

MARIELE VILELA MOREIRA DE QUEIROZ

ADEQUAÇÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NO SETOR DE  
FERTIRRIGAÇÃO EM USINA DE ETANOL

São Paulo

2013

MARIELE VILELA MOREIRA DE QUEIROZ

ADEQUAÇÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NO SETOR DE  
FERTIRRIGAÇÃO EM USINA DE ETANOL

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para a obtenção do título de  
Especialista em Engenharia de  
Segurança do Trabalho

São Paulo

2013

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Queiroz, Mariele Vilela Moreira de**

**Adequação de segurança do trabalho no setor de fertirrigação em usina de etanol / M.V.M. de Queiroz. -- São Paulo, 2013.  
p. 52**

**Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1. Segurança do trabalho 2. Fertirrigação 3. Etanol I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.**

## AGRADECIMENTOS

À minha família, sempre presente nos momentos de estudo, e que contribuíram constantemente com estímulos e paciência para o encerramento do curso. Em especial, à minha filha Maria Paula Brumassio, razão de todas as forças que tenho para novos desafios.

Agradeço também a equipe de Segurança do Trabalho da Usina Odebrecht Agroindustrial – Unidade Morro Vermelho, da qual tenho orgulho de fazer parte. Aos companheiros de trabalho, a minha eterna gratidão pelo apoio de sempre, todos muito experientes e compreensivos.

## RESUMO

Apresenta-se neste trabalho um estudo sobre o impacto da vinhaça sobre o meio ambiente e ao trabalhador do setor de fertirrigação em usinas de etanol. As informações foram obtidas com análises e diagnósticos realizados em uma empresa sucroalcooleira no sudoeste goiano, onde a ausência de regulamentação para a atividade é crucial para o mau uso dos resíduos da cana-de-açúcar gerados na produção do álcool, o que se torna ainda um grande desafio para as novas usinas que estão chegando à região. Os resultados apontam que deve haver um acompanhamento intensivo dos trabalhadores da área pela empresa, já que os riscos da atividade são grandes, a fim de que não haja comprometimento da saúde ocupacional e desvios no manuseio devido do produto. Assim é possível concluir que tal adequação no processo, pode proporcionar diversos ganhos em produção e vantagens para o setor, com reduções de emissões ambientais e segurança no trabalho com a vinhaça.

Palavras-chaves: Cana-de-açúcar. Fertirrigação. Vinhaça.

## ABSTRACT

This research shows a study on the impact of vinasse on the environment and the sector worker fertigation in ethanol plants. The informations were obtained with analyzes and diagnoses in a sugarcane company in southwest Goiás, where the absence of regulations for the activity is crucial for the misuse of waste sugarcane bagasse generated in the production of alcohol, which becomes even a major challenge for the new plants that are coming to the region. The results indicate that there must be intensive monitoring of workers in the area by the company, since the risks of the activity are large, so that there is no impairment of occupational health and deviations in handling due to the product. Then it can be concluded that this adaptation process, can provide many gains in production and advantages for the sector, through reductions in environmental emissions and safety with work vinasse.

Key words: Sugarcane. Fertigation. Vinasse.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma de produção de etanol através da cana-de-açúcar.....	14
Figura 2 – Fluxograma de quantidade de resíduos na destilação do álcool.....	15
Figura 3 – Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar, Safra 1990.....	17
Figura 4 – Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar, Safra 2000.....	18
Figura 5 – Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar, Safra 2007.....	18
Figura 6 – Mapa das usinas de etanol no Brasil.....	19
Figura 7 – Lagoa de armazenamento de vinhaça.....	21
Figura 8 – Moto bomba em chassi com rodas.....	23
Figura 9 – Carretel enrolador com funcionário ao lado.....	24
Figura 10 – Tubos utilizados na montagem dos canais de transporte de vinhaça....	25
Figura 11 – Esquema de fases da fertirrigação.....	27
Figura 12 – Área de vivência.....	38
Figura 13 – Fungos desenvolvidos no pé do funcionário.....	43
Figura 14 – Estrutura para aprovação de modificações em Procedimentos Internos.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Solubilidade dos fertilizantes em função da temperatura.....	27
Tabela 2 – Caracterização físico-química da vinhaça.....	29/30
Tabela 3 – Equipamentos de proteção individuais (EPIs) utilizados para funcionários da fertirrigação da usina estudada.....	34
Tabela 4 – Riscos ocupacionais na atividade e possíveis lesões corporais descritas da Ordem de Serviço da usina estudada.....	49



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	11
1.1 OBJETIVO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	14
2.1 IRRIGAÇÃO	15
2.2 PERSPECTIVAS PARA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL	16
2.3 FERTIRRIGAÇÃO	20
2.3.1 Aplicação	20
2.3.2 Soluções nutritivas	26
2.4 A VINHAÇA	28
2.5 IMPACTOS DA FERTIRRIGAÇÃO	31
2.5.1 Impactos ambientais no solo e água	31
2.5.2 Impactos sociais	33
2.6 LEGISLAÇÃO VIGENTE	35
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	39
3.1 DIAGNÓSTICOS DE SSMA	41
3.2 UM ESTUDO DE CASO	42
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	45
4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA FERTIRRIGAÇÃO	46

4.2 PROCEDIMENTOS DE TRABALHO.....	47
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas ligada ao crescimento econômico do Brasil, possuindo monopólio na sua produção desde o descobrimento do Brasil até o século 17, quando perdeu a liderança para outros países até o ano de 1980, quando reassume o ranking. Atualmente, a cana-de-açúcar ocupa mais de oito milhões de hectares no nosso país, ou seja, aproximadamente 2,5% de toda a terra cultivável do Brasil. É esperado, ainda, que o volume da produção de cana-de-açúcar dobre na próxima década.

Porém, para todo esse crescimento, vem em foco o termo desenvolvimento sustentável cada vez mais escutado pela crescente globalização, e que nos mostra a preocupação com os efeitos ambientais negativos do rápido crescimento econômico mundial.

Como ainda há muitas divergências sobre a interpretação deste conceito, devemos entender, com o foco no cultivo da cana-de-açúcar, que a sustentabilidade é a capacidade de expansão do setor sucroalcooleiro com responsabilidade social e ambiental bem implantada.

Atualmente, assistimos a uma grande tendência de elevação de produção do etanol no Brasil, devido ao aumento no consumo mundial do álcool combustível, decorrente da instabilidade na oferta de petróleo, que obrigada os países dependentes deste combustível a procurar diferentes formas de combustível. Vale ainda ressaltar, que o Protocolo de Quioto estabelece metas de redução das emissões dos gases causadores do efeito estufa, favorecendo a produção da cana-de-açúcar como fonte de energia alternativa.

O governo brasileiro tem feito incentivos para exportação de etanol, tornando-o uma *commodity* de destaque na pauta exportadora brasileira, por esse e pelos outros motivos listados anteriormente, a produção cresce ainda mais. Como sabemos que o etanol brasileiro só atingirá o status de *commodity*, ganhando credibilidade no mercado internacional, se forem efetivados mecanismos de controle

das responsabilidades social e ambiental pelos impactos da produção, alternativas que diminuam os impactos causados. Exigências do mercado europeu vêm gerando uma corrida para a certificação quanto aos critérios socioambientais na cadeia de produção dos biocombustíveis, sobretudo o etanol. (ESPÍNDOLA, 2009).

A vinhaça possui um alto poder poluidor, sendo que para cada litro de álcool produzido, é gerado de 10 a 15 litros da mesma, por isso, o estudo do seu descarte é de grande importância para o meio-ambiente. A estes impactos ambientais acrescentam-se também os aspectos sociais, como as condições de trabalho no campo e a segurança com que o mesmo é realizado.

## 1.1 OBJETIVO

O foco deste trabalho é a determinação de procedimentos para atuação segura na fertirrigação, além dos equipamentos de segurança necessários, analisando todas as etapas do processo, vantagens e desvantagens ao ecossistema, e ainda a relação dos trabalhadores envolvidos com o manuseio.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Com a atual preocupação em atender as legislações ambientais, sanitárias, de segurança e saúde ocupacional, e ainda se manter no mercado com sustentabilidade no negócio, surge a necessidade de se realizar bons levantamentos

de riscos, para que através destas identificações, gerem programas e metodologias viáveis do processo.

No Brasil, as usinas de etanol vêm, progressivamente, buscando novas certificações que forneçam maior reconhecimento no mercado. Em Goiás temos usinas já certificadas e outras que estão em fase de implantação em busca de novos horizontes para exportação. No entanto, para que estes objetivos sejam alcançados, devem atender a legislação vigente social e ambientalmente a fim de receber a aprovação.

Como as usinas de cana-de-açúcar têm alto potencial em causar impactos ao ecossistema e provocar acidentes e doenças aos trabalhadores e às comunidades da zona de influência direta e indireta, foi sugerida uma análise aprofundada das atividades relacionadas a fertirrigação, visando o atendimento às exigências legais do setor, além da manutenção da segurança no trabalho do setor.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

A produção da cana-de-açúcar é iniciada ao escolher qual variedade será cultivada, dependendo do solo e do clima, para que se possa obter maior produtividade e resistência a pragas. As mudas desenvolvidas para o plantio, os chamados toletes ou pedaços de cana, são colocadas em sulcos na terra. Todo o processo de crescimento das mudas deve ser acompanhado para obtenção de melhores ganhos em produtividade.

Para um melhor entendimento das etapas a que é submetida a cana-de-açúcar até chegar no produto final, no nosso caso o etanol, segue um fluxograma detalhado:



Figura 1 – Fluxograma de produção de etanol através da cana-de-açúcar. Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Algumas etapas são realizadas pelos próprios trabalhadores da usina, e outras feitas através de serviço terceirizado. O tempo entre as fases de plantio e colheita varia em razão das características de regiões e decisões de gestão das usinas.

A colheita é feita de maneira mecanizada, sendo que na região do sudoeste goiano não há indícios de colheita manual. A diferença mais importante entre elas, para fins deste estudo, está na necessidade da colheita manual em queimar a palha para permitir o corte da cana. Quando a palha é separada da cana e deixada sob o solo, aumenta a quantidade de matéria orgânica no mesmo.

Já na indústria, onde se inicia o processo de moagem até chegar ao produto final - etanol, o caldo da cana passa por vários processos: filtragem, fermentação, centrifugação e finalmente a destilação, onde é produzido o etanol hidratado, usado

como combustível em carros com motores Flex, ou etanol anidro, o qual é utilizado para misturar com a gasolina, onde é necessária mais uma etapa, a de desidratação. A vinhaça é um resíduo da destilação do álcool. Ela é utilizada como fertilizante na irrigação, sendo levado por sistemas de canais para vários locais do canavial. A figura 2 ilustra a quantidade do resíduo:

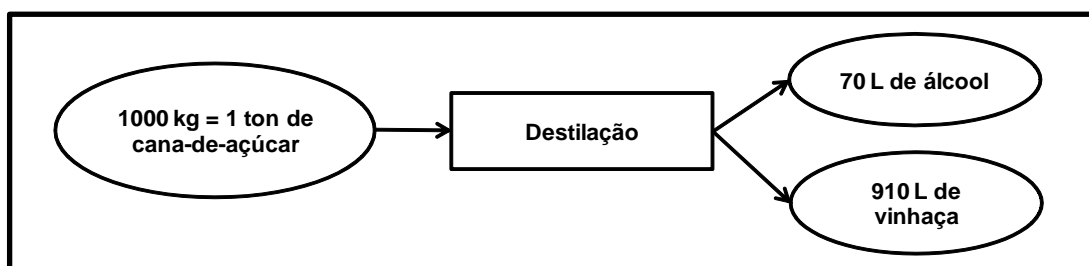


Figura 2 – Fluxograma de quantidade de resíduos na destilação do álcool. Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

## 2.1 IRRIGAÇÃO

A irrigação da cana-de-açúcar é feita normalmente pelo método de aspersão convencional, pivô central deslocado ou fixo, gotejamento e até sem irrigação. A escolha do método depende da disponibilidade financeira e hídrica, da espécie cultivada, do local de cultivo, do tipo de solo e da época de plantio.

O rendimento e a qualidade do álcool vão depender do método de irrigação escolhido e da quantidade de água aplicada, combinados com a adubação, a variedade da cana, a idade do corte, o tipo de solo e clima. Estudos apontam aumento de até 16% em produção com o uso da irrigação por gotejamento.

Segundo dados do Governo do Estado de Goiás, dos 300.000 hectares de terras irrigadas em seu território, 50.000 deles são destinados a plantações de cana-de-açúcar. O estado ocupa o quinto lugar em áreas irrigadas no Brasil. A irrigação é

fundamental na região, já que 90% das chuvas acontecem entre outubro e abril, passando por períodos longos e ríspidos de seca.

## 2.2 PERSPECTIVAS PARA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL

O aquecimento do mercado interno reforça as perspectivas de aumento das exportações do etanol, mantendo o Brasil como líder no mercado internacional, já que possui vantagens naturais para produção do etanol, tais como grande disponibilidade de terra arável e condições climáticas propícias à cultura da cana-de-açúcar. Atualmente, o Brasil utiliza apenas sete milhões de hectares para o plantio dessa cultura, sendo cerca de 50% para a produção de etanol e o restante para a de açúcar; essa área representa apenas 1% do total utilizado para plantios no Brasil.

Além disso, vale destacar que a energia consumida para o processo produtivo das usinas do setor sucroalcooleiro é proveniente do bagaço da cana-de-açúcar. Conseqüentemente, a análise de ciclo de vida do etanol constata a maior redução líquida de emissões de gases de efeito estufa entre outros combustíveis produzidos no mundo: enquanto a cana-de-açúcar gera oito unidades de energia para cada unidade de energia utilizada para produzi-la, o milho, matéria-prima do etanol norte-americano, gera cerca de uma unidade de energia para cada unidade utilizada em sua produção.

Soma-se ainda às vantagens do etanol para futuramente ser um substituto de derivados de petróleo, a utilização do bagaço da cana-de-açúcar para geração de energia, inclusive para exportação.

Atualmente, a região Centro Sul corresponde por cerca de 87% da produção brasileira, compreendendo os estados de São Paulo, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. A participação das regiões Norte e Nordeste na produção nacional de cana-de-açúcar tem apresentado uma tendência decrescente, pois os custos de produção nestas regiões



são mais elevados, onde a topografia dificulta a mecanização da produção, além da qualidade do solo ser inferior.

As figuras a seguir representam a evolução das terras cultivadas ao longo das últimas décadas, destacando as áreas de maior concentração:

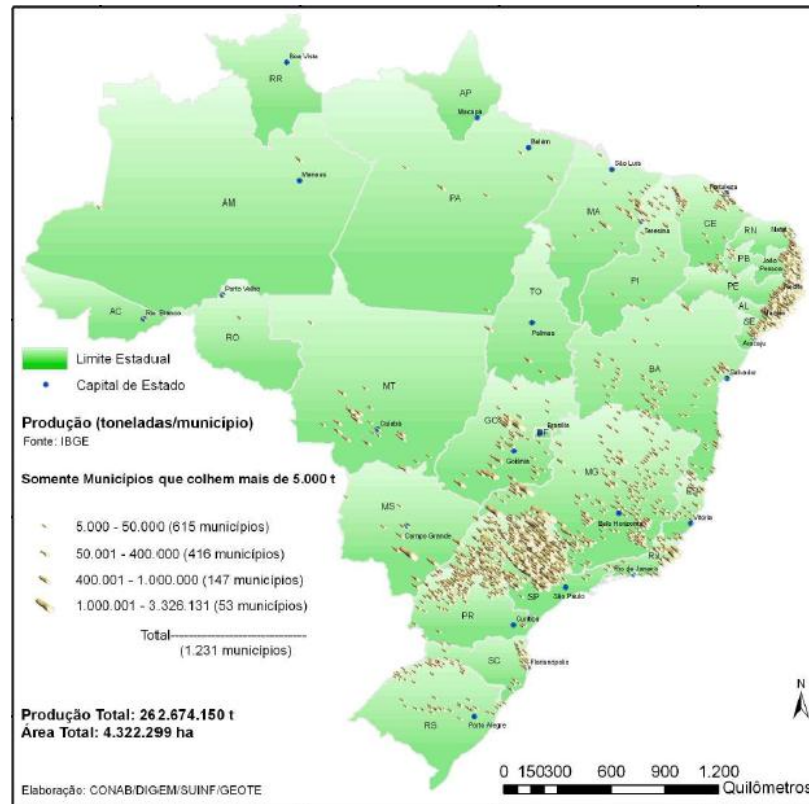


Figura 3 – Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar, Safra 1990. Fonte: IBGE,2010.

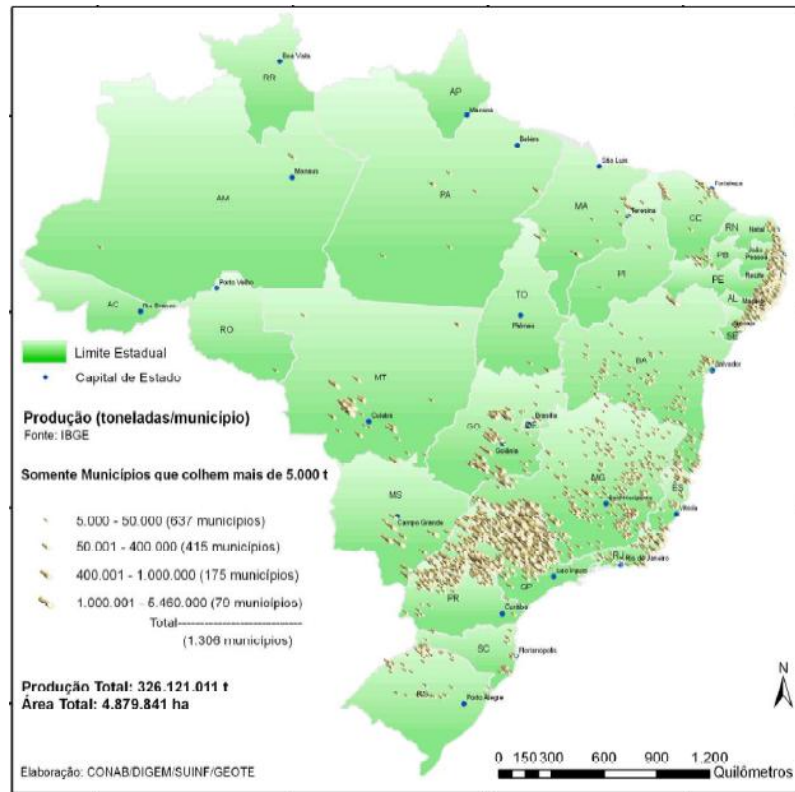


Figura 4 – Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar, Safra 2000. Fonte: IBGE, 2010.

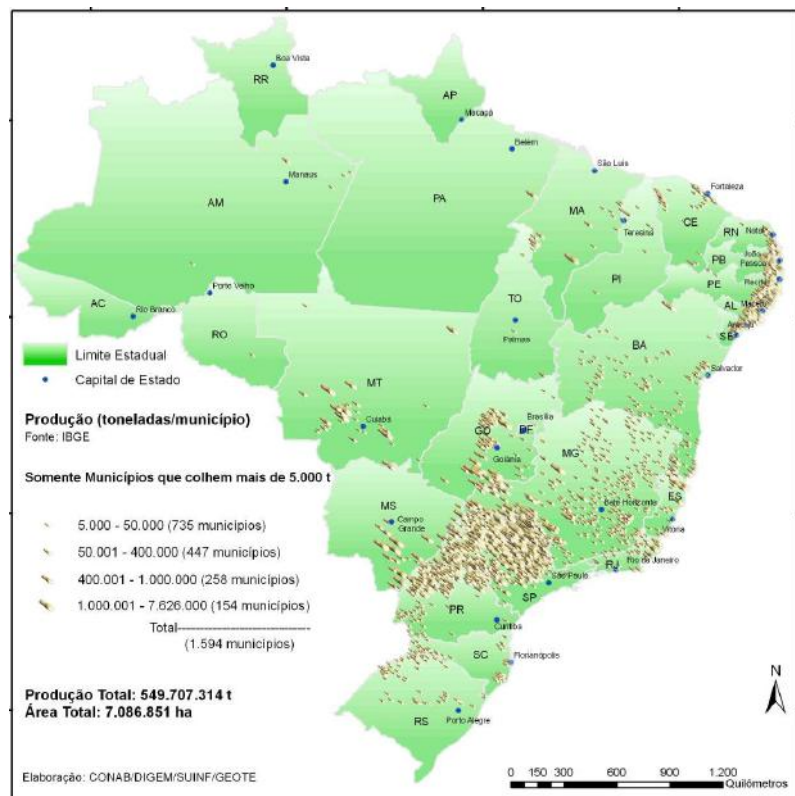


Figura 5 – Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar, Safra 2007. Fonte: IBGE, 2010.

O destaque hoje é uma grande tendência de construção de novas usinas na região Centro-Oeste, pois as terras na região Sudeste já estão largamente exploradas e a mão de obra não é suficiente para a demanda necessária. A imagem a seguir retrata esta distribuição:

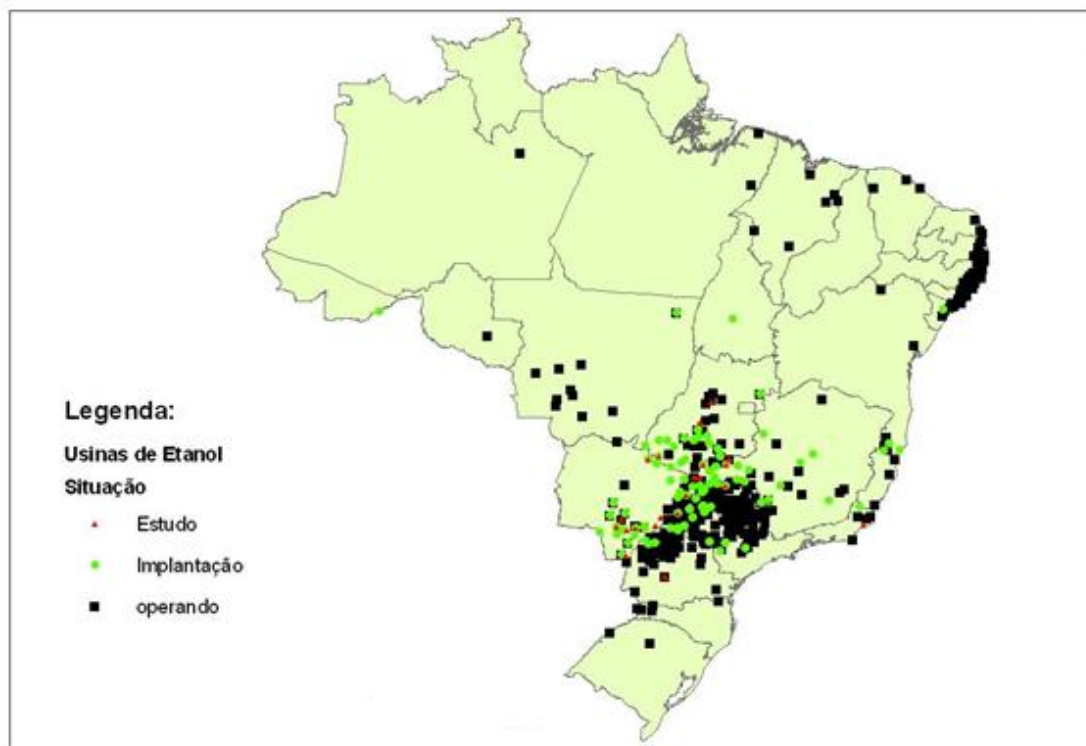


Figura 6 – Mapa das usinas de etanol no Brasil. Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2008.

Atualmente, o Sifaeg – Sindicato da Indústria de Fabricação de Alcool do Estado de Goiás – divulgou os dados da safra 2012/13 no Estado, que ocorreu no período entre abril e dezembro de 2012, com destaque para o crescimento de 17% em relação à safra anterior, enquanto que no Centro-Sul houve crescimento de 4%.

Os números colocam Goiás como o segundo maior produtor de cana-de-açúcar do país, ficando atrás apenas de São Paulo. O estado se mantém também como 2º maior produtor brasileiro de etanol e o 4º produtor de açúcar.

## 2.3 FERTIRRIGAÇÃO

Segundo pesquisas da Embrapa, a fertirrigação foi aplicada no Brasil pela primeira vez em 1976, em um experimento de tomate realizado com hortaliças. Já, os primeiros relatos sobre irrigação mostram seu início cerca de 5.000 anos atrás, às margens do Rio Nilo, no Egito Antigo. Ali também houve as primeiras obras relacionadas à irrigação, com construção de diques, represas e canais, para melhorar o aproveitamento das águas do Nilo. Sem a irrigação, a agricultura seria impossível naquele país, pois o solo era impróprio, as chuvas escassas e poucas fontes de água. Daí surgiu novas tecnologias, como o gotejamento, para suprir a falta da água como alimento nas culturas.

O uso de fertilizantes junto à água de irrigação é denominado fertirrigação. O principal objetivo deste método é obter ganhos na produtividade e o crescimento da cultura em questão, pois consegue trazer maiores quantidades de água e nutrientes necessários ao cultivo. Difere da aplicação de fertilizantes diretamente no solo, onde os nutrientes sólidos são depositados próximo das mudas, sendo que precisam esperar pela chuva para serem absorvidos para o solo.

Essa aplicação pode reduzir os custos na empresa de 50 a 87%, através da economia da mão de obra, máquinas e equipamentos. Pode ser usada de várias maneiras no campo, como no tratamento de resíduos de animais – bovinos, suínos, entre outros – e na adubação de diversas culturas, como a cana-de-açúcar.

### 2.3.1 Aplicação

Existem diversos métodos de injeção de produtos químicos nos sistemas de irrigação, além da porcentagem da área de fertirrigação das usinas serem bastante

variável. Existem usinas que já vem aplicando vinhaça em 70% da sua área de cultivo, por outro lado podem-se encontrar também usinas com áreas bem abaixo deste valor.

Pode-se considerar também que, de maneira geral, a cada safra o valor de área de fertirrigação das usinas aumenta, mostrando a preocupação das usinas com o uso racional da vinhaça, bem como uma adequação de dose de vinhaça que não cause prejuízo ao meio ambiente. A vinhaça deve ser armazenada em lagoas, com isolamento, para que não haja acesso livre de pessoas e animais. Deve ainda possuir uma geomembrana, que protege o solo para que não tenha contato direto com o produto.



Figura 7 – Lagoa de armazenamento de vinhaça. Fonte: Empresa, 2013.

Os sistemas utilizados atualmente para fertirrigação da lavoura canavieira são: caminhão-tanque convencional e aplicação por aspersão.

Na aplicação por aspersão são utilizados o sistema de montagem direta e autopropelido<sup>1</sup> com carretel enrolador, podendo este ser alimentado diretamente de canais ou a partir de caminhões.

Antigamente, outros dois sistemas eram bastante difundidos nas destilarias do país: área de sacrifício e sulcos de infiltração. No entanto, com o passar do tempo, ocorreu a eliminação desses sistemas porque eles não proporcionam o aproveitamento racional da vinhaça e impõem riscos de poluição das águas subterrâneas.

Até a década de 2000, a aplicação com caminhões-tanque era a mais difundida para distribuição de vinhaça pura, apresentando como vantagem o curto tempo exigido para sua implantação, já que basta adquirir a frota e colocá-la em operação. Possivelmente, este fato foi determinante para sua rápida difusão nas usinas e destilarias do país. Como limitações desse sistema destacam-se: agravamento dos problemas de compactação de solos, impossibilidade de aplicação em áreas de difícil acesso, dificuldades em dias de chuva, baixa uniformidade de distribuição e economicamente viável.

A vinhaça, seja diluída com águas residuárias, seja pura, pode ser aplicada através de sistemas de irrigação por aspersão, sendo o sistema de montagem direta e o autopropelido com carretel enrolador os utilizados nas usinas e destilarias do Brasil.

O sistema montagem direta consiste basicamente de um conjunto moto bomba acoplado a um aspersor tipo canhão, montados em chassi com rodas. O sistema também pode ser dotado de extensões (tubulações), com o objetivo de aumentar o espaçamento entre canais, ou seja, para diminuir a quantidade de canais que atravessam os talhões de cana. A vantagem principal do sistema de aspersão com montagem direta, quando comparado com o sistema de caminhões-tanque, é o menor custo por unidade de área fertirrigada. Mas por outro lado, a maior limitação é a exigência de uma rede de canais alimentadores, que implica em sistematização parcial do terreno e recortes da lavoura de cana, quando a implantação não é realizada na época da reforma do canavial.

---

<sup>1</sup> Autopropelido: que possui seu próprio meio de propulsão, sinônimo de autopropulsado, Wikcionário, 2011.





Figura 8 – Moto bomba em chassi com rodas. Fonte: Empresa, 2013.

O sistema autopropelido com carretel enrolador é o mais difundido atualmente nas usinas e destilarias, sendo o mesmo introduzido com o objetivo de substituir a extensão da montagem direta de aspersão. A vantagem principal do sistema é ser semi-mecanizado e, portanto, requer menos mão-de-obra que a montagem direta (transporte e manuseio das extensões). Por outro lado, exige maior potência da moto bomba e, conseqüentemente, consome mais combustível.



Figura 9 – Carretel enrolador com funcionário ao lado. Fonte: Empresa, 2013.

Os sistemas do tipo Pivô central pode ser considerado uma evolução dos sistemas de aplicação de vinhaça, já que beneficia a qualidade da fertirrigação, visto que o sistema proporciona uma uniformidade de distribuição superior quando comparada aos sistemas vistos. Entretanto, o sistema apresenta custos de implantação superiores, principalmente se considerarmos que para a fertirrigação será necessário a utilização de equipamentos que resistam ao efeito corrosivo da vinhaça, sendo viáveis estudos de viabilidade técnica e econômica da aplicação da vinhaça por este sistema.





Figura 10 – Tubos utilizados na montagem dos canais de transporte de vinhaça.  
Fonte: Empresa, 2013.

Outra evolução nas técnicas de aplicação de vinhaça é a utilização de sistemas de gotejamento sub-superficial. Experimentos conduzidos pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) mostra que é viável tecnicamente a aplicação da vinhaça por Gotejamento, entretanto, devido ao elevado custo, e ainda somado ao fato do mesmo ser fixo, torna o mesmo economicamente viável somente nas condições em que a irrigação por gotejamento na cana-de-açúcar apresentar viabilidade econômica, e a aplicação da vinhaça pelo sistema vier agregar valor ao mesmo.

O sistema mais utilizado nas usinas é a irrigação por aspersão, pela facilidade de uso aos variados tipos de solo e topografia, podendo ser totalmente automatizado. Contudo, esse método sofre influências climáticas, como o vento, fazendo com que não haja uma irrigação homogênea da cultura.

### 2.3.2 Soluções nutritivas

Na fertirrigação, a fertilização é combinada com a irrigação, isto é, os adubos minerais são injetados na água de irrigação para formar “água de irrigação enriquecida”. A prática existe tanto em regiões secas e áridas, quanto em regiões úmidas e chuvosas com intensa perda de sais por lixiviação.

No sistema de fertirrigação por gotejamento, os nutrientes diluídos na água são aplicados de forma a infiltrar no solo, predominando a absorção radicular ao contrário da foliar. Assim, o estudo do comportamento dos nutrientes no solo com relação à sua mobilidade, e a exigência da cultura durante o ciclo, são fatores importantes a considerar no manejo dos fertilizantes através desse sistema, indicando, também, as vantagens e economicidade de sua utilização.

Para que os benefícios sejam realmente alcançados, os seguintes passos devem ser seguidos rigorosamente:

- Definição da quantidade de nutrientes e parcelamento – caso possível, um engenheiro agrônomo deve realizar um estudo para definir as quantidades de nutrientes que a planta necessita bem como sua distribuição ao longo de suas fases, já que as mesmas são variáveis.
- Boa escolha do fertilizante – a única exigência feita aos fertilizantes para que seja usado em fertirrigação é que ele seja solúvel em água.
- Misturas ou injeções de adubos líquidos – deve-se observar a compatibilidade entre fertilizantes, pois algum sal contido em uma fórmula pode reagir com o de outra, podendo formar precipitados.
- Solubilidade dos Fertilizantes – cada fertilizante tem uma quantidade máxima que se dissolve em um determinado volume de água, o

qual não pode ser ultrapassado. A seguir uma tabela com os valores de solubilidade dos fertilizantes mais utilizados:

Tabela 1 – Solubilidade dos fertilizantes em função da temperatura.

Fertilizante (kg para formar 100 litros de solução)	Temperatura			
	0	10	20	30
Uréia	40	45	51	62
Nitrato de Amônio	54	61	66	70
Sulfato de Potássio	6	8	10	11
Cloreto de Potássio	22	23	25	27
Nitrato de Potássio	11	17	24	31

Fonte: Netafim, 2009.

- Observação no início da Fertirrigação – deve-se realizar a injeção do fertilizante somente após o sistema de irrigação estar pressurizado ou a válvula ou registro do setor abertos e pressão no dentro da estabelecida no projeto.
- Tempo de Avanço – ao término do processo, após a injeção de toda a solução, manter o sistema de irrigação funcionando neste setor por um determinado tempo.

O esquema abaixo demonstra as etapas do processo de fertirrigação, com a diferença da estação sazonal.

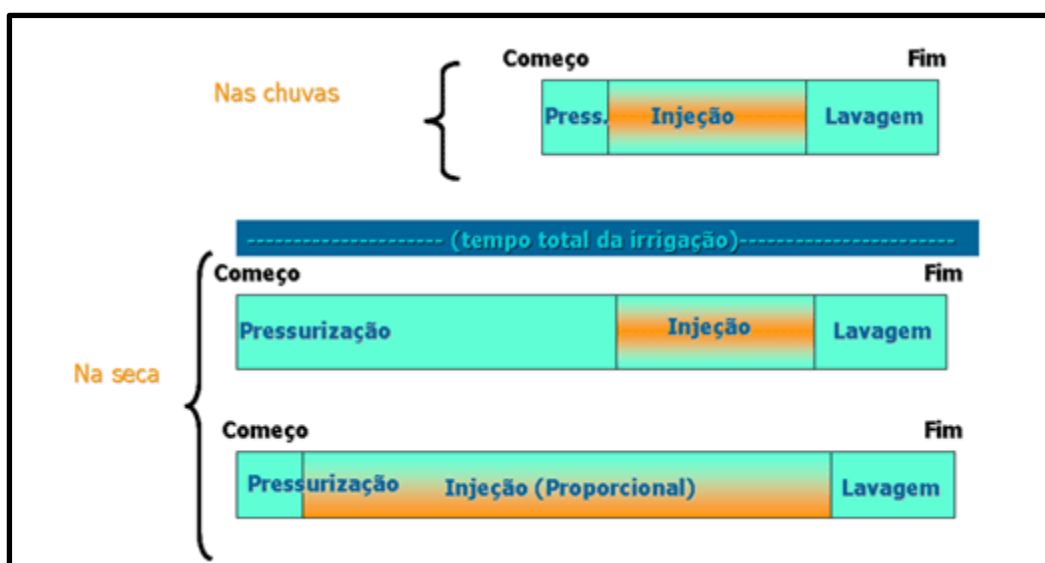


Figura 11 – Esquema de fases da fertirrigação. Fonte Netafim, 2009.

## 2.4 A VINHAÇA

A vinhaça é o produto da destilação do licor de fermentação do álcool, também conhecida por restilo ou vinhoto. É produzida em muitos países do mundo como subproduto da fabricação do álcool, mesmo com as diferentes matérias-primas utilizadas – cana-de-açúcar no Brasil; beterraba na Europa; etc. A concentração de sódio na vinhaça de cana-de-açúcar é menor que na de beterraba, o que acaba sendo uma grande vantagem, pois valores elevados desse componente são indesejáveis, podendo causar condições nocivas ao solo e às plantas.

O vinhoto é um líquido turvo com odor característico, sendo sua coloração variável do amarelo âmbar ao pardo escuro, dependendo de sua origem e do teor de matéria orgânica presente (Nascimento, 2003).

A vinhaça possui alto valor fertilizante, no entanto tem também grande poder poluente, cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico. É rica em matéria orgânica, tem baixo pH, elevada corrosividade, altos índices de demanda bioquímica de oxigênio, além de elevada temperatura na saída dos destiladores. 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 (Freire & Cortez, 2000).

O constituinte principal da vinhaça é a matéria orgânica, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos, e ainda, mesmo que em menor quantidade, por potássio, cálcio e magnésio, conforme tabela a seguir:

Tabela 2 – Caracterização físico-química da vinhaça. Continua.

DESCRIÇÃO	CONCENTRAÇÕES			PADRÃO/l álcool
	Dados do Processo	Mínimo	Média	Máximos
Brix do Mosto (°B)		12	18,65	23,65
Teor Alcoólico Vinho (°GL)		5,73	8,58	11,3
Taxa de Vinhaça (l/l. álcool)		5,11	10,85	16,43
Vazão de Referência (m3/dia)		530	1908,86	4128
				10,851
Caracterização da Vinhaça				
Ph		3,5	4,15	4,9
Temperatura (°C)		65	89,16	110,5
Demanda Bioquímica Oxigênio (DBO5) (mg/l)		6680	16949,8	75330
				175,13
Demanda Química de Oxigênio (DQO) (mg/l)		9200	28450	97400
				297,6
Sólidos Totais (ST) (mg/l)		10780	25154,6	38680
				268,9
Sólidos Suspensos Totais (SST) (mg/l)		260	3966,84	9500
				45,71
Sólidos Suspensos Fixos (SSF) (mg/l)		40	294,38	1500
				2,69
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) (mg/l)		40	3632,16	9070
				43,02
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) (mg/l)		1509	18420,1	33680
				223,19
Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV) (mg/l)		588	6579,58	15000
				77,98
Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF) (mg/l)		921	11872,4	24020
				145,21
Resíduos Sedimentáveis (RS) 1 hora (ml/l)		0,2	2,29	20
				24,81
Cálcio (mg/l CaO)		71	515,25	1096
				5,38
Cloreto (mg/l Cl)		489	1218,91	2300
				12,91
Cobre (mg/l CuO)		0,5	1,2	3
				0,01
Ferro (mg/l Fe2O3)		2	25,17	200
				0,27
Fósforo total (mg/l P2)4)		18	60,41	188
				0,65
Magnésio (mg/l MgO)		97	225,64	456
				2,39

Conclusão Tabela 2 – Caracterização físico-química da vinhaça.

DESCRIÇÃO	CONCENTRAÇÕES			PADRÃO/ álcool
Dados do Processo	Mínimo	Média	Máximos	
Manganês (mg/l MnO)	1	4,82	12	0,05
Nitrogênio (mg/l N)	90	356,63	885	3,84
Nitrogênio amoniacal (mg/l N)	1	10,94	65	0,12
Potássio Total (mg/l K2O)	814	2034,89	3852	21,21
Sódio (mg/l Na)	8	51,55	220	0,56
Sulfato (mg/l SO4)	790	1537,66	2800	16,17
Sulfito (mg/l SO4)	5	35,9	153	0,37
Zinco (mg/l ZnO)	0,7	1,7	4,6	0,02
Etanol-CG (ml/l)	0,1	0,88	119	9,1
Glicerol (ml/l)	2,6	5,89	25	62,1
Levedura (base seca) (mg/l)	114,01	403,58	1500,15	44,1

Fonte: Elia Neto e Nakahondo, 1995.

Dos efluentes líquidos da indústria sucroalcooleira, a vinhaça é a que possui maior carga poluidora. A quantidade despejada pelas destilarias pode variar de 10 a 15 litros de vinhaça por litro de álcool produzido, dependendo das condições tecnológicas da destilaria. A temperatura da vinhaça que sai dos aparelhos de destilação é de 85 a 90 °C.

Vários estudos sobre a disposição da vinhaça no solo vêm sendo conduzidos, enfocando-se os efeitos no pH do solo e sobre o lençol freático, mas poucos avaliaram o risco que ambiente fornece ao trabalhador da área, já que, em virtude dos elevados níveis de matéria orgânica e nutrientes, quase toda destilaria brasileira tem adotado sua utilização na fertirrigação de plantações de cana-de-açúcar.

A vinhaça, enquanto não utilizada, fica depositada na chamada área de segurança, para que não ocorra contaminação.

## 2.5 IMPACTOS DA FERTIRRIGAÇÃO

Até a década de 1970, as principais destinações da vinhaça eram os mananciais de superfície e "áreas de sacrifício". Com o crescente aumento da produção do resíduo e com a proibição legal do lançamento da vinhaça nos cursos de água, os esforços passaram a ser canalizados a fim de desenvolver possibilidades tecnológicas para sua destinação.

O Programa Nacional do Álcool (ProAlcool) foi criado com o objetivo de promover a substituição parcial da gasolina utilizada em veículos leves por álcool hidratado, como parte das ações adotadas pelo Governo Federal para reduzir o impacto da elevação dos preços do petróleo na década de 1970.

Cabe observar que, embora aperfeiçoamentos tecnológicos tenham tido lugar na agroindústria canavieira desde a implementação do ProAlcool, a relação média entre a quantidade de vinhaça gerada por litro de álcool não apresentou melhora significativa, salvo em algumas usinas. Provavelmente, o fato do setor sucroalcooleiro não ter direcionado esforços significativos para reduzir a produção deste resíduo, deve estar relacionado à ausência de uma regulamentação ambiental mais rígida.

Para analisarmos os impactos da produção e utilização da vinhaça para fertirrigação, devemos dividir as análises em dois grupos de estudo: os impactos ambientais e também sociais.

### 2.5.1 Impactos ambientais no solo e água

Após a proibição da disposição da vinhaça nos rios, a primeira solução encontrada foi a aplicação da vinhaça nas chamadas "áreas de sacrifício", áreas muito próximas às destilarias que sofriam a deposição de grande quantidade de vinhaça, ano após ano. Estas áreas ficavam praticamente inutilizadas para a agricultura, principalmente pelo efeito de salinidade do solo, tornando-o improdutivo. Como indica sua própria designação, as "áreas de sacrifício" tornam-se completamente inutilizáveis para quaisquer outras finalidades, sendo que hoje não são mais utilizadas.

A vinhaça promove melhorias na fertilidade do solo quando depositada nele, contudo, caso não seja feito um estudo da sua capacidade de retenção de íons do solo, pode possuir desbalanceamento de elementos minerais e orgânicos e levar a lixiviação de vários desses íons, especialmente do nitrato e do potássio.

De acordo com Glória & Orlando Filho (1983, apud SILVA, GRIEBELER; BORGES, 2006), os efeitos mais comuns no solo, são: elevação do pH, aumento da disponibilidade de alguns íons, aumento da capacidade de retenção de água e melhoria da estrutura física do solo. Uma das consequências mais importantes é o aumento notável de fungos no solo.

A vinhaça possui elevadas taxas de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda Biológica de Oxigênio), de onde vem seu grande potencial poluidor. Ao lado da poluição por substâncias orgânicas, outros aspectos físicos da vinhaça são seu baixo pH e a elevada temperatura em que é gerada, que resultam em seu caráter de poluente químico e na poluição de natureza física (na forma de calor).

Os elementos do ecossistema possivelmente afetados são os mananciais de superfície, o solo e as águas dos lençóis subterrâneos. A proliferação de microorganismos esgota o oxigênio dissolvido na água, destruindo a flora e a fauna aquáticas e dificultam o abastecimento de água potável.

Como os lançamentos de vinhaça nos mananciais seguem o ritmo da safra anual, onde em alguns meses o processo de produção de álcool cessa, o problema fica ainda maior, pois afeta as funções de auto-regulação e de auto-reprodução dos ecossistemas.



O impacto da fertirrigação nas águas está diretamente relacionado às características da vegetação e do solo, pois qualquer alteração na composição química e na estrutura do solo altera as características físico-químicas das águas, tanto superficiais como subterrâneas.

Para que haja uma dosagem correta de aplicação que possa ter um índice menor de contaminação do lençol freático, o cálculo das quantidades deve estar relacionado ao tipo e às condições do solo local, pois esses fatores influem sobre a capacidade de armazenamento e infiltração de água no solo. Deve-se verificar também a profundidade das águas subterrâneas, a proximidade de nascentes e a cobertura vegetal da área.

#### 2.5.2 Impactos sociais

Enquanto os efeitos da descarga da vinhaça sobre o meio ambiente são bastante conhecidos a ponto de não mais causar divergências na destinação do produto, a segurança do trabalhador deste setor pouco é estudada.

Para efeito da saúde ocupacional, os riscos biológicos que podem ser classificados como doença do trabalho, e consequentemente um acidente de trabalho, incluem infecções agudas e crônicas, parasitoses, intoxicações e reações alérgicas, desde que estabelecido o nexo causal. Muitas das doenças ocupacionais são classificadas como zoonoses, ou seja, surgem através do contato com animais, no entanto, se não houver medidas de prevenção apropriadas, os trabalhadores agrícolas podem estar em permanente contato. No geral, os trabalhadores urbanos estão mais protegidos que os rurais. Os trabalhos ao ar livre, onde a ação do clima é mais direta, sob sol, chuva, frio ou vento, podem propiciar a queda da resistência ou imunidade do trabalhador, favorecendo a ocorrência de infecções.

Para oferecer a segurança necessária ao empregado, a empresa tem o dever de fornecer os equipamentos de proteção individuais (EPIs) necessários de acordo com a função exercida. A Norma Regulamentadora seis (NR 6 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI) – do Ministério do Trabalho estabelece as diretrizes legais de proteção dos riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Segundo a NR6, “A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e,
- c) para atender a situações de emergência.”

Tabela 3 – Equipamentos de proteção individuais (EPIs) utilizados para funcionários da fertirrigação da usina estudada.

EQUIPAMENTO	USAR EM ÁREAS/ATIVIDADES
Bota de PVC cano médio	Nas atividades executas no processo de fertirrigação em áreas ou locais alagados.
Botina de segurança com biqueira de aço	Nas atividades onde não se aplica o uso da bota de PVC.
Luva de raspa ou em vaqueta	No manuseio de ferramentas e materiais abrasivos.
Luva de PVC	Nas atividades executas no processo de fertirrigação em contato com vinhaça ou água.
Capa de chuva com capuz	Em atividades com exposição a respingo de vinhaça e na ocorrência de chuva.
Mangote em helanca	Nas atividades de carregamento manual de tubulação.
Perneira	Nas atividades onde não se aplica o uso da bota de PVC.
Óculos de segurança escuro (com lente filtrante de raios ultravioleta)	Em todas as atividades de campo na lavoura no período do dia.
Óculos de segurança incolor	Em todas as atividades de campo na lavoura nos períodos do dia, noite e em dias nublados.
Protetor auricular tipo concha	Na operação ou nas proximidades do moto bomba.

Fonte: Empresa, 2013.

## 2.6 LEGISLAÇÃO VIGENTE

Há um vasto histórico da regulamentação aplicada no setor registrado na literatura brasileira. Entre os mais importantes, podemos destacar o Decreto-lei Nº 303, que proíbe o despejo de resíduos que possam poluir as águas receptoras, o qual criou, em 1967, um órgão de âmbito nacional, o Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental, com o objetivo de promover e coordenar as atividades de controle da poluição ambiental.

Já no final de 1978 foi lançada a Portaria GM nº 323/1978, proibindo o lançamento direto ou indireto, da vinhaça em qualquer coleção hídrica pelas destilarias de álcool. Para aperfeiçoar e ampliar a Portaria então vigente foi criada a Portaria nº 158/1980, não permitindo o lançamento em qualquer recurso hídrico, de vinhaça e de outros efluentes das destilarias de álcool e de bebidas alcoólicas. Determina ainda a existência de um sistema de tratamento e/ou utilização da vinhaça.

Em 1984, foi criada a resolução CONAMA nº 002, determinando a realização de estudos e apresentação de projeto de resolução contendo normas para controle da poluição causada pelos efluentes das destilarias de álcool e pelas águas de lavagem de cana. Dois anos depois, surge a resolução CONAMA nº 001, obrigando a execução do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e da elaboração do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para novas indústrias ou ampliação nas já existentes, através da emissão da Licença Prévia (LP).

A Lei 9.605, de 1998, chamada de Lei de Crimes Ambientais, impõe as sanções penais a serem aplicadas em decorrência de lesão ao meio ambiente. No caso específico de efluentes, a referida lei, abraça os pontos mais importantes, em que são esclarecidas quais penas serão impostas aos infratores quando da ocorrência da morte de animais por emissão de efluentes nas águas e na ocorrência de poluição hídrica, caso em que os infratores recebem as penas de reclusão, multa, ou ambas, cumulativamente.

A resolução CONAMA nº 357/2005, criada pelo Ministério do Meio Ambiente, define que a água utilizada para a irrigação da cana-de-açúcar deve ser doce, e que os efluentes lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, devem possuir o devido tratamento e obedecer às condições, padrões e exigências a esta e outras normas aplicáveis.

O estado de São Paulo, através da Cetesb, no ano de 2006, criou a norma P4.231 – Vinhaça - Critérios E Procedimentos Para Aplicação No Solo Agrícola – com o objetivo de estabelecer os critérios e procedimentos para o armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça, gerada pela atividade sucroalcooleira no processamento de cana-de-açúcar, no solo do estado de São Paulo. A norma determina que: os tanques de armazenamento devam ser impermeabilizados para impedir a passagem da vinhaça para o solo e águas subterrâneas; devem ser instalados poços de monitoramento próximos ao tanque, para realizar semestralmente avaliação físico-química da água, devendo esses parâmetros atender aos padrões de água da legislação pertinente; os canais mestres ou primários de uso permanente para distribuição de vinhaça deverão ser também impermeabilizados. Ao término de cada safra, deverá ser feita uma limpeza dos tanques de armazenamento e dos canais de distribuição. A área que será utilizada para a aplicação da vinhaça no solo não poderá estar no domínio de área de proteção de poços. A norma determina ainda que se a dosagem de aplicação da vinhaça for superior à capacidade de infiltração do solo, a aplicação deverá ser parcelada, considerando o cálculo de profundidade e fertilidade do solo e a concentração de potássio na vinhaça.

Também no ano de 2006, o estado de Pernambuco, através da Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), cria a Instrução Normativa nº 006/2006, a qual obriga a elaboração do Plano de Controle Ambiental (PCA) para usinas e destilarias do seu estado. O PCA deve ser apresentado para o pedido da Licença Ambiental de Instalação (LI), e apresentar todos os impactos previstos para a fase de implantação da obra, as respectivas medidas mitigadoras e/ou de controle e como ficarão registradas estas medidas.

Como o estado de Goiás ainda não possui uma lei específica sobre o assunto, estudos científicos vêm sendo conduzidos para amparar uma proposta de

legislação estadual sobre armazenamento, distribuição e aplicação da vinhaça. Por meio da iniciativa, poderia se definir, por exemplo, a dosagem máxima do produto para cada classe de solo e ainda desenvolver estudos para determinar as necessidades nutricionais da cultura em diferentes regiões do Estado.

Em Goiás, a Agência Goiana do Meio Ambiente (AGMA) regulamenta o licenciamento ambiental para os novos empreendimentos do setor sucroalcooleiro através da Instrução Normativa 001/2007. O Artigo 1º, no item VIII, determina que as usinas devam *“Apresentar projeto de fertirrigação contemplando, no mínimo: estudo de permeabilidade dos solos, quantidade do efluente a ser aplicada, taxa de aplicação e distância de no mínimo 200 (duzentos) metros das coleções hídricas, contados a partir do limite da área de preservação permanente.”* No estado, é utilizada também como referência a norma técnica P4.231/2006 da Cetesb, por ser mais restritiva e moderna. Em atendimento a norma, as usinas ainda desenvolvem o Plano de Aplicação de Vinhaça (PAV), plano que estabelece as diretrizes necessárias para a aplicação da vinhaça no solo.

Para garantir a segurança dos trabalhadores da área de fertirrigação, as usinas buscam ainda embasamento legal nas diretrizes da Norma Regulamentadora 31 do Ministério do Trabalho, que trata da Segurança e Saúde do trabalho na Agricultura, sendo que a mesma também se aplica às atividades de exploração industrial desenvolvidas em estabelecimentos agrários.

A norma estabelece que deva haver nas frentes de serviço locais destinadas a infraestrutura necessária ao conforto do trabalho, chamadas de áreas de vivência, onde estarão banheiros, refeitórios, lixeiras para destinação de resíduos devidamente separados, abrigo em situações de emergência ou chuvas e local de descanso.



Figura 12 – Área de vivência. Fonte: Empresa, 2013.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A usina está localizada no interior de Goiás, uma região com grande potencial agrícola e crescente industrialização. A região traz a maioria dos integrantes de estados da região Nordeste, o que influencia na qualidade psicossocial para o trabalho e dificulta a adaptação ao ambiente.

O setor conta com as seguintes características:

1. Horário de trabalho: Regime de revezamento 5 x 1, nos horários:
  - 1º Turno: 07h30 às 15h30;
  - 2º Turno: 15h30 às 23h30;
  - 3º Turno: 23h30 às 07h30.
2. Número total de funcionários: 96 funcionários.
3. Descrição de cargos:
  - Coordenador Agrícola: Coordenar os trabalhos relativos às solicitações de elaboração de contratos de prestação de serviços, controlando e acompanhando todo o trâmite e fluxo da elaboração e cancelamento de contratos de prestação de serviços, a partir de levantamento e comprovação de dados cadastrais, documentos necessários, exigências legais, etc., cadastramento dos fornecedores em sistemas, apuração de medições e pagamentos, auditorias em campo, e liberação para pagamentos conforme atendimento aos contratos negociados, visando resguardar a empresa de futuras autuações. Manter controle dos contratos, quanto aos pagamentos realizados, pendências, cadastramento, auditorias, etc.

- Engenheiro Agrônomo trainee: Realizar regulagem de máquinas e implementos na aplicação de defensivos agrícolas; disponibilizar e controlar fertilizantes na área de plantio e supervisionar o processo de dessecação.
- Fiscal de tratos culturais <sup>2</sup> agrícola: Fiscalizar equipe de trabalhadores no cultivo de cana-de-açúcar, bem como as atividades exercidas por eles, para assegurar a qualidade e produtividade; orientar os trabalhadores na execução de suas atividades, na observância das normas de segurança do trabalho e efetuar a medição linear e apontamento da produção do trabalhador.
- Operador de máquinas agrícolas: Operar equipamento *Uniport* acionando o sistema hidráulico, botões e alavancas para o início e parada de operação regulando e ajustando as barras de pulverização, conforme tipo de terreno e altura da plantação, observando os corredores, a fim de aplicar defensivos e adubos conforme a programação e metas pré-estabelecidas. Acionar o equipamento através da operação do computador de bordo, onde deverá informar senha, tipo de trabalho, área trabalhada, etc., visando controlar as metas de produção e produtividade do equipamento. Preencher os Boletins Diários de Produção.
- Supervisor de tratos culturais: Supervisionar as atividades de aplicação de defensivos agrícolas e informar aos fiscais as áreas a serem tratadas, conforme orientação de engenheiro agrônomo; acompanhar o desenvolvimento das metas de aplicação de defensivos.
- Trabalhador no cultivo de cana (fertilirrigação): Executar atividades relativas à aplicação de vinhaça no campo, conforme orientação da supervisão, nas áreas e quantidades definidas.

#### 4. Principais instalações e equipamentos:

- Trator;

---

<sup>2</sup> O setor de fertilirrigação é administrado pela coordenação de Tratos Culturais, que engloba todos os setores relativos a aplicação de defensivos.



- Carretel irrigador;
- Tubos de alumínio 8" de alta pressão, com 6 metros cada;
- Moto bomba de potência superior a 250 cv;
- Carretas para transporte dos tubos;
- Rádio de comunicação;
- Extintor de Pó químico Seco;
- Área de vivência devidamente demarcada.

Em continuidade às pesquisas, foi analisado o diagnóstico de SSMA (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) da empresa, avaliando: a política de atendimento aos requisitos legais; documentação como PPRA, LTCAT e PCMSO para conferência das descrições dos cargos e funções; análise das estatísticas e das investigações de acidentes, principalmente na fertirrigação, para adequações de não conformidades; Plano de Atendimento a Emergências (PAE), entre outros requisitos.

### 3.1 DIAGNÓSTICOS DE SSMA

Através dos diagnósticos avaliaram-se os perigos e avaliação dos riscos em atividades com potencial de acidentes, com probabilidade de fatalidades, doenças ocupacionais ou profissionais, além do atendimento aos requisitos legais aplicáveis.

A empresa tem uma gestão bem implantada e eficaz em métodos de controle de riscos e prevenção de acidentes. As decisões são corporativas, já que existem outras oito unidades sucroalcooleiras da empresa com a mesma gestão.

Para realização de atividades, são realizados diversos treinamentos internos e externos, e com reciclagens de acordo com as disposições legais, como:

- Trabalhos em Espaço Confinado, em atendimento a NR33;
- Segurança com eletricidade, em atendimento a NR10;
- Trabalho a quente (com ferramentas que liberam calor);
- Bloqueio e identificação de fontes de energia perigosa;
- Manuseio de materiais e equipamentos de carga, em atendimento a NR12;
- Trabalho em altura, em atendimento a NR35;
- Equipamentos de proteção individual, em atendimento a NR06;
- Líquidos e gases inflamáveis/ combustíveis, em atendimento a NR20;
- Programa de Conservação Auditiva (PCA) e de Proteção Respiratória (PPR).

Analisando-se as estatísticas dos acidentes, constatamos que a unidade tem reduzido as Taxas de Frequência (TF) e de Gravidade (TG), sendo que os dados são cumulativos por safra, e o histórico é registrado a partir do ano de 2010, data de inauguração da empresa.

Porém, quando analisamos os dados estatísticos do setor de fertirrigação, que é alvo deste estudo, constatamos um aumento significativo nas taxas de frequência e gravidade nos meses críticos da safra, de junho a setembro, onde a produção ganha grande volume.

Estes dados estatísticos, em conjunto com as observações em campo e as entrevistas com os trabalhadores, foram a base para apontar os principais perigos e avaliar os riscos, bem como sugerir os melhores controles e barreiras.

### 3.1 UM ESTUDO DE CASO

Foi acompanhado um caso de um trabalhador da usina do setor de fertirrigação. O mesmo apresentou infecções crônicas por fungos nas regiões dos pés e mãos. O integrante, que tem a função de auxiliar de produção agrícola, relata que ao desacoplar a mangueira da moto bomba, para fazer a mudança da estrutura para outra frente de serviço, recebeu um jato de vinhaça, pois não sabia que ainda havia vestígios da mesma no tubo. Permaneceu com o uniforme molhado de vinhaça o dia todo, e não providenciou a troca do uniforme e EPIs necessários para função. Este funcionário utilizou as mesmas botina e luvas por cerca de três meses, fazendo atendimento médico fora da empresa, quando então resolveu comunicar a medicina do trabalho da unidade. Apresentava rachaduras e descamação em região plantar e palmar bilateral. Segundo os relatos médicos, foi realizado exame micológico da região afetada e constatado grande quantidade de hifas hialinas não septadas sugestivo de Dermatite de contato por irritante primário (micose superficial), realizado ainda exames laboratoriais de função renal para verificar se haviam disfunções, porém estavam normais.



Figura 13 – Fungos desenvolvidos no pé do funcionário. Fonte: Empresa, 2012.

A hipótese médica sugere que o quadro fungico poderia já existir, e ter se agravado com o uso de botas molhadas. Foi questionado ainda o fato do mesmo

apresentar lesões em região palmar sendo que em sua ocupação não necessita do uso constante de luvas, o que, portanto não justificaria um meio de cultura como o relacionado à região plantar, que está em constante uso de botas. A melhor classificação é uma doença relacionada ao trabalho, pois não caracteriza doença profissional, porém ambas são aplicadas aos casos de auxílio-acidente e aposentadoria por invalidez.

Após acompanhamento da medicina do trabalho da empresa, juntamente com dermatologista do município próximo, os ferimentos vem evoluindo lentamente, e segundo os laudos médicos, levará alguns meses até que o integrante possa voltar as suas atividades normais.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora o Brasil ainda não possua uma política nacional específica para o uso de resíduos, já existem algumas leis e decretos que devem ser obedecidos para a utilização de resíduos agroindustriais, sendo que com o grande crescimento da produção de álcool, há uma pressão do mercado sucroalcooleiro para que a regulamentação seja mais restritiva, e que haja fiscalização nas usinas. A norma orienta a identificação de pontos de geração de efluentes e, em especial sobre a vinhaça, menciona a disposição e o seu aproveitamento agrícola, dizendo que se deve apresentar comprovante de entrega ou Relatório Ambiental de Avaliação de Safra. Para o sistema de fertirrigação, a norma determina a criação de um Programa Emergencial em atendimento a casos de acidentes, no qual se identifica os principais pontos de risco e apresenta ações que impeçam a contaminação de recursos hídricos. Além desses itens, deve ser feito um programa de monitoramento do corpo receptor dos efluentes industriais e dos próprios efluentes industriais.

Em continuidade aos requisitos legais que a empresa tem a preocupação constante e eficaz em atender, o acompanhamento do trabalho com vinhaça também é controlado de perto pelos líderes da área e pela equipe de segurança do trabalho. Fornecidos os EPIs necessários de acordo com a função exercida pelo colaborador da usina, é fundamental acompanhar a frequência de uso do equipamento, além de orientá-lo quanto à forma correta de utilização e higienização. Caso o EPI seja danificado ou extraviado, deve-se ainda providenciar a troca urgentemente, afim de não expor o funcionário ao risco da atividade, sendo que a sua aculturação com o uso do mesmo é essencial na prevenção dos acidentes e doenças do trabalho. A interligação das equipes de áreas diferentes é crucial para obtenção de resultado nos treinamentos para adaptação no setor, pois assim há uma diversificação no aprendizado para o trabalho, para que seja aplicado o conhecimento adquirido com bom uso da consciência. O trabalhador deve conhecer os riscos da atividade que exerce, e assim sendo, a empresa tem o dever de informá-lo quanto aos mesmos, e o instruindo quanto às formas de proteção exigidas para a função.

Como modo de reconhecimento, na usina, cada novo integrante recebe uma *Ordem de Serviço*, onde as informações necessárias sobre a atividade que exercerá são esclarecidas, e ainda conhece os riscos aos quais estará exposto. Este formulário é uma garantia que a empresa dá ciência ao trabalhador de como ele pode se proteger e permanecer integro mesmo com a presença do agente insalubre nas frentes de trabalho. Em casos de ações judiciais, é uma forte ferramenta em defesa do empregador, muitas vezes utilizadas junto a Ficha de Entrega de EPI do reclamante nos processos.

#### 4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA FERTIRRIGAÇÃO

Através dos resultados deste estudo, podemos enumerar algumas vantagens da fertirrigação:

- A quantidade e concentrações dos nutrientes podem ser adaptadas para o melhor aproveitamento da plantação em função das condições climáticas;
- Economia de mão-de-obra através da redução de atividades de pessoas e máquinas nas áreas de cultivo.
- Evita a compactação indesejável do solo;
- Economia de fertilizantes, resultado da eficiência no uso, já que a aplicação parcelada faz com que as plantas assimilem melhor os nutrientes;
- Diminui as perdas por lixiviação<sup>3</sup>, proporcionando um melhor aproveitamento do fertilizante.

No entanto, a usina enfrenta também algumas desvantagens, como:

---

<sup>3</sup> Lixiviação é o processo de extração de uma substância presente em componentes sólidos através da sua dissolução num líquido, Wikipedia, 2012.

- Risco de retorno do fluxo da solução à fonte de água, podendo contaminar o solo e o lençol freático;
- Possibilidade de entupimento do sistema de tubos que levam o produto; e possibilidade de contaminação.

## 4.2 PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

Na usina existem procedimentos descritos e arquivados para diversas atividades específicas para cada setor. Os procedimentos estabelecem um padrão para formalização das práticas adotadas pela empresa, por meio de documentos normativos. Estes documentos são um roteiro para que os Integrantes tenham condições de documentar os processos, tendo a área de Procedimentos Internos como apoio para a indicação de boas práticas de mercado, sendo aplicável a todos os trabalhadores do setor descrito. Os documentos são enviados pela gestão corporativa, sendo que para sugerir e criar alguma modificação deve passar por reunião de diretoria, seguindo a estrutura de aprovação.



Figura 14 – Estrutura para aprovação de modificações em Procedimentos Internos.  
Fonte Empresa, 2012.

Para modificações, deve haver uma identificação da data em que a revisão ocorreu, descrição sucinta do motivo da mesma e assinatura pelo responsável pelas informações adicionais.

Os procedimentos específicos do setor definem requerimentos mínimos para operação na empresa, descrevendo as responsabilidades de cada responsável pela atividade e atuação com segurança, inclusive de integrantes terceirizados. O procedimento descreve materiais, equipamentos e EPIs necessários para a função, e ainda instruções para operação segura dos produtos e processos. Os procedimentos utilizados no setor são:

- Aplicação de vinhaça (pura ou diluída);
- Operação do carretel irrigador;
- Operação de Moto bomba;
- Montagem e desmontagem das redes de tubulação;
- Operação segura do trator de apoio.

Assim, a seguridade do uso e alinhamento aos passos descritos nestes procedimentos deve ser garantida e sempre almejada pelos líderes da área, para que haja segurança com o trabalho na fertirrigação.

Através de análises em campo, e medição dos índices de exposição à vinhaça dos integrantes do setor, segue uma tabela com os riscos encontrados através de divisões:



Tabela 4 – Riscos ocupacionais na atividade e possíveis lesões corporais descritas da Ordem de Serviço da usina estudada.

RISCOS OCUPACIONAIS:		POSSÍVEIS LESÕES CORPORAIS:
1 - FÍSICO	Raio Solar.	Lesão na pele, lesão ocular.
	Chuva.	Resfriado.
	Umidade (processo irrigação).	Resfriado, micoses.
2 - QUÍMICO	Vapores de compostos orgânicos (Vinhaça).	Não há literatura diagnosticando patologia proveniente do vapor de vinhaça (Somente incômodo pelo odor).
4 - ERGONÔMICO	Exigência de postura inadequada e trabalho em pé.	Lombalgia, dor muscular, exaustão física, etc.
	Levantamento e transporte de peso.	Lombalgia, dor muscular.
5 - DE ACIDENTE	Acidente de trajeto.	Politraumatismo, contusão.
	Queda em mesmo nível.	Entorse, politraumatismo.
	Queda de material ou objetos sobre.	Politraumatismo.
	Máquinas, implementos e ferramentas.	Politraumatismo, contusão.
	Animal peçonhento.	Intoxicação, necrose.

Fonte: Empresa, 2013.

No geral, a gestão da usina tem acompanhado e controlado acidentes no setor. Casos registrados de contato de pessoa com a vinhaça é raro, pois os procedimentos são rigorosos e a verificação do cumprimento destes é rigorosa. A equipe de meio ambiente esta sempre apoiando o setor para que não ocorra uso exagerado do produto.

## 5. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi definido o objetivo geral, o qual pode ser considerado como atingido, dada a evolução nos indicadores analisados no trabalho com vinhaça. Em relação a tal objetivo, foram detectadas as dificuldades encontradas pelas usinas pela falta de uma regulamentação para orientação em atendimento à legislação pertinente ao uso do produto. Em Goiás, a regulamentação para uso da vinhaça da cana-de-açúcar para fertirrigação nas usinas de etanol ocorre através da Instrução Normativa nº 001/2007. Há ainda a exigência de elaboração do PAV – Plano de Aplicação de Vinhaça, para comprovação das medidas de proteção tomadas. Como a legislação ainda é bastante flexível, a usina complementarmente se baseia na Norma P4.231/2006 – Vinhaça - Critérios E Procedimentos Para Aplicação No Solo Agrícola, do estado de São Paulo, por ser mais restritiva e completa, já que trata desde o armazenamento até a os métodos de dosagem do produto, podendo ainda servir de modelo para os outros estados brasileiros.

É importante destacar que os estudos apontam grande variação dos efeitos da vinhaça no solo, já que há também diversidades de solo e da composição da vinhaça, e ainda da maneira como é disposta no solo. A dosagem da vinhaça é calculada a ponto que não prejudique o ecossistema local, seguindo os procedimentos estabelecidos e implantados pela empresa, através da orientação do responsável pelo setor.

O estudo de caso apresentado foi essencial para definir as diretrizes de segurança necessárias para o setor de fertirrigação que ainda não estão implantadas na empresa. O acompanhamento dos funcionários do setor no quesito informação e treinamento deve ser mantido e cada vez mais rígido, pois os procedimentos existem e são bem elaborados e capazes de trazer segurança aos mesmos.

## REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR6 – Equipamento de Proteção Individual - EPI.** 2010. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DC56F8F012DCDAD35721F50/NR-06%20\(atualizada\)%202010.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DC56F8F012DCDAD35721F50/NR-06%20(atualizada)%202010.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2013.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura.** 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D33EF459C0134561C307E1E94/NR-31%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D33EF459C0134561C307E1E94/NR-31%20(atualizada%202011).pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2013.

BREVIOLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional:** Agentes biológicos, químicos e físicos. São Paulo: Senac. 2006. 422 p.

BAPTISTA, M.; LARA, M. **Fundamentos de engenharia hidráulica.** São Paulo: UFMG. 2003. Ed 2. 480 p.

TIBAU, Arthur O. **Técnicas Modernas de Irrigação.** São Paulo: Nobel. 1986. Ed 5. 223 p.

XLIV CONGRESSO DA SOBER. **Impactos Ambientais da Vinhaça:** Controvérsias Científicas e Lock-in na Fertirrigação. 2007. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/453.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2013.

SOUZA, Sérgio Antônio Veronez de. **Workshop Tecnológico sobre Vinhaça.** Jaboticabal, Projeto Programa de Pesquisa em Políticas Públicas, 2007, Conferência.

CETESB. **Vinhaça – critérios e procedimentos para aplicação no solo**. 2006. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/camaras/P4\\_231.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/camaras/P4_231.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2013.

ESTADO DE GOIÁS - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS - AGÊNCIA GOIANA DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa nº 001/2007**. 2007. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/nat\\_sucroalcooleiro/Documentos/lic\\_ambiental/02.pdf](http://www.mp.go.gov.br/nat_sucroalcooleiro/Documentos/lic_ambiental/02.pdf)>. Acesso: 28 jan. 2013.

MIRANDA, José Roberto. **História da Cana-de-açúcar**. São Paulo: Komedi, 2005. 168 p.

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático**, Campina Grande, UFCG, Versão Online, fev. 2007.

MOREIRA, Rafaela C. Guerrante G. S. **Segurança Alimentar x Agrocombustíveis: a controvérsia entre a produção de alimentos e a produção de etanol no Brasil**. 2010. 150 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, IBGE, Rio de Janeiro, 2010.