



CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR VINHAÇA: Uma revisão dos impactos causados pela fertirrigação.

Matheus Gonzalez Fernandes ¹

Anna Holfmann Oliveira²

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

A utilização de vinhaça no solo, pela fertirrigação em culturas agrícolas é uma alternativa para seu descarte correto. Entretanto, quando utilizada de forma incorreta causa diversos tipos de impactos ambientais. Em torno de 12 litros de vinhaça são geradas para cada litro de etanol produzido. Os impactos ambientais envolvem problemas de contaminação solos, águas subterrâneas e superficiais. Este trabalho objetivou a realização de revisão de literatura sobre a contaminação do solo pela utilização de forma inadequada da vinhaça como fertirrigação em culturas agrícolas. Foram avaliados trabalhos com a vertente da contaminação do solo pela fertirrigação por vinhaça em periódicos nacionais e internacionais entre os anos de 2000 a 2021. A elaboração do trabalho ocorreu através da elaboração da pergunta de pesquisa, busca na literatura, seleção de artigos, extração de dados, avaliação da metodologia utilizada, análise da qualidade dos resultados e junção dos conteúdos. Verificou lacunas a serem preenchidas e estudos futuros necessários na avaliação da toxicidade sob solo sob influência da vinhaça.

Palavras-chave: toxicidade do solo, solos contaminados, cana-de-açúcar.

¹Aluno do curso de Mestrado em Agricultura e Ambiente. Universidade Federal de São Carlos – Campus Araras/SP, Centro de Ciências Agrárias, mfernandes@estudante.ufscar.br.

²Prof. Dr. Universidade Federal de São Carlos – Campus Araras/SP, Centro de Ciências Agrárias, annahoffmann@ufscar.br.



INTRODUÇÃO

Em torno de 12 litros de vinhaça são gerados para cada litro de etanol produzido (SILVA, 2007). A utilização vinhaça no solo pela fertirrigação em culturas agrícolas é uma alternativa para seu descarte correto (LAIME et al., 2011). Entretanto, quando utilizada de forma incorreta causa diversos tipos de impactos ambientais (CHRISTOFOLETTI et al., 2013), em quantidades maiores do que o solo e as plantas conseguem absorver, este resíduo pode percolar no solo, atingir e contaminar as águas subterrâneas, resultando em alto potencial tóxico para organismos aquáticos (MARINHO et al., 2014).

Em níveis altos, este resíduo possibilita o aumento na concentração salina do solo, atribuída à alta concentração de potássio e de outras bases trocáveis contidas no efluente (ORLANDO FILHO et al., 1983; BRITO et al., 2005). Sua aplicação altera as propriedades químicas como o pH e os teores de potássio trocáveis (SILVA et al., 2014), proporcionando maior disponibilidade de nutrientes para as plantas (SILVA et al., 2007).

Os impactos ambientais envolvem problemas de contaminação (solos, águas subterrâneas e superficiais), e de interferência na dinâmica da água (escoamento superficial, evapotranspiração, infiltração). A contaminação das águas subterrâneas pode ocorrer pela lixiviação (LUNA; COUTINHO, 2008; PREVITALI, 2011), não ocorrendo impactos danosos ao meio ambiente quando as aplicações são inferiores a 300 m³/ha (LIBONI; CEZARINO, 2012). Portanto a aplicação não deve ultrapassar a capacidade de retenção de água no solo, visando evitar a contaminação de águas subterrâneas (VIEIRA, 1986). O estado de São Paulo possui regulamentação da aplicação da vinhaça no solo, e critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola (CETESB, 2015).

Os efeitos tóxicos da vinhaça *in natura* estão presente em diversos estudos, como o de Christofolletti et al. (2013b, 2016) e Pedro-Escher et al. (2014, 2016) que através de bioindicadores verificaram o potencial tóxico, e concluíram que mesmo sendo uma forma economicamente viável a aplicação da vinhaça necessita de cautela.

Novas formas promissoras de utilização da vinhaça estão sendo estudadas, como a vinhaça concentrada e a em pó. Sabe-se que a vinhaça concentrada reduz consideravelmente o risco de se atingir o lençol freático, atenua a emissão de gases do efeito estufa proveniente dos caminhões e permite a reutilização de água condensada (FARIA et al., 2011). A vinhaça em pó, desenvolvida pela Sugar Cane Business Case Sustainability (2011), transforma a maior parte do líquido gerado no processo de fermentação em água reutilizável em processos industriais, essa nova tecnologia de aplicação no solo tende a propor menores riscos ao meio ambiente e evitar a contaminação do solo

Este trabalho objetivou a realização de revisão de literatura sobre a contaminação do solo pela utilização de forma inadequada da vinhaça como fertirrigação em culturas agrícolas. Também verificou lacunas a serem preenchidas por pesquisas futuras na área.

METODOLOGIA

A elaboração desta revisão sistemática de literatura ocorreu através da elaboração da pergunta de pesquisa, busca na literatura, seleção de artigos científicos, extração de dados, avaliação da metodologia utilizada, análise da qualidade dos resultados e junção dos conteúdos. A plataforma na busca de literatura foi a Science Direct, devido a alta qualidade dos artigos disponibilizados.

Foram avaliados trabalhos com a vertente da contaminação do solo pela fertirrigação por vinhaça em periódicos nacionais e internacionais entre os anos de 2000 a 2021. Para a busca de literatura foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Contaminação do solo; contaminação por vinhaça, fertirrigação.

A seleção dos artigos científicos ocorreu através do software Rayyan (2021), que permite visualizar os resumos de cada trabalho, adicionar comentários e separar os artigos selecionados e excluídos. O uso deste instrumento visou otimizar o tempo de seleção e obter maior controle na tomada de decisão. A exclusão dos trabalhos ocorreu pelos seguintes motivos: 1) Trabalhos que não estavam no formato de artigos científicos como capítulos, resumos e revisões, resalto que os artigos científicos contabilizados foram aqueles de caráter aplicado. Aqueles puramente teóricos não foram considerados; 2) Fertirrigação que



não utilizou a vinhaça como produto; 3) Trabalhos sobre fertirrigação de vinhaça que não tinham como resultado a contaminação de solos por vinhaça.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram selecionados 181 trabalhos dentro da plataforma do Science Direct e adicionados os resumos no software Rayyan (2021). A classificação dos trabalhos pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação e seleção dos trabalhos coletados.

Classificação	Quantidade de Trabalhos
Trabalhos insuficientes para análise	98
Vertente diferente da proposta	22
Publicação em outros formatos	7
Duplicadas	11
Trabalhos incluídos para análise	43

Fonte: O autor (2021).

Foram 98 trabalhos que apresentaram estudos de fertirrigação com culturas de outros produtos e/ou estavam fora do período definido (2000 a 2021), 22 trabalhos estavam relacionados com a vinhaça, contudo os resultados não apresentaram detalhamento do potencial contaminante em solos, 7 trabalhos estavam em outros formatos distintos de artigo científico (capítulos de livros) e estudos de base teórica, como revisões de literatura, além de 11 duplicatas de trabalhos. Assim, os trabalhos considerados para a análise totalizaram 43 artigos científicos

Dentre as lacunas relacionadas às fontes de contaminação do solo pela vinhaça destacam-se a ausência de estudos referentes à utilização de antibióticos e antissépticos no processo fermentativo, buscando gerar um ambiente favorável ao desenvolvimento das leveduras e desfavorável aos microrganismos, e suas consequências após a aplicação no solo. Também é notória a ausência de legislação que determina valores quantitativos da concentração da vinhaça a ser aplicada no solo com cultivo e, também, as concentrações de potássio permitidas na aplicação em função do tipo de solo e variedade de cana-de-açúcar, portanto recomenda-se estudos visando otimizar a aplicação da vinhaça e evitar a toxicidade ambiental. Sendo assim, é recomendado o estudo futuro visando regulamentar a criação de instrumentos legais e embasar políticas públicas voltadas a aplicação da vinhaça no solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão de literatura, verificou-se a necessidade de maiores estudos voltados à toxicidade do solo decorrentes da aplicação de vinhaça. Destaca-se a necessidade de aprimoramento das pesquisas com foco na identificação de limites críticos que embasem o desenvolvimento de políticas públicas para o setor.

REFERÊNCIAS

- BRITO, F. L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. **Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, p. 5–56, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, C. A.; FRANCISCO, A.; PEDRO-ESCHER, J.; GASTALDI, V. D.; FONTANETTI, C. S. **Diploids as soil bioindicators of toxicity after application of residues from sewage treatment plants and ethanol industry**. Microscopy and Microanalysis, v. 22, p. 1098-1110, 2016.
- CHRISTOFOLETTI, C.A.; ESCHER, J.P.; CORREIA, J.E.; MARINHO, J.F.U.; FONTANETTI, C.S. **Sugar cane vinasse: environmental implications of its use**. Waste Management, Padova, v. 33, n. 12, p. 2752-2761, dez. 2013.
- FONTANETTI, C. S. **Sugar cane vinasse in water bodies: Impact assessed by liver histopathology in tilapia**. Ecotoxicology and Environmental Safety, n. 110, p. 239-245, 2014.
- LIBONI, L.B.; CEZARINO, L.O. **Impactos sociais e ambientais da indústria da cana-de-açúcar**. Future Studies Research Journal, v. 4, n. 1, p. 202-230, 2012.
- LUNA, R.G.; COUTINHO, H.D.M. **Efeitos de bagaço de cana-de-açúcar e minhocas (Pontoscolex corethrurus) sobre a microbiota do solo (Paraíba, Brasil)**. Revista Caatinga da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 156-161, 2008.
- PEDRO-ESCHER, J.; CHRISTOFOLETTI, C. A.; ANSOAR-RODRÍGUEZ, Y.; FONTANETTI, C. S. **Sugarcane vinasse, a residue of ethanol industry: toxic, cytotoxic and genotoxic potential using the Allium cepa test**. Journal of Environmental Protection, v. 7, p. 602-612, 2016.
- PEDRO-ESCHER, J.; MAZIVIERO, G. T.; FONTANETTI, C. S. **Mutagenic action of sugarcane vinasse in the Tradescantia pallida test system**. J. Ecosys Ecograph, v. 4, p. 2-4, 2014.
- RAYYAN. Disponível em < www.rayyan.ai>. Acessado em 15 de jun. de 2021.
- SILVA, A.M.P.; ALMEIDA, J.C.S.; SILVA, R.L.; BONO, J.A.M. **Benefícios da fertirrigação com vinhaça na melhoria do solo e à produtividade da cana-de-açúcar**. Cadernos de Agroecologia, Recife, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2010.
- SILVA, A.P.M.; BONO, J.A.M.; PEREIRA, A.R. **Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos**. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., v. 18, p. 38-43, 2014.
- SILVA, M.A.S.; GREIBELER, N.P.; BORGES, L.C. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático**. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007.
- SOTO, M. A.; BASSO, J. B.; KIANG, C. H. **Impactos da fertirrigação da cana-de-açúcar por vinhaça nas propriedades físicas, químicas e hidráulicas do solo**. Canal6 Editora. 1ª ed, cap 6, p. 103-124, Bauru-SP, 2017.