

# ESTÁGIO ATUAL DA UTILIZAÇÃO DA VINHAÇA PARA FERTIRRIGAÇÃO NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Juliana de Mendonça Casadei<sup>1</sup>; Giancarlo Lastoria<sup>2</sup>; Sandra Garcia Gabas<sup>3</sup>; Tamiris Azoia de Souza<sup>4</sup>; Karen Midori Takahashi<sup>5</sup>; Guilherme Henrique Cavazzana<sup>6</sup>

**Resumo** – O uso indiscriminado da vinhaça como fertilizante pode impactar o solo, os mananciais de superfície e as águas subterrâneas. A vinhaça apresenta grandes concentrações de nitrato e matéria orgânica o que lhe confere alto poder poluente. Com a prática não regulamentada do uso da vinhaça como fertilizante nas lavouras de cana-de-açúcar, a Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso do Sul apresentou um projeto de Lei de nº. 07/2013 visando normatizar o uso e a aplicação deste produto, em função do tipo de textura do solo, não podendo exceder ao limite de 155m<sup>3</sup>/ha/ano. A maior parte das áreas utilizadas para a cultura da cana de açúcar em Mato Grosso do Sul localizam-se em zona de afloramento de dois importantes aquíferos do Estado, tanto em área como em exploração: o Sistema Aquífero Bauru (SAB), poroso, e o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), fraturado, ambos aquíferos livres. Este trabalho tem como objetivo avaliar a distribuição das usinas sucroalcooleiras em relação às unidades hidrogeológicas aflorantes, bem como a conformidade das taxas de aplicação de vinhaça nos canaviais, conforme o limite definido pelo referido projeto de Lei Estadual.

**Abstract** – The indiscriminate use of vinasse as fertilizer can impact soil, surface water and groundwater sources. The stillage has large concentrations of nitrate and organic matter which gives it high polluting power. Due to the unregulated use of vinasse as fertilizer on crops of sugar cane, the Legislative Assembly of the Mato Grosso do Sul State presented a draft of an Act (07/2013) aimed at regulating the use and application of this product according to the soil type and texture. The vinasse application in soil may not exceed the limit of 155m<sup>3</sup>/ha/ano. Most areas used in Mato

---

<sup>1</sup> Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais/UFMS, Cidade Universitária, s/n, CP 549, CEP 79.070-900, Campo Grande-MS, (67)3345-7492, julianacasadei@gmail.com

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais/UFMS, Cidade Universitária, s/n, CP 549, CEP 79.070-900, Campo Grande-MS, (67)3345-7492, g.lastoria@ufms.br

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais/UFMS, Cidade Universitária, s/n, CP 549, CEP 79.070-900, Campo Grande-MS, (67)3345-7492, sandra.gabas@gmail.com

<sup>4</sup> Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais/UFMS, Cidade Universitária, s/n, CP 549, CEP 79.070-900, Campo Grande-MS, (67)3345-7492, tamiris\_azoia@hotmail.com

<sup>5</sup> Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais/UFMS, Cidade Universitária, s/n, CP 549, CEP 79.070-900, Campo Grande-MS, (67)3345-7492, karen.midori@gmail.com

<sup>6</sup> Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais/UFMS, Cidade Universitária, s/n, CP 549, CEP 79.070-900, Campo Grande-MS, (67)3345-7492, cavazzana.ea@gmail.com

Grosso do Sul for sugar cane cultivation are located in the two major aquifers outcrop of the state, both in area and in exploitation: the Bauru Aquifer System (BAS), a porous aquifer, and Serra Geral Aquifer System (SGAS), a fractured one, both free aquifers. This study aims to evaluate the distribution of sugarcane mills in relation to the hydrogeological units, as well as the compliance rates of vinasse application in sugar cane tilth, as the limit set by state law that Project.

**Palavras-Chave** – Resíduo de usinas de cana-de-açúcar; águas subterrâneas; vulnerabilidade.

## INTRODUÇÃO

A destinação da vinhaça, efluente líquido oriundo de processos de produção industrial do açúcar e álcool, sempre foi vista como um problema, sendo frequente o seu descarte, até a década de 1970, diretamente em cursos d'água superficiais ou nas chamadas *áreas de sacrifício*. Contudo, passou a ser utilizada com sucesso na fertirrigação das lavouras de cana-de-açúcar, devido ao alto teor de matéria orgânica, potássio, cálcio, magnésio e sódio (Bebé et al., 2009), gerando assim bons resultados na produtividade agrícola e, conseqüentemente, retorno econômico.

O uso da vinhaça como fertilizante foi propalado como uma solução que traria benefícios por não poluir o meio ambiente, informação refutada a partir de estudos que demonstraram os impactos ambientais que a prática poderia causar devido ao alto poder poluente desse resíduo, tanto por sua disposição em tanques quanto por sua aplicação nas lavouras (Hassuda et al., 1990). Isso porque a vinhaça apresenta grandes concentrações de nitrato, potássio e matéria orgânica, baixo pH e elevada corrosividade (Silva et al., 2007). O armazenamento em tanques ou lagoas de distribuição (Rolim et al., 2013), ou ainda, a sua condução para distribuição em canais ou valetas não revestidos (Ludovice, 1997, *apud* Pereira et al., 2012), podem ser consideradas fontes de poluição pontual de altas concentrações numa pequena superfície e sua aplicação reiterada na área da lavoura, ainda que em pequenas concentrações, pode ocasionar uma poluição difusa, que tende a ser crescente com o passar do tempo (Manoel Filho, 2008).

Portanto, a aplicação sucessiva e indiscriminada da vinhaça pode causar danos ao solo, às águas subterrâneas e, conseqüentemente, aos mananciais de superfície a partir dos processos de interação entre águas superficiais e subterrâneas. Freire e Cortez (2000) *apud* por Silva et al. (2007) afirmam que seu poder poluente é aproximadamente cem vezes maior que o do esgoto doméstico.

Mato Grosso do Sul passou por um processo de expansão da monocultura da cana-de-açúcar a partir de 2005, que reflete o aumento na produção desde a safra de 2007/08 até a safra atual de 2013/14. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2013), houve um acréscimo de

15% na área ocupada com a cana-de-açúcar entre as safras de 2012/13 e 2013/14. Essas estatísticas apontam ainda que o Estado teve a maior variação positiva entre os demais estados da Região Centro-Sul.

Com o aumento da área cultivada, aumenta-se a produção agroindustrial do açúcar e álcool e, conseqüentemente, a produção da vinhaça e sua aplicação na área cultivada (Silva et al., 2007), podendo gerar uma poluição regionalizada.

Os impactos da expansão dessa atividade agroindustrial no Estado já foram muito debatidos na última década. A questão agora volta a ser discutida em virtude de um projeto de Lei Estadual (Mato Grosso do Sul, 2013) que tramita na Assembleia Legislativa sob nº. 07/2013 e visa regulamentar o uso e aplicação da vinhaça, estabelecendo, inclusive, limites aos volumes aplicados por unidade de área, segundo o tipo de textura do solo.

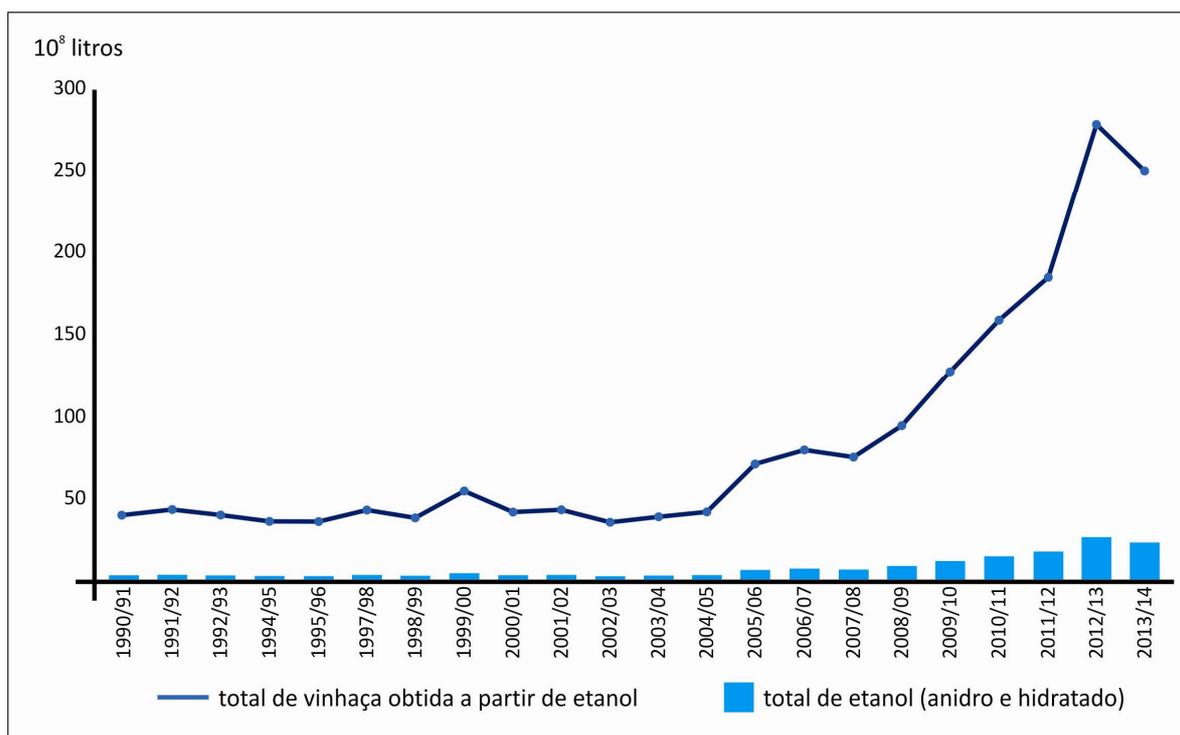
Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar se a taxa de aplicação da vinhaça excede ao limite de 155m<sup>3</sup>/ha/ano estabelecido no projeto de lei e identificar as unidades hidrogeológicas em que se localizam as atuais usinas implantadas em Mato Grosso do Sul.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Expansão da cana-de-açúcar e geração de vinhaça**

Não existem dados oficiais a respeito da geração da vinhaça em Mato Grosso do Sul. Mas é possível inferir o volume gerado a partir de dados da produção de etanol fornecidos pela Associação de Produção de Bioenergia (Biosul, 2014).

O volume de vinhaça gerado varia de 10 a 18 litros por litro de álcool produzido (Junqueira et al., 2009; Silva et al., 2007). Neste estudo, consideramos uma proporção média de 1:15 litros para obter a geração de vinhaça no Estado nas últimas décadas. A Figura 1 demonstra essa evolução e um crescimento entre as safras de 2005/06 a 2011/12.



**Figura 1.** Evolução da produção de etanol e geração de vinhaça no Mato Grosso do Sul.

Frente ao crescimento na geração da vinhaça, o projeto de Lei Estadual (Mato Grosso do Sul, 2013) é uma iniciativa positiva. Contudo, só estabelece como obrigatório a apresentação de laudos anuais, ao órgão ambiental, de análise e respectivos relatórios técnicos de caracterização do solo, enquanto não há qualquer exigência de parâmetros de qualidade das águas subterrâneas.

O texto normativo (Mato Grosso do Sul, 2013) estabelece a exigência de instalação de poços de monitoramento do lençol freático, porém, somente à montante e à jusante de reservatórios ou tanques. Para o efetivo monitoramento das águas subterrâneas, seria também necessária a instalação de piezômetros nas áreas de aplicação e próximo aos canais de condução, e não somente nas proximidades da área de reservação, isto é, junto às usinas.

### **Regulamentação da aplicação da vinhaça: taxas de aplicação**

Sobre limites máximos de aplicação da vinhaça no solo, o projeto legislativo (Mato Grosso do Sul, 2013) prevê quantitativos de 155 m<sup>3</sup>/ha/ano em solos arenosos, 273 m<sup>3</sup>/ha/ano em solos de textura média e 469 m<sup>3</sup>/ha/ano em solos argilosos. Contudo, entendemos que é temerário estabelecer limites sem uma investigação detalhada para cada tipo pedológico, uma vez que os valores podem estar além do que deveriam, e não existem estudos detalhados para a aplicação da vinhaça nos solos sul-mato-grossenses.

Lyra et al., 2003, em experimento conduzido em solos classificados como espodossolos, gleissolos de textura argilosa e gleissolos de textura muito argilosa, concluiu que a aplicação da

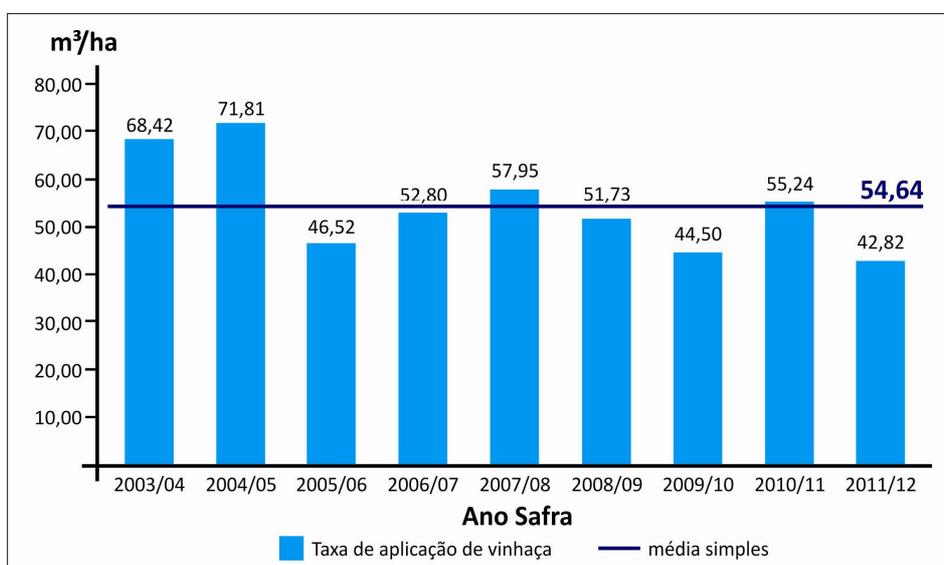
vinhaça a uma taxa de 300 m<sup>3</sup>/ha/ano afetou a qualidade do aquífero freático. Já em solos classificados como latossolo vermelho de textura areia franca, aplicações anuais de 150 m<sup>3</sup>/ha/ano aumentaram o teor de K do solo (Paulino et al., 2011), elemento que possui alta mobilidade no solo, podendo provocar a elevação de sais nas águas do aquífero freático (Bebé et al., 2009).

A literatura converge para o entendimento de que a dosagem de vinhaça que apresenta menor risco de contaminação das águas subterrâneas deve ser relacionada ao tipo e condições do solo local. Silva et al. (2007) relacionam como fatores a se considerar, dentre outros: o conteúdo de matéria orgânica, a classe textural, a existência de vinhaça residual e a profundidade do aquífero freático. Nem todos esses aspectos são considerados no projeto de Lei (Mato Grosso do Sul, 2013).

Também é evidente que o ambiente é anisotrópico em todas as suas características físicas, químicas e biótica; desta forma a generalização das taxas de aplicação ao âmbito apenas da classe solo, sem considerar os demais fatores, podem vir a gerar passivos ambientais do solo e água subterrânea.

Neste trabalho, para determinar a taxa anual de aplicação da vinhaça (volume por unidade de área), foi utilizado os valores calculados de produção do efluente e a área total cultivada com a cana-de-açúcar. Os valores de área foram identificados pelo monitoramento por imagens de satélite (Inpe, 2014), que engloba o total de cana disponível para colheita e os canaviais em reforma, mas sem incluir os novos plantios, contabilizados no ano-safra seguinte. Esses valores apontam uma expansão de 105.361 ha na safra 2003/04 para 571.316 ha na safra 2011/12.

As taxas obtidas, considerando uma condição de distribuição uniforme em toda a área de cultivo em Mato Grosso do Sul, foram inferiores ao limite referencial de 155m<sup>3</sup>/ha/ano em todas as safras desde 2003/04 (Figura 2).



**Figura 2.** Taxa de aplicação da vinhaça no Mato Grosso do Sul.

Contudo, na prática, nem toda a área de cultivo é irrigada com o biofertilizante. Isso porque o transporte da vinhaça a grandes distâncias das usinas em que o efluente foi gerado dificulta sua aplicação e a torna economicamente inviável. Assim, compreendemos que a aplicação não é uniforme em toda a área de plantio, concentrando-se nas áreas mais próximas das unidades industriais, um raio em torno de 12 a 15 km, elevando, portanto, a taxa de aplicação calculada.

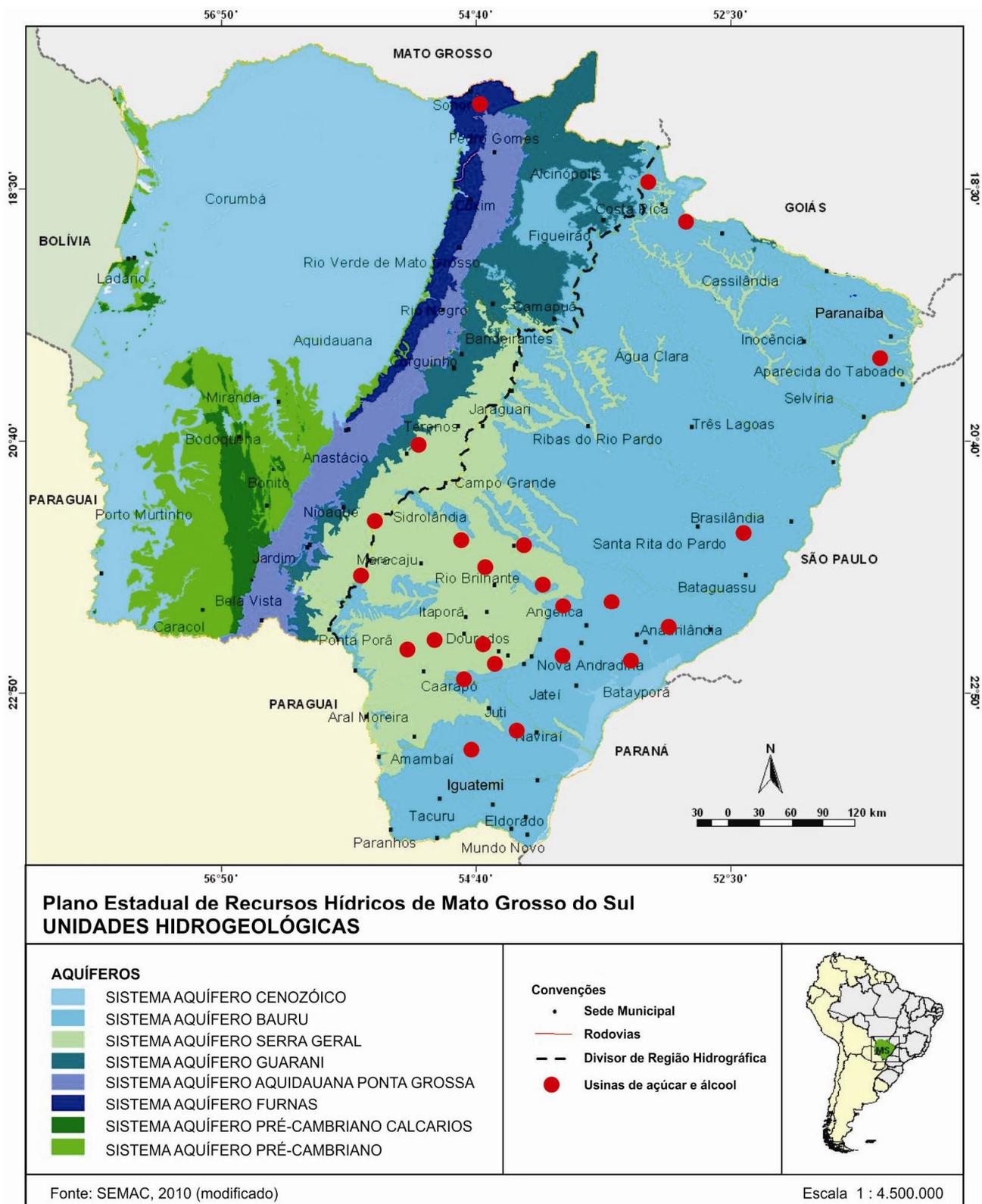
Evidências de que a vinhaça é aplicada em elevadas taxas motivaram o Legislativo a propor o projeto de Lei. Em 2012, a proliferação descontrolada de um inseto – a mosca do estábulo (*Stomoxys calcitrans*), em regiões circunvizinhas às lavouras de cana-de-açúcar, e a consequente perda de dezenas de cabeças de gado, foi relacionada ao manejo indevido da vinhaça, que proporciona o acúmulo do líquido em poças e nas áreas plantadas (Brasil Agro, 2013).

Os registros no Mato Grosso do Sul vão de encontro às constatações de Pereira et al. (2009), que avaliaram a fertirrigação com vinhaça por três agroindústrias localizadas no Centro-Oeste e apontaram irregularidades como: a aplicação em excesso, além da capacidade de absorção do solo, ocasionando encharcamento e escoamento superficial; a aplicação ou armazenamento próximo a locais de elevado risco de contaminação como várzeas e áreas de preservação permanente (APP); e a condução em canais não impermeabilizados.

A ausência de informação oficial a respeito das áreas efetivamente fertirrigadas no Estado dificulta o diagnóstico das taxas reais de aplicação em cada usina, e da possível sobrecarga de elementos como nitrato e potássio nos aquíferos. Isso indica a necessidade de levantamento dessas informações e a implantação de ensaios de monitoramento das águas subterrâneas a partir da instalação de piezômetros.

### **Unidades Hidrogeológicas onde se localizam as usinas**

Existem 24 usinas de açúcar e álcool implantadas no Estado (Biosul, 2014), distribuídas, em sua grande maioria, na porção sul do Estado, predominantemente sobre os Sistemas Aquíferos Bauru e Serra Geral (Figura 3). Uma das unidades localiza-se sobre área de afloramento do Aquífero Furnas e outra possui área de abrangência parcial sobre o Sistema Aquífero Guarani aflorante. A exceção da unidade CBAA Sidrolândia e da Usina Sonora, que estão instaladas na bacia hidrográfica do Rio Paraguai, todas as demais se encontram na bacia hidrográfica do Rio Paraná.



**Figura 3.** Localização das usinas de cana-de-açúcar sobre as Unidades Hidrogeológicas de Mato Grosso do Sul.

Não existem levantamentos e/ou mapas de vulnerabilidade para cada um dos Sistemas Aquíferos do Estado. A ausência desse tipo de informação dificulta o processo de gestão das águas subterrâneas, sem oferecer subsídios para a proteção e a utilização eficiente dos recursos hídricos. A

implantação de uma rede de monitoramento no Estado que possibilite a determinação da qualidade das águas subterrâneas e a evolução de parâmetros indicativos foi uma das recomendações do Plano Estadual de Recursos Hídricos (Semac, 2010), e um dos mecanismos pelo qual se poderá melhor regular o uso de efluentes na fertirrigação.

### **Sistema Aquífero Bauru**

O Sistema Aquífero Bauru, onde localizamos a área de abrangência total de 12 usinas e parcial de 2 usinas, é constituído principalmente por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, dos grupos Bauru (Formações Vale do Rio do Peixe e Marília) e Caiuá (Formação Santo Anastácio). O aquífero aflora em todo o flanco oriental do território estadual, sendo responsável pela manutenção do nível de base de importantes rios contribuintes da margem direita do Rio Paraná (Semac, 2010).

Aquífero poroso, suas áreas de afloramento são áreas de recarga, onde as condições potenciométricas favorecem a infiltração. Além dessa característica intrínseca, a vulnerabilidade e os riscos de contaminação estão relacionados ao seu caráter predominantemente livre e com ampla área de ocorrência, em domínios de intensa atividade agropecuária (CPRM, 2012).

O sentido do fluxo subterrâneo neste aquífero é de oeste para leste, sendo que as cotas potenciométricas variam de 600 metros na borda ocidental, próximo ao município de Campo Grande, para 250 metros a leste, próximo à calha do Rio Paraná (CPRM, 2012). Vale observar que a maior parte das usinas implantadas sobre este Aquífero em Mato Grosso do Sul encontra-se justamente próximo ao Rio Paraná, potencializando assim os impactos em decorrência da aplicação da vinhaça. Aumenta o risco de contaminação nessas regiões em função de uma menor profundidade do nível estático, chegando a menos de 5 metros.

Embora, ao infiltrar na zona não-saturada, a vinhaça sofra reações químicas, de modo que nem todos seus componentes alcançam o aquífero freático, Hassuda et al. (1990) comprovaram sua interferência nas concentrações de amônia, magnésio, alumínio, ferro, manganês, cloreto e matéria orgânica, ultrapassando os valores de referência para potabilidade, em estudos realizados em domínios do aquífero Adamantina do Sistema Bauru.

### **Sistema Aquífero Serra Geral**

Localizamos a área de abrangência total de 8 usinas e parcial de 3 usinas no Sistema Aquífero Serra Geral, que tem ocorrência no centro-sul do Estado, na bacia hidrográfica do Paraná e uma pequena parcela na bacia hidrográfica do Paraguai. É formado essencialmente pelos basaltos da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento, constituindo um aquífero fraturado, livre. Poços perfurados neste aquífero fazem dele fonte de água para abastecimento público, principal ou

secundária, de importantes cidades do Estado, como Campo Grande, Dourados, Ponta Porã, Caarapó, Sidrolândia, entre outras (Semac, 2010).

A área de afloramento dos basaltos é uma das regiões de maior potencial agrícola do Estado, sendo elevados os níveis de produtividade da cana-de-açúcar alcançados, um dos motivos da expansão da cultura nessas áreas.

Embora o solo argiloso, que caracteriza a cobertura das extrusivas básicas, seja menos vulnerável à ação de contaminantes, o sistema de fraturas do Aquífero é mais vulnerável que o próprio Guarani confinado, considerando a maior velocidade de fluxo subterrâneo, variando de 36,5 m/ano para Dourados e 204 m/ano para Fátima do Sul, enquanto no Guarani é de aproximadamente 1 m/ano, na área de confinamento. A movimentação da água subterrânea nesta formação se dá na forma de um aquífero livre, mantendo uma associação direta com a drenagem superficial (Lastoria, 2002). A inexistência de estudos específicos torna a fertirrigação com vinhaça uma prática preocupante, mesmo nessas áreas com cobertura de latossolo, porém com espessura pequena.

## CONCLUSÕES

A taxa anual de aplicação de vinhaça calculada para uma condição de distribuição uniforme em toda a área de cultivo em Mato Grosso do Sul é inferior ao limite referencial de 155m<sup>3</sup>/ha/ano.

Das 24 usinas implantadas no Estado, 23 localizam-se em áreas de afloramento dos Sistemas Aquíferos Bauru e Serra Geral, inexistindo até a presente data estudos regionais que tratem da vulnerabilidade à contaminação pela fertirrigação da vinhaça.

É evidente a mudança do modelo agrícola existente no Estado, não somente pelo incremento da área plantada com cana-de-açúcar, mas também com a expansão da silvicultura de eucalipto, notadamente na zona de afloramento do Aquífero Bauru.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEBÉ, Felizarda V.; ROLIM, Mário M.; PEDROSA, Elvira M. R.; SILVA, George B.; OLIVEIRA, Veronildo S. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.13, n.6, p.781–787, 2009. [www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)

BIOSUL. Evolução da Produção de Cana-de-açúcar no MS. Associação dos Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul. Disponível em: [http://www.biosulms.com.br/arqv/serie\\_cana.pdf](http://www.biosulms.com.br/arqv/serie_cana.pdf). Acesso em: 01 março 2014.

BRASIL AGRO. MS: Maioria das usinas já respeitam normas do uso da vinhaça, diz deputado Felipe Orro. Brasil Agro, 4 novembro 2013. Disponível em: <<http://www.brasilagro.com.br/index.php?noticias/detalhes/12/53880>>. Acesso em: 28 fevereiro 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2013. Brasília: Conab, 2013.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Belo Horizonte: CPRM, 2012.

HASSUDA, Seiju; REBOUÇAS, Aldo da Cunha; CUNHA, Rodrigo César de Araújo. Aspectos qualitativos da infiltração da vinhaça de cana no Aquífero Bauru. Revista IG. São Paulo, 11(2), 5-20, jul./dez., 1990.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. CANASAT: Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da Terra. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat>>. Acesso em: 28 fevereiro 2014.

JUNQUEIRA, Cássia de Ávila Ribeiro; MOLINA JUNIOR, Vitor Eduardo; LOSSARDO, Luiz Fernando; FELICIO, Bruna da Cunha; MOREIRA JUNOR, Orlando; FOSCHINI, Regina Célia; MENDES, Rodolfo Moreda; LORANDI, Reinaldo. Identificação do potencial de contaminação de aquíferos livres por vinhaça na bacia do Ribeirão do Pântano, Descalvado (SP), Brasil. Revista Bras. de Geociências, vol. 39, n. 3, p.507–518, 2009.

LASTORIA, Giancarlo. Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2002.

LYRA, Marília R. C. C.; ROLIM, Mário M.; SILVA, José A. A. Topossequência de solos fertigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas. Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.7, n.3, p.525-532, 2003. [www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)

MANOEL FILHO, João. Contaminação das Águas Subterrâneas. In FEITOSA, Fernando A. C. et al. (org.). Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM / LABHID, 2008.

MATO GROSSO DO SUL. Projeto de Lei nº 07/2013 de autoria do deputado Laerte Tetila de 06 fevereiro 2013. Disponível em: <<http://www.al.ms.gov.br>>. Acesso em: 28 fevereiro 2014.

PAULINO, Janaina; ZOLIN, Cornélio A.; BERTONHA, Altair; FREITAS, Paulo S. L.; e FOLEGATTI, Marcos V. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. II. Características da cana-de-açúcar. Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.15, n.3, p.244–249, 2011. [www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)

PEREIRA, Sueli Yoshinaga; ARCARO, Nathália Pozzi; MORTATTI, Bruno César; MIGUEL, Miriam Gonçalves. Distribuição em profundidade dos elementos químicos em lixiviados de manto de alteração areno silto-argiloso contaminado por vinhaça. Revista Águas Subterrâneas, vol. 26, n.1, p.113-130, 2012. [www.aguassubterraneas.abas.org](http://www.aguassubterraneas.abas.org)

PEREIRA, Marcelo Castro; ALQUINI, Fernanda; GÜNTHER, Wanda M. R. Fertirrigação com vinhaça, aspectos técnicos, ambientais e normativos. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande. Anais do XVIII SBRH, 2009. [www.abrh.org.br](http://www.abrh.org.br)

ROLIM, Mário M.; LYRA, Marília Regina C. C.; DUARTE, Anamaria de Sousa; MEDEIROS, Pedro Robinson Fernandes de; SILVA, Ênio Farias de França e; PEDROSA, Elvira Maria Régis. Influência de uma lagoa de distribuição de vinhaça na qualidade da água freática. Revista Ambiente & Água: v. 8, n.1, 2013. [www.ambi-agua.net](http://www.ambi-agua.net)

SEMAC - Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 2010. [www.semac.ms.gov.br](http://www.semac.ms.gov.br)

SILVA, Mellissa A. S.; GRIEBELER, Nori P.; BORGES, Lino C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Revista. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.11, n.1, p.108–114, 2007. [www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)