

ESCOLA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO  
CENTRO PAULA SOUZA

Andreia Alves da Silva  
Larissa Pires Delgado  
Otevânia Lima Raimundo

O USO DA VINHAÇA NA FERTIRRIGAÇÃO

Fernandópolis  
2022

Andreia Alves da Silva  
Larissa Pires Delgado  
Otevânia Lima Raimundo

## O USO DA VINHAÇA NA FERTIRRIGAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em açúcar e Álcool, no Eixo Tecnológico em Produção Sucroalcooleira, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora Midian Nikel Alves de Souza.

Fernandópolis  
2022

Andreia Alves da Silva  
Larissa Pires Delgado  
Otevânia Lima Raimundo

## O USO DA VINHAÇA NA FERTIRRIGAÇÃO

Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em açúcar e Álcool, no Eixo Tecnológico em Produção Sucroalcooleira, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora Midian Nikel Alves de Souza.

Examinadores:

---

Estela Aparecida Merino Zanon

---

Marcos Antônio de Asiss

---

Midian Nikel Alves de Souza

Fernandópolis  
2022

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este artigo para aos leitores que visam ampliar o conhecimento sobre a fertirrigação da vinhaça e constantes evoluções.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao José Orlando, pela inspiração e colaboração no desenvolvimento deste trabalho. Em especial, nossos professores e orientadora que nos ajudaram muito com ideias e execução do projeto, e aos nossos amigos que sempre incentivaram e contribuíram de alguma forma para a realização deste.

## EPÍGRAFE

“Na Natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Antoine-Laurent de Lavoisier.

# O USO DA VINHAÇA NA FERTIRRIGAÇÃO

Andreia Alves da Silva  
Larissa Pires Delgado  
Otevânia Lima Raimundo

**RESUMO:** A vinhaça produzida pela indústria sucroalcooleira é um resíduo orgânico líquido derivado do processo de fermentação para obtenção do etanol, na qual é utilizada atualmente para a fertirrigação da cana-de-açúcar. Esse processo passou por várias mudanças ao longo tempo, como, por exemplo, anteriormente era descartado em rios e em dias atuais, desde a década de 50 é reutilizado na fertirrigação do solo, porém, o uso contínuo dela, no solo, pode levar a saturação de cátions, principalmente de K (potássio), ocorrendo problemas de lixiviação e posteriormente contaminação das águas subterrâneas. Dessa maneira, esse estudo de caso teve como objetivo mostrar a evolução da aplicação deste resíduo líquido no solo e o uso controlado de forma racional pode trazer benefícios ao solo e a planta.

**Palavras-chave:** Vinhaça. Indústria. Fertirrigação. Aplicação. Evolução. Benefícios.

**ABSTRACT:** The stillage produced by the sugar and alcohol industry is a liquid organic waste derived from the fermentation process to obtain ethanol, which is currently used for fertirrigation of sugarcane. This process has undergone several changes over time, such as, for example, previously it was disposed of in rivers and nowadays, since the 50's, it is reused in soil fertirrigation; however, its continuous use in the soil can lead to cation saturation, especially of K (potassium), causing leaching problems and later groundwater contamination. Thus, this case study aimed to show the evolution of the application of this liquid waste in the soil and how its rational controlled use can bring benefits to the soil and the plant.

**Keywords:** Vinasse. Industry. Fertigation. Application. Evolution. Benefits.

## 1. INTRODUÇÃO

A vinhaça também recebe os nomes de vinhoto, tiborna ou restilo. Ela é o resíduo pastoso e malcheiroso que sobra após a destilação do caldo de cana-de-açúcar (garapa) fermentado, na fabricação do etanol (álcool etílico). Ele é formado de água, matéria orgânica e minerais, principalmente potássio, além de açúcares e outros elementos. Para cada litro de álcool produzido, são gerados cerca de 12 litros de vinhaça e ela é composta por cerca de 93% de água. (NOVACANA, S/D).

Anteriormente, o vinhoto era descartado diretamente em rios, aumentando consideravelmente a degradação ambiental dos ecossistemas. Atualmente, após uma série de estudos e pesquisas, foi descoberto que ele pode ser utilizado para adubar o solo, principalmente devido à alta concentração de potássio. Pois, ele é fundamental no processo de fotossíntese, na absorção de nutrientes e em diversas reações enzimáticas no interior da planta. A aplicação da vinhaça em altas concentrações no solo acaba comprometendo a vida de alguns organismos. Nesses casos, reduz a fauna local e diminuiu a diversidade de alguns micro-organismos (PRP, 2010).

A liberação da vinhaça no meio ambiente pode também reduzir a biodiversidade, provocando a morte de animais e a decomposição desse material atrai insetos, como a mosca do estábulo, que contribuem para o desequilíbrio ecológico e a insalubridade do ambiente (expõem o empregado a agentes nocivos à saúde) (ECYCLE, S/N)

Porém, o uso controlado do vinhoto (vinhaça) é reconhecidamente uma boa prática na cultura da cana do ponto de vista ambiental e produtivo, pois permite a total reciclagem dos resíduos industriais (vinhoto, torta de filtro e água de lavagem – de limpeza do chão, de purga do circuito fechado e condensados remanescentes), aumento da fertilidade do solo, redução da captação de água para irrigação, redução do uso de fertilizantes químicos e custos decorrentes (NOVACANA, S/D).

O objetivo do presente trabalho é apresentar a prática da fertirrigação com a vinhaça, mostrando benefícios, danos causados por esta atividade e

principalmente sua aplicação. Visto que ela é muito praticada pela Agroindústria Sucroalcooleira, em usinas da nossa região.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar, como mostra a figura 1, é uma planta de formato cilíndrica, pertence à espécie *Saccharum officinarum* e com o decorrer do tempo, várias outras espécies foram produzidas com a ajuda de inovações tecnológicas. Ela desembarcou no Brasil pelas mãos dos portugueses, no início do século XVI.

Figura 1. Cana-de-açúcar



Fonte: (Novacana, S/D)

Hoje, é aqui na nossa região que se localiza a maior parte dos canaviais. E não é mais apenas o açúcar seu principal produto, pois o álcool, especificamente o etanol, produzido a partir da cana, é o que mais se destaca economicamente nos dias atuais, pois, este combustível alternativo, contribui para o desenvolvimento sustentável.

Além disso, a cana possui também outras finalidades, um exemplo disso, é a sua utilização no estado natural como pasto, na qual é consumida pelo gado, ou na forma de ingrediente em alimentos como a garapa, rapadura, o melado, entre outros (INFO ESCOLA, S/D).

### **2.1.1. Origem da cana**

A planta surgiu na ilha de Nova Guiné, em meio ao oceano pacífico e foi se espalhando para o mundo gradualmente, junto com a migração humana.

Desde que chegou ao Brasil em 1953, a cana-de-açúcar se tornou um dos mais importantes cultivos desenvolvidos no país. Atualmente, o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking de produção de açúcar e é o maior exportador de etanol do planeta. Devido suas recentes buscas por combustíveis mais renováveis que substituam o petróleo e não sejam tão agressivos ao meio ambiente faz com que a cana-de-açúcar se torne um produto de extrema importância global na procura por um desenvolvimento mais sustentável. (NOVACANA, S/D).

### **2.1.2. Relevância e aplicabilidade da cana-de-açúcar**

A cana de açúcar, além da produção de açúcar e álcool, ela também é reutilizada para a geração de energia elétrica e, em menor escala do biogás.

Para produzir açúcar e álcool é necessário um processo simples, basta moer a cana para extrair o açúcar em estado líquido (caldo de cana). Se este caldo for fervido, o excesso de água evapora, e é utilizado na fabricação de açúcar e se for fermentado, vira álcool. Essa fermentação é o uso de microrganismos (leveduras) na quebra as moléculas de açúcar do caldo para a fabricação do etanol. A espécie mais comum usada na produção é a *Saccharomyces cerevisiae* (NOVACANA, S/D)

A partir desses processos a cana gera resíduos e subprodutos, as usinas que trabalham com a cana aproveitam praticamente tudo da planta, pois elas têm propriedades importantes nas indústrias farmacêuticas, química e cosmética (INFOESCOLA, S/D)

Dentre seus subprodutos e resíduos produzidos a cana de açúcar gera o bagaço, melaço (ou mel final), torta de filtro, óleo fúsel, álcool bruto, levedura seca e a vinhaça (NOVACANA, S/D).

## 2.2. VINHAÇA

A vinhaça, como mostra na figura 2, é o produto que sobra na destilação do licor de fermentação do álcool de cana-de-açúcar e esse líquido residual, também conhecido, regionalmente, por restilo e vinhoto (SciElo, 2007).

Figura 2. Tanque de vinhaça



Fonte: (TV TEM, 2020)

De maneira geral, a vinhaça apresenta elevadas concentrações de nitrato, potássio e principalmente matéria orgânica; sua utilização pode alterar as características do solo promovendo modificações em suas propriedades químicas, favorecendo o aumento da disponibilidade de alguns elementos para as plantas, ela tem demonstrado seu valor como adubo na cultura da cana-de-açúcar. Segundo as pesquisas mais recentes, a produtividade pode ser aumentada em até 10% graças à utilização da vinhaça como fertilizante (NOVACANA, S/D).

Entretanto, estudos já mostraram que o uso excessivo dela, traz efeitos negativos ao meio ambiente, causando, por exemplo, contaminação de lençóis

freáticos com o potássio, salinização do solo, lixiviação de metais e sulfatos, liberação de odores nocivos e emissão de gases de efeito estufa como óxido nitroso(N<sub>2</sub>O) (NOVACANA, S/D).

A tabela 1, abaixo destaca as características desse importante subproduto.

**Tabela 1. Características da vinhaça não concentrada.**

Características da Vinhaça		
Parâmetro	Melaço	Caldo
pH	4,2 - 5,0	3,7 - 4,6
Temperatura [°C]	80 - 100	80 - 100
DBO [mg O <sub>2</sub> /l]	25.000	6.000 - 16.500
DQO [mg O/l]	65.000	15.000 - 33.000
Nitrogênio [mg/l]	450 - 1.600	150 - 700
Fósforo [mg/l]	100 - 290	10 - 210
Potássio [mg/l]	3.740 - 7830	1.200 - 2.100
Cálcio [mg/l]	450 - 5.180	130 - 1.540
Magnésio [mg/l]	420 - 1.520	200 - 490
Sulfato [mg/l]	6.400	600 - 760
Carbono [mg/l]	11.200 - 22.900	5.700 - 13.400

**Obs.:** Vinhaça não concentrada.

Fonte: (Piracicaba, 2020)

Na tabela, mostra a quantidade extrema de potássio, em comparação com o cálcio e o magnésio, que contém em uma vinhaça não concentrada. E o uso excessivo dela no solo, ocorre problemas de lixiviação e posteriormente contaminação das águas subterrâneas.

### 2.2.1. Características da vinhaça

A vinhaça é o subproduto que sobra do processo de destilação, sendo descartado na temperatura de 80 a 100°C, passando por um processo de resfriamento a 40/50°C, como mostra a imagem 3, ou deslocada para lagoas de retenção na temperatura que sai do aparelho, sendo resfriada nestas lagoas.(PIRACICABA, S/D)

Figura 3. Torre de resfriamento da vinhaça



(Fonte: Caetano, 2022)

O vinhoto é gerado em muitos países do mundo como subproduto da produção de álcool; tendo em vista ser a matéria-prima diferente, ele apresenta diferentes propriedades. A concentração de sódio na vinhaça de cana-de-açúcar é menor que na de beterraba, porém valores elevados desse íon são indesejáveis já que podem causar condições nocivas ao solo e às plantas. (SCIELO, 2007)

Ela é caracterizada como efluente de destilarias com alto poder poluente e alto valor fertilizante; é considerada altamente nociva à fauna, flora, microfauna e microflora das águas doces, além de afugentar a fauna marinha que vem às costas brasileiras para procriação como podemos ver na imagem 4. (SCIELO, 2007)

Figura 4. Centenas de peixes mortos nas margens do Rio Piracicaba



(Fonte: Edjan Del Santo/EPTV. S/D)

### **2.2.2. Uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar**

Desde a proibição do descarte da vinhaça em água na década de 80, começou-se a utilizar esse resíduo como fertilizante nas culturas canavieiras. Atualmente, essa prática irá completar 40 anos e somente em 2006 entrou em vigor uma legislação regulamentando a fertirrigação pela vinhaça. Correia, Jorge Evangelista (2019)

De acordo com NETO, 2005. Há usinas que já aplicam vinhaça em 70% da sua área de cultivo, e há outras com valores bem menores. De modo geral, a cada safra, a área com uso de fertirrigação das usinas aumentam na busca do uso racional da vinhaça, visando maior produtividade agrícola e redução no uso de fertilizantes químicos. Isto tem levado a doses cada vez menores ( $m^3/ha$ ), distanciando-se de valores que poderiam trazer danos (salinização e contaminação do lençol freático) (NOVACANA, S/D)

Respeitando as características dos solos onde é aplicada, a localização das nascentes d'água e os volumes, a vinhaça não provoca efeitos negativos. Resultados nos testes até hoje indicam que não há impactos danosos ao solo com doses inferiores a  $300 m^3/ha$ . Acima disso, pode haver danos ao solo ou, em casos

específicos (solos arenosos ou rasos), contaminação das águas subterrâneas (NOVACANA, S/D)

O vinhoto, além de fornecer água e nutrientes, age como recuperador da fertilidade do solo, inclusive em profundidade. Introduz nutrientes em profundidade como o  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  e  $\text{K}^+$ , enriquecendo os solos. Há muitos experimentos que comprovam os resultados positivos obtidos na produtividade agrícola (t de cana/ha).

Avaliações dos riscos pelos metais presentes na vinhaça, em cinco anos, concluíram que não se alteraram significativamente as quantidades de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  e fósforo solúvel, nem os teores de zinco, cobre, ferro e manganês solúveis (NOVACANA, S/D).

De acordo com Nova Cana (s/d):

Esta norma técnica busca uma maneira segura de aplicação da vinhaça (ou vinhoto), definindo os locais permitidos, as doses, o revestimento de canais mestres e depósitos etc., e considerou os resultados de anos de estudos na busca de processos seguros em relação aos vários aspectos da proteção ambiental deve-se esperar que as tecnologias continuem a evoluir neste sentido, envolvendo a interação da vinhaça com a palha residual deixada no campo.

### **2.2.3. Problemas identificados na utilização da vinhaça**

De acordo com um estudo, a vinhaça é cerca de cem vezes mais poluente do que o esgoto de origem doméstica. Isso porque esse material tem uma alta taxa de matéria orgânica, contribuindo para o processo de Eutrofização (processo de poluição de rios e lagos, que acabam adquirindo uma coloração turva ficando com níveis baixíssimos de oxigênio dissolvido na água). A vinhaça é altamente corrosiva e tem uma alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Ela diz respeito ao volume de oxigênio necessário para provocar a oxidação da matéria orgânica no processo de decomposição, no meio aquático. (ECYCLE, S/D).

Figura 5. Eutrofização



(Fonte: Uol S/D).

Como podemos observar na imagem 5, quando a DBO (Demanda Bioquímica De Oxigênio) de um corpo hídrico está alta, significa que esse ambiente está poluído com uma grande quantidade de matéria orgânica. Outro problema do vinhoto é a alta temperatura em que esse resíduo é liberado pelos equipamentos de destilação, gerando danos ou morte nos seres vivos do meio ambiente (ECYCLE, S/D).

### **2.3. EVOLUÇÃO NA APLICAÇÃO DA VINHAÇA**

Existem três sistemas para transportar e aplicar a vinhaça até as áreas agrícolas, assim como mostrará nas imagens:

Caminhão-tanque convencional (figura 6): Normalmente bitrens em 100% da produção, antigamente era o mais usado, pois tem como vantagem, um curto tempo para sua implantação.

Figura 6. Caminhão-tanque



(Fonte: Doc player, 2018)

Aplicação por aspersão (figura 7): A vinhaça é encaminhada diretamente da Indústria para uma lagoa, ou reservatório, como mostra na figura 8, na qual está localizada no nível mais alto da propriedade. Através de canais impermeabilizados, a vinhaça então é enviada aos canhões de aspersão. Recentemente a vinhaça era armazenada em grandes lagoas próxima a usina e nos canaviais. Porém, devido às condições de segurança e aos altos custos da lagoa, que deve ser totalmente impermeabilizada, este sistema vem sendo abandonado pelas usinas. E atualmente algumas usinas já estão fazendo o bombeamento direto da Usina para o campo, através de tubulações, conforme a figura 9 e 10 (PIRACICABA, 2002).

Figura 7. Fertirrigação por Aspersão



(Fonte. Vale do Ivinhema/ SD)

Figura 8. Reservatório de vinhaça



Fonte: (IRRIGA Engenharia, 2022)

Figura 9. Tubulação da vinhaça



(Fonte: Caetano, 2022)

Figura 10. Caminhão usado para transportar as tubulações



(Fonte: Caetano, 2022)

Caminhão Yara (figura 11): O processo de enriquecimento da vinhaça com fertilizante líquido, é realizado por meio de uma tecnologia em sistemas de injeção personalizados – desenvolvida especialmente pela startup Drope Agricultura – para essa finalidade e permite dosar o fertilizante, armazenado em tanques cedidos em comodato pelo caminhão Yara, de forma precisa e diretamente na vinhaça, para sua posterior aplicação localizada (CETESB, S/D).

Figura 11. Caminhão Yara



Fonte: (RPA News, 2022)

Uma das principais vantagens da nova tecnologia na fertirrigação é a sustentabilidade, pois, a solução permite o menor uso de insumos, maior eficiência na aplicação e o maior aproveitamento do subproduto da cana-de-açúcar. E é um ponto importante, já que a prática de uso da vinhaça é classificada pelo Renovabio, programa nacional de incentivo à produção de biocombustíveis no Brasil, possibilitando que o agricultor aumente sua geração de Cbios – créditos de descarbonização –, que podem ser revertidos em nova renda para o campo (BFBUNGE, 2022).

Cada dia as Usinas buscam mais tecnologia para fazer a fertirrigação com vinhaça, normalmente são dois sistemas, aplicação de carretel enrolador e o tanque aplicador com jato direcionado na linha, ou seja, são equipamento de alta portabilidade, na qual, aplica pequenos volumes de movimentação fácil de acesso uma área para outra e o que viabiliza esses dois sistemas para fazer a aplicação da vinhaça.

Conforme a tecnologia vai avançando, os meios de produção da vinhaça acompanham esse avanço. Os equipamentos mecanizados atualmente, facilitam a extração desse subproduto. O uso de GPS (Sistema de Posicionamento Global), pilotos automáticos e automatização dos equipamentos contribuem para a melhoria da produção desse derivado direto da cana de açúcar.

Na agrícola de tratos culturais é importante esse momento que tem hoje em relação da fertirrigação, a operação agrícola de traços culturais que propõe destinar corretamente este líquido de alto valor agregado utilizado como fertilizante para distribuir o solo. É definida a concentração de potássio a quantidade aplicada de um lugar vai depender da análise de solo ou questão de um conceito básico em relação a fertirrigação k(potássio)na vinhaça, ou seja, Quilograma(kg) de k (potássio)por m<sup>3</sup> de vinhaça onde a quantidade ser aplicada em uma área definido após análise químico no solo (IRRIGACANA, 2019).

Figura 12. Transporte de carregar a vinhaça



Fonte: (TV TEM, 2020)

## 2.4 CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DA VINHAÇA NO SOLO

De acordo com Cetesb (2012), a aplicação de vinhaça no solo deverá atender às seguintes condições;

Não poderá haver aplicação de vinhaça nas Áreas de Preservação Permanente – APP, definidas na Lei Federal nº. 12.651/2012 (BRASIL, 2012c), alterada pela Lei Federal nº. 12.727/2012 (BRASIL, 2012a) e regulamentada pelo Decreto Federal nº 7830/2012 (BRASIL, 2012b);

A aplicação de vinhaça em áreas localizadas no domínio de Área de Proteção Ambiental – APA será admitida desde que não haja vedação específica a essa prática em seus regulamentos;

A aplicação de vinhaça em áreas localizadas na zona de amortecimento de unidades de conservação de proteção integral será admitida desde que não haja vedação a essa prática no plano de manejo da unidade;

Não será admitida a aplicação de vinhaça em área de proteção de poços regularmente definida ou a menos de 100 metros de distância de poços de abastecimento;

A área de aplicação de vinhaça não deverá estar contida na área de domínio das ferrovias e rodovias federais ou estaduais;

A área de aplicação de vinhaça deverá estar afastada, no mínimo, 1.000 (um mil) metros dos núcleos populacionais compreendidos na área do perímetro urbano. Essa distância de afastamento poderá, a critério da CETESB e, mediante justificativa técnica, ser ampliada se as condições ambientais, incluindo as climáticas, exigirem tal ampliação. (CETESB/2012)

### **3.METODOLOGIA**

No presente trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre vinhaça, através de buscas em artigos científicos, pesquisas qualitativas online e revistas para complemento do tema abordado. Há citações de pesquisas de campo com o profissional da Área, com o objetivo de esclarecer a importância de dissertar sobre o assunto enfatizando o cultivo da plantação, visto que, foi se aprimorando ao decorrer dos anos, devido a evolução das tecnologias sucroalcooleiro das usinas do Brasil.

## **4. DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 PESQUISA DE CAMPO COM UM PROFISSIONAL DA ÁREA**

Foi realizada uma entrevista com um profissional da área, Jose Orlando, que trabalha na usina BP Bunge Bioenergia produzindo etanol, açúcar e bioenergia de maneira sustentável da cidade de Ouroeste-SP.

Conteúdo da entrevista:

#### **Questão 1. Qual seu nome e cargo na usina?**

**Resposta:** “Meu nome é José Orlando, sou operador de máquinas agrícolas III e responsável pela equipe da aplicação da vinhaça, na Usina BP Bunge Bioenergia da cidade de Ouroeste-SP e já trabalho lá a quatorze anos”.

#### **Questão 2. Como era a aplicação da vinhaça quando começou trabalhar na usina?**

**Resposta:** “Ela era armazenada em grandes lagoas próxima a usina e enviada aos canhões de aspersão. Porém, devido às condições de segurança e aos altos custos da lagoa, porque deve ser totalmente impermeabilizada, este sistema vem sendo abandonado pela usina”.

#### **Questão 3. Como está sendo feita a aplicação atualmente?**

**Resposta:** “A aplicação da vinhaça atualmente utilizada no Brasil e em outros países, e a maioria das aplicações são realizadas usando os autopropelidos (canhões), na técnica conhecida como “fertirrigação”. No momento, essas aplicações estão sendo gradualmente restritas devido ao seu alto custo, não trazendo benefícios ao produtor”.

#### **Questão 4. Houve melhoria, quais foram?**

**Resposta:** “Sim, melhoria em equipamento assim como modernização, automação, melhor parceria com os agricultores locais e hoje há uma maior preocupação com o meio ambiente”.

**Questão 5. Você considera que há alguma desvantagem nessa mudança da aplicação da vinhaça?**

**Resposta:** “Não, pois o desperdício da vinhaça é menor, o sistema para transportá-la é mais seguro e pode levar a vinhaça a grandes distancias em áreas que não poderiam ser abastecidas pelo bombeamento convencional”.

**Questão 6. É identificado, problemas no procedimento de aplicação da vinhaça?**

**Resposta:** “O maior problema que as usinas enfrentam, em relação a vinhaça, é com a mosca do estábulo, quando não é aplicado de forma correta”.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por fim, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo abrangente sobre a fertirrigação da vinhaça, na qual teve êxito em demonstrar a evolução da aplicação decorrente das novas evoluções tecnológicas.

Além disso, na entrevista com o profissional da área, concluímos que, com o decorrer dos anos e com a conscientização ambiental, assim como a Usina na qual ele trabalha e das empresas atualmente, houve melhorias, tanto na evolução da aplicação via fertirrigação e também no reaproveitamento dela.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGROPOS. **Cana-de-açúcar: a Cultura que potencializou o Brasil!** Disponível em: <<https://agropos.com.br/cana-de-acucar/>>. Acesso em: set. 2022.

CETESB. **Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola.** Disponível em: <[https://cetesb.sp.gov.br/camarasambientais/wpcontent/uploads/sites/21/2013/12/P4\\_231.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/camarasambientais/wpcontent/uploads/sites/21/2013/12/P4_231.pdf)>. Acesso em: set. 2022.

DOCPLAYER. **Manejo e cuidados no uso da vinhaça na fertirrigação.**

Disponível

em:<[https://cetesb.sp.gov.br/camarasambientais/wpcontent/uploads/sites/21/2013/12/P4\\_231.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/camarasambientais/wpcontent/uploads/sites/21/2013/12/P4_231.pdf)>. Acesso em: nov. 2022.

ECYCLE. **Vinhaça: o que é, impactos e usos.** Disponível em:

<<https://www.ecycle.com.br/vinhaca/>>. Acesso em: mai. 2022.

ECYCLE. **Cana-de-açúcar: impactos, usos e benefícios.** Disponível em:

<<https://www.ecycle.com.br/cana-de-acucar/>>. Acesso em: set. 2022.

INFOESCOLA. **Cana de açúcar.** Disponível em:

<<https://www.infoescola.com/plantas/cana-de-acucar/>>. Acesso em: set. 2022.

IRRIGACANA. **Sistemas de Aplicação de Vinhaça: Características e Vantagens – Osvaldo Arce de Brito (HidroEng).** Disponível

em<<https://www.youtube.com/watch>>. Acesso em: nov. 2022.

IRRIGA ENGENHARIA. **Reservatório de vinhaça e águas residuárias.** Disponível

em:< <http://www.irrigaengenharia.com.br/projeto/reservatrio-de-vinhaa-e-guas-residurias/47>>. Acesso em: nov. 2022.

MARQUES, Gabriel. **Vinhaça: o futuro da fertilização.** Disponível

em:<<https://sites.usp.br/prp/2010>>. Acesso em: mai. 2022.

NOVACANA. **Uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar.** Disponível

em:<<https://www.novacana.com/cana/uso-vinhaca-cultura>>. Acesso em: mai. 2022.

NOVACANA. **Cana-de-Açúcar — Tudo sobre esta versátil planta.** Disponível em:

<<https://www.novacana.com/cana-de-acucar>>. Acesso em: set. 2022.

PIRACICABA ENGENHARIA. **Vinhaça – principais técnicas de utilização.**

Disponível em: <<https://www.piracicabaengenharia.com.br/vinhaca-principais-tecnicas-de-utilizacao/#:~:text=No%20processo%20industrial%2C%20a%20vinha>>

%C3%A7a, caldo%20nas%20usinas%20de%20a%C3%A7%C3%BAcar>. Acesso em: set. 2022.

REVISTARPANEWS. **BP Bunge adota aplicação de vinhaça enriquecida com fertilizantes.** Disponível em:<<https://revistarpanews.com.br/bp-bunge-adota-aplicacao-de-vinhaca-enriquecida-com-fertilizantes/>>. Acesso em: set. 2022.

SCIELO. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático.** Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vxTJ6yw3YP7bsCx7qC3Qcdj/?lang=pt>>. Acesso em: set. 2022.