PIETRAFESA, J. P.; SILVA, S. D. de (Org.). **Transformações no Cerrado**: progresso, consumo e natureza. Goiânia: Ed. PUC Goiás, 2011. p. 155-170.
- SILVA, A. L. M. Direito do meio ambiente e dos recursos naturais. **Revista dos Tribunais**, São Paulo, v. 1, 2004
- SILVA, F. C.; SHIBAO, F. Y.; SANTOS, M. R. Identificação e classificação de aspectos e potenciais impactos ambientais em uma indústria do segmento de plásticos. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços**, v. 6, n. 1, p. 1084-1099, 2015.
- TARTARI, D. T. *et al.* Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 85-93, 2012.
- TRINDADE, S. P.; FARIA, K.; CASTRO, S. S. Análise da expansão canavieira e as mudanças de uso do solo no Sudoeste Goiano de 1985 a 2016. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 38, n. 3, p. 569-590, 2018.
- VALICHESKI, R. R. *et al.* Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 969-977, set. 2012.
- VIDAL, T. F.; CAPELO NETO, J. Dinâmica de nitrogênio e fósforo em reservatório na região semiárida utilizando balanço de massa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 402-407, 2014.
- VIEIRA, B. A. M. **Precariedade na agricultura**: a realidade dos trabalhadores agrícolas sazonais. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) Universidade do Porto, Portugal, 2018.

XARA-BRASIL, D. *et al.* A compra de produtos locais: mercados municipais versus moderna distribuição. In: V International Forum on Management (IFM). **Anais...** Setúbal: CICE/IPS, 2021.