

Avaliando problemáticas ambientais vinculadas ao Setor Sucroenergético a partir da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG)

Evaluating environmental issues related to the Sucroenergetic Sector in the Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba Mesoregion (MG)

João Henrique Santana Stacciarini

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

joaostacciarini@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3517-9410>

RESUMO

Este estudo examinou as principais questões ambientais relacionadas ao setor sucroenergético na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG), responsável por 70% da produção canavieira de Minas Gerais e que experimentou um aumento de 929,7% na área cultivada em pouco mais de duas décadas. O foco da análise foi o uso intensivo de recursos hídricos, a geração de grandes quantidades de resíduos e a disposição inadequada destes. Os procedimentos metodológicos incluíram ampla coleta e análise de dados, realização de trabalhos de campo e consulta de referências interdisciplinares. Como principais achados, estimou-se serem necessários 47,55 bilhões de litros de água para processamento industrial das 57,99 milhões de toneladas de cana-de-açúcar colhidas na mesorregião – montante superior a todo o volume hídrico consumido pela população (724 mil habitantes) residente nos municípios em que estas centrais sucroenergéticas estão instaladas. Em Pirajuba, a central sucroenergética consumiu 9,5 vezes mais água que a população municipal. Descobriu-se também que cinco dos dezessete municípios que mais cultivam cana-de-açúcar irrigada no centro-sul do país estão na mesorregião. E ainda que o processamento sucroenergético promove elevada (co)geração e descarte de vinhaça, subproduto com alto potencial poluente e concebido em uma razão de 10 a 13 vezes para cada litro de etanol. Trabalhos de campo revelaram que o acúmulo inadequado desse rejeito está diretamente relacionado à proliferação de pragas, como a mosca-dos-estábulos.

Palavras-chave: Setor Sucroenergético; Problemáticas Ambientais; Consumo de Água; Geração de Vinhaça; Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).

ABSTRACT

This study examined the main environmental issues related to the sugar-energy sector in the Mesoregion Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG), responsible for 70% of sugarcane production in Minas Gerais and which experienced a 929.7% increase in cultivated area in just over two decades. The focus of the analysis was the intensive use of water resources, the generation of large amounts of tailings and its inadequate disposal. The methodological procedures included extensive data collection and analysis, fieldworks and consulting interdisciplinary references. As main findings it was estimated that 47.55 billion liters of water were needed for industrial processing of the 57.99 million tons of sugarcane harvested in the mesoregion - amount greater than the entire water volume consumed by the population (724 thousand inhabitants) residing in the municipalities where these sugar-energy plants are installed. In Pirajuba, the sugar-energy plant consumed 9.5 times more water than the municipal population. Also, it was discovered that five of the seventeen municipalities that most cultivate irrigated sugarcane in the center-south of the country are in the mesoregion. Furthermore, that sugar-energetic processing promotes a high (co)generation and disposal of vinasse, a by-product with a high polluting potential and conceived in a ratio of 10 to 13 times for each liter of ethanol. Field work revealed that the inadequate accumulation of this waste is directly related to the proliferation of pests, such as the stable fly.

Keywords: Sucroenergetic Sector; Environmental problems; Water consumption; Vinasse generation; Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).

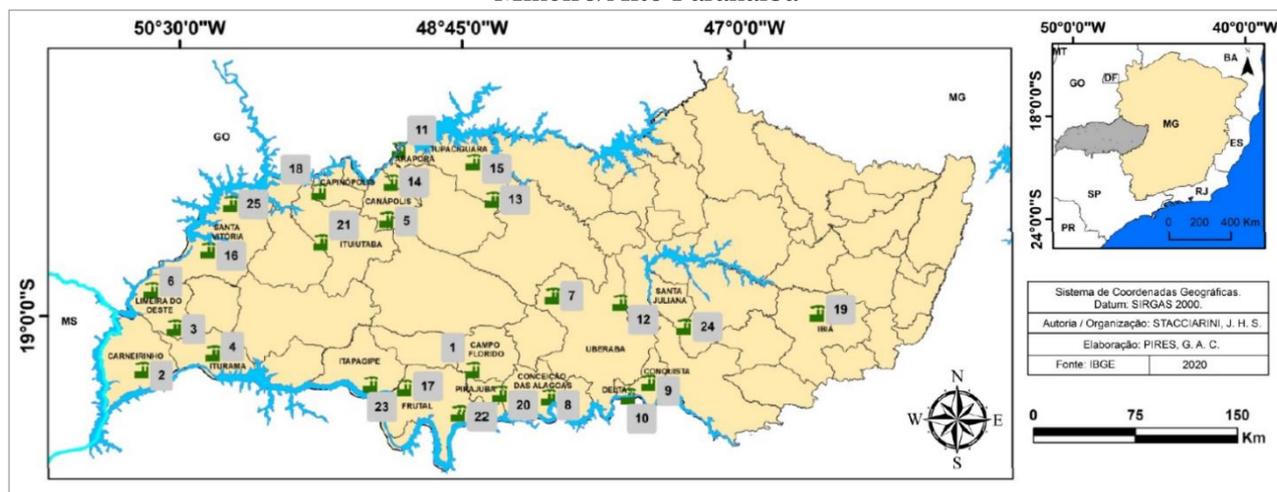
1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é líder mundial na produção canavieira. Informações divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – por meio do Portal de Produção Agrícola Municipal (PAM) – apontam que durante o ano de 2020 foram cultivados aproximadamente 10 milhões de hectares e colhidos 777 milhões de toneladas de cana-de-açúcar no país (PAM, 2022). Deste montante, resultou-se 29,6 milhões de toneladas de açúcar e 32,5 bilhões de litros de etanol, além ainda da geração de 22,6 mil gigawatt-hora (GWh) de eletricidade, que abasteceram cerca de 7% do sistema elétrico nacional outorgado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (UNICA, 2022).

Grande parte desta produção encontra-se concentrada em uma área limitada do país. O estado de São Paulo é o maior produtor, responsável por cerca de 55% do cultivo, enquanto Minas Gerais (10%), Goiás (9,3%), Mato Grosso do Sul (6,6%) e Paraná (5,7%) completam a lista dos principais produtores. Juntos, esses estados são responsáveis por cerca de 87% de toda a produção de cana-de-açúcar no Brasil (PAM, 2022). Essa região é conhecida como "Polígono do Agrohidroegócio" (THOMAZ JUNIOR, 2010) e oferece condições altamente favoráveis ao desenvolvimento da agricultura científica globalizada (ELIAS, 2013), como terras planas e férteis, logística de transporte favorável e amplo acesso à água.

É então neste panorama "físico-político-produtivo" que, sobretudo após os anos 1970, o cultivo de cana se expande do oeste paulista – mas também, em alguns casos, vindo diretamente do nordeste brasileiro (CLEPS JUNIOR, 2009) – rumo à mesorregião contemplada pela presente investigação. Com o aumento dos objetos técnicos (PEREIRA, 2011), incentivos governamentais (STACCIARINI, 2021) e a crescente demanda por matéria-prima, a Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba consolida-se como território "fértil" para (re)produção dos capitais de diversos grupos econômicos que nela se instalam (STACCIARINI, 2019). Atualmente, a mesorregião abriga 25 das 35 unidades de processamento (**Figura 1**) de cana-de-açúcar presentes em Minas Gerais (SIAMIG, 2022), sendo responsável por mais de 70% da produção canavieira do estado (PAM, 2022).

Figura 1: Localização das usinas sucroenergéticas instaladas na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

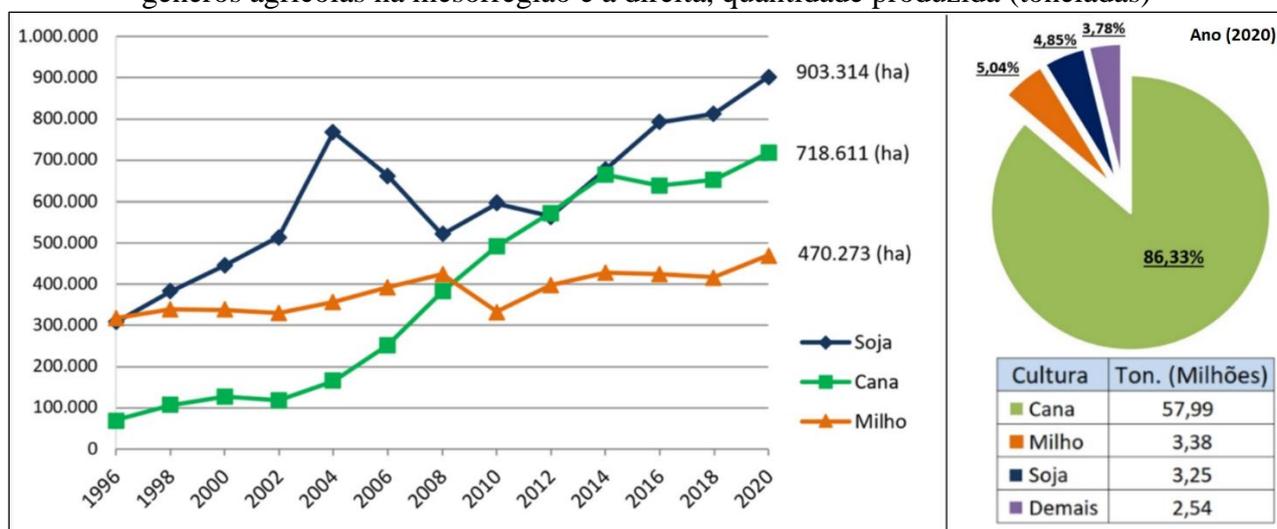


Fonte: SIRGAS (2000). Elaborado pelo autor.

Resultado e resultante da ampliação do número de usinas, assim como do conjunto de reestruturações territoriais em escala regional, o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba vê a produção de cana crescer de 929,7% no intervalo de pouco mais de duas décadas (**Figura 2**), saltando de 69,7 mil hectares em 1996, para atingir 718,6 mil em 2020. Embora ainda ocupe a "segunda posição" (**Figura**

2) em área plantada – perdendo para a soja – o cultivo de cana é o que mais produz volume (biomassa), sendo responsável por 86,33% das 67,16 milhões de toneladas provenientes do somatório das culturas temporárias colhidas na mesorregião durante o ano de 2020.

Figura 2: A esquerda, expansão da área ocupada (hectares) com o cultivo dos três principais gêneros agrícolas na mesorregião e a direita, quantidade produzida (toneladas)



Fonte: (PAM, 2022). Coleta, organização e elaboração do autor.

Note que a quantidade de cana-de-açúcar colhida na mesorregião é bastante discrepante em relação às demais culturas, representando 86,3% do volume total em toneladas. Essa diferença se deve à composição natural da cultura, que possui uma biomassa muito superior aos demais gêneros agrícolas cultivados na região, como grãos de soja e milho. No entanto, para crescer e gerar tanta biomassa, o processo de cultivo de cana-de-açúcar é demandante de altos fluxos hidro-energéticos e, por consequência, acompanhado de significativos desencadeamentos ambientais.

Assim, para além das problemáticas socioeconômicas diretamente relacionadas às atividades sucroenergéticas, como a especialização regional produtiva (SANTOS, 2022), a vulnerabilidade territorial (PEREIRA, 2022), a concentração de renda e a manutenção das condições de pobreza (STACCIARINI, 2019), a territorialização do capital estrangeiro (CAMPOS; CLEPS JUNIOR, 2020), a mudança do uso e ocupação do solo (TEIXEIRA; CASTANHO, 2021) e os conflitos com a agricultura camponesa (MENDES; CHELOTTI, 2020), já bem exploradas por diversos autores e investigações científicas, torna-se indispensável à avaliação das problemáticas ambientais. As quais se interrelacionam e afetam, de maneira intensa, a Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Sendo este o principal objetivo desta pesquisa.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Buscando analisar as problemáticas ambientais do Setor Sucroenergético na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG), esta pesquisa realizou ampla coleta e análise de dados, trabalhos de campo e intenso diálogo com referências especializadas. Na perspectiva teórica, Thomaz Junior (2010), Freitas e Cleps Junior (2012) e a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) contribuíram para refletir sobre o elevado consumo de recursos hídricos pelo setor e sua importância estratégica. Em relação à volumosa cogeração de rejeitos e alta toxicidade da vinhaça, foram utilizadas as contribuições de Silva *et al.* (2007), Christofoletti *et al.* (2013) e Lopes *et al.* (2016). Já para analisar os desencadeamentos do descarte irregular desses rejeitos, foram utilizadas as referências de Riet-Correa *et al.* (2001), Bittencourt (2012) e Embrapa (2020).

Para dimensionar (**Figura 2**) a quantidade de produção de cana-de-açúcar na mesorregião, tanto em hectares (718 mil) quanto em toneladas (57,99 milhões ton.), foi consultado o "Portal de Produção Agrícola Municipal" (PAM, 2022), disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Já o índice médio de consumo de água nas plantas industriais do setor sucroenergético, que é de 0,82 m³ por tonelada de cana-de-açúcar processada, foi obtido no website da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2022). Com essas informações, foi possível estimar o volume total de recursos hídricos (47,55 bilhões de litros) necessário ao pleno funcionamento das centrais sucroenergéticas (**Quadro 1**).

Seguiu-se então para a análise comparativa (**Quadro 1**) entre este montante e o volume consumido pelas populações destes municípios, caminho possível mediante cruzamento dos dados provenientes do levantamento demográfico, recolhido no banco de dados do IBGE (2022) e da estimativa de consumo médio de água no Brasil, fornecido pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022).

A análise individual da "Capacidade de Moagem" de cada indústria, coletada do banco de dados da Nova Cana (2022), permitiu a criação de uma relação entre o "Consumo da Usina" e o "Consumo da População" em nível municipal (**Quadro 1**). Enquanto isso, a consulta às informações disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) permitiu identificar quais municípios da mesorregião (**Tabela 1**) cultivam a maior quantidade de cana-de-açúcar irrigada em relação à região centro-sul do país.

Para ilustrar a dependência das usinas de água, realizou-se um mapeamento das localizações de todas as unidades sucroenergéticas instaladas na mesorregião em análise, utilizando o software de informações geográficas *ArcGIS* (**Figura 1**). O fenômeno também foi apresentado por meio de uma fotografia aérea (**Figura 3**) da Usina Delta Sucroenergia (Matriz), obtida no software "Google Earth" e editada no *software* de desenho vetorial *CorelDRAW*.

Os trabalhos de campo realizados em vários municípios da mesorregião permitiram registrar a forte presença de fertirrigação (**Figura 4**) como estratégia para lidar com a grande quantidade de subproduto gerado no processamento industrial da cana-de-açúcar. Além disso, foi possível documentar vazamentos e acúmulos de poças de vinhaça (**Figura 5**), que estão diretamente vinculados à proliferação de pragas, como a mosca-dos-estábulo.

Com base nos cenários observados em campo e no levantamento de dados e informações, buscou-se dimensionar o impacto da utilização e do acúmulo do rejeito em diversos pontos. Para isso, além das referências já apresentadas no início deste tópico, foram consultados registros de prefeituras municipais, reportagens históricas e relatórios do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), os quais permitiram o mapeamento e ilustração (**Figura 6**) das notificações e consequências destes casos em escala regional de análise – Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.

3. UM SETOR COM DEMANDA “VORAZ” POR RECURSOS HÍDRICOS: CONSUMO SUCROENERGÉTICO X CONSUMO POPULACIONAL

Antonio Thomaz Junior indica que a produção de *commodities* agrícolas no Brasil tem sido permeada por disputas em torno da água. É mediante esta centralidade do recurso hídrico, imprescindível à produção e processamento agroindustrial, que o pesquisador cunhou o termo “Polígono do Agrohídronegócio” (THOMAZ JUNIOR, 2010) – uma demarcação territorial que contempla diferentes formas de expressão do agronegócio, como a cana-de-açúcar, soja, milho e eucalipto.

Esta regionalização – que, a grosso modo, abarca o Oeste de São Paulo, Leste do Mato Grosso do Sul, Noroeste do Paraná, Triângulo Mineiro e Sul-Sudoeste de Goiás – é marcada por ampla disponibilidade hídrica proveniente da Bacia do Paraná e seus volumosos afluentes (rios Paranaíba, Grande, Tietê, Paranapanema, dentre outros), além da presença subterrânea do Aquífero

Guarani, reserva hídrica que possui volume acumulado de água estimado em 37 mil km³ e área de aproximada de 1,09 milhões km² (MMA, 2019).

Seguindo esta lógica de alta demanda por recursos hídricos, vemos que a Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (inclusa no “Polígono do Agrohidronegócio”) possui ampla disponibilidade de água para desenvolvimento das atividades sucroenergéticas – tanto com relação aos elevados índices pluviométricos, quanto à presença de grandes corpos hídricos e elevadas reservas subterrâneas de água (FREITAS; CLEPS JUNIOR, 2012). Não por acaso, em sua maioria, usinas processadoras e lavouras de cana-de-açúcar, encontram-se (**Figura 1**) nas proximidades dos principais rios e cursos de água regionais (Rios Grande, Paranaíba e Araguari).

Sobre a temática, a Agência Nacional de Águas (ANA) destaca que a irrigação é o maior e mais dinâmico setor usuário de recursos hídricos no Brasil, sendo responsável por cerca de 70% do consumo de água nacional (ANA, 2017). A cana-de-açúcar, por sua vez, detém o “*status*” de gênero agrícola que desfruta de maior área irrigada do país, 30% do total. Em geral, aplica-se nos canaviais a técnica de “irrigação de salvamento”, com baixas lâminas que buscam reduzir o estresse hídrico em períodos de seca e fomentar a produtividade e longevidade das plantas (ANA, 2017). Desta forma, embora a cana seja caracterizada como baixa consumidora de água por unidade de área, há grande demanda proveniente da larga extensão em que ocorre.

Observando dados disponibilizados pelo “Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil” – elaborado, durante o ano de 2016, pela ANA em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) – vemos que cinco dos vinte municípios com a maior área de canaviais irrigados encontram-se na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (**Tabela 1**). Com destaque para Uberaba, que ocupa a primeira colocação mediante 32,3 mil hectares irrigados.

Tabela 1: Municípios que mais cultivam cana-de-açúcar irrigada (em hectares) na mesorregião e posição destes no ranking geral da região centro-sul do país (2016)

Município da Mesorregião	Área Irrigada (hectares)	Área Irrigada/Área Cultivada (%)	Posição
Uberaba	32.331	37,9%	1º
Santa Vitória	18.266	36,6%	7º
Frutal	17.068	25,3%	9º
Iturama	15.006	43,3%	14º
Conceição das Alagoas	13.756	31,0%	17º

Fonte: ANA (2017, p. 27). Coleta, organização e elaboração do autor.

Para além da irrigação em campo, o uso de água na usina também é muito expressivo e está presente em diversas etapas do processamento industrial da cana-de-açúcar (RODRÍGUEZ, 2010). É importante pontuar que essa utilização de água na central sucroenergética se interconecta à aplicação na irrigação, visto que, habitualmente, o recurso utilizado para regar as plantações é composto por vinhaça – subproduto industrial derivado da produção de etanol. Sua utilização, aplicada como suplemento hídrico-mineral nos canaviais, pode ocorrer de forma pura ou diluída em água.

Estimativas disponibilizadas pela Embrapa (2015) apontam que a utilização de água nas plantas industriais do setor sucroenergético era, em média, de 15 a 20 m³ por tonelada de cana na década de 1980. Todavia – mediante aos avanços tecnológicos em conjunto com o aumento das pressões exercidas pela legislação ambiental, Constituição Federal de 1988, recorrentes crises de abastecimento urbano, e ainda o novo sistema de cobranças para utilização dos recursos hídricos – esse número caiu significativamente. Passando para 5 m³ (ton.) ao final da década de 1990, cerca 1,52 m³ (ton.) na safra 2010/11 e 0,82 m³ (ton.) na safra 2020/21 (UNICA, 2022).

À vista do apresentado, proponho um esforço comparativo para, a partir da atual média de consumo de água em plantas industriais do setor sucroenergético – 0,82 m³ por tonelada de cana-de-açúcar processada (UNICA, 2022) – encontrar o volume hídrico empenhado nas usinas da

Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Para tal, correlaciono “*quantidade produzida x média de água gasta no processamento*”. Descobrimos assim, que foram necessários cerca de 47,55 bilhões de litros de água para a manipulação industrial das 57,99 milhões de toneladas de cana-de-açúcar colhidas na mesorregião em análise durante o ano de 2020.

Avançando na investigação, confronto este montante (47,55 bilhões/litros) com o volume médio de água consumido no Brasil – 152,1 litros/pessoa/dia, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022) – para então revelar que a soma de água utilizada no processamento da cana-de-açúcar colhida na mesorregião é suficiente para abastecer uma população de aproximadamente 933 mil habitantes anualmente.

Como os 18 municípios que hospedam centrais sucroenergéticas na mesorregião totalizam aproximadamente 724 mil habitantes, chega-se à conclusão que o volume de água utilizado no processamento industrial da cana-de-açúcar colhida na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG) é maior que o montante direcionado ao atendimento de toda a população residente nos municípios em que estas centrais sucroenergéticas estão instaladas (**Quadro 1**).

Quadro 1: População; usinas; capacidade de moagem; estimativa de consumo de água e relação entre consumo industrial e populacional nos municípios que sediam centrais sucroenergéticas

Município	População	Consumo populacional (mil m ³ água)	Nome Usina (Grupo)	Capacidade Moagem (Ton.)	Consumo Usina (mil m ³ água)	Consumo Usina / Consumo População
Araporã	6.869	381,3	Araporã Bioenergia	2.200.000	1.804	4,73
Campo Florido	8.151	452,5	Coruripe Campo Florido (Tércio Wanderley)	4.200.000	3.444	7,61
Canápolis	12.150	674,5	Usina Canápolis (CMAA)	1.750.000	1.435	2,13
Capinópolis	16.173	897,9	Industrial (CRV)	1.300.000	1.066	1,19
Carneirinho	10.027	556,7	Coruripe Carneirinho (Tércio Wanderley)	2.500.000	2.050	3,68
Conceição das Alagoas	27.893	1.548,5	Volta Grande (Delta)	5.200.000	4.264	2,75
Conquista	6.939	385,2	Conquista de Minas (Delta)	1.200.000	984	2,55
Delta	10.533	584,8	Matriz (Delta)	5.000.000	4.100	7,01
Frutal	59.496	3.303,0	Cerradão	6.200.000	5.084	1,54
			Frutal (Bunge)			
Itapagipe	15.243	846,2	Itapagipe (Bunge)	2.000.000	1.640	1,94
Ituiutaba	104.671	5.811,0	Ituiutaba (Bunge)	2.500.000	2.050	0,35
Iturama	39.263	2.179,7	Coruripe Iturama (Tércio Wanderley)	3.500.000	2.870	1,32
Limeira do Oeste	7.536	418,4	Coruripe Limeira do Oeste (Tércio Wanderley)	3.400.000	2.788	6,66
			Vale do Pontal (CMAA)			
Pirajuba	6.199	344,1	Usina Santo Ângelo	4.000.000	3.280	9,53
Santa Juliana	14.003	777,4	Santa Juliana (Bunge)	4.000.000	3.280	4,22
Santa Vitória	19.742	1.096,0	Santa Vitória (Geribá)	2.700.000	2.214	2,02
Tupaciguara	25.327	1.406,1	Bioenergética (Aroeira)	2.800.000	2.296	1,63
Uberaba	333.783	18.530,5	Usina Vale do Tijuco (CMAA)	7.600.000	6.232	0,34
			Usina Uberaba (Balbo)			
Total	723.998	40.193,8		62.050.000	50.881	1,27

* As usinas “Cia Energética Vale do São Simão”, localizada no município de Santa Vitória e “Usina Araguari”, no município Ibiá, não foram citadas no quadro pois encontram-se desativadas.

Fonte: IBGE (2022); NOVA CANA (2022); SNIS, (2022) e UNICA (2022). Coleta, organização e elaboração do autor.

O levantamento detalhado a nível municipal, apresentado no quadro acima, revela que em dezesseis (relacionados com cor amarela na última coluna) dos dezoito municípios que sediam centrais sucroenergéticas têm um consumo maior de recursos hídricos por suas usinas que com a própria população.

Apenas Uberaba e Ituiutaba – respectivamente os dois municípios mais populosos – possuem um “consumo populacional” de água superior ao das indústrias sucroenergéticas nestes instalados. Ainda assim, a demanda das centrais é bastante expressiva, chegando a um terço de todo consumo populacional. Ou seja, em pleno funcionamento, as duas unidades instaladas em Uberaba, que possuem juntas capacidade de moagem de 7,6 milhões de toneladas de cana, consomem recursos hídricos equivalentes à 112 mil habitantes.

Quando somadas todas as cidades que sediam usinas na mesorregião, o consumo de água pelas centrais produtivas é 1,27 vezes maior que o populacional. Todavia, em alguns municípios, sobretudo os menos populosos, tal condição é ainda mais expressiva. Em Pirajuba, território com menor número de habitantes a receber uma usina na mesorregião, o consumo industrial de água – pela Usina Santo Ângelo, com capacidade para moagem de 4 milhões de toneladas – chega a ser 9,5 vezes superior ao populacional. Reforçando que municípios com baixo contingente demográfico são ainda mais vulneráveis – social, econômico e ambiental – às atividades sucroenergéticas, como já revelado em Stacciarini e Pereira (2018).

Exemplificando a importância da (alta) disponibilidade hídrica para funcionamento das atividades sucroenergéticas – bem como a realidade regional, em que as centrais de processamento buscam estreita proximidade com os grandes cursos de água (**Figura 1**) – a Usina Deltasucoenergia (Matriz) encontra-se localizada na adjacência dos Rios Ponte Alta e Rio Grande (**Figura 3**). Detentora da usina com a maior capacidade individual de moagem¹ instalada de todo o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba – 5 milhões de toneladas – a usina consome sete vezes o montante de água usufruído pelos cerca de 10,5 mil habitantes do território municipal (Delta) em que se encontra instalada.

Figura 3: Usina Delta Sucroenergia (Matriz) localizada adjacente aos Rios Grande e Ponte Alta



Fonte: Google-Earth (2022). Elaborado pelo autor.

Mesmo em municípios com população expressiva para a realidade regional como Frutal, que acolhe aproximadamente 60 mil habitantes e ocupa a terceira posição (populacional) entre os que recebem usinas, o consumo industrial se mantém 1,5 vezes maior que o populacional. O mesmo

¹ A mesma capacidade de moagem da Usina Vale do Tijuco, em Uberaba.

ocorre com Iturama (1,32) e Conceição das Alagoas (2,75), municípios com 39,2 mil e 27,8 mil habitantes, respectivamente.

Descobertas e apontamentos que engendram sérias preocupações sobre o uso da água em escala regional. Potencialmente causador de desequilíbrio nos balanços hídricos de sub-bacias, o uso da água por estes agentes tem desencadeado conflitos tanto no que tange à concorrência com outras atividades agrícola-industriais, quanto com os constantes riscos de (des)abastecimento aos centros urbanos regionais.

4. UM SETOR COBERTO POR REJEITOS: A VINHAÇA COMO GRANDE PROBLEMÁTICA

Para além da utilização intensiva de água, as características físico/químicas deste bem natural também são substancialmente alteradas durante seu uso pelo setor sucroenergético. Martinelli *et al.* (2013) apresentam que ao longo do processamento da cana-de-açúcar são adicionados reativos químicos e biológicos à água, como soda cáustica, cal, ácidos e leveduras. Estes substratos são costumeiramente incorporados à vinhaça, principal subproduto resultante do processo de destilação da biomassa canavieira. Caracterizada como uma pasta marrom escura, de odor desagradável, pH ácido e elevada concentração de potássio, a vinhaça se mostra como um resíduo danoso e com alta capacidade poluente (LOPES *et al.*, 2016). Ademais, para cada litro de álcool, são produzidos cerca de 10 a 13 litros de vinhaça (CORTEZ *et al.*, 1992), prejudicando o discurso de produção e uso de etanol como fonte de “energia limpa”.

Até a década de 1980, este subproduto era frequentemente descartado em corpos d'água, onde possuía grande potencial poluidor devido ao esgotamento do oxigênio dissolvido na água e posterior mortandade de plantas e animais aquáticos (CHRISTOFOLETTI *et al.*, 2013). Como saída encontrada pelo setor para adequar-se às novas demandas normativas e ambientais – proibição do despejo em cursos hídricos – a vinhaça passou a ser amplamente direcionada à fertirrigação. Sua utilização nesta modalidade passou a contribuir tanto com a redução do uso de fertilizantes – devido aos seus elevados teores de macro e micronutrientes, principalmente potássio (FUESS *et al.*, 2017) – quanto pelo aproveitamento para auxílio na alta demanda hídrica dos canaviais.

Na atualidade, a fertirrigação passa a ser a principal estratégia de destinação do imenso volume de vinhaça gerada no processamento industrial da cana-de-açúcar (RODRIGUES; ROSS, 2020). Sua aplicação, nos termos em que ocorre, é fácil e prática aos agentes do setor, sobretudo devido à baixa necessidade tecnológica. Assim, ao deslocar-se por territórios canavieiros da Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, é comum observar áreas de cultivo sendo irrigadas (**Figura 4**) com o subproduto.

Embora a utilização da vinhaça para irrigação dos canaviais tenha aliviado a pressão sobre os cursos d'água, seu uso ainda acarreta sérios danos ambientais. Em sua tese de doutorado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Christofolletti (2013) avaliou a toxicidade deste resíduo e mostrou que sua utilização prolongada pode ocasionar modificações nas propriedades físicas e químicas do solo. Desequilíbrios e contaminações superficiais e subterrâneas, provocadas pelo elevado teor de matéria orgânica da vinhaça, são recorrentes e tem afetado o equilíbrio ambiental e a biodiversidade local.

Silva *et al.* (2007) demonstraram que a vinhaça pode atingir níveis de poluição cem vezes mais elevados que a do esgoto doméstico. Temperatura elevada na saída dos destiladores, pH ácido, corrosividade, alto teor de potássio, altos índices de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), além de quantidades significativas de nitrogênio, fósforo, sulfatos e cloretos (SILVA *et al.*, 2007) contribuem para que o subproduto seja considerado altamente nocivo para fauna e flora ecossistêmica. Questões que contribuem para que as contaminações possam ocorrer até mesmo em aplicações abaixo dos padrões permitidos pela legislação nacional, como revelaram as pesquisas de Christofolletti *et al.* (2013), Lopes *et al.* (2016) e Fuess *et al.* (2017).

Figura 4: Utilização da vinhaça como fertirrigação na mesorregião em análise



Fonte: Trabalho de Campo do autor no município Conceição das Alagoas (MG), 2020.

Ademais, a problemática relativa à destinação da vinhaça é aumentada na medida em que, na prática cotidiana, são estabelecidas diversas estratégias para redução de gastos com sua aplicação. Por exemplo, ao invés de distribuir o subproduto nas vastas áreas canavieiras acionadas para produção, as centrais sucroenergéticas – buscando reduzir gastos com transporte e manuseio – têm priorizado regiões adjacentes à planta industrial onde a vinhaça é gerada. O resultado deste uso excessivo, materializa-se em poluição e desequilíbrios ambientais, agravados pelo fato de a mesorregião em análise estar localizada em porção de elevada permeabilidade dos arenitos da Bacia Sedimentar do Paraná (MICHELOTTO, 2008).

O (mau) odor extremo do subproduto, que se irradia para localidades vizinhas aos canaviais, também tem sido relatado como prejudicial à qualidade de vida de moradores (rurais e urbanos) e transeuntes. Neste cenário, é comum que pragas se aproveitem das condições do subproduto para ampliar sua reprodução e propagação, sendo a mosca-dos-estábulos (*stomoxys calcitrans*) a mais recorrente.

Cientificamente chamada de *Stomoxys calcitrans*, esta espécie de mosca diferencia-se da (tradicional) mosca-doméstica pelo desenvolvimento de seu aparelho bucal (tromba), o qual lhe permite alimentar-se através da sucção de sangue de outros animais (RIET-CORREA *et al.*, 2001). Embora apresente ampla distribuição geográfica e histórico de incidências esporádicas em diversas parcelas do território nacional, a ocorrência de epidemias de *calcitrans* tornaram-se mais frequentes e intensas nas últimas décadas, sobretudo quando associadas às atividades do setor sucroenergético.

O fim da queima do bagaço (substituído pela colheita mecanizada) e a ampliação da utilização da vinhaça (através da fertirrigação), criaram um ambiente muito favorável à proliferação exponencial desta espécie. Aproveitando-se da combinação dos substratos orgânicos (bagaço e vinhaça), frequentemente distribuídos em quantidades várias vezes acima do recomendado, as moscas realizam intensa ovipostura seguida da eclosão de larvas e posterior emergência de pupas e indivíduos adultos (BITTENCOURT, 2012).

Derrames acidentais provenientes do transporte de vinhaça por caminhões, acúmulos de poças do subproduto nas margens dos canaviais ou ainda vazamentos decorrentes da irrigação por canais e dutos, como os episódios registrados em trabalho de campo (**Figura 5**), vão contribuir diretamente para a proliferação das moscas-dos-estábulos.

Ao se desenvolverem e atingirem fase adulta, os enxames percorrem longas distâncias atrás de alimento (sangue), podendo atacar bovinos, equinos, caprinos, ovinos, cães, gatos e até mesmo humanos. Suas picadas, que atingem patas, flancos e até todo o corpo, causam dor e desconforto extremo aos animais, que passam a ter dificuldades para se locomover e alimentar (BITTENCOURT, 2012). Estressados e tentando fugir dos ataques, muitos se debatem inquietos ou buscam refúgio em regiões de água, lama ou mata.

Figura 5: Acúmulo/vazamento de vinhaça durante o processo de fertirrigação na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba



Fonte: Trabalho de Campo do autor no município Conceição das Alagoas (MG), 2020.

Em algumas situações, as mosca-dos-estábulo podem atuar também na transmissão de agentes patogênicos causadores de enfermidades letais aos animais (**Figura 6**), como a “anemia infecciosa” e o “carbúnculo hemático” (conhecida também como febre esplênica). Ou ainda protozoários como o *Trypanosoma evansi* (causador do “mal de cadeiras”) e o *Trypanosoma vivax* (responsável pela “tripanossomíase animal”) (SILVA *et. al.*, 2002).

O surto de moscas-dos-estábulo tem sido responsável por prejuízos a produtores que desenvolvem atividades nas proximidades das lavouras canavieiras em diversas regiões do país. Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) já contabilizam episódios recorrentes em mais de 130 municípios. Levantamentos realizados em 2014 indicavam prejuízos diretos com o rebanho bovino – como redução na produção leiteira, perda de peso, ausência de cios e mortalidade – estimados em 335 milhões de dólares por ano no Brasil (EMBRAPA, 2020).

Na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, a maioria dos municípios que desenvolvem atividades sucroenergéticas já registraram problemáticas vinculadas à *Stomoxys calcitrans*. Em Campo Florido, um surto de moscas infestou o “Assentamento Nova Santa Inácio Ranchinho” no final do ano 2015, causando adoecimento/morte de diversos bovinos e animais domésticos, além de invasão de residências. Naquele ano, membros do assentamento chegaram a interditar a rodovia que dá acesso à usina em protesto. Segundo eles, as perturbações surgiram após a chegada da central sucroenergética e já lhes importunavam por aproximadamente oito anos (SANTOS, 2015).

No município de Frutal, ações para tentar conter a problemática ocorrem desde 2009, quando se realizou a primeira “Reunião Técnica sobre a Mosca-dos-estábulo” – organizada pela Prefeitura Municipal em parceria com a Câmara Municipal, Sindicato Rural, Associação de Meio Ambiente, Usina Cerradão e Usina Frutal (FRUTAL, 2009).

Figura 6: Mosaico exibe o ciclo da mosca-dos-estábulo: desenvolvimento em meio orgânico (bagaço combinado com vinhaça), fase adulta e ataque a animais de criação



Fonte: Pinterest, 2023. Organização: O autor.

Em investigação no local, Avelino José Bittencourt – doutor e pesquisador em Ciências Veterinárias – percorreu canaviais e recolheu larvas e pupas de *Stomoxys calcitrans* encontradas na palhada e nas pontas de cana. Registrou-se que em propriedades adjacentes às plantações, as infestações alcançavam em torno de 30 (trinta) moscas por bovino. Animais domésticos, como cachorros, também foram identificados como vítimas de picadas (BITTENCOURT, 2012). Diante da situação, o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) criou um centro de monitoramento de propriedades localizadas nas imediações de usinas de Frutal e de Itapagipe, município vizinho (IMA, 2012).

Nos anos seguintes, fiscais agropecuários do IMA alertaram para o fato da praga ter se adaptado ao clima, saindo exclusivamente dos estábulos bovinos para agora atacar animais também nos campos próximos a plantações irrigadas com vinhaça (OLIVEIRA, 2015). Na tentativa de conter o avanço das moscas-dos-estábulos e minimizar os prejuízos e transtornos, órgãos públicos e reguladores têm exigido medidas de prevenção e controle das usinas, como a inclusão de programas de monitoramento da ocorrência dos surtos no “Plano de Gestão de Impacto Ambiental”, necessário para obtenção do licenciamento ambiental e desenvolvimento/continuação das atividades. Contudo, na prática pouco tem sido feito.

Em algumas ocasiões, casas e instalações de animais em propriedades próximas que sofrem com infestações de moscas são dedetizadas por agentes do setor sucroenergético. No entanto, uma pesquisa realizada pela Embrapa apontou que a *stomoxys calcitrans* tem passado por seleção genética e está se tornando cada vez mais resistente aos inseticidas (AGUIAR, 2017). Cenários e evidências que expõe contradições no discurso de “produção limpa e sustentável” do setor sucroenergético e levantam sérias preocupações sobre as pressões que tais atividades podem exercer sobre o meio ambiente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou contribuir para o debate sobre as questões ambientais relacionadas ao setor sucroenergético, com foco na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG). Mediante coleta, tabulação e análise de dados, estimou serem necessários 47,55 bilhões de litros de água para moagem das 57,99 milhões de toneladas de cana-de-açúcar colhidas na mesorregião. Uma análise comparativa revelou que mais água foi consumida pelo processamento de cana do que pelos 724 mil habitantes residentes nos 18 municípios sede das centrais sucroenergéticas.

Em municípios menos populosos, a situação se mostrou ainda mais agravante. Como em Pirajuba, onde a Usina Santo Ângelo consumiu 9,5 vezes mais água que os 6,2 mil habitantes locais. Além disso, 5 dos 17 municípios que mais cultivam cana-de-açúcar irrigada na região centro-sul do país estão na mesorregião em análise, sendo Uberaba (MG) o líder nacional. O mapeamento e análise da localização das usinas – em estreita proximidade com os grandes cursos de água regionais – também reforça a importância crucial da água para desenvolvimento das atividades sucroenergéticas, (re)afirmando a mesorregião como posição estratégica aos agentes do setor.

A pesquisa também destacou a alta (co)geração de resíduos proveniente do processamento sucroenergético, como a vinhaça, que é produzida em uma proporção de 10 a 13 vezes para cada litro de etanol. Com alto potencial poluente, a aplicação da vinhaça no solo, através da fertirrigação, tem causado pressões significativas aos ecossistemas. Acúmulos de poças do rejeito nas margens dos canais ou vazamentos decorrentes da irrigação por canais e dutos – como os episódios registrados em trabalho de campo – vão contribuir diretamente para a proliferação de pragas, como a mosca-dos-estábulo (*Stomoxys calcitrans*) e para a poluição sistêmica do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Dalízia. **Pesquisa identifica resistência da mosca-dos-estábulo a inseticida**. 2017. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/20420229/pesquisa-identifica-resistencia-da-mosca-dos-estabulos-a-inseticida>. Acesso em: 17 dez. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil**. Brasília, 2017. 31 p. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2017/LevantamentoDaCanaDeAcucarIrrigadaNaRegiaoCentroSulDoBrasil.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

BITTENCOURT, José Avelino. *Outbreak of assessment and environmental control measures for *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in southeast of Brazil*. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, [S.L.], v. 34, n. Supl.1, p. 73–82, 2012. Disponível em: <https://rbmv.org/BJVM/article/view/752>. Acesso em: 11 mai. 2022.

CHRISTOFOLETTI, Cintya Aparecida. **Avaliação da toxicidade de resíduos industriais e urbanos aplicados na agricultura**. 2013. 178 f. Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/100538>.

CHRISTOFOLETTI, Cintya Aparecida *et al.* Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. **Waste Management**, [S.L.], v. 33, n. 12, p. 2752-2761, dez. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.09.005>

CAMPOS, Natália Lorena; CLEPS JUNIOR, João. Territorialização do capital estrangeiro no setor sucroenergético de Minas Gerais. **Revista Campo-Território**, [S.L.], v. 15, n. 36, p. 169-198, 3 jul. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rct153607>.

CLEPS JUNIOR, João. Concentração de poder no agronegócio e (des)territorialização: os impactos da expansão recente do capital sucroalcooleiro no Triângulo Mineiro. **Caminhos de Geografia**, [S.L.], v. 10, n. 31, 2009. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16152>. Acesso em: 11 mar. 2022.

CORTEZ, Luís *et al.* Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 1-17, fev. 1992. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/45>. Acesso em: 03 mai. 2022.

ELIAS, Denise. Regiões produtivas do agronegócio: notas teóricas e metodológicas. In: BERNARDES, J. A.; SILVA, C. A.; ARRUZZO, R. C. (org.). **Espaço e energia: mudanças no paradigma sucroenergético**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2013. p. 201-220.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Estudo mostra como usinas de cana podem reduzir consumo de água**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2482285/estudo-mostra-como-usinas-de-cana-podem-reduzir-consumo-de-agua>. Acesso em: 15 jan. 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Mosca-dos-estábulo**: um grande desafio a ser vencido. Pesquisadores da Embrapa Gado de Corte. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/68319105/artigo---mosca-dos-estabulos-um-grande-desafio-a-ser-vencido>. Acesso em: 18 fev. 2022.

FREITAS, Ricardo Luís de; CLEPS JUNIOR, João. A Territorialização do Setor Sucroenergético e o Agrohidronegócio no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. **Revista Pegada Eletrônica (Online)**, [S.L.], v. 13, n.1 p. 168-191, jun. 2012. <https://doi.org/10.33026/peg.v13i1.1079>.

FRUTAL. **Prefeitura Municipal de Frutal**. 2009. Disponível em: <https://www.frutal.mg.gov.br/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

FUESS, Lucas Tadeu *et al.* Fertirrigation with sugarcane vinasse: foreseeing potential impacts on soil and water resources through vinasse characterization. **Journal of Environmental Science and Health**, [S.L.], v. 52, n. 11, p. 1063-1072, 24 jul. 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2017.1338892>.

GOOGLE-EARTH. **Mosaico digital de imagens de satélite**. Google. 2022. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE / CIDADES). **Acervo de dados Municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). **IMA monitora população da Mosca dos Estábulo no Triângulo Mineiro**. 2012. Disponível em: <http://www.ima.mg.gov.br/>. Acesso em: 03 abr. 2022.

LOPES, Mario Lucio *et al.* Ethanol production in Brazil: a bridge between science and industry. **Brazilian Journal of Microbiology**, [S.L.], v. 47, p. 64-76, dez. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2016.10.003>.

MARTINELLI, Luiz Antônio *et al.* Water Use in Sugar and Ethanol Industry in the State of São Paulo (Southeast Brazil). **Journal Of Sustainable Bioenergy Systems**, [S.L.], v. 03, n. 02, p. 135-142, 2013. <http://dx.doi.org/10.4236/jsbs.2013.32019>.

MENDES, Heitor Nascimento; CHELOTTI, Marcelo Cervo. A comunidade Boa Esperança/Frutal (MG) e os equilíbrios da unidade camponesa frente ao avanço do agronegócio canavieiro. **Revista Campo-Território**, [S.L.], v. 15, n. 36, p. 56-87, 3 jul. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rct153603>.

MICHELOTTO, Bruno Del Grossi. **Novos arranjos territoriais**: a expansão da cultura da cana-de-açúcar na região do Triângulo Mineiro – MG. 2008. 188 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2150>. Acesso em: 11 mai. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Gestão do Sistema Aquífero Guarani**. 2019. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/8617-aquifero-guarani>. Acesso em: 03 jan. 2022.

MORE. **Mecanismo online para referências, versão 2.0**. Florianópolis: UFSC: Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 06 mar. 2022.

NOVA CANA. Veículo de comunicação sobre o setor sucroenergético. **Banco de dados Nova Cana**. 2022. Disponível em: <https://www.novacana.com/data/dados/>. Acesso em: 17 abr. 2022.

OLIVEIRA, Elvisley Rodrigues de. O setor sucroenergético e as transformações socioespaciais em Frutal (MG) – 2007 a 2014. 141 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9827>. Acesso em: 17 mar. 2023.

PAM. **Relatório de Produção Agrícola Municipal (PAM)**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 10 mar. 2022.

PEREIRA, Mirlei Fachini Vicente. A cana-de-açúcar e as usinas sucroalcooleiras no Triângulo Mineiro: periodização e processo recente de expansão. *In*: IX ENANPEGE. **[Anais...]** Goiânia: PPGEU/UFU, 2011, v. 1, p. 1-8. Disponível em: <https://www.academia.edu/32771100>. Acesso em 08 jan.2022.

PEREIRA, Mirlei Fachini Vicente. Agronegócio e urbanização no Triângulo Mineiro: as “cidades da cana” e as especificidades do urbano sob o efeito do setor sucroenergético. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 16, n. 1, p. 185-203, 20 abr. 2022. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/ag.v16i1.72157>.

PINTEREST – Rede de compartilhamento de imagens. **Mosaico exhibe o ciclo da mosca-dos-estábulo**. 2023. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/661607001527978000/>. Acesso em: 17 mar. 2023.

RIET-CORREA, Franklin *et al.* **Doenças de ruminantes e equinos**. 2. ed. São Paulo: Editora Varela, 2001. v. 2. 574 p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/sanidade/livros/DOENCAS%20DE%20RUMINANTES%20E%20EQUINOS.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil: perspectivas geográfica, histórica e ambiental**. Uberlândia: Edufu, 2020. 272 p.

RODRÍGUEZ, Mauro Francisco Chávez. **Uso de água na produção de etanol de cana de açúcar**. 2010. 178 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1332358>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SANTOS, Geórgia. Assentados fazem manifestação contra usina devido a mosca. **Jornal da Manhã**. Uberaba. 2015. Disponível em: <http://jmonline.com.br/novo/?noticias,2,cidade,117138>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SANTOS, Henrique Faria dos. **Especialização regional produtiva e vulnerabilidade territorial no agronegócio globalizado: implicações locais da expansão e crise do setor sucroenergético no Brasil**. 2022. 1 recurso online (465 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/4599>. Acesso em: 4 dez. 2022.

SIAMIG. **Sindicato da Indústria de Fabricação do Alcool no Estado de Minas Gerais (SIAMIG)**. Disponível em: <http://www.siamig.com.br/>. Acesso em: 08 mai. 2022.

SILVA, Mellissa Ananias Soler da *et al.* Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 108-114, fev. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662007000100014>.

SILVA, Roberto Aguilar Machado Santos *et al.* **Trypanosoma evansi e Trypanosoma vivax: biologia, diagnóstico e controle**. 21. ed. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 141 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/810940>. Acesso em: 11 mai. 2022.

SIRGAS. **Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS)**. 2000. Disponível em: <https://www.sirgas.org/pt/>. Acesso em: 08 dez. 2022.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) e Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). 2022. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 08 fev. 2022.

STACCIARINI, João Henrique Santana. Avaliando o histórico de políticas e incentivos federais para reprodução do Setor Sucroenergético no Brasil. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, Iporá (GO), v. 10, n. 3, p. 1-21, out. 2021. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/12437>. Acesso em: 04 fev. 2023.

STACCIARINI, João Henrique Santana. O setor sucroenergético no Triângulo Mineiro (MG): crescimento econômico e manutenção das desigualdades sociais em municípios especializados. 2019.

141 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.604>.

STACCIARINI, João Henrique Santana; PEREIRA, Mirlei Fachini Vicente. O setor sucroenergético no Triângulo Mineiro: crescimento econômico e manutenção das desigualdades sociais nas “cidades da cana”. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 12, n. 3, p. 55-74, dez. 2018. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/ag.v12i3.46969>.

TEIXEIRA, Matheus Eduardo Souza; CASTANHO, Roberto Barboza. Dinâmica da Expansão da Cana-de-Açúcar na Microrregião Geográfica de Ituiutaba-MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 22, n. 81, p. 277-291, 1 jun. 2021. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg228157182>.

THOMAZ JUNIOR, Antonio. O agrohidronegócio no Centro das Disputas Territoriais e de Classe no Brasil do Século XXI. **Campo - Território**, Uberlândia, MG, v. 5, n.10, p. 92-122, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/12042>. Acesso em: 11 maio. 2022.

UNICA. **União da Indústria de Cana-de-Açúcar**. Banco de dados: Observatório da Cana. 2022. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/>. Acesso em: 04 mar. 2022.



Informações sobre a Licença

Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

License Information

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which allows for unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, as long as the original work is properly cited.