

# Segurança no trabalho em microdestilaria

Safety at work in micro-distillery

● Michel Brondani<sup>1</sup>,  
Lidiane Bittencourt Barroso<sup>2</sup>

## RESUMO

O Rio Grande do Sul (RS) produz menos de 3% do etanol hidratado combustível que consome. Uma alternativa para aumentar sua produção é a instalação e operacionalização de microdestilarias, principalmente pelos pequenos e médios produtores rurais. Devido ao deficitário conhecimento acerca dos riscos ambientais associados ao processo de produção de etanol hidratado por parte desses produtores, é necessário ter o mapa de riscos ambientais para disponibilização de informações de segurança aos trabalhadores. Este trabalho teve como objetivo a elaboração de um mapa de riscos ambientais da microdestilaria da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a partir de uma avaliação qualitativa. Os resultados obtidos permitiram a identificação dos setores mais propícios a acidentes. O setor de moagem e a casa de máquinas (casa de caldeira) apresentaram-se como principais setores passíveis de acidentes. Dentre os riscos ambientais, salientam-se o risco de explosão (acidente tipo mecânico ou de acidentes) com grau de risco elevado, presente na casa de caldeira, e o ruído excessivo no setor de moagem, com grau de risco médio. Menos intensamente, estão presentes em todos os setores da microdestilaria, riscos do tipo mecânico/acidentes com grau de risco pequeno, devido a equipamentos sem proteção e com necessidade de reparo e riscos associados à operacionalidade do processo. Por fim, o mapa de riscos ambientais preliminar pode servir de base para a elaboração de um mapa de riscos final.

**Palavras-chave:** Mapa de Riscos Ambientais. Etanol Hidratado. Pequena Escala.

1 Universidade Federal de Santa Maria – Colégio Técnico Industrial de Santa Maria | mbrondani@gmail.com

2 Universidade Federal de Santa Maria – Colégio Técnico Industrial de Santa Maria | lidianebarroso@ctism.ufsm.br

# Segurança no trabalho em microdestilaria

## Safety at work in micro-distillery

### **ABSTRACT**

The Rio Grande do Sul (RS) produces less than 3% of hydrous ethanol fuel consumed. An alternative to increasing its production is the installation and operation of micro-distilleries, mainly by small and medium rural producers. Due to a deficient knowledge of the risks of the hydrous ethanol production process by those producers, it is necessary to have the environmental risk map for availability safety information to workers. This study aimed the environmental risk map elaboration of the micro-distillery of the Federal University of Santa Maria from a qualitative assessment. The results obtained allowed the identification of more prone sectors to accidents. The milling sector and the machines house (boiler house) were the main sectors subject to accidents. Among the environmental risks, the risk of explosion stands out (mechanical type accident) with a high degree of risk, present in the boiler house, and excessive noise in the milling sector, with an average degree of risk. Less intensely, are present in all sectors of micro-distillery, risks of mechanical/accidents type with a small degree of risk, related to the equipments without protection and with the need of repair and risks associated with the operation of the process. Finally, the preliminary environmental risk map can serve as a basis for the preparation of a final risk map.

**Keywords:** Environmental Risk Map. Hydrous Ethanol. Small Scale.

## 1 Introdução

A produção energética brasileira é ambientalmente diferente da mundial, pois, em média, 41 % do total da energia produzida provém de fontes renováveis (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2014), enquanto que a mundial apenas 13,4 % é oriunda de fontes renováveis (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA, 2017).

Desses 41 %, em média, 16,1 % é atribuído a produtos da cana-de-açúcar (matéria-prima para produção de etanol combustível e cogeração de energia elétrica), o que faz do Brasil um respeitável exemplo para países em busca da sustentabilidade.

O incentivo à produção e uso de etanol, no Brasil, é politicamente explicado pela diversificação da sua matriz energética e economicamente ratificada pela redução da importação de etanol para adição à gasolina. Segundo Cobra (2001), o etanol é reconhecido por suas vantagens ambientais, contribuindo para redução da poluição atmosférica, além de promover benefícios sociais através da geração de empregos e valorização do homem do campo.

Em 1975, o governo brasileiro criou o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que diversificou a atuação da indústria açucareira com grandes investimentos financeiros, possibilitando a ampliação da área plantada com cana-de-açúcar e a implantação de destilarias de etanol (UNICA, 2014). A experiência serviu como alternativa para diminuir a vulnerabilidade energética do País, devido à crise mundial do petróleo de 1973 e com o objetivo de substituição em larga escala dos combustíveis veiculares derivados de petróleo por álcool a partir da adição de 20% e, após, 22% da mistura de álcool etílico anidro a gasolina. No entanto, nos anos subsequentes (principalmente na década de 90) o programa começou a perder força devido à estabilidade do preço do petróleo, aliado a maior lucratividade de produção de açúcar em comparação com o etanol, culminando no fechamento de várias indústrias.

Com o advento da tecnologia “flex” e a busca pela produção ambientalmente correta e menos poluente ao meio ambiente, a produção de etanol voltou a ganhar importância no setor industrial. Tendo em vista que seu uso tem vantagens como menor dependência de combustíveis fósseis importados, os subprodutos da cana-de-açúcar, por exemplo, são utilizados no próprio ciclo produtor de álcool, como fonte de energia elétrica obtida pela queima do bagaço e uso do vinhoto (ou vinhaça) como fertilizante da terra utilizada no plantio, tornando uma indústria de álcool auto dependente.

Apesar de o Brasil ser um grande produtor, exportador e consumidor mundial de etanol, alguns de seus Estados são deficitários na produção do mesmo. É o caso do Rio Grande do Sul (RS), que não produz álcool etílico anidro. Isso gera um grande consumo de recursos financeiros, pois o Estado necessita comprar etanol de outros estados produtores.

Embora o RS produza álcool etílico hidratado, sua produção torna-se irrelevante quando comparada com a quantidade produzida pelo Estado de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás, segundo Capeletto (2013). O RS produz, em média, 2,58 % do etanol hidratado consumido.

É necessário que se estimule uma maior produção no Estado, mesmo que o etanol seja produzido a partir da cana-de-açúcar cultivada em pequenas propriedades rurais, contrariando o panorama atual da agroindústria canavieira extensiva existente no Brasil.

Em virtude de condições edafoclimáticas impedirem a produção de cana-de-açúcar em grande escala (e conseqüentemente a instalação de grandes destilarias), há a possibilidade de elevação da produção de etanol hidratado, no RS, através da instalação de mini ou microdestilarias, além de possibilitar o fabrico de outros produtos como cachaça, rapadura, açúcar mascavo e diversas geleias ou “chimias” (no caso de geleias, a partir de outras matérias-primas). As destilarias de pequeno porte se adaptam ao RS, também, em virtude estrutura fundiária do Estado estar baseada na pequena propriedade rural e mão-de-obra familiar, no que tange o cultivo da cana-de-açúcar.

Segundo Mayer (2010), a estrutura fundiária do RS permite que a produção de álcool combustível (etanol) ocorra em pequena escala, nas chamadas pequenas destilarias, com produção de até 5.000

litros de etanol por dia. Tendo como principal característica o fato de a lavoura de cana-de-açúcar não ser a única atividade de sustento da propriedade, o pequeno produtor rural possui alternativas de geração de renda diversas como, por exemplo, plantio de matérias-primas como batata, milho, criação de gado entre outras.

Assim, o foco deste estudo incide sobre as microdestilarias produtoras de etanol hidratado oriundo da cana-de-açúcar. No entanto, ao fomentar a instalação de destilarias de pequeno porte, torna-se, paralelamente, imprescindível a elaboração do mapa de riscos dessas pequenas indústrias, pois o fato de uma mini ou microdestilaria estar associada ao pequeno produtor rural e/ou família rural incide na possibilidade de descuidos/desconhecimento dos riscos inerentes a esse processo industrial. Ainda que em pequena escala, trata-se de um processo industrial e como tal, pode resultar em riscos aos trabalhadores.

Dessa forma, é necessário disponibilizar ao pequeno produtor rural uma visão clara e simples dos possíveis riscos a que estão submetidos bem como o que fazer para evitar possíveis acidentes. Um mapa de riscos é uma alternativa fácil, rápida e confiável de representar e apresentar os riscos de acidentes de trabalho e de disponibilização de informações.

O objetivo principal desse estudo é elaborar um mapa de riscos ambientais preliminar contendo todos os possíveis riscos e seus graus de risco de uma microdestilaria produtora de etanol hidratado. Como especificidades desse estudo, destaca-se: mapear as etapas de produção de etanol hidratado em pequena escala; identificar os tipos e os graus de riscos associados ao processo industrial em microdestilaria.

## 2 Metodologia

A elaboração do mapa de riscos ambientais preliminar foi desenvolvida a partir de duas avaliações. A primeira avaliação se desenvolveu por meio do acompanhamento visual do processo industrial da microdestilaria (por meio de visitas técnicas) e a segunda avaliação se desenvolveu a partir da avaliação dos riscos presentes na microdestilaria.

Ambas as avaliações se deram em termos qualitativos e o mapa de risco preliminar elaborado é do modelo geral.

### 2.1 Elaboração do mapa de riscos

As etapas da elaboração do mapa de riscos, segundo Ponzetto (2010) e MTE (1994) por meio da Portaria nº 25/12/1994, consistem em:

- Conhecer o processo de trabalho no local analisado: os trabalhadores (número, sexo, idade, treinamentos profissionais e de segurança e saúde); a jornada, os instrumentos e materiais de trabalho; as atividades exercidas e o ambiente geral;
- Identificar os riscos existentes no local analisado, conforme a classificação específica dos riscos ambientais;
- Identificar as medidas preventivas existentes e sua eficácia, as medidas de proteção coletiva, a medidas de organização do trabalho, as medidas de proteção individual e as medidas de higiene e conforto (banheiro, lavatórios, vestiários, armários, bebedouro, refeitório e área de lazer);
- Identificar os indicadores de saúde, reclamações mais frequentes e comuns entre os trabalhadores expostos aos mesmos riscos, acidentes de trabalho ocorridos, doenças profissionais diagnosticadas, causas mais frequentes de ausência ao trabalho;
- Conhecer os levantamentos ambientais já realizados no local.

Ainda, para elaboração do mapa de riscos, precisa dispor de tempo hábil (principalmente se a

indústria for de grande escala) e o(s) responsável(eis) precisa(m) entender razoavelmente de desenho técnico (para leitura da planta baixa ou do layout) bem como para a elaboração de uma planta nos moldes corretos e de forma legível e ampla. Isto porque o mapa deverá ficar exposto para todos os funcionários e visitantes, sem deixar nenhuma dúvida técnica ou de entendimento do desenho que está sendo mostrado.

É oportuno mencionar que um erro muito comum é a manutenção de mapas de riscos com a elaboração realizada há muitos anos, ou seja, um mapa de riscos apenas para cumprir a legislação, mas sem cumprir seu objetivo de obtenção de melhorias no ambiente de trabalho através de melhorias gradativas previstas e planejadas durante a realização das avaliações.

Portanto, o mapa de riscos deve ser atualizado à medida que as melhorias são realizadas bem como na modificação/alteração do processo/ambiente de trabalho que culmine em relevantes modificações de situações de riscos.

Na elaboração do mapa de riscos, as cores para cada tipo de risco são padronizadas, conforme mostrado no Quadro 1. A intensidade de do risco é apresentada na forma de círculos, conforme apresentado no Quadro 2.




**Quadro 1 - Classificação dos principais riscos ocupacionais, em grupos, de acordo com a sua natureza e padronização das cores correspondentes.**

Tipo de risco	Físico (Grupo 1)	Químico (Grupo 2)	Biológico (Grupo 3)	Ergonômico (Grupo 4)	Acidentes (Mecânico) (grupo 5)
Cor	Verde	Vermelho	Marrom	Amarelo	Azul
Agentes causadores	Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
	Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
	Radiações Ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
	Radiações Não Ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
	Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
	Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
	Pressões Anormais	Substâncias compostas ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
	Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes	

Fonte: Baseado na Portaria nº 25/12/1994 (Anexo IV - Mapa de Riscos) e em <http://www.areaseg.com/sinais/mapaderisco.html>.

Acesso em 12 de jan de 2015.

**Quadro 2 - Representação dos riscos de acordo com o tamanho, símbolo e gravidade.**

Intensidade/Gravidade do risco	Proporção/Tamanho	Símbolo*
Pequeno ou baixo	1	
Médio ou moderado	2	
Grande ou elevado	4	

\* A cor do símbolo será de acordo com o tipo de risco/agente ambiental (ocupacional).

Fonte: Baseado na Portaria nº 25/12/1994 (Anexo IV - Mapa de Riscos) e em <http://www.areaseg.com/sinais/mapaderisco.html>. Acesso em 12 de jan de 2015.

A diferença entre os diâmetros que caracterizam a intensidade dos riscos deve obedecer ao seguinte critério: o diâmetro do círculo que representa o risco grave deve ser o dobro do diâmetro do círculo que representa o risco médio que, por sua vez, deve ter o dobro do diâmetro do círculo que representa o risco leve (FERREIRA e PEIXOTO, 2012).

Em suma, na elaboração do mapa de riscos baseado sobre o layout da empresa, indica-se através de círculos:

- O grupo a que pertence o risco, de acordo com a cor padronizada;
- O número de trabalhadores expostos ao risco, o qual deve ser anotado dentro do círculo (opcional);
- A especificação do agente, ou seja, que tipo de agente causador (poeiras, ruído, frio, vírus, etc), sendo estes escritos dentro do círculo ou ao seu lado;
- A intensidade do risco, de acordo com a percepção dos trabalhadores, que deve ser representada por tamanhos proporcionalmente diferentes de círculos;
- Quando em um mesmo local houver incidência de mais de um risco de igual gravidade, utiliza-se o mesmo círculo, dividindo-o em partes, pintando-as com a cor correspondente ao risco;
- Após discutido e aprovado pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA (nos casos em que a CIPA é obrigatória), o mapa de riscos, completo ou setorial, deverá ser afixado em cada local analisado, de forma claramente visível e de fácil acesso para os trabalhadores.

## 2.2 Pressupostos da produção de etanol hidratado na microdestilaria da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

A microdestilaria da UFSM tem capacidade para produzir, como capacidade máxima estimada, em torno de 320-360 L/dia de etanol hidratado e operando em regime batelada.

O fato da microdestilaria não operar no regime de capacidade de produção dimensionada e da produção de etanol hidratado ser baseada na quantidade de cana-de-açúcar disponível (resultando em não operacionalidade diária e com quantidade variável de cana-de-açúcar em cada operação em batelada), não se contabilizou a duração de cada batelada realizada em virtude de que não representaria uma duração padrão. Assim, os dados de produção industrial foram estimados e calculados baseados nas seguintes hipóteses:

- 1 (uma) batelada diária;
- Operação em 6 dias na semana (25 dias/mês), por 6 meses ao ano, tendo em vista o ciclo produtivo da cana-de-açúcar;

- Produção de 320 L/dia de etanol hidratado, de acordo com a eficiência de extração do caldo da cana-de-açúcar e destilação do mosto (Tabela 1);
- A produtividade de cana-de-açúcar foi estimada de acordo com Nogueira (2011), Hanauer (2011) e Aude et. al (1992) apud Hanauer (2011) a fim de quantificar a quantidade de área necessária para produção anual de etanol hidratado.

A microdestilaria da UFSM tem a possibilidade de operar com outro tipo de matéria-prima no período que em que não se tenha disponível a cana-de-açúcar, no entanto, este fato não foi levado em consideração na confecção do mapa de riscos, ou seja, considerou-se apenas a produção utilizando a cana-de-açúcar.

**Tabela 1 - Dados de produção industrial de etanol hidratado.**

Variável	Quantidade
Produtividade (cana-de-açúcar)	80 TC/ha*
Produção de etanol	48.000 L/ano (320 L/dia)
Rendimento da extração do caldo <sup>1</sup>	56,5 %
Rendimento da destilação <sup>2</sup>	10 %
Quantidade de cana-de-açúcar	849.557,52 kg/ano (5,66 TC/dia)
Área requerida <sup>3</sup>	10,62 ha/ano
Produtividade (etanol hidratado)	56,5 L/TC

\* TC = Toneladas de cana-de-açúcar; ha = hectare.

<sup>1</sup> Baseado em UFSM (2010) - 4º Relatório Parcial.

<sup>2</sup> Média de duas bateladas acompanhadas.

<sup>3</sup> Estimada pela produtividade da cana-de-açúcar e do rendimento da extração e destilação.

## 2.3 Classificação dos riscos

Após o estudo dos tipos de risco, deve-se dividir a fábrica em áreas conforme as diferentes fases da produção. Essa divisão facilitará a identificação dos riscos de acidentes de trabalho.

É importante perguntar aos trabalhadores o que incomoda e quanto incomoda, pois isso será importante para fazer o mapa de riscos. Também é preciso marcar os locais dos riscos informados em cada área.

Nesse momento, o importante é anotar o que existe e marcar o lugar certo. O grau e o tipo de risco serão identificados posteriormente.

Com as informações anotadas, deve-se examinar cada risco identificado na visita à seção, fábrica ou indústria. Nesta fase, se realiza a classificação dos perigos/riscos existentes de acordo o tipo de agente (Quadro 1) e se determina o grau de risco (Quadro 2).

Após, colocam-se os círculos na planta ou croqui para representar os riscos. Caso existam, em um mesmo ponto de uma área da planta ou croqui, diversos riscos de um só tipo (por exemplo, riscos físicos como ruído, vibração e calor) não é preciso colocar um círculo para cada um desses agentes. Basta um círculo apenas, com a cor verde (referente a riscos físicos, para esse exemplo), desde que os riscos tenham o mesmo grau de nocividade.

Outra situação é a existência de riscos de tipos diferentes em um local ou área da indústria. Neste caso, divide se o círculo conforme a quantidade de riscos em 2 (duas), 3 (três), 4 (quatro) e até 5 (cinco) partes iguais, cada parte com a sua respectiva cor referente ao tipo de risco, desde que os tipos de riscos tenham o mesmo grau de risco.

Após a coleta das informações, compilaram-se os dados de tal forma resumir as informações para facilitar a confecção do mapa de riscos. Por fim, adotou-se como etapas para a coleta e análise dos dados, qualitativamente, em termos das duas formas de avaliações:

- Observação e percepção;
- Visão e análise global do processo;
- Visão e análise específica das etapas do processo;
- Aplicação do questionário (planilha/tabela);
- Capacidade de comunicação;
- Análise dos questionários e comparação dos questionários;
- Bom senso;
- Formulação do mapa de riscos preliminar.

### 3 Resultados e discussões

Inicialmente, foi obtida a planta baixa da microdestilaria para a confecção do mapa de riscos baseada na mesma. No entanto, ao acompanhar o processo de produção da microdestilaria, observou-se que algumas etapas do processo foram reorganizadas de tal modo que a planta baixa não apresenta a relação real do processo.

Assim, com base na planta baixa e na análise do layout real do processo produtivo, foi desenhada uma planta baixa readaptada para melhor apresentação dos resultados. Além disso, pelo tamanho da microdestilaria e a razoável “simplicidade” do processo, tornou-se conveniente tal ação.

A microdestilaria não possui divisão específica por setores, o que é aceitável tendo em vista a pequena área ocupada pela mesma. Desse modo, o mapa de riscos ambientais preliminar elaborado foi do tipo geral.

A Tabela 2 apresenta as principais dimensões da microdestilaria da UFSM, sendo que o anexo lateral é conjugado à microdestilaria e a casa de máquina fica distante cerca de 13 metros do anexo lateral.

**Tabela 2 - Principais partições e dimensões da microdestilaria da UFSM.**

Partição	Dimensões
Setor industrial (microdestilaria)	8,80 m (L) x 11,7 m (C) - 103,00 m <sup>2</sup>
Anexo lateral <sup>1</sup>	6,10 m (L) x 16,5 m (C) - 100,65 m <sup>2</sup>
Casa de máquinas (caldeira)	3,70 m (L) x 8,80 m (C) - 32,60 m <sup>2</sup>
Área de armazenamento <sup>2</sup>	-

C = comprimento; L = largura.

<sup>1</sup> O anexo lateral possui uma área de, aproximadamente, 12 m<sup>2</sup> (3 m (L) x 4 m (C) com 3,3 m de altura) para armazenamento temporário do bagaço gerado e o restante da área serve como um setor de reparos/manutenção/serviços gerais.

<sup>2</sup> O setor de armazenamento não fica mais conjugado à microdestilaria, pois foi construído um local específico para o armazenamento do etanol hidratado. Por estar distante da microdestilaria, não foi medido e considerado no estudo.

Para a elaboração do mapa de riscos ambientais preliminar, haveria a necessidade da obtenção de questionários respondidos pelos funcionários da microdestilaria, a fim de obter informações de quem está comumente acostumado e exposto ao processo. No entanto, no período de realização desse estudo, não houve a possibilidade de aplicação dos questionários pois a microdestilaria é operada por apenas um funcionário que não entregou o questionário dentro do período de elaboração desse estudo.



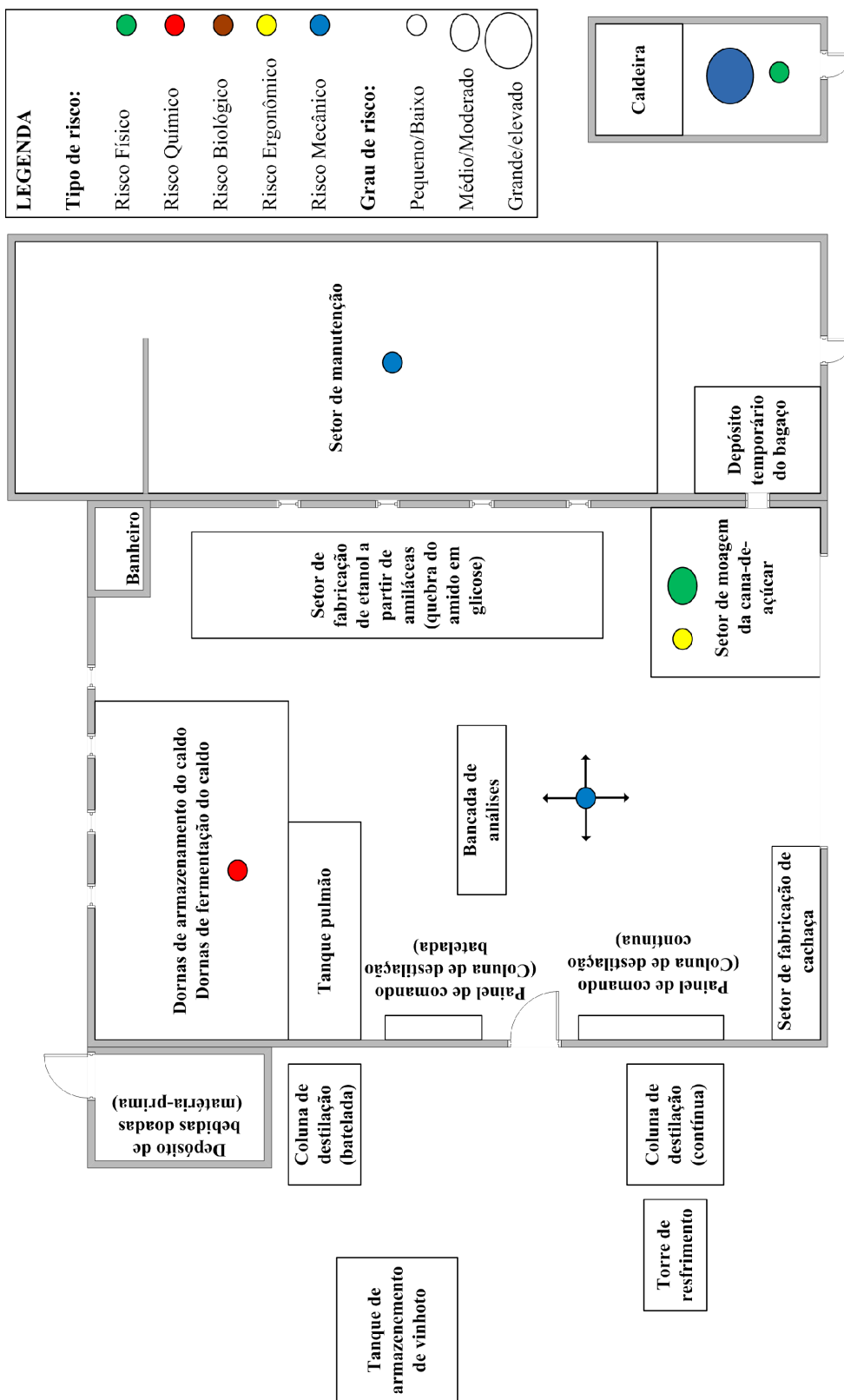
Além disso, há a possibilidade de alunos atuarem como estagiários na microdestilaria. No entanto, o período de coleta de dados ocorreu nas férias escolares, não havendo a possibilidade de entrevistas com tais estagiários.

Sendo assim, a avaliação do processo produtivo e dos riscos ambientais inerentes ao processo foi realizada somente a partir da avaliação do autor do presente estudo. Nesse sentido, realizou-se uma inspeção de segurança no local, avaliando a planta industrial e analisando o processo produtivo acompanhado em outras ocasiões (Quadro 3) e elaborado o mapa de riscos ambientais preliminar (Figura 1).

**Quadro 3 - Resumo dos principais riscos ambientais na microdestilaria da UFSM.**

Riscos identificados no ambiente de trabalho	Classificação			Risco
	Baixo/Pequeno	Médio/Moderado	Grande/Elevado	
Ruído no setor de moagem		X		Físico
Esforço físico no setor de moagem	X			Ergonômico
Exigência de postura inadequada no setor de moagem	X			Ergonômico
Liberação de gases e vapores no setor de fermentação	X			Químico
Possibilidade de incêndio/explosão de setor de caldeira			X	Acidente (Mecânico)
Calor excessivo no setor de caldeira	X			Físico
Arranjo inadequado e ferramentas mal organizadas	X			Acidente (Mecânico)
Riscos de acidentes gerais em virtude de equipamentos sem proteção, etc	X			Acidente (Mecânico)

Figura 1 - Mapa de riscos ambientais preliminar da microdestilaria da UFSM.



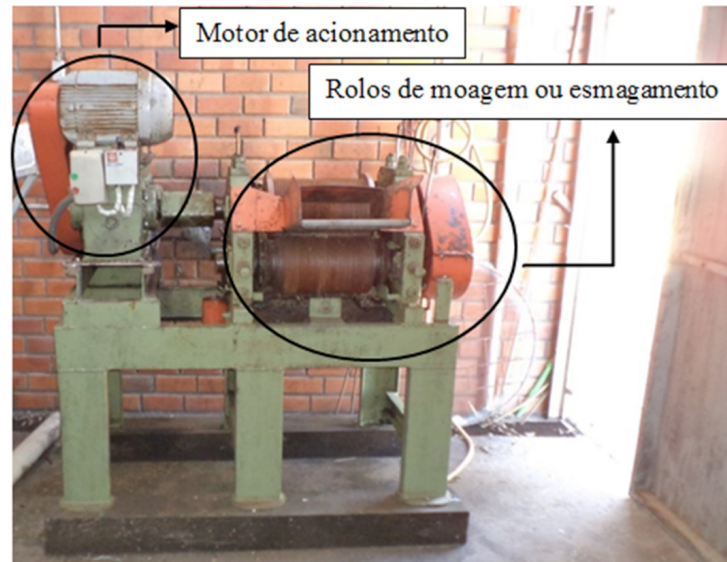
O setor de fabricação de etanol a partir de amiláceas não foi avaliado em virtude da não visualização do mesmo em operação, no entanto, crê-se que possui riscos ambientais análogos ao do setor de moagem.

Além disso, também não foi encontrado nenhum mapa de risco ambiental anterior da microdestilaria. Portanto, esse estudo é pioneiro na microdestilaria da UFSM e servirá de base para melhorias futuras no processo e para estudos futuros.

A partir da Figura 1, percebe-se que há a possibilidade de risco mecânico ou de acidentes em todos os setores da microdestilaria, mas com grau de risco pequeno. Tal fato incide na questão de que o processo possui arranjo físico "rústico", pouco automatizado e sua operacionalização não requer mão-de-obra especializada, diferentemente de um processo em grande escala.

A Figura 2 mostra a etapa de moagem ou esmagamento da cana-de-açúcar. O setor de moagem apresentou risco físico com grau de risco médio, devido ruído causado pelo motor de acionamento na moenda e a movimentação dos rolos de moagem durante o esmagamento da cana-de-açúcar.

Figura 2 - Setor de moagem ou esmagamento da cana-de-açúcar.



Este setor apresentou também risco ergonômico, com grau de risco pequeno, devido à exigência de esforço físico e postura para realizar o procedimento de moagem. Tais procedimentos são: abaixamento para pegar a cana-de-açúcar (que é descarregada ao lado da moenda) e colocação da cana-de-açúcar na moenda pressionando-a a fim de proporcionar seu trajeto através dos rolos de esmagamento (moagem).

Como forma de amenizar o risco físico do tipo ruído, o funcionário tem acesso a protetor auricular, além de luvas e óculos de proteção a fim de minimizar o risco de acidentes como machucado nas mãos devido aos procedimentos de moagem e possível contato de lascas de cana-de-açúcar nos olhos.

A Figura 3 mostra a etapa de armazenamento e fermentação do caldo. O principal risco dessa etapa é o químico, com grau de risco pequeno, devido a emissão de gases e vapores devido ao processo de fermentação do caldo pelas leveduras. Ocorre a liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e vapores de etanol hidratado.

**Figura 3 - Setor de armazenamento e fermentação do caldo e tanque pulmão para armazenamento temporário do etanol.**



Quanto aos procedimentos para redução desse risco, pode-se observar, através da Figura 3, que a microdestilaria possui ventilação natural através de janelas. Uma alternativa para melhorar a ventilação seria o uso de ventilação forçada através de circuladores de ar ou exaustores.

No entanto, há a necessidade de verificar a questão econômica da instalação desses equipamentos e se realmente a concentração de gases e vapores está além da permitida.

A Figura 4 mostra o setor anexo a microdestilaria, ou seja, o setor que pode ser classificado como de reparos e manutenção. O principal risco associado a este setor é o mecânico ou de acidentes devido, com grau de risco pequeno, principalmente, a falta de organização dos equipamentos e ferramentas de reparo.

Além disso, nesse setor são feitas outras atividades não condizentes com o setor, como por exemplo, refeições. Portanto, há a necessidade de melhor arranjo desse setor, sendo oportuno, por exemplo, criar ou fechar uma parte a fim de criar o setor de refeições.

**Figura 4 - Setor anexo - Área de manutenção e reparos.**



Já, o setor em que se observou maior grau de risco foi o setor de máquinas ou setor da caldeira (Figura 5). Na Figura 5, não é apresentada a imagem da caldeira em virtude de a mesma estar em manutenção no período em que foi realizada a inspeção de segurança.

**Figura 5 - Casa de caldeira: (a) Vista frontal; (b) Vista interna.**



Os principais riscos observados nesse setor foram os do tipo físico, com grau de risco pequeno, devido ao calor gerado pela queima do combustível (lenha) para geração de vapor para o processo, e o risco do tipo mecânico ou de acidentes, com grau de risco elevado, devido à possibilidade de incêndio ou explosão em virtude da caldeira. O risco físico do tipo calor é amenizado pela ventilação natural, além do fato de que não é necessário permanecer por longos períodos de tempo na casa de caldeira.

Com relação ao risco mecânico ou de acidentes, é oportuno salientar que a caldeira não possuía válvula de segurança de pressão, assim, o risco de explosão era intenso. No entanto, uma válvula de segurança foi instalada quando se observou tal fato e em virtude de situação perigosas observadas.

Mesmo assim, esse risco não tem como ser eliminado tendo em vista o processo em si de geração de vapor, mas o treinamento e orientação dos funcionários quanto à operação e manutenção da caldeira são ações que incidiriam em segurança no processo.

## 4 Conclusão

O estado do RS têm como alternativa para a elevação da sua produção de etanol hidratado combustível a produção em médias, e principalmente, em pequenas destilarias (microdestilarias). A fim de manter um processo produtivo seguro, a elaboração de um mapa de riscos ambientais de microdestilarias torna-se uma alternativa para tal, motivado ainda pelo fato de que as microdestilarias são propícias para serem implantadas por pequenos e médios produtores rurais que carecem de conhecimento específico inerente a produtividade industrial e de segurança no trabalho.

O presente trabalho contribuiu, justamente, nesses dois sentidos, ou seja, dispondo de informações acerca da produção de etanol hidratado em pequena escala e identificando, qualitativamente, que podem ocorrer acidentes de trabalho, muitas vezes severos, em um processo de pequena escala.

O principal resultado obtido com a construção de um mapa de riscos ambientais preliminar foi a identificação de setores mais propícios a acidentes na microdestilaria da UFSM. O setor de moagem e a casa de máquinas (casa de caldeira) apresentaram-se como principais setores passíveis de acidentes.

Dentre os riscos ambientais, salientam-se o risco de explosão (acidente tipo mecânico ou de acidentes) com grau de risco elevado na casa de caldeira e o ruído excessivo no setor de moagem, com grau de risco médio.

De forma menos intensa, estão presentes, em todos os setores da microdestilaria, riscos do tipo mecânicos ou de acidentes devido a equipamentos industriais sem proteção e com necessidade de reparo, com grau de risco pequeno. Ainda, ocorre no setor de fermentação, a liberação de gases e vapores em virtude do processo fermentativo, ou seja, um risco químico com grau de risco pequeno.



Por fim, o mapa de riscos ambientais preliminar pode servir de base para a elaboração de um mapa de riscos final e para implementação de melhorias no processo de produção de etanol hidratado na microdestilaria da UFSM, além de contribuir para prevenção de acidentes através da orientação aos funcionários.

## Referências

AREASEG. **Mapa de risco**. Disponível em: <<http://www.areaseg.com/sinais/mapaderisco.html>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

CAPELETTO, G. J. **Balanco Energético do Rio Grande do Sul 2012**: ano base 2011, 2013. Disponível em: <[http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/archives/BERS2012/Balanco\\_Energetico\\_RS\\_2012-base\\_2011.pdf](http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/archives/BERS2012/Balanco_Energetico_RS_2012-base_2011.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

COBRA, C. Álcool, combustível verde do presente e do futuro. In: MELLO, M. G. (Org.). **Biomassa Energia dos Trópicos em Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional (BEN)**: Relatório Síntese - Ano Base 2013. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2014\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2014_Web.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

FERREIRA, L. S.; PEIXOTO, N. H. **Material didático das disciplinas de Higiene Ocupacional I e Segurança do Trabalho I**. Curso Técnico em Segurança do Trabalho. Santa Maria, 2012.

HANAUER, J. G. **Crescimento, Desenvolvimento e Produtividade de Cana-de-Açúcar em cultivo de cana-planta e cana-soca de um ano em Santa Maria, RS**. 2011. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Renewables Information**: Overview. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/RenewablesInformation2017Overview.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.

MAYER, F. D. **Desenvolvimento da tecnologia de destilação apropriada à produção de álcool combustível em pequena escala**. 2010. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). **Segurança e Saúde no Trabalho**. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Portaria+n.+25+SSST+MTb+29+dezembro+1994+Aprova+a+NR+9+sobre+o+Programa+de+Prevencao+e+riscos+ambientais\\_000gvp14yq02wx7ha0g934vgrnn5ero.PDF](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Portaria+n.+25+SSST+MTb+29+dezembro+1994+Aprova+a+NR+9+sobre+o+Programa+de+Prevencao+e+riscos+ambientais_000gvp14yq02wx7ha0g934vgrnn5ero.PDF)>. Acesso em: 09 out. 2017.

NOGUEIRA, H. M. C. M. **Análise do potencial produtivo da cana-de-açúcar cultivada na Região Central do Rio Grande do Sul**. 2011. 225 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

PONZETTO, G. **Mapa de Riscos Ambientais**: Aplicado à Engenharia de Segurança do Trabalho – CIPA NR-05. São paulo: LTR, 2010.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). Disponível em:  
<<http://www.unica.com.br/faq/>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM). **Avaliação da Viabilidade da Produção de Álcool a Partir de Cana-de-açúcar e Mandioca em Pequenas Unidades Camponesas de Produção**. 4º Relatório Parcial, Santa Maria, 2010.