

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

BRUNA CRISTINA VIEIRA LOPES

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS NO TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE
BIOMASSA GERADA NO PROCESSO PRODUTIVO DE ENZIMAS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2019

BRUNA CRISTINA VIEIRA LOPES

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS NO TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE
BIOMASSA GERADA NO PROCESSO PRODUTIVO DE ENZIMAS**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Cezar Augusto Romano

CURITIBA

2019

BRUNA CRISTINA VIEIRA LOPES

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS NO TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA
GERADA NO PROCESSO PRODUTIVO DE ENZIMAS**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores.

Banca:

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano (orientador)

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba

Prof. MEng. Massayuki Mário Hara

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba

Prof. Dr. Ronaldo Luís dos Santos Izzo

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba

Curitiba

2019

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedico este trabalho a Deus, que iluminou o caminho, e aos meus pais, que me apoiaram e incentivaram. Eu amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que iluminou minha mente e meu caminho durante essa jornada.

Agradeço aos meus pais pelo amor e incentivo.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Cezar Augusto Romano, pela sua paciência e sabedoria com a qual me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas e professores da CEEST 37, muito obrigada pela companhia e risadas nas sextas-feiras a noite e sábados.

À empresa objeto do estudo desse trabalho por acreditarem na importância da segurança de seus colaboradores e me darem a liberdade de desenvolver esse trabalho.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram e me apoiaram durante o período das aulas e o do desenvolvimento desse trabalho.

“As coisas mais simples da vida são as mais
extraordinárias, e só os sábios conseguem vê-las.”

(Paulo Coelho,1988)

RESUMO

LOPES, Bruna Cristina Vieira. **Avaliação dos riscos tratamento e distribuição de biomassa gerada no processo produtivo de enzimas.** 2019. Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

O mundo está em constante evolução e a ciência sempre foi uma grande aliada para que essa evolução ocorra, dentro de um leque enorme de ciências é importante destacar a Biotecnologia, que é amplamente utilizada e contribui com o crescimento de vários seguimentos, como alimentício, higiene pessoal, limpeza, bebidas, nutrição animal, biocombustíveis, agricultura, etc. Este crescimento está ligado, principalmente, ao desenvolvimento e produção de enzimas, como todo processo produtivo, na produção de enzimas há a geração de resíduos e é necessário fazer o tratamento e destinação destes. O objetivo desta monografia é realizar a Análise Preliminar de Risco (APR) das atividades desenvolvidas no processo de tratamento e distribuição de biomassa, principal resíduo do processo produtivo enzimático de uma empresa de biotecnologia situada na região metropolitana de Curitiba, com a finalidade de caracterizar os riscos existentes. A metodologia utilizada foi a aplicação da APR na empresa objeto do estudo. Para isso foi acompanhado o dia a dia dos funcionários do setor de Meio Ambiente, responsáveis pelo tratamento e distribuição da biomassa, com o intuito de identificar os riscos a serem analisados. Após a aplicação da APR foram encontradas 28 situações perigosas, sendo classificadas como: 08 desprezíveis, 06 menores, 10 moderadas, 4 sérias e nenhuma foi classificada como crítica. Com exceção das situações classificadas como desprezíveis, para as demais foram recomendadas medidas mitigadoras, afim de diminuir a classificação do risco e prevenir possíveis acidentes.

Palavras-chave: Avaliação Preliminar de Risco (APR). Tratamento de Biomassa. Distribuição de Biomassa. Gerenciamento de Risco.

ABSTRACT

LOPES, Bruna Cristina Vieira. **Risk Assessment of treatment and distribution of the biomass generated in the enzymes production.** 2019. Specialized Monograph on Labor Safety Engineering - Federal Technological University of Parana. Curitiba, 2019.

The world is constantly evolving and science has always been a great ally for this evolution to occur, within a huge range of sciences, it is important to magnify the biotechnology, which is widely used and contributes to the growth of various segments such as food, personnel hygiene, household care, food and beverages, animal nutrition, biofuels, agriculture, etc. This growth is mainly linked to the development and production of enzymes, as any production process, the enzymatic production generates waste and it is necessary to make the treatment and destination of these. The objective of this monograph is to perform the Preliminary Risk Analysis (PRA) of the activities developed in the process of treatment and distribution of biomass, the main waste of the enzymatic production process from a biotechnology company located in the metropolitan region of Curitiba, in order to characterize the existing risks. The methodology used was the application of APR in the company object of the study. For this, it was accompanied by the day-to-day of the employees of the Environmental Operations sector, responsible for the treatment and distribution of biomass, in order to identify the risks to be analyzed. After the application of the PRA, 28 dangerous situations were found, being classified as: 08 despicable, 06 minor, 10 moderate, 4 serious and none was classified as critical. With the exception of situations classified as negligible, mitigating measures were recommended for the others, in order to reduce the risk classification and prevent possible accidents.

Keywords: Preliminary Risk Assessment (PRA). Biomass Treatment. Biomass Distribution. Risk management.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	OBJETIVO.....	10
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
1.2	JUSTIFICATIVA	10
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	ENZIMAS.....	12
2.1.1	Biomassa.....	12
2.2	SEGURANÇA DO TRABALHO	12
2.2.1	Acidente de trabalho	13
2.2.2	Gerenciamento de riscos.....	13
2.2.2.1	Tipos de risco.....	14
2.2.3	Análise de risco.....	15
2.2.3.1	Análise preliminar de risco – APR.....	15
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	OBJETO DE ESTUDO	18
3.1.1	Biomassa.....	19
3.1.1.1	Tratamento da Biomassa.....	20
3.1.1.2	Carregamento do caminhão	24
3.1.1.3	Distribuição de biomassa	25
3.2	ELABORAÇÃO DA APR	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
5	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Embora a maioria das pessoas acreditem que a biotecnologia é uma tecnologia nova, sua origem pode ser datada de mais de seis mil anos, época na qual já eram utilizados microrganismos para os processos fermentativos nas produções de vinhos, pães e cervejas (CARRER et al, 2010), então, mesmo que inconscientemente, o homem já utiliza a biotecnologia há milhares de anos.

Com o passar dos anos e a evolução do homem, o mesmo teve consciência da biologia e por consequência da biotecnologia. O que difere a biotecnologia moderna da antiga não são os princípios envolvidos, mas sim as técnicas utilizadas (BORÉM e SANTOS, 2003). Atualmente a biotecnologia é amplamente utilizada e contribuiu com o crescimento de vários seguimentos, como alimentício, higiene pessoal, limpeza, bebidas, nutrição animal, biocombustíveis, agricultura, etc. O crescimento deve-se, principalmente, ao desenvolvimento de enzimas (ZANELLA, 2001).

Enzimas são catalisadores biológicos, em sua maioria de origem proteica que catalisam a maioria das reações em organismos vivos. As enzimas são moléculas capazes de acelerar os processos químicos com grandes vantagens frente aos catalisadores químicos, principalmente por serem ecologicamente mais viáveis (MONTEIRO e SILVA, 2009).

As enzimas são produzidas a partir de microrganismos, fungos e bactérias, estes por sua vez podem ser obtidos a partir do isolamento natural, mutantes naturais, mutantes induzidos por métodos induzidos ou geneticamente modificados pelas técnicas de engenharia genética (VAZ et al, 2007).

A empresa dinamarquesa de biotecnologia é uma das principais produtoras de enzimas, detendo mais de 40% do mercado mundial (EMBRAPA, 2015). No Brasil, possui uma fábrica que está situada na região metropolitana de Curitiba, estado do Paraná, local no qual este trabalho foi desenvolvido.

Todo processo produtivo gera resíduos, durante a produção de enzimas da empresa na qual foi desenvolvido este trabalho são gerados dois resíduos principais: permeato e biomassa. Ambos são tratados internamente, porém após o tratamento com produto químico, a biomassa é distribuída em várias lavouras da região, com utilização e caminhão tanque, trator e pequenos tanques de distribuição.

Comumente a todas atividades laborais, o tratamento e distribuição de biomassa podem apresentar riscos aos colaboradores que executam essas atividades.

Para a segurança dos colaboradores é importante que seja realizada a análise preliminar de risco (APR) de todas as atividades. Essa análise consiste em realizar um estudo durante a etapa de desenvolvimento de uma atividade, com a finalidade de determinar os riscos que poderão estar presentes durante a execução de tal atividade (TAVARES, 2004). Porém, a APR não é apenas uma ferramenta empregada apenas no desenvolvimento de uma atividade, ela pode, e deve, ser utilizada como uma ferramenta de revisão, avaliando frequentemente os riscos do processo, principalmente quando este sofre alterações (FARIA, 2011).

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral realizar a Análise Preliminar de Risco (APR) nas atividades de tratamento de distribuição de biomassa, realizada pelos funcionários de uma empresa de biotecnologia da região metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná, com a finalidade de caracterizar os riscos presentes durante o desenvolvimento dessas atividades.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a. Realizar o levantamento dos riscos existentes na atividade de tratamento e distribuição de biomassa;
- b. Analisar e aplicar a matriz de riscos (probabilidade x severidade) aos riscos encontrados;
- c. Propor melhorias para a mitigação dos riscos encontrados.

1.2 JUSTIFICATIVA

O tratamento e distribuição do resíduo de biomassa é algo particular da empresa na qual foi realizado o estudo de caso para esta monografia, pois é um resíduo específico da produção de enzimas, dessa forma carece de fontes para se basear em como realizar essas atividades com segurança.

A empresa possui uma cultura de segurança muito bem disseminada entre seus funcionários e segue as normas de segurança vigentes, porém as atividades de tratamento e distribuição de biomassa não estão inseridas na produção, principalmente esta última, que é uma atividade executada externamente aos muros da empresa, isso faz com que as mesmas fiquem um pouco descobertas, sendo a área produtiva o foco do setor de saúde e segurança. Visto isto é possível afirmar que as atividades de tratamento e distribuição de biomassa carecem de uma análise de risco aprofundada.

Esta monografia justifica-se pela importância em desenvolver e melhorar a cultura de segurança do trabalho e minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes na área de Meio Ambiente, principalmente na atividade de distribuição de biomassa que é realizada externamente e, na maioria das vezes, o funcionário realiza as atividades sozinho, o que torna sua execução ainda mais perigosa.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo revisão literária serão abordados os temas e definições essenciais para o desenvolvimento e compreensão deste trabalho, como enzimas, biomassa, acidente de trabalho, tipos de riscos, avaliação e matriz de riscos.

Na metodologia será explanado sobre a empresa na qual o estudo de caso, para a elaboração deste trabalho, foi desenvolvido, sobre as atividades desenvolvidas na área de meio ambiente e que foram objetos de estudo.

Em resultados e discussões serão apresentados os resultados da análise preliminar de risco realizada ao observar o desenvolvimento das atividades de tratamento e distribuição de biomassa, bem como discutir sobre as formas de mitigação dos riscos encontrados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENZIMAS

As enzimas são proteínas que atuam como catalisadoras de reações químicas, sendo essenciais para o sistema metabólico de todos os organismos vivos (LEHNINGER et al. 1995).

Basicamente dois processos de fermentação podem ser utilizados para produção de enzimas: a fermentação submersa (FS) e a fermentação em estado sólido (FES) (FERNANDES, 2007). A técnica mais utilizada é a fermentação submersa, devido à facilidade de crescimento dos microrganismos em condições controladas de pH e temperatura, e tornar mais fácil o processo da recuperação (FEITOSA, 2009), etapa na qual são gerados os resíduos permeato e biomassa.

2.1.1 Biomassa

O termo biomassa foi introduzido inicialmente pelo americano Eugene Adam, e está relacionado à matéria orgânica viva gerada por todos os seres vivos em seus diferentes processos (SARKANEN e TILLMAN, 1979).

Outros autores, como Probstein e Hicks (1982), definem biomassa como qualquer material derivado da vida vegetal e que seja renovável em um período de tempo inferior a 100 anos. E para Nogueira e Lora (2005), biomassa é todo material de origem orgânica, como por exemplo, a madeira, detritos animais e resíduos orgânicos, sendo de grande interesse os resíduos agrícolas como a casca de arroz, a serragem e o bagaço da cana-de-açúcar.

A biomassa é amplamente utilizada como fonte de energia, como é o caso do bagaço da cana de açúcar e resíduos de beterraba e eucalipto, que são colhidos com o objetivo de produzir energia e são os exemplos mais comuns de biomassa (MALAJOVICH, 2011).

2.2 SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho é o conjunto de medidas adotado, pelo empregado e empregador, visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador (SCHAAB, 2005).

A definição de Sounis (1991), embora mais antiga, é mais abrangente e se encaixa melhor no desenvolvimento desta monografia, nela segurança do trabalho é definida como a ciência que tem como objetivo a prevenção dos acidentes de trabalho através das análises dos riscos do local e dos riscos de operação, com a finalidade de proteger, física e mentalmente, o trabalhador e outras medidas que visam a eficaz proteção das máquinas e ferramentas de trabalho.

2.2.1 Acidente de trabalho

De acordo com a lei complementar n 150, de 1 de junho de 2015, da Previdência Social, acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

O acidente de trabalho pode ser típico, de trajeto ou então uma doença do trabalho, também chamada de acidente atípico (FRUHAUF et al, 2005). De acordo com a Lei n 8.213, de 24 de julho de 1991, o acidente típico é aquele ocorrido durante o desempenho das atividades no ambiente laboral, o acidente de trajeto é aquele que ocorre durante o deslocamento entre a residência do colaborador e o seu local de trabalho e a doença do trabalho é aquela adquirida ou desencadeada por condições especiais em que o trabalho é realizado.

É importante entender que o acidente de trabalho é um evento anormal e indesejável, que ocorre durante o labor do trabalhador e interrompe a tarefa, prejudica outras atividades, causa danos à integridade e à saúde dos trabalhadores, e de acordo com o grau das lesões e/ou morte, provocam prejuízos às empregadoras, colaborando também para o desequilíbrio socioeconômico do país (ZOCCHIO, 2001).

Para evitar que qualquer tipo de acidente ocorra, é importante que se tenha um bom gerenciamento de riscos.

2.2.2 Gerenciamento de riscos

O gerenciamento do risco como um método de trabalho, a ser executado durante o processo de planejamento, em qualquer nível, de modo a constituir-se em mais uma ferramenta de apoio ao processo decisório.

O método de gerenciamento de risco tem como principal objetivo transformar o risco inerente de uma determinada atividade em um índice numérico (grau de risco), por meio de formulários de avaliação do risco, facilitando a sua mensuração e permitindo que seja possível minimizá-lo e prevenir acidentes. Outros autores, como Patrício (2013), afirmam que a principal função do gerenciamento de riscos, aplicada na gestão de segurança do trabalho, é a não ocorrência do acidente de trabalho.

O gerenciamento de risco descreve a tarefa de prevenir, reduzir ou alterar as consequências identificadas pela avaliação do risco através da escolha de ações apropriadas. Assim, ele pode ser definido como uma ferramenta para lidar com riscos, fazendo uso dos resultados do processo de avaliação de risco (AVEN et al., 2012).

2.2.2.1 Tipos de risco

O Ministério do Trabalho classifica os riscos ocupacionais em 5 tipos:

a. **Riscos Físicos:** agentes físicos inerentes ao ambiente de trabalho que influenciam o desempenho do colaborador. Estes agentes podem contribuir para o aparecimento de doenças no colaborador que fica exposto a eles ou provocar acidentes lesivos para o mesmo. Como exemplo de riscos físicos, pode-se citar: ruído, vibrações, radiações ionizantes e não ionizantes, temperaturas extremas, iluminação.

b. **Riscos Químicos:** agentes que causam acidentes ou doenças ocupacionais devido à sua ação química sob o organismo dos colaboradores. Podem ser encontrados nas formas sólida, líquida ou gasosa e o contato pode ser por via respiratória, digestiva e/ou via cutânea. Como exemplo pode-se citar: gases e vapores de produtos químicos, partículas e aerossóis, como: poeiras, fumos, névoas e neblinas.

c. **Riscos Biológicos:** assim como os agentes químicos, os biológicos podem ser absorvidos pelos trabalhadores via digestiva, respiratória e cutânea. Os riscos biológicos ocorrem devida a interação do homem com fungos, vírus, parasitas, protozoários e bactérias que podem provocar várias doenças.

d. **Riscos Ergonômicos:** São aqueles relacionados com fatores fisiológicos e psicológicos e que são subjacentes à execução das atividades laborais. Estes fatores podem produzir alterações no organismo e no estado emocional dos trabalhadores, comprometendo a sua saúde, a sua segurança e a sua produtividade. Alguns dos exemplos de riscos ergonômicos são: movimentos repetitivos, esforço físico intenso, postura inadequada, trabalho noturno.

e. Risco de Acidente: são subjacentes as condições de segurança e o conforto a que o trabalhador está sujeito, na realização das suas tarefas laborais, bem como a interação que este possui com máquinas ou equipamentos de trabalho, pode, ou não, estar ligado aos agentes químicos, físicos, biológicos e ergonômico. Como exemplo de acidentes pode-se citar: quedas, amputações, choques elétricos, esmagamento, fraturas.

2.2.3 Análise de risco

Para definir o que é uma análise de risco, primeiro é necessário entender a diferença entre perigo e risco.

Perigo é a fonte ou situação com potencial para o dano, em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano ou de danos para a saúde, para o património, para o ambiente do local de trabalho, ou uma combinação deste, e risco é combinação de probabilidade e das consequências da ocorrência de um determinado acontecimento perigoso.

É importante ressaltar que só existe risco se existir uma fonte potencial de dano ou perigo, entretanto, a presença de perigo não é suficiente para definir uma condição de risco. Para que exista uma condição de risco, é inerente que exista a incerteza (ZIO, 2007).

Assim, de acordo com Mendonça (2013) pode-se definir que a análise de riscos é o processo de avaliar o risco para a saúde e segurança dos trabalhadores no trabalho decorrente das circunstâncias em que o perigo ocorre no local de trabalho.

Para Frantzich (1998), as técnicas de análise de risco podem ser divididas em três grupos:

- a. Técnicas Qualitativas: se baseiam na experiência e no conhecimento adquirido dos membros da organização e dos especialistas no assunto, para possível identificação dos eventos de risco e avaliação da probabilidade e consequências destes;
- b. Técnicas Quantitativas: se baseiam na identificação e quantificação dos riscos associados ao seu impacto, podendo-se estimar a probabilidade da sua ocorrência;
- c. Técnicas Qualitativas e Quantitativas: se baseiam na experiência e na análise quantitativa dos dados obtidos.

2.2.3.1 Análise preliminar de risco – APR

A Análise Preliminar de Risco (APR) é utilizada para identificar os perigos de uma operação ou de uma instalação de processos (CETESB, 2003). Por meio da técnica de APR é

possível identificar situações que oferecem risco aos trabalhadores e podem causar acidentes, esta técnica ainda pode ser aplicada na fase inicial de projetos, com a finalidade de verificar possíveis alterações que minimizem ou eliminem os riscos da atividade (FUNDACENTRO, 2002).

De acordo com Fantazzini (1993), a APR é considerada uma técnica qualitativa, que deve ser aplicada na fase inicial e desenvolvimento de projetos, processos, produtos e sistemas.

A metodologia de APR compreende a execução das seguintes etapas: definição dos objetivos e do propósito da análise; definição das fronteiras do processo analisado; levantamento de campo para coleta de informações sobre a instalação e os perigos envolvidos; subdivisão do processo em etapas; realização da APR (preenchimento da planilha); caracterização dos cenários, frequência e severidade (tabelas 01 e 02) identificados através de uma matriz de classificação de risco (figura 01) e análise dos resultados (AGUIAR, 2011).

Tabela 01 – Categorias de frequências de cenários

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
A	Extremamente remota	Extremamente improvável de ocorrer
B	Remota	Não deve ocorrer
C	Improvável	Pouco provável que ocorra
D	Provável	Provável que ocorra ao menos uma vez
E	Frequente	Provável que ocorra mais de uma vez

Fonte: Adaptado de AMORIM, 2010

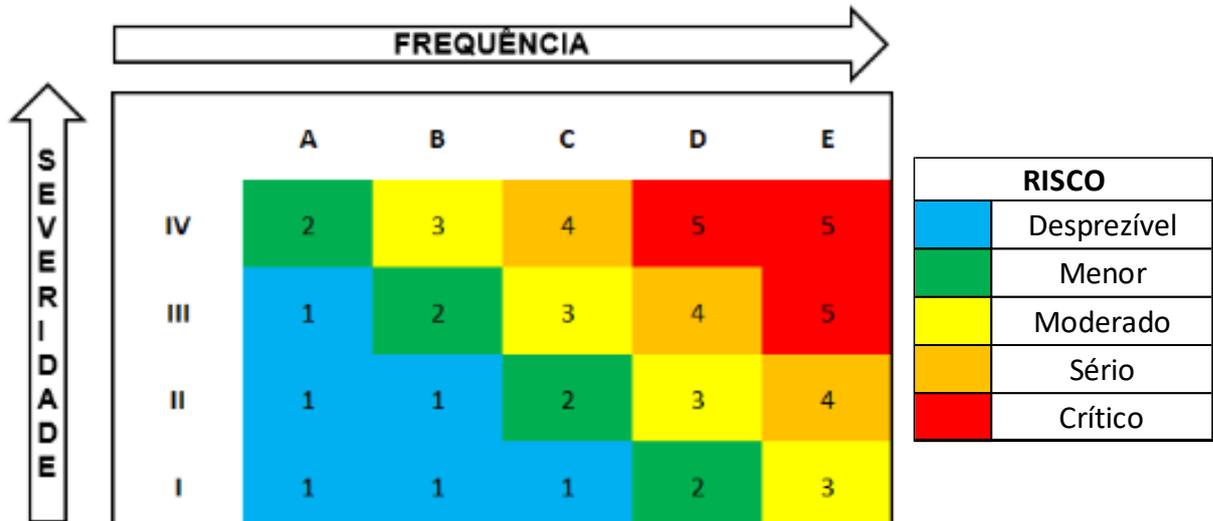
Tabela 02 – Categorias de Severidade

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
I	Desprezível	Sem dano ou danos insignificantes. Não ocorre lesões
II	Marginal	Lesões leves
III	Crítica	Lesões de gravidade moderada
IV	Catastrófica	Lesões graves que podem levar ao óbito.

Fonte: Adaptado de AMORIM, 2010

A APR nada mais é que uma planilha, onde os resultados da APR são registrados, nessa planilha deve ser possível observar cada etapa do processo/atividade, os perigos identificados, as causas, o modo de detecção, efeitos potenciais, categorias de frequência, severidade e as medidas corretivas e/ou preventivas (AMORIM, 2010).

Figura 01 – Matriz de Risco – Frequência x Severidade



Fonte: Adaptado de AMORIM, 2010

3 METODOLOGIA

Os tipos de pesquisas utilizadas durante o desenvolvimento deste trabalho foram a descritiva e a explicativa.

Na pesquisa descritiva realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos (BARROS e LEHFELD, 2007). O processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. Esse tipo de pesquisa pode ser entendida como um estudo de caso onde, após a coleta de dados, é realizada uma análise das relações entre as variáveis para uma posterior determinação do efeitos resultantes em uma empresa, sistema de produção ou produto (PEROVANO, 2014).

A pesquisa explicativa registra, analisa e interpreta os fatos para posteriormente identificar suas causas. Essa prática visa ampliar generalizações, definir leis mais amplas, estruturar e definir modelos teóricos, relacionar hipóteses em uma visão mais unitária do universo ou âmbito produtivo em geral e gerar hipóteses ou ideias por força de dedução lógica (LAKATOS e MARCONI, 2011).

Durante o desenvolvimento deste trabalho será utilizada a ferramenta de Análise Preliminar de Risco para analisar a atividade de tratamento e distribuição de biomassa de uma empresa do ramo de biotecnologia.

3.1 OBJETO DE ESTUDO

As pesquisas serão desenvolvidas em uma empresa do ramo de biotecnologia situada na região metropolitana de Curitiba, Paraná.

A empresa de origem europeia, sendo a filial de estudo a única no Brasil. A empresa atua no setor de biotecnologia e é a líder em produção e venda de enzimas para diversos setores, como: alimentos e bebidas, higiene pessoal, biocombustível, limpeza, etc.

Durante o processo produtivo enzimático (Figura 02) há geração de dois principais resíduos: biomassa e permeato, ambos são tratados pela área de Operações Ambientais, porém o tratamento é diferente. Enquanto o permeato é tratado como efluente industrial na estação de tratamento de efluentes, a biomassa tem um tratamento específico, que nada mais é que um preparo para que posteriormente ela seja aplicada em culturas de soja, milho, frutas e também em grameiras, e é nesse processo de tratamento e distribuição/aplicação da biomassa que será aplicado a Análise Preliminar de Risco – APR.

Figura 02 – Processo produtivo enzimático



Fonte: Empresa objeto do estudo, 2018

Resumidamente o processo produtivo de enzimas da empresa em questão consiste em: recebimento de matérias primas pelo almoxarifado, prepara do caldo nutritivo e envio desse caldo para os fermentadores, inoculação dos microrganismos, aguardar o tempo necessário de fermentação e envio desse caldo para a recuperação, onde é realizada a colheita – processo no qual é feito a concentração de enzimas -, após o processo de recuperação o produto pode ser envasado como produto líquido ou enviado para o setor de granulação, onde ocorre a transformação de produto líquido em granulado.

3.1.1 Biomassa

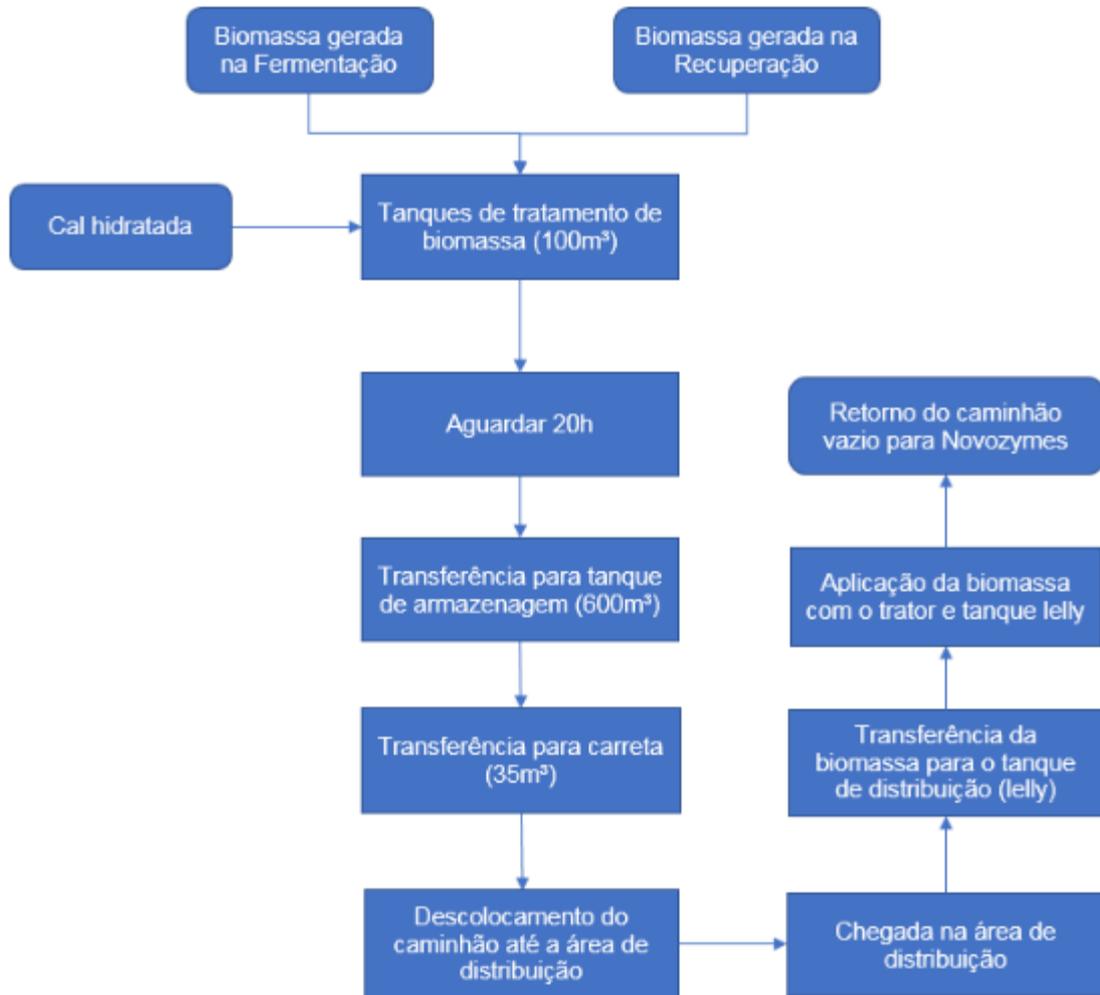
O resíduo biomassa é gerado no processo de recuperação, durante a colheita, porém esporadicamente pode ser gerado no processo de fermentação, caso haja algum problema que exija o descarte do caldo nutritivo com os microrganismos.

A biomassa gerada na produção é enviada diretamente para os tanques de biomassa, para ser tratada e posteriormente ser distribuído nas terras de agricultores da região metropolitana de Curitiba – RMC.

Após o recebimento de biomassa nos tanques, é realizada a adição de hidróxido de cálcio, também conhecido como cal hidratada. Após a adição de cal é necessário aguardar no mínimo 20h, para que então a biomassa esteja pronta para ser distribuída e aplicada nos

campos de cultivo e/ou grameiras. Conforme fluxograma de recebimento, tratamento e distribuição de biomassa descrito na figura 03.

Figura 03 – Fluxograma de recebimento, tratamento e distribuição de biomassa



Fonte: Autoria própria, 2019

3.1.1.1 Tratamento da Biomassa

Conforme comentado anteriormente o tratamento da biomassa consiste exclusivamente em adicionar cal hidratada nos tanques de tratamento (figura 04) e aguardar 20h, esse tratamento é feito para elevar o pH da biomassa e desnaturar a estrutura das enzimas e possíveis microrganismos.

Figura 04 – Tanques de tratamento de Biomassa



Fonte: Autoria própria, 2019

A cal utilizada é acondicionada em big bags de 700kg pelo fornecedor e armazenada internamente no armazém de cal (foto 05), que fica ao lado dos tanques de tratamento de biomassa.

Figura 05 – Armazém de cal



Fonte: Autoria própria, 2019

Quando é necessário adicionar a cal nos tanques de tratamento, o operador de biomassa utilizar uma empilhadeira (figura 06) para retirar o big bag do armazém e posicioná-lo na plataforma dos tanques.

Figura 06 – Empilhadeira utilizada para movimentar cal



Fonte: Autoria própria, 2019

Após posicionar o big bag sobre a plataforma, o operador acessa a plataforma para utilizar a talha (figura 07), equipamento que auxilia a içar o big bag e posicioná-lo.

Figura 07 – Talha



Fonte: Autorial própria, 2019

Com o auxílio da talha, o big bag é posicionado funil de adição de cal (figura 08). Após a adição da cal o big bag vazio é dobrado e descartado em local apropriado.

Figura 08 – Funil de adição de cal



Fonte: Autorial própria, 2019

A cal é misturada com o auxílio de misturadores que ficam posicionados no fundo dos tanques. Após 20h a biomassa tratada é transferida para o tanque de armazenagem (figura 09) com o auxílio de bombas.

Figura 09 - Tanque de armazenagem de biomassa



Fonte: Autoria própria, 2019

3.1.1.2 Carregamento do caminhão

A transferência da biomassa contida no tanque de armazenagem é transferida para o caminhão (figura 10) com o auxílio de bombas.

Figura 10 – Caminhão de distribuição de biomassa



Fonte: Autoria própria, 2019

A biomassa é bombeada por uma tubulação aérea que a conduz do tanque até a boca de entrada da carreta, localizada na parte superior da mesma (figura 11).

Figura 11 – Boca de entrada da carreta



Fonte: Autoria própria, 2019

3.1.1.3 Distribuição de biomassa

Após carregar a carreta o operador dirige o caminhão até a área que deverá ser feita a distribuição/aplicação da biomassa. Previamente o operador deve deslocar o trator e o tanque de distribuição, (figura 12) pelos operadores da área, até o local.

Figura 12 - Tanque de distribuição acoplado ao trator



Fonte: Autoria própria, 2019

Ao chegar com o caminhão no local da distribuição, o operador deve realizar a transferência da biomassa contida na carreta para o tanque de distribuição, após realizar a transferência, o operador deve realizar a distribuição com o auxílio do trator (figura 13).

Figura 13 – Trator utilizado na distribuição de biomassa



Fonte: autoria própria

3.2 ELABORAÇÃO DA APR

Embora a empresa em estudo possua um setor de saúde e segurança do trabalho e exista um documento intitulado Análise Preliminar de Segurança – APS, o mesmo não é aplicado as atividades rotineiras e não contempla a severidade, frequência e classificação do risco. A APS apenas aponta os riscos existentes e quais EPIs devem ser utilizados, sem analisa-los profundamente.

A APR (figura 14) foi criada de modo que possibilite a avaliação das atividades individualmente, definindo e classificando os riscos encontrados de acordo com a matriz de riscos.

Figura 14 – Modelo da APR utilizada

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO - APR																																																	
ÁREA/SETOR:						DATA:																																											
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PERIGO				AVALIAÇÃO DE RISCO			MEDIDAS MITIGADORAS	OBSERVAÇÕES																																									
PROCESSO	ATIVIDADE	RISCO	PERIGO	Frequência	Severidade	Classificação do risco																																											
RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO				RESPONSÁVEL DO SETOR/ÁREA																																													
COMO PREENCHER A AVALIAÇÃO DE RISCO																																																	
Frequência: A - Extremamente raras, B - Raras, C - Improváveis, D - Prováveis, E - Frequentes Severidade: I - Desprezível, II - Marginal, III - Crítica, IV - Catastrófica Classificação de risco: 1, 2, 3, 4 ou 5 - de acordo com o quadro ao lado.																																																	
						<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Frequência</th> <th rowspan="2">RISCO</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="4">Severidade</th> <th>IV</th> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td rowspan="4">Desprezível Marginal Crítico Catastrófica</td> </tr> <tr> <th>III</th> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <th>II</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <th>I</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>					Frequência					RISCO			A	B	C	D	E	Severidade	IV	2	3	4	5	5	Desprezível Marginal Crítico Catastrófica	III	1	2	3	4	5	II	1	1	2	3	4	I	1	1	1	1	1
		Frequência					RISCO																																										
		A	B	C	D	E																																											
Severidade	IV	2	3	4	5	5	Desprezível Marginal Crítico Catastrófica																																										
	III	1	2	3	4	5																																											
	II	1	1	2	3	4																																											
	I	1	1	1	1	1																																											

Fonte: Autoria própria, 2019

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o acompanhamento dos processos de tratamento e distribuição de biomassa da empresa objeto do estudo, foi possível desenvolver a Análise Preliminar de Riscos (figura 15), caracterizando os riscos existentes nos processos analisados. Alguns registros fotográficos foram realizados para evidenciar a existência do risco.

Figura 15 - APR preenchida

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO - APR								
ÁREA/SETOR: OPERAÇÕES AMBIENTAIS						DATA: Março/2019		
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PERIGO				AVALIAÇÃO DE RISCO			MEDIDAS MITIGADORAS (não é necessário para CR = 1)	OBSERVAÇÕES
PROCESSO	ATIVIDADE	RISCO	PERIGO	Frequência	Severidade	Classificação do risco		
Tratamento de Biomassa	Adicionar cal nos tanques de biomassa	Químico	Intoxicação e queimadura	B	III	2	Utilizar de uniforme de manga comprida e EPIs, como: máscara e óculos de segurança	Para evitar contato com a cal
Tratamento de Biomassa	Adicionar cal nos tanques de biomassa	Acidente	Quedas e tropeços	D	II	3	Retirar escada móvel, pois existe outro acesso co escada de acordo com as normas.	Escada móvel pois é necessário retirá-la do local quando é realizada o abastecimento de cal com a empilhadeira
Tratamento de Biomassa	Adicionar cal nos tanques de biomassa	Acidente	Choque elétrico - talha	A	III	1		
Tratamento de Biomassa	Adicionar cal nos tanques de biomassa	Acidente	Colisão com empilhadeira	B	II	1		
Tratamento de Biomassa	Adicionar cal nos tanques de biomassa	Ergonômico	Postura inadequada - Empilhadeira	B	II	1		
Tratamento de Biomassa	Adicionar cal nos tanques de biomassa	Ergonômico	Postura inadequada - abrir big bag de cal	D	II	3	Trocar o atual funil por mais alto, assim operador não precisaria se abaixar para abrir o big bag	Atividade realizada de 2 a 6 vezes ao dia
Tratamento de Biomassa	Transferir biomassa para tanque de armazenagem	Físico	Ruído	D	II	3	Utilizar EPI - protetor auricular - e orientar os colaboradores sobre como e por que usá-lo	Bombas de transferência geram ruído.
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa do tanque de armazenagem para carreta	Químico	Intoxicação por amônia	C	III	3	Utilizar máscara específica para amônia	O desprendimento de amônia ocorre apenas na biomassa de um produto específico.

Figura 15 - APR preenchida - Continuação

Distribuição de biomassa	Transferir biomassa do tanque de armazenagem para carreta	Acidente	Queda - trabalho em altura	C	IV	4	Utilizar EPIs - cinto de segurança e capacete - e orientar os colaboradores sobre como e por que usá-los	É preciso subir na carreta para abrir a tampa e acompanhar o carregamento.
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa do tanque de armazenagem para carreta	Físico	Ruído	D	II	3	Utilizar EPI - protetor auricular - e orientar os colaboradores sobre como e por que usá-lo	Bombas de transferência geram ruído.
Distribuição de biomassa	Deslocar caminhão até área de distribuição	Físico	Ruído	B	I	1		
Distribuição de biomassa	Deslocar caminhão até área de distribuição	Físico	Vibrações	B	II	1		
Distribuição de biomassa	Deslocar caminhão até área de distribuição	Ergonômico	Postura inadequada	B	II	1		
Distribuição de biomassa	Deslocar caminhão até área de distribuição	Ergonômico	Psicossociais	D	II	3	Orientar os colaboradores a dirigir com calma, cuidado, atenção e tranquilidade	As áreas de distribuição ficam até 40km de distância da empresa, sendo normalmente utilizado rodovias para fazer o deslocamento
Distribuição de biomassa	Deslocar caminhão até área de distribuição	Acidente	Colisão do veículo	B	III	2	Orientar os colaboradores a praticar a direção defensiva	
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Físico	Ruído	E	II	4	Utilizar EPI - protetor auricular - e orientar os colaboradores sobre como e por que usá-lo	Bomba a vácuo do tanque de distribuição e o motor do trator geram ruídos
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Ergonômico	Postura inadequada	D	II	3	Orientar os colaboradores sobre a forma correta de sentar e ajustar o banco do caminhão e manter a postura correta enquanto dirige.	A empresa possui contrato com uma ergonomista, seria interessante treinar os operadores que realizam a distribuição.
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Acidente	Quedas e tropeços	D	II	3	Orientar os colaboradores a desenvolver as atividades com calma, cuidado, atenção e tranquilidade	Terrenos acidentados e a presença de mangueiras de transferência contribuem para esse risco
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Acidente	Queda - trabalho em altura	C	IV	4	Utilizar EPIs - cinto de segurança e capacete - e orientar os colaboradores sobre como e por que usá-los	Necessário subir na carreta para abrir a tampa antes de realizar a transferência de biomassa para o tanque lely
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Acidente	Cortes	B	II	1		
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Acidente	Esmagamento	B	III	2	Orientar os colaboradores a desenvolver as atividades com calma, cuidado, atenção e tranquilidade.	Durante a atividade é necessário abrir e fechar várias válvulas e tampas.
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Acidente	Laceração	D	III	4	Instalar proteção para partes móveis do cardan	Durante a atividade o cardan é ligado, seu funcionamento consistem em ficar girando rapidamente ao redor do próprio eixo.
Distribuição de biomassa	Transferir biomassa da carreta para tanque de distribuição	Químico	Queimadura	B	III	2	Utilizar uniforme de manga comprida e EPIs - lúcas nitrílicas, óculos de segurança - orientar os colaboradores sobre como e por que usá-los	A biomassa possui um pH elevado, dessa forma os respingos podem causar queimaduras

Figura 15 - APR preenchida – Continuação

Distribuição de biomassa	Distribuir biomassa com trator e tanque de distribuição	Físico	Ruído	D	II	3	Utilizar EPI - protetor auricular - e orientar os colaboradores sobre como e por que usá-lo.	Bomba de vácuo e motor do trator geram ruídos
Distribuição de biomassa	Distribuir biomassa com trator e tanque de distribuição	Físico	Vibrações	B	II	1		
Distribuição de biomassa	Distribuir biomassa com trator e tanque de distribuição	Acidente	Tombamento do trator/tanque	B	III	2	Orientar os colaboradores a desenvolver a atividade com calma, cuidado, atenção e tranquilidade.	Alguns terrenos possuem muita declividade e erosões.
Distribuição de biomassa	Distribuir biomassa com trator e tanque de distribuição	Acidente	Colisão do trator	B	III	2	Orientar os colaboradores a desenvolver a atividade com calma, cuidado, atenção e tranquilidade.	Alguns terrenos possuem árvores espalhadas pela área de distribuição.
Distribuição de biomassa	Distribuir biomassa com trator e tanque de distribuição	Ergonômico	Postura inadequada	D	II	3	Orientar os colaboradores sobre a forma correta de sentar e ajustar o banco do trator e manter a postura correta enquanto dirige.	A empresa possui contrato com uma ergonomista, seria interessante treinar os operadores que realizam a distribuição.

Fonte: Autoria própria, 2019

Dentro dos dois processos foram encontradas seis atividades distintas, que foram analisadas, são elas: adição de cal no tanque de tratamento de biomassa, transferência de biomassa tratada para o tanque de armazenagem, transferência da biomassa do tanque de armazenagem para a carreta, deslocamento do caminhão até a área de distribuição, transferência, transferência da biomassa para o tanque de distribuição e distribuição de biomassa.

A classificação dos riscos foi realizada de acordo com a matriz de risco, classificando-os em desprezível, menor, moderado, sério e crítico. Ao todo foram identificados 28 riscos, sendo 08 classificados como desprezíveis aos quais não serão sugeridas medidas mitigadoras, 06 riscos menores, 10 moderados, 04 sérios. Nenhum risco crítico foi encontrado.

No processo de tratamento de biomassa foram encontrados 07 riscos, sendo 06 na atividade na adição de cal nos tanques de tratamento de biomassa. Risco químico, pois a cal é um produto químico que pode causar intoxicação e queimadura, embora a severidade do perigo seja alta, a probabilidade disso acontecer é baixa, pois a empresa fornece equipamentos de proteção individual (EPI) adequados para o desenvolvimento da atividade e também uniforme composto por calça e blusa de manga comprida. Porém, sugere-se que frequentemente seja realizado treinamentos com os funcionários da área para explicar os riscos e perigos da atividade e sobre a importância da utilização correta dos EPIs, pois durante o acompanhamento realizado muitas vezes os funcionários encontravam-se sem o EPI ou usando de forma incorreta. Nesta mesma atividade foram encontrados 03 riscos de acidentes, sendo 02 classificados como desprezíveis – choque elétrico ao manusear a talha e colisão ao dirigir a empilhadeira – e 01 classificado como moderado – quedas e tropeços, como podemos observar na figura 16 a escada não é fixa, possui degraus de alturas distintas, um deles sendo superior a 0,3m – valor máximo definido pela NR 35 – não é estável, ao subir na escada a mesma balança, pois os pés estão tortos. Como medida mitigadora, sugere-se a retirada da escada, pois o local deve ser apenas para o abastecimento de cal, realizado pela empilhadeira, e não acesso de pessoas, este deve ser realizado por outro acesso, que possui uma escada de acordo com as normas. Assim como no risco químico, aqui é necessário treinar os operadores para eles entenderem os riscos e perigos existentes e a forma correta de utilização de uma escada.

Figura 16 – Escada de acesso para adição de cal



Fonte: Autoria próprio, 2019

Ainda na atividade de adição de cal, foram encontrados 02 riscos ergonômicos, um desprezível – postura inadequada enquanto dirige a empilhadeira – e um risco moderado, postura inadequada ao abrir o big bag de cal, atividade que ocorre diariamente de 02 a 06 vezes. Como pode-se observar na figura 17, o big bag de cal é posicionado sobre um funil, para então ser aberto e o produto ser dosado nos tanques de tratamento de biomassa, porém para acessar o saco da cal e abri-lo, o funcionário precisa ficar agachado e/ou até ajoelhado. Para mitigar esse risco, sugere-se a elevação dos funis de dosagem.

Figura 17 – Posicionamento do funcionário para abrir o big bag de cal.



Fonte: Autoria própria, 2019

O sétimo risco do processo de tratamento foi identificado na atividade de transferência da biomassa tratada para o tanque de armazenagem e é um risco físico, classificado como moderado. Embora não seja de severidade baixa, bombas de transferência quando são ligadas geram ruído acima de 85dB e isso é uma atividade diária, na qual as bombas ficam ligadas pelo menos 6 horas. Para minimizar o risco a empresa fornece protetor auricular tipo plug, que deve ser utilizado durante todo o desenvolvimento da atividade, porém foi evidenciado que muitas vezes os funcionários não utilizam o EPI, por esquecimento ou por acharem que o ruído não é prejudicial. Por isso sugere-se que a empresa faça treinamentos mais frequentes sobre a importância da utilização do protetor auricular e, também, sobre a forma correta de utilizar o protetor plug.

No processo de distribuição de biomassa foram encontrados 21 riscos. Na atividade de transferência da biomassa do tanque de tratamento para a carreta foram identificados 03 riscos. O risco químico é caracterizado pelo perigo de intoxicação pelo gás amônia, porém o desprendimento desse gás ocorre apenas na biomassa de um produto específico, que é produzido no máximo duas vezes ao mês. Para melhor entendimento, é preciso explicar que durante o carregamento da carreta o funcionário precisa ficar ao lado da boca de entrada da carreta para visualizar quando a carreta está quase cheia e a bomba de transferência deve ser desligada. Quando é realizada a transferência da biomassa com desprendimento de gás amônia, os funcionários alegaram sentir tontura, ardência nos olhos e dor de cabeça, mesmo

utilizando os EPIs. Após receber a reclamação, foi feita a medição do nível de amônia, utilizando o medidor de gases da própria empresa, e o valor em PPM ficou acima do estabelecido no anexo 11 da NR 15. Para mitigar esses riscos, sugere-se que a empresa adquira protetor fácil completo com filtros específicos para amônia.

O outro risco encontrado foi o de acidente, pois durante a atividade há a realização de trabalho em altura (figura 18), pois o funcionário precisa subir até a boca de entrada da carreta para abri-la, posicionar a tubulação pela qual ocorre a transferência da biomassa e acompanhar para verificar quando a carreta está quase cheia e desligar a bomba de transferência.

Figura 18 – Trabalho em altura



Fonte: Autoria própria, 2019

A carreta possui escada e plataforma de acesso e a empresa fornece os EPIs necessários para a realização da atividade, porém é necessário realizar treinamento frequentes com os funcionários sobre a forma correta de utilização dos EPIs, principalmente sobre a fixação dos talabartes.

O terceiro risco é o físico, assim como acontece na transferência da biomassa tratada para o tanque de armazenagem, a bomba de transferência deste tanque para o caminhão também gera um ruído acima de 85dB.

Ao deslocar o caminhão até a área de distribuição, que muda frequentemente de local, foram identificados 5 riscos. Os riscos físicos e um risco ergonômico foram considerados desprezíveis, pois foi realizada avaliação/medição de ruído e vibrações, por uma empresa terceira, na cabine do caminhão e ambos ficaram abaixo dos limites estabelecidos na legislação. O risco ergonômico de postura inadequada, foi avaliado por uma fisioterapeuta e também foi considerado desprezível, visto que o assento do caminhão possui as regulagens necessárias para promover um local adequado e confortável para o motorista, basta os funcionários regularem conforme a sua necessidade, pois cada um possui uma estrutura física diferente. Outro risco ergonômico encontrado, mas classificado como moderado, foi o psicossocial, esse perigo não é comumente avaliado, inclusive na análise ergonômica do trabalho – AET- realizada por uma ergonomista contratado nos anos de 2017 e 2018 esse perigoso não foi avaliado, em conversa com a ergonomista, ela comentou que essa avaliação será realizada em 2019, pois é algo complexo e que necessita de mais atenção e por isso não foi realizado nos anos anteriores, nos quais o foco foi postura inadequada e esforço repetitivo. Na atividade de deslocamento do caminhão, esse risco é importante pelo fato de ser uma atividade externa, no qual o funcionário percorre até 30km para chegar ao local, percorrendo trajetos em rodovias, estradas de chão, irregulares, com buracos, congestionamento, etc. Foi reportado pelos funcionários que muitas vezes eles ficam nervosos, pois estão dirigindo um veículo que não é deles. Outro ponto abordado foi a questão do congestionamento, dependendo do trânsito alguns dias não é possível realizar as três viagens para realizar a distribuição e isso faz com que o nível de biomassa aumente nos tanques. Constantemente os funcionários são orientados a desenvolver a atividade com calma, cuidado, atenção e tranquilidade.

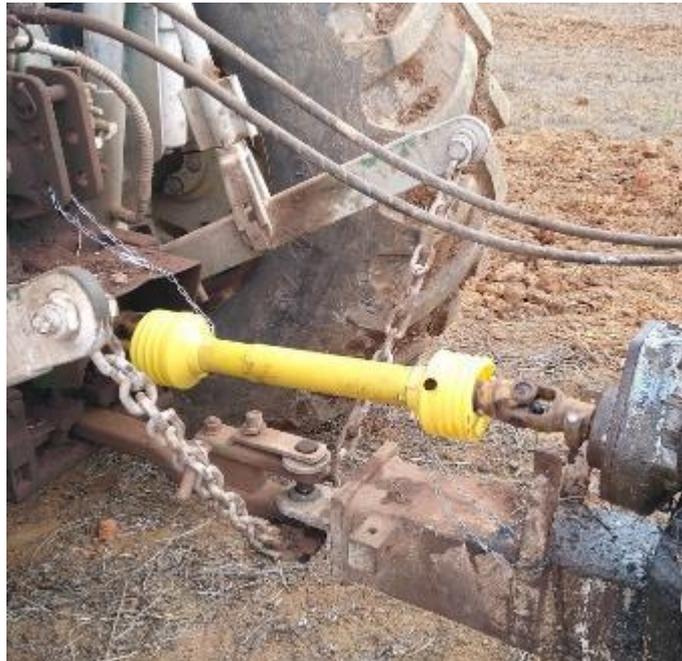
O outro risco encontrado nessa atividade foi o de acidente envolvendo o caminhão, ou seja, a probabilidade de uma possível colisão do veículo. Para minimizar esse risco, os funcionários são orientados a praticar a direção defensiva, dirigir com atenção e cuidado, sempre zelando pela segurança.

É importante informar que não foi avaliada a atividade de deslocamento do local de distribuição até a empresa objeto do estudo, pois os riscos encontrados seriam os mesmos já citados nos parágrafos anteriores.

A transferência da biomassa contida na carreta para o tanque de distribuição ocorre por uma mangueira, que é acoplada na válvula de descarga da carreta e na válvula de entrada do tanque de distribuição, depois de acoplar a mangueira, a válvula da carreta é aberta e a

bomba vácuo do tanque de distribuição é acionada, para essa bomba funcionar é necessário acionar o cardan (figura 19), que é o meio mais difundido e eficiente para transmitir torque e rotação entre uma fonte motora e um implemento agrícola, ou seja, o cardan é uma parte móvel.

Figura 19 – Cardan com proteção inadequada



Fonte: Autoria própria, 2019

Ao observar a execução dessa atividade foram encontrados 08 situações perigosas, sendo 01 classificada como risco desprezível, 02 situações classificadas como riscos menores, que é o caso do risco de acidente, pois durante o manuseio dos equipamentos há a possibilidade de esmagamento de mãos, para evitar que isso ocorra é importante orientar os colaboradores a trabalhar com calma, cuidado, atenção e sempre utilizar os EPIs disponibilizados pela empresa; o outro risco classificado como menor é o químico, como a biomassa possui um pH elevado ela pode ocasionar queimaduras, caso entre em contato com a pele ou com os olhos do funcionário, para minimizar esse risco os funcionários devem ser treinado periodicamente sobre a importância e a forma correta de usar os EPIs fornecidos pela empresa. Os riscos classificados como moderado são o ergonômico e de acidente. O risco ergonômico está relacionado a postura do funcionário quando é preciso acoplar e desacoplar a mangueira do tanque de distribuição (figuras 20 e 21).

Figura 20 – Manuseio da mangueira de transferência de biomassa



Fonte: Autoria própria, 2019

Para realizar essa atividade o funcionário precisa abaixar e levantar várias vezes, se esse movimento for feito de forma incorreta, pode ocasionar dores e até lesões, para que isto seja evitado todos os funcionários devem receber orientações ergonômicas sobre como realizar corretamente esses movimentos.

Figura 21 – Acoplamento da mangueira no tanque de distribuição



Fonte: Autoria própria, 2019

O risco de acidente está relacionado com quedas e tropeços, isso pode ocorrer devido a mangueiras e ferramentas que ficam no chão e também por causa das condições do terreno no

qual está sendo realizada a distribuição. A presença de pedras, buracos, deformidades no solo podem contribuir para que os funcionários tropecem e caiam, para minimizar esse risco é importante que os funcionários realizem atividade com cuidado, calma e atenção. Os outros 03 riscos encontrados foram classificados como sérios, são eles: risco físico - pois a bomba vácuo e o motor do trator emitem ruído que fica acima de 85dB -, e dois riscos de acidentes, estão são o perigo de queda por causa do trabalho em altura realizado quando o funcionário precisa subir na carreta para abrir a tampa na parte superior da carreta e o perigo ocasionado pela parte móvel do cardan que pode ocasionar uma laceração no trabalhador, se o mesmo encostar na parte móvel.

Como medidas mitigadoras para os riscos sérios pode-se citar o treinamento e orientação sobre a importância do uso correto do protetor auricular e dos EPIs para trabalho em altura, providenciar uma proteção adequada para o cardan, para que o encaixe seja feito corretamente e nenhuma parte móvel fique exposta.

Na atividade de distribuição da biomassa utilizando o trator e o tanque de distribuição, foram apontados 05 riscos, sendo 01 desprezível pois foi realizada avaliação/medição de vibrações, por uma empresa terceira, na cabine do trator e os resultados obtidos ficaram abaixo dos limites estabelecidos na legislação. Os 02 riscos de acidente foram classificados como menor, ambos estão relacionados com a forma de dirigir o trator, que pode ocasionar colisão e e tombamento dos equipamentos, nos dois casos deve-se orientar os funcionários a desenvolver as atividades de forma cuidadosa, com atenção e tranquilidade. Os outros dois riscos foram classificados como moderados, são eles: risco físico em consequência do ruído gerado pelo motor do trator e da bomba vácuo e o risco ergonômico, que está relacionado a postura dos funcionários enquanto dirigem o trator. Para minimizar estes riscos os operadores devem ser treinados e orientados sobre a importância e a forma correta de utilização do protetor auricular e também sobre a importância de realizar a regulagem do banco do trator, para que fique confortável e com a postura adequada para a execução da atividade.

5 CONCLUSÕES

A Análise Preliminar de Risco demonstrou ser uma ferramenta importante, sendo eficaz e eficiente, para realizar o levantamento e caracterização dos riscos existentes das atividades de tratamento e distribuição de biomassa da empresa objeto.

Ao realizar o levantamento dos riscos existentes nas atividades realizadas no processo de tratamento e distribuição de biomassa foram encontradas 28 situações perigosas divididas entre riscos químicos, físicos, ergonômicos e de acidente, nenhum risco biológico foi apontado pois a possibilidade de o contato com a biomassa existe apenas após o tratamento e inativação dos microrganismos, por isso esse risco não foi considerado. Após aplicar a matriz de riscos (probabilidade x severidade) os riscos ficaram classificados da seguinte forma: 08 desprezíveis, 06 menores, 10 moderados, 04 sérios e nenhum risco foi classificado como crítico, ou seja, não foi identificado nenhum risco grave e iminente nas atividades desenvolvidas.

O risco de maior presença nas atividades analisadas é o de acidente, totalizando 12 apontamentos, sendo eles: 03 desprezíveis, 04 menores, 02 moderados e 03 sérios. Na sequência temos o risco físico com sete apontamentos: 03 desprezíveis, 03 moderados e 01 sério; risco ergonômico com 06 apontamentos: 02 desprezíveis e 04 moderados e por último o risco químico com apenas 03 apontamentos, sendo 02 menores e 01 moderado.

Os riscos classificados como sérios e que devem ser priorizados é o risco de queda, ruído e laceração de membros (dedos), esses riscos estão presentes no processo de distribuição de biomassa nas atividades de transferência de biomassa para a carreta e na transferência de biomassa para o tanque de distribuição.

Como medidas mitigadoras e melhorias para minimizar os riscos encontrados, com exceção dos riscos desprezíveis que não foram tratados, sugere-se aumentar a frequência e a intensidade dos treinamentos e orientações com os funcionários que executam as atividades analisadas. Embora a empresa objeto de estudo forneça os EPIs necessários para o desenvolvimento das atividades, muitas vezes os funcionários não utilizam, pois não gostam ou acham desnecessário. Além dos treinamentos orienta-se a melhorar as condições das válvulas existentes no tanque de distribuição, essas muitas vezes estão amarradas com fitilhos ou elásticos, adquirir cardan e proteção de cardan adequados para que as partes móveis do equipamento não fiquem expostos, adquirir protetor facial com filtro específico para amônia, e orientar os funcionários sobre direção defensiva e comportamento seguro no trânsito.

A empresa objeto do estudo possui uma boa cultura de segurança, toda semana há um tema novo sobre segurança que é abordado nos Diálogos Diários de Segurança (DDS) em toda área produtiva, porém foi observado que muitas vezes, embora o assunto seja relevante, alguns funcionários não assimilam as informações, ou não executam os ensinamentos, pois não entendem a importância do assunto. Uma prática interessante dentro da estrutura de segurança do trabalho da empresa é a certificação de segurança, todos os funcionários da produção, manutenção e áreas de apoio, devem possuir certificação interna de Saúde e Segurança, o ponto negativo é a frequência de revalidação do certificado, que ocorre a cada 2 anos, aconselha-se a diminuir a validação de segurança para 1 ano e também revisar o conteúdo, inserindo novos temas para desenvolver melhor a cultura de segurança dos funcionários. Outra sugestão de melhoria seria melhorar a relação dos funcionários com o setor de segurança, para isso sugere-se que os técnicos de segurança da empresa estejam mais frequentes dentro da produção, não apenas os funcionários da área de Meio Ambiente, mas os das outras áreas produtivas, comentaram que não possui um apoio tão grande dos técnicos e que muitas vezes apontam situações perigosas que demoram para ser tratadas, comentaram também que as vezes os técnicos ficam mais de um mês sem ir até a área e eles sentem falta de um melhor direcionamento do setor de Saúde e Segurança, direcionamento este que muitas vezes é feito pelo team leader ou pelo engenheiro de processo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. A. **Metodologias de Análise de Riscos**. APP &.HAZOP, UFRJ. 2011.
- AMORIM, E. L. C. de. **Ferramentas de Análise de Risco**. Apostila do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alagoas, CTEC, Alagoas: 2010.
- AVEN, T.; RENN, O. **On the risk management and risk governance of petroleum operations in the Barents Sea Area**. Risk Analysis, 9 (32), p. 1561-1575, 2012a.
- AVEN, T. **Foundational Issues in Risk Assessment and Risk Management**. Risk Analysis, 32 (10), p. 1647-1656, 2012b.
- BARROS, A. J. da S., LEHFELD, N. A. de S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3ed. Editora Pearson Prentice Hall. São Paulo. 2007.
- BOREM, A., SANTOS, F. R. dos. **Biossegurança e OGMs**. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Ed.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.
- CARRER, H., BARBOSA, A. L., RAMIRO, D. A. **Biotecnologia na Agricultura**. Estudos Avançados. v 24, no 70. São Paulo. 2010.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Manual de Orientação para Elaboração de Estudos de Análise de Riscos**. São Paulo. 2003.
- EMBRAPA. **Produção de enzimas é segmento estratégico para a economia verde**. Agroenergia Biotecnologia e Biossegurança. 27 nov 2015. Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7691362/producao-de-enzimas-e-segumento-estrategico-para-a-economia-verde> > Acesso em: 25 fev 2019.

FANTAZZINI, M.L. **Introdução à Engenharia de Segurança de Sistemas**. 3ª edição. Fundacentro. São Paulo, 1993.

FARIA, M. T. **Gerência de riscos: apostila do curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho**. Curitiba, 2011.

FEITOSA, I. C. **Produção de enzimas lipolíticas utilizando Produção de amilase por fungo filamentosso endofítico em fermentação submersa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de m Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes. Aracaju, 2009.

FERNANDES, M. L. M. **Produção de lipases por fermentação no estado sólido e sua utilização em biocatálise**. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007

FRANTZICH, H. **Risk analysis and fire safety engineering**. Fire Safety Journal, n38, p. 313-329, 1998.

FRUHAUF, D. V., CAMPOS, D. T. A., HUPPES, M. N. **Aplicação da ferramenta Análise Preliminar de Riscos – Estudo de caso indústria frigorífica de frangos**. Monografia do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2005.

FUNDACENTRO. **Prevenção de acidentes industriais maiores**. Um código de práticas de OIT, 1991. Traduzido em português copyright, 2002.

LAKATOS, E. M., MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico**. 7ª edição. Editora Atlas. São Paulo. 2010.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L., COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 2ª edição. Editora Sarvier. São Paulo. 1995.

MALAJOVICH M. A. **Biotecnologia**. Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, Rio de Janeiro. 2012

MENDONÇA, M.B. **Percepção de risco associado a deslizamentos de terra por parte da população moradora da comunidade do Maceió.** Relatório Científico do Projeto de Pesquisa. FAPERJ, Rio de Janeiro. 2013.

MONTEIRO, V.N.; SILVA, R.N. **Aplicações industriais da biotecnologia enzimática.** Revista Processos Químicos, Goiás, p. 9-23, 2009.

NOGUEIRA, L. A., LORA, H. **Dendroenergia: Fundamentos e aplicações.** 2ed. 2003.

PATRÍCIO, Renato Pickler. **Adequação do FMEA para gerenciamento de riscos em obras de infraestrutura, após a aplicação da Análise Preliminar de Risco na execução de muro de gabião.** Monografia de Conclusão do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

PEROVANO, D.G. **Manual de metodologia científica para a segurança pública e defesa social.** Editora Juruá. Curitiba. 2014

PROBSTEIN, R.F., HICKS, R.E. **Synthetic fuels.** Editora McGraw Hill Book Company, p 490, Nova Iorque.1982.

SARKANEN, K. V. e TILLMAN, D. A **Progress in Biomass Conversion**, 1a Edição, Vol 01, p 02. Editora Academic Press, Nova Iorque. 1979

SCHAAB, Juliano Ricardo Lenzi. **Análise dos riscos de acidentes: estudo de caso em uma marcenaria.** Monografia de Conclusão do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Federal do Mato Grosso, 2005.

SOUNIS, E. **Manual de higiene e medicina do trabalho.** São Paulo: Ícone, 1991.

TAVARES, J. da C. **Noções de Prevenção e controle de perdas em segurança do trabalho.** São Paulo: Senac, 2004.

VAZ, R.S.; PRADO, M. R. M.; CARVALHO, F.; **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**. no37. Brasília. 2007

ZANELLA, I. **Suplementação enzimática em dietas avícolas**. Simpósio de nutrição animal: aves e suínos. Santa Maria: UFSM, p.37 2001.

ZIO, E. **Reliability engineering: Old problems and new challenges**. Reliability Engineering and System Safety, v. 94, n. 1, p. 125 – 141. Milão. 2009.

ZOCCHIO, A. **Prática da prevenção de acidentes**. 6 ed. São Paulo. Atlas. 2001.