

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**GUILHERME CONOR CORAIOLA**

**DESCRIÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO DA ÁREA DE  
PRODUÇÃO DE DIÓXIDO DE CLORO DE UMA INDÚSTRIA DE  
FABRICAÇÃO DE CELULOSE**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**LONDRINA/PR  
2018**

**GUILHERME CONOR CORAIOLA**

**DESCRIÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO DA ÁREA DE  
PRODUÇÃO DE DIÓXIDO DE CLORO DE UMA INDÚSTRIA DE  
FABRICAÇÃO DE CELULOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Cezar Ferreira

**LONDRINA/PR  
2018**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

DESCRIÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DE DIÓXIDO DE CLORO DE UMA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE

por

GUILHERME CONOR CORAIOLA

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização foi apresentado em 01 de Novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Dr. Fábio Cezar Ferreira  
Prof.(a) Orientador(a)

---

Me. José Luis Dalto  
Membro titular

---

Dr. Marco Antonio Ferreira  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

Dedico este trabalho, primeiramente, à Deus, aos meus pais e à minha noiva que sem dúvida foram essenciais para a conclusão de mais essa etapa.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu professor e orientador, Prof. Dr. Fábio Cezar Ferreira, pelo aprendizado adquirido durante a especialização e pela oportunidade e confiança depositadas em mim.

Agradeço a todos os professores que foram fundamentais para o aprendizado que tive durante toda a especialização.

Agradeço, por fim, aos meus amigos e colegas de classe que demonstraram apoio e dedicação durante a realização da especialização.

## RESUMO

CORAIOLA, Guilherme Conor. **Descrição da Análise Preliminar de Risco da Área de Produção de Dióxido de Cloro de uma Indústria de Fabricação de Celulose.** 2018. 32p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018.

O presente estudo tem como objetivo descrever a análise preliminar de risco da área de produção de dióxido de cloro de uma indústria de fabricação de celulose, localizada no Paraná, Brasil. O empreendimento em estudo produz celulose branqueada de eucalipto e pínus e tem capacidade de produzir 1,5 milhão de toneladas de celulose por ano, sendo 1,1 milhão de celulose de fibra curta (eucalipto) e 400 mil toneladas de fibra longa (pínus). Para elaboração da análise preliminar de riscos no início da construção da indústria, uma equipe multidisciplinar formada por engenheiro de segurança do trabalho, engenheiro ambiental, engenheiro de processos e especialistas das áreas foi criada para, juntamente com empresa terceira contratada, identificar os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, ao meio ambiente e aos equipamentos. Além disso, essa equipe foi responsável por avaliar a frequência e a severidade de cada risco, levando em consideração as detecções e salvaguardas existentes na concepção do projeto, bem como as medidas de controles existentes. O estudo apresentou nove hipóteses acidentais na área de produção do dióxido de cloro. A metodologia utilizada compreende em cinco categorias de frequência (Raro, Improvável, Possível, Provável e Frequente) e quatro categorias de severidade (Desprezível, Menor, Moderado e Catastrófico). As categorias de riscos foram segregadas em Desprezível, Menor, Moderado, Sério e Crítico. A partir da metodologia utilizada, os resultados apresentados mostraram que a organização possui alta capacidade de minimização e prevenção de riscos, bem como muitas ações para evitar que os mesmos aconteçam. Assim, os principais riscos à saúde e segurança das pessoas enquadram-se na categoria Menor (7), os principais riscos ao meio ambiente enquadram-se na categoria Desprezível (7) e os principais riscos às instalações enquadram-se na categoria Menor (8).

**Palavras-chave:** Análise Preliminar de Risco. Celulose. Dióxido de Cloro.

## ABSTRACT

CORAIOLA, Guilherme Conor. **Description of the Preliminary Risk Analysis of the Chlorine Dioxide Production Area of a Pulp Industry**. 2018. 32p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2018.

The present study aims to describe the preliminary risk analysis of the chlorine dioxide production area of a pulp industry, located in Paraná, Brazil. The organization in study produces bleached eucalyptus pulp and pulp and has the capacity to produce 1.5 million tons of pulp per year, 1.1 million of short-fiber (eucalyptus) pulp and 400 thousand tons of long fiber (pinus). To elaborate the preliminary risk analysis at the beginning of the construction of the industry, a multidisciplinary team formed by a safety engineer, environmental engineer, process engineer, and area experts was created to identify the risks to health and safety of workers, the environment and equipment. In addition, this team was responsible for assessing the frequency and severity of each risk, considering the existing detections and safeguards in the design of the project as well as existing control measures. The study presented nine accidental hypotheses in chlorine dioxide production area. The methodology used includes five categories of frequency (Rare, Unlikely, Possible, Likely and Frequent) and four categories of severity (Negligible, Minor, Moderate and Catastrophic). The risk categories were segregated into Negligible, Minor, Moderate, Serious, and Critical. Based on the methodology used, the presented results showed that the organization has high capacity of minimization and prevention of risks, as well as many actions to prevent them from happening. Thus, the main risks to the health and safety of people fall into the Minor category (7), the main risks to the environment fall into the Despicable category (7) and the main risks to facilities fall into the Minor category (8).

**Keywords:** Preliminary Risk Analysis. Pulp. Chlorine Dioxide.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Hipóteses acidentais identificadas. ....	21
Tabela 2 - Categorias de frequência utilizadas. ....	21
Tabela 3 - Categorias de severidade utilizadas.....	22
Tabela 4 - Matriz de risco. ....	22
Tabela 5 - Categorias de risco. ....	23
Tabela 6 - APR da hipótese acidental de abertura da tampa de alívio do reator. ....	25
Tabela 7 - APR da hipótese acidental de abertura da tampa de alívio do tanque de dreno. ....	26
Tabela 8 - APR da hipótese acidental de vazamento nas linhas de solução de reação do reator ou do tanque de dreno. ....	27
Tabela 9 - APR da hipótese acidental de abertura da tampa de alívio sobre o tanque de armazenamento de dióxido de cloro. ....	28
Tabela 10 - APR da hipótese acidental de vazamento no circuito de solução de dióxido de cloro. ....	29
Tabela 11 - APR da hipótese acidental de vazamento no tanque de estocagem de dióxido de cloro. ....	30
Tabela 12 - APR da hipótese acidental de vazamento de gás dióxido de cloro pelo lavador de gases. ....	31
Tabela 13 - APR da hipótese acidental de transbordo de solução de dióxido de cloro para o sistema de efluentes. ....	32
Tabela 14 - APR da hipótese acidental de vazamento de gás devido à parada dos exaustores do scrubber. ....	33
Tabela 15 – Resumo de classificação das hipóteses acidentais identificadas. ....	34



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS**

### **LISTA DE ABREVIATURAS**

APR	Análise Preliminar de Riscos
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
LCE	Livre de Cloro Elementar
TPC	Tempo Pós Corte

### **LISTA DE SIGLAS**

CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
------	---

### **LISTA DE ACRÔNIMOS**

BAT	Best Available Technologies
BPEM	Best Practice Environmental Management

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO .....	12
2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS .....	12
2.3 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR) .....	14
2.4 PRINCIPAIS CONCEITOS PARA DESENVOLVIMENTO DA APR .....	14
2.5 ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA APR .....	15
<b>3 DESCRIÇÃO DO LOCAL FABRIL .....</b>	<b>16</b>
3.1 NATUREZA E PORTE DO EMPREDIMENTO .....	16
3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL .....	17
3.2.1 Produção de Celulose .....	17
3.2.2 Recuperação de Químicos .....	18
3.2.3 Produção de Dióxido de Cloro.....	18
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
4.1 EQUIPE MULTIDISCIPLINAR PARA DESENVOLVIMENTO DA APR.....	20
4.2 ELABORAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO DA INDÚSTRIA .....	20
<b>5 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>24</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A segurança do trabalho é a ciência que atua, controla e gerencia a prevenção dos acidentes do trabalho decorrentes dos fatores de riscos ocupacionais identificados (SALIBA, 2004). Para Bergamini (1997), investir em saúde e segurança do trabalho garante a redução das interrupções no processo produtivo da organização, do absenteísmo e dos acidentes e doenças ocupacionais, contribuindo para o aumento da produtividade e lucratividade.

Em todos os ambientes de trabalho existem situações de risco passíveis de provocar acidentes de trabalho. Dessa forma, a identificação, análise e avaliação dos riscos em todas as atividades, tarefas e operações é fundamental para a melhoria dos processos produtivos. Assim, o gerenciamento dos riscos ambientais surge como um elemento imprescindível nas grandes organizações atuais (NOGUEIRA et al., 2013).

Os processos industriais são conduzidos, em sua maioria, sob condições adversas de temperatura, pressão e vazão. Esses, por conseguinte, estão quase sempre associados a perigos e riscos operacionais que, quando não gerenciados, exercem impactos significativos ao meio ambiente, à segurança e à saúde dos colaboradores (SACHET, 2014).

A rápida expansão da indústria de processo, devido principalmente à globalização do mundo moderno, aumentou consideravelmente as condições inseguras dentro das organizações, tornando cada vez mais imprescindível identificar e avaliar as condições dos projetos desenvolvidos. A premência em determinar quais destes riscos são intoleráveis e quais podem ser minimizados, além da avaliação das probabilidades e consequências desses eventos, evidencia a necessidade de utilizar ferramentas e metodologias que identifiquem e avaliem as situações de risco dentro das organizações industriais (DE CICCIO; FANTAZZINI, 1988).

Particularmente, o setor de papel e celulose no Brasil vem se deparando com diversas questões relacionadas ao gerenciamento de riscos, que de forma individualizada, vêm crescendo de importância, como o apagão florestal, apagão logístico, apagão energético, informalidade, crise no sistema portuário, certificações ambientais e sustentabilidade (BASTOS JUNIOR, 2007). Essas questões afetam

diretamente o desempenho desse importante setor produtivo no Brasil, caracterizado pela forte competitividade no cenário global.

Dentre as formas de desenvolver o gerenciamento de riscos, a ferramenta de Análise Preliminar de Riscos (APR) permite, a partir da probabilidade e da severidade, quantificar a magnitude dos riscos existentes. Como consequência, possibilita a hierarquização prioritária para eliminação, minimização, correção ou investimento (AMORIM, 2013).

Esse estudo descreve a análise preliminar de riscos da área de produção de dióxido de cloro em uma indústria de fabricação de celulose voltada à saúde e segurança das pessoas, ao meio ambiente e aos equipamentos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO

Segundo Andrades (2014), a segurança do trabalho é considerada como o conjunto de medidas de prevenção adotadas com o objetivo de diminuir os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, e proteger a integridade e capacidade do trabalhador. A partir do final dos anos 80, os conceitos de saúde do trabalhador começam a ganhar espaço na sociedade brasileira devido à forte influência da chamada Medicina Social Latina na formação de profissionais de medicina.

Para Melo (2001), a segurança no trabalho tende a promover e manter um elevado grau de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores em suas atividades e a impedir os danos causados pelas condições de trabalho, protegendo-o contra os riscos prejudiciais à saúde. A prevenção é o conjunto de todas as ações que visam evitar os erros ou a ocorrência de defeitos, englobando a própria organização do trabalho e as relações sociais na empresa. As três ações fundamentais que sustentam as práticas de prevenção são o planejamento prévio das operações, a elaboração procedimentos corretos e os programas de formação profissional (ANDRADES, 2014).

Pontes (2008) afirma que a segurança do trabalho é uma forma abrangente de prevenção, ou seja, é um conjunto de medidas e ações aplicadas para prevenir acidentes e doenças ocupacionais no transcorrer da rotina diária das empresas. Tais medidas e ações são de caráter técnico, educacional, médico, psicológico e motivacional, além de medidas de cunho administrativo.

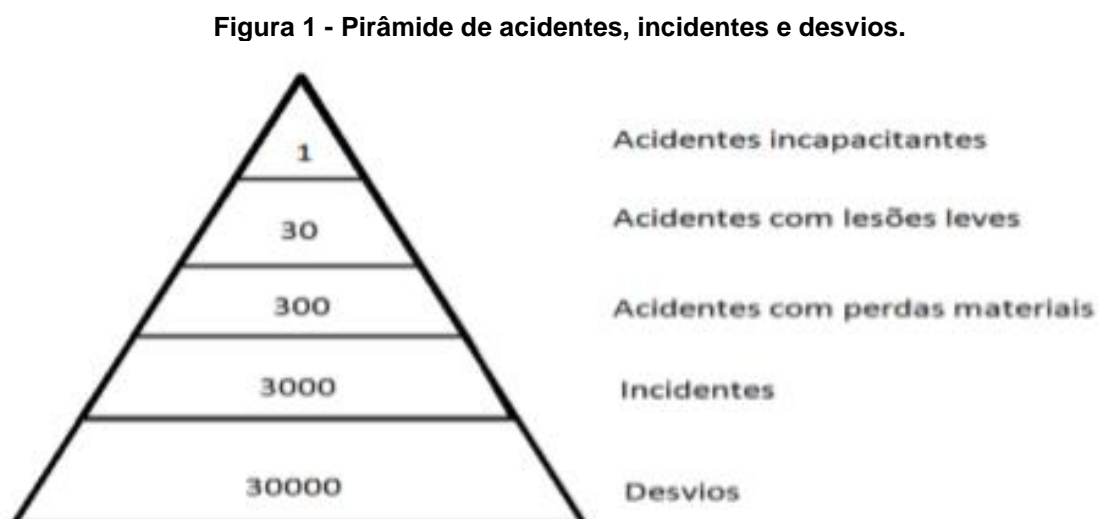
### 2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Antes mesmo do crescente aparecimento do gerenciamento de riscos, indivíduos dedicam-se a tarefas e funções específicas de segurança do trabalho, proteção contra incêndios, segurança patrimonial, controle de qualidade, inspeções e análises de riscos para fins de seguro e outras atividades semelhantes (SACHET, 2014). Atualmente, o gerenciamento de riscos é visto como a ciência, arte, atividade e função que visa à proteção dos recursos humanos, materiais, ambientais e

financeiros de uma empresa, seja pela eliminação ou redução de riscos, seja pelo financiamento dos riscos remanescentes, conforme viabilidade econômica (DE CICCIO; FANTAZZINI, 1988).

De acordo com De Cicco e Fantazzini (1988), um estudo americano revelou que para cada acidente com afastamento (lesão grave ou morte), há dez acidentes com lesão leve (sem afastamento), trinta acidentes com danos aos equipamentos e cerca de 600 incidentes, conhecidos como “quase acidentes”, mas que não apresentam lesões ou danos visíveis. Isso indica que a prevenção e controle de riscos devem ser concentrados em todos os níveis de ocorrências, e não apenas nos acidentes graves com afastamento.

De acordo com Lafraia (2011), além dos acidentes e incidentes, existem ainda os desvios que localizam-se na base da pirâmide e podem ser definidos como qualquer ação ou condição com potencial para resultar, direta ou indiretamente, em danos a pessoas, ao patrimônio, ou impacto ao meio ambiente, que se encontra desconforme com as normas de trabalho, procedimentos, requisitos legais ou normativos, ou requisitos do sistema de gestão. A Figura 1 apresenta a pirâmide de acidentes para Lafraia (2011).



Fonte: Lafraia, 2011.

É no contexto do gerenciamento de riscos que aparece a ferramenta APR, uma das principais metodologias para identificar e avaliar os riscos presentes em uma área, um ambiente ou uma organização.

### 2.3 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)

De acordo com De Cicco e Fantazzini (2003), a APR surgiu na área militar, com aplicação inicial na revisão de sistemas de mísseis projetados para uso de combustíveis líquidos. A análise preliminar foi desenvolvida com o objetivo de evitar o uso desnecessário de materiais e métodos de alto risco ou, caso fosse inevitável, para assegurar que medidas preventivas fossem incorporadas.

Segundo Sherique (2015), a ferramenta APR trata-se de uma análise onde se identificam eventos indesejáveis, suas causas, consequências, modos de detecção e salvaguardas. A análise é centrada na identificação dos riscos existentes para as pessoas, o meio ambiente, o patrimônio, a continuidade operacional e a imagem da empresa. Para isso são consideradas possíveis falhas de sistemas, equipamentos, operações e seus respectivos impactos.

Loewe e Kariuki (2007) afirmam que uma análise qualitativa a partir da ferramenta APR é capaz de eliminar, minimizar e/ou controlar os riscos existentes em um processo industrial durante toda sua vida útil. A ferramenta APR normalmente é a técnica aplicada durante a análise de riscos de projetos em fase de concepção, principalmente nos projetos de inovação tecnológica, visto que não há muitas informações sobre os seus riscos (SOUZA, 1995).

### 2.4 PRINCIPAIS CONCEITOS PARA DESENVOLVIMENTO DA APR

Segundo Barbosa Filho (2001), os principais conceitos para o desenvolvimento da ferramenta APR são:

- i. Perigo: fonte, situação ou ato com potencial para causar danos em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destes;
- ii. Risco: combinação da probabilidade da ocorrência e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde, que pode ser causada pelo acontecimento ou pela exposição;
- iii. Causa: origem de caráter humano ou material relacionado com o evento catastrófico (acidente), pela materialização de um risco que resulte em danos;
- iv. Efeito: severidade das consequências provocadas por um determinado perigo;

v. Frequência: indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência para cada um dos cenários identificados;

vi. Severidade: indicação do nível de gravidade das consequências, ou seja, fornecem uma indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada um dos cenários identificados;

vii. Modos de detecção: maneira através da qual se pode identificar a ocorrência de um determinado evento acidental. A detecção da ocorrência do perigo tanto pode ser realizada através de instrumentação (alarmes de pressão, de temperatura, entre outros), como através de percepção humana (visual, odor, entre outros);

viii. Salvaguardas: dispositivos, sistemas ou ações capazes de interromper a cadeia de eventos que podem ocorrer a partir de um evento iniciador. Diminuem a probabilidade de ocorrência do cenário indesejável ou da severidade das suas consequências.

## 2.5 ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA APR

De acordo com Sherique (2015), a elaboração de uma APR possui algumas etapas básicas:

- a) Buscar analogias ou similaridades com outros sistemas já existentes;
- b) Revisar os objetivos, exigências de desempenho, principais funções e procedimentos, estabelecer os limites de atuação e delimitar o sistema;
- c) Identificar os riscos com potencialidade para causar lesões diretas imediatas, perda de função, danos a equipamentos e perda de materiais;
- d) Investigar os meios possíveis de eliminação e controle de riscos, para estabelecer as melhores opções compatíveis com as exigências do sistema;
- e) Considerar métodos possíveis e eficientes para a limitação dos danos gerados pela perda de controle sobre os riscos;
- f) Indicar responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas, designando também, para cada unidade, as atividades a desenvolver.



### 3 DESCRIÇÃO DO LOCAL FABRIL

#### 3.1 NATUREZA E PORTE DO EMPREDIMENTO

O empreendimento em estudo caracteriza-se como atividade industrial, pertencente ao ramo de atividade de Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel, classificada de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) como classe 1710-9 - Fabricação de celulose e outras pastas para fabricação de papel.

O investimento total do empreendimento foi cerca de R\$ 8,5 bilhões, incluindo infraestrutura, impostos e correções contratuais, o que representa o maior investimento privado da história do estado do Paraná. Além disso, a unidade possui cerca de 1,4 mil colaboradores, diretos e indiretos, com uma área construída de, aproximadamente, 200 hectares.

A unidade industrial de produção de celulose branqueada de eucalipto e pínus, localizada no estado do Paraná, tem capacidade de produzir 1,5 milhão de toneladas de celulose ao ano, sendo 1,1 milhão de celulose de fibra curta (eucalipto) e 400 mil toneladas de fibra longa (pínus).

A fábrica é a única do país a produzir, em uma mesma unidade, a celulose de fibra curta (eucalipto), a celulose de fibra longa (pínus) e a celulose fluff. Esta última é utilizada principalmente na produção de fraldas e absorventes.

Para atingir a produção nominal, a unidade utiliza como matéria-prima básica, aproximadamente, 6,7 milhões de metros cúbicos de madeira de eucalipto e pínus por ano. Além da madeira, são utilizados outros insumos como o oxigênio, o hidróxido de sódio, o peróxido de hidrogênio, o ácido sulfúrico, o bissulfito de sódio, o metanol, o clorato de sódio, a cal virgem, entre outros.

Na concepção desta indústria 4.0, foram utilizadas as Melhores Tecnologias Disponíveis (BAT - Best Available Technologies) e as Melhores Práticas de Gerenciamento Ambiental (BPEM - Best Practice Environmental Management), reconhecidas mundialmente pela alta exigência nos âmbitos tecnológico, social e ambiental.

A unidade é autossuficiente em energia elétrica através da geração média de 270 Megawatts, sendo que 120 Megawatts se destinam ao consumo da fábrica e

os 150 Megawatts excedentes, suficientes para abastecer uma cidade de 500 mil habitantes, são disponibilizados para o Sistema Elétrico Brasileiro.

## 3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL

### 3.2.1 Produção de Celulose

A madeira disponível no campo é transportada para a fábrica e estocada de maneira controlada nos pátios de estocagem, levando em consideração o tempo pós corte (TPC) de cada lote recebido. No tempo ideal, as toras de madeira são colocadas nas mesas de alimentação dos descascadores. Após serem descascadas, as toras são encaminhadas as linhas de picagem, onde são transformadas em cavacos e enviadas às pilhas de cavacos.

Após o armazenamento nas pilhas, os cavacos são enviados ao peneiramento, onde serão selecionados de acordo com sua dimensão, e transportados para os digestores. Esse controle da dimensão dos cavacos é necessário pois permite a penetração dos produtos químicos durante o cozimento, o que facilita o amolecimento da madeira e a desagregação das fibras, separando-as da lignina e formando a chamada polpa marrom.

Após o processo de cozimento nos digestores, a polpa marrom segue para um pré-branqueamento da celulose, através de um processo físico-químico com a utilização de oxigênio. Essa etapa é importante pois garante um menor consumo de reagente químicos no branqueamento e uma menor carga orgânica para o efluente.

O branqueamento é um processo de purificação da celulose que visa a remoção de grande parte da lignina residual não dissolvida. Diferentemente de outras empresas da mesma área, na indústria em estudo foi escolhida a opção de branqueamento livre de cloro molecular através da utilização de dióxido de cloro, com uma sequência de quatro estágios para branqueamento da celulose.

A polpa de celulose, já branqueada, segue para a etapa de secagem e enfardamento, onde ocorre a formação da folha para garantir maior homogeneidade e evitar quebras na máquina ou irregularidades no produto. A prensagem visa remover a água por ação mecânica, consolidar a posição das fibras e dar maior resistência para a folha úmida passar pela secagem. Durante a secagem, há a remoção de água pela evaporação através da aplicação de calor na folha de

celulose. Após a secagem, as folhas são cortadas, pesadas e embaladas em fardos (fibra longa ou fibra curta) ou bobinas (fluff).

As cascas geradas no processo de descascamento da madeira são transportadas ao silo de biomassa, onde serão armazenadas e, posteriormente, enviadas à Caldeira de Força ou Caldeira de Biomassa para serem queimadas, gerando vapor e posteriormente energia.

Por fim, todos os efluentes gerados nas áreas da fábrica são enviados para a Estação de Tratamento de Efluentes, a qual possui tratamento primário, secundário ou biológico e terciário para remoção da carga orgânica e envio novamente ao Rio, dentro dos parâmetros permitidos. Além disso, os resíduos gerados nas etapas do processo de fabricação de celulose são enviados à Central de Tratamento de Resíduos, onde são armazenados, valorizados, reutilizados, reciclados e/ou destinados de maneira adequada.

### 3.2.2 Recuperação de Químicos

O processo de recuperação dos produtos químicos inicia quando o líquido residual gerado pelo cozimento dos cavacos nos digestores, chamado de licor preto fraco, é enviado para a planta da Evaporação. Após a evaporação da água e consequente aumento do teor de sólidos do licor preto, o mesmo é enviado para queima na Caldeira de Recuperação, gerando vapor e posteriormente energia.

O residual fundido (licor verde) proveniente da queima na Caldeira de Recuperação, formado por compostos inorgânicos, é enviado para a Caustificação, onde é misturado com a cal virgem para formar o hidróxido de sódio, principal componente do licor branco, e o carbonato de cálcio, conhecido como lama de cal. A lama de cal é dissolvida e queimada nos fornos de cal para geração de cal virgem, que será novamente utilizada no processo de caustificação. O licor branco gerado no processo é utilizado no cozimento dos cavacos nos digestores.

### 3.2.3 Produção de Dióxido de Cloro

Para produzir o dióxido de cloro necessário na etapa de branqueamento da polpa de celulose, são necessários alguns produtos químicos como clorato de sódio, ácido sulfúrico e metanol. O gás dióxido de cloro produzido será absorvido em água

gelada. O subproduto deste processo é o sulfato de sódio neutro que será utilizado para reposição no circuito de recuperação.

Para armazenamento do clorato de sódio, do ácido sulfúrico e do metanol, existem tanques de armazenamento com capacidades de 1560, 672 e 180 metros cúbicos, respectivamente. Para armazenamento do dióxido de cloro produzido há tanques de armazenamento com capacidade total de 2160 metros cúbicos.

Desde que se iniciou a crescente demanda do mercado internacional por celulose Livre de Cloro Elementar (LCE), o dióxido de cloro tem surgido como agente alvejante alternativo nas fábricas de celulose branqueada, devido principalmente à:

- Redução na queda de viscosidade da pasta celulósica se comparado a outros agentes de branqueamento;
- Maior efetividade no branqueamento da pasta reduzindo o consumo total de reagentes;
- Diminuição da concentração de cloretos no efluente, o que possibilita o reaproveitamento dos filtrados dos estágios de cloração e extração alcalina, reduzindo o volume de efluentes;
- Redução de substâncias que podem contaminar o meio ambiente (organoclorados).

O dióxido de cloro em condições normais de temperatura e pressão é um gás amarelo esverdeado, de odor penetrante, corrosivo e tóxico. O gás puro se decompõe a uma temperatura de 30° C e explode a 50° C. Na verdade, o dióxido de cloro é um radical livre, possuindo um elétron desemparelhado, o que explica a sua reatividade e instabilidade.

Devido à sua capacidade de conferir a polpa um alto grau de alvura e resistência, o dióxido de cloro concorre ainda com outros agentes alvejantes como peróxido de hidrogênio, ozônio e oxigênio. Grande parte das tecnologias de geração de dióxido de cloro, em larga escala, estão baseadas na redução do clorato de sódio, em meio ácido forte, na presença do íon cloreto.

## 4 METODOLOGIA

Nesse estudo será apresentado uma descrição do trabalho desenvolvido pela indústria para realizar a Análise Preliminar de Risco da planta de Dióxido de Cloro. Primeiramente, a empresa criou uma equipe multidisciplinar para elaboração da metodologia utilizada no estudo. Posteriormente, essa equipe desenvolveu as características para cada parâmetro utilizado para, no final, elaborar as Análise Preliminar de Risco da área em estudo.

### 4.1 EQUIPE MULTIDISCIPLINAR PARA DESENVOLVIMENTO DA APR

A elaboração da APR da indústria em estudo ocorreu por empresa contratada em agosto de 2015, quando a mesma ainda estava em fase de construção. Para elaboração da APR foi necessário criar uma equipe multidisciplinar, composta por Engenheiro de Segurança do Trabalho, Engenheiro Ambiental, Engenheiro de Processos e Especialista Técnico da área envolvida. Além disso, foram utilizados os projetos da área, as experiências dos técnicos que vieram de outras fábricas e as experiências dos técnicos da empresa contratada, buscando identificar as hipóteses acidentais presentes na área.

### 4.2 ELABORAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO DA INDÚSTRIA

A partir das hipóteses acidentais identificadas foi realizada a avaliação qualitativa da frequência de ocorrência das hipóteses acidentais e da severidade das suas consequências às pessoas, ao meio ambiente e às instalações. A Tabela 1 apresenta as hipóteses acidentais (perigos) previamente identificadas, pela equipe multidisciplinar, na planta de dióxido de cloro da indústria em estudo.

**Tabela 1 - Hipóteses acidentais identificadas.**

<b>Item</b>	<b>Hipótese Acidental</b>
1	Abertura da tampa de alívio do reator
2	Abertura da tampa de alívio do tanque de dreno (dump tank)
3	Vazamento nas linhas de solução de reação do reator ou do tanque de dreno
4	Abertura da tampa de alívio sobre o tanque de armazenamento de dióxido de cloro
5	Vazamento no circuito de solução de dióxido de cloro
6	Vazamento no tanque de estocagem de dióxido de cloro
7	Vazamento de gás dióxido de cloro pelo lavador de gases (scrubber)
8	Transbordo de solução de dióxido de cloro para o sistema de efluentes
9	Vazamento de gás devido a parada dos exaustores do scrubber

**Fonte: Documento interno.**

A Tabela 2 apresenta as categorias de frequência utilizadas para avaliação das hipóteses acidentais, baseadas em diretrizes internas da organização.

**Tabela 2 - Categorias de frequência utilizadas.**

<b>Frequência</b>	<b>Característica</b>
Frequente (E)	Esperado ocorrer muitas vezes durante a vida útil do empreendimento
Provável (D)	Esperado ocorrer poucas vezes durante a vida útil do empreendimento
Possível (C)	Possível de ocorrer até uma vez durante a vida útil do empreendimento
Improvável (B)	Não esperado ocorrer durante a vida útil do empreendimento, apesar de já ter ocorrido em algum lugar no mundo
Raro (A)	Extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do empreendimento. Não há referência histórica de que já tenha ocorrido no mundo

**Fonte: Documento interno.**

A Tabela 3 apresenta as categorias de severidade utilizadas na avaliação das hipóteses acidentais, baseadas em diretrizes internas da organização.

**Tabela 3 - Categorias de severidade utilizadas.**

Severidade	Característica		
	Segurança pessoal	Meio Ambiente	Segurança instalação
Catastróficas (IV)	Morte ou lesões graves em uma ou mais pessoas	Danos irreversíveis ao meio ambiente ou reversíveis a longo prazo	Danos irreparáveis a equipamentos ou instalações
Crítica (III)	Lesões de gravidade moderada a uma ou mais pessoas	Danos reversíveis ao meio ambiente a médio prazo	Danos severos a equipamentos ou instalações
Marginal (II)	Lesões de gravidade leve a uma ou mais pessoas	Danos reversíveis ao meio ambiente a curto prazo	Danos leves aos equipamentos ou instalações
Desprezível (I)	Não ocorrem lesões / morte, apenas primeiros socorros	Não causa danos ao meio ambiente ou dano insignificantes	Não causa danos ou danos insignificantes aos equipamentos ou instalações

**Fonte: Documento interno.**

A partir das categorias de frequência e severidade definidas nas Tabela 2 e 3, a Tabela 4 apresenta a matriz de riscos, a qual fornece, a partir da multiplicação a frequência e a severidade, uma indicação qualitativa do nível de risco de cada hipótese acidental identificada na análise prévia. As cinco categorias de risco utilizadas neste estudo estão apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 4 - Matriz de risco.**

Matriz de Risco	Frequência				
	Raro (A)	Improvável (B)	Possível (C)	Provável (D)	Frequente (E)
Desprezível (I)	1	1	1	2	3
Menor (II)	1	1	2	3	4
Moderado (III)	2	2	3	4	5
Catastróficas (IV)	3	3	4	5	5

**Fonte: Documento interno.**

Tabela 5 - Categorias de risco.

<b>Risco</b>	<b>Característica</b>
Desprezível (1)	Risco praticamente ausente
Menor (2)	Sem necessidade de adoção de medidas adicionais. Deve ser realizado monitoramento para garantir que as formas de controle sejam mantidas
Moderado (3)	Monitoramento frequente para garantir os controles existentes. Avaliação da integridade e eficiência dos controles existentes
Sério (4)	Avaliar se os controles existentes são suficientes. Avaliação de medidas de controle adicionais visando mantendo-o em níveis praticáveis
Crítico (5)	As medidas de controle existentes são insuficientes. A atividade não deve ser praticada até a adoção de medidas que atenuem a condição de risco para uma menor magnitude

**Fonte: Documento interno.**



## 5 DESENVOLVIMENTO

Através das hipóteses acidentais previamente identificadas na indústria por equipe multidisciplinar e pelas metodologias apresentadas, as Tabelas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 apresentam as APR elaboradas para área de produção de dióxido de cloro, integrando as causas, as consequências, as detecções e salvaguardar existentes, a avaliação de frequência, severidade e classificação do risco.

Mesmo com as detecções e salvaguardas existentes desde a concepção do projeto de construção da fábrica, no desenvolvimento da APR avaliou-se as medidas de controle existentes e as recomendações para cada risco identificado, buscando evitar ou minimizar os impactos à segurança das pessoas, ao meio ambiente e aos equipamentos.

Tabela 6 - APR da hipótese acidental de abertura da tampa de alívio do reator.

Análise Preliminar de Riscos (APR)									
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015	
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Detecção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)
1	Abertura da tampa de alívio do reator.	Sobrepresão no reator devido a: - Forte ou violenta decomposição em função da perda de vácuo; - Super dosagem de metanol com vácuo no reator; - Presença de contaminantes na matéria-prima ou água.	- Perda de produto; - Formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local.	- Intertravamento de segurança (parada total e acionamento dos chuveiros de emergência); - Abertura da tampa de alívio sobre o reator alocada para sobre o telhado; - Alarme visual para perda de vácuo; - Reator projetado para suportar decomposição violenta; - Detector de gás com alarme local e na sala de controle.	C	Severidade			R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais; R) Realizar inspeção de rotina área.
						II	I	II	
						Matriz de Risco			
						2	1	2	

Fonte: APR, agosto de 2015.

A abertura da tampa de alívio do reator pode ser ocasionada pela sobrepresão no reator. Os principais impactos dessa hipótese são perda de produto e formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local. Caso não houvessem detecções e salvaguardas para isso, teríamos uma frequência e severidade elevada para esta hipótese. Entretanto, por termos intertravamento de segurança, alarmes sonoros e visuais e detectores de gás no local, a frequência e a severidade desse risco diminuem, resultando em risco menor às pessoas e aos equipamentos e desprezível ao meio ambiente.

Tabela 7 - APR da hipótese acidental de abertura da tampa de alívio do tanque de dreno.

Análise Preliminar de Riscos (APR)									
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015	
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteccão e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)
2	Abertura da tampa de alívio do tanque de dreno (dump tank).	Sobrepresão no tanque de dreno devido a: - Drenagem do gerador para o dump tank com solução viva; - Presença de contaminantes dentro do dump tank.	- Perda de produto; - Formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local.	- O <i>dump tank</i> foi projetado para suportar uma decomposição violenta, pois possui tampa de explosão.	C	Severidade			R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais; R) Realizar inspeção de rotina área.
						II	I	II	
						Matriz de Risco			
						2	1	2	

Fonte: APR, agosto de 2015.

A abertura da tampa de alívio do tanque de dreno pode ser ocasionada pela sobrepresão no tanque de dreno. Os principais impactos dessa hipótese são perda de produto e formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local. Caso não houvessem detecções e salvaguardas para isso, teríamos uma frequência e severidade elevada para esta hipótese. Entretanto, como o dump tank foi projetado para suportar uma decomposição violenta devido à presença de tampa de explosão, a frequência e a severidade desse risco diminuem, resultando em risco menor às pessoas e aos equipamentos e desprezível ao meio ambiente.

Tabela 8 - APR da hipótese acidental de vazamento nas linhas de solução de reação do reator ou do tanque de dreno.

Análise Preliminar de Riscos (APR)									
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015	
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)
3	Vazamento nas linhas de solução de reação do reator ou do tanque de dreno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha mecânica de linha, flange, conexões, acessórios e instrumentos;</li> <li>- Falha de válvulas na demanda;</li> <li>- Falha em soldas;</li> <li>- Impactos mecânicos (queda de carga, colisão com equipamentos);</li> <li>- Falha operacional;</li> <li>- Corrosão;</li> <li>- Desgaste de gaxeta de válvulas;</li> <li>- Desgaste de gaxeta ou selo de bomba;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda de produto;</li> <li>- Falha no fornecimento para de produto na produção;</li> <li>- Danos financeiros;</li> <li>- Formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicador de pressão local/SDCD;</li> <li>- Indicador de vazão.</li> </ul>	C	<b>Severidade</b>			R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais; R) Realizar inspeção de rotina área.
						I	I	II	
						<b>Matriz de Risco</b>			
						1	1	2	

Fonte: APR, agosto de 2015.

O vazamento nas linhas de solução de reação do reator ou do tanque de dreno pode ser ocasionado por diversas falhas como é possível observar na Tabela 8. Os principais impactos dessa hipótese são perda de produto, danos financeiros e formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local. Caso não houvessem detecções e salvaguardas para isso, teríamos uma frequência e severidade elevada para esta hipótese. Entretanto, como existe indicador de pressão local e no painel de controle e indicador de vazão nas linhas de solução, a frequência e a severidade desse risco diminuem, resultando em risco menor aos equipamentos e desprezível às pessoas e ao meio ambiente.

Tabela 9 - APR da hipótese acidental de abertura da tampa de alívio sobre o tanque de armazenamento de dióxido de cloro.

Análise Preliminar de Riscos (APR)																					
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015													
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)												
4	Abertura da tampa de alívio sobre o tanque de armazenamento de dióxido de cloro.	- Decomposição de dióxido de cloro no tanque de estocagem devido a muito alta concentração do próprio dióxido de cloro, sem ar de arraste (ventilação no topo do tanque) e muito alta temperatura ou aquecimento externo; - Pressão muito baixa (vácuo). - Contaminação da solução de dióxido de cloro no tanque de estocagem.	- Perda de produto; - Formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local.	- Tampa de explosão para alívio da pressão.	C	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Severidade</th> </tr> <tr> <td>I</td> <td>II</td> <td>II</td> </tr> <tr> <th colspan="3">Matriz de Risco</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </thead> </table>			Severidade			I	II	II	Matriz de Risco			1	2	2	R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais; R) Realizar inspeção de rotina área.
Severidade																					
I	II	II																			
Matriz de Risco																					
1	2	2																			

Fonte: APR, agosto de 2015.

A abertura da tampa de alívio sobre o tanque de armazenamento de dióxido de cloro pode ser ocasionada por diversos fatores como é possível observar na Tabela 9. Os principais impactos dessa hipótese são perda de produto e formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local. Caso não houvessem detecções e salvaguardas para isso, teríamos uma frequência e severidade elevada para esta hipótese. Entretanto, como existe tampa de explosão para alívio da pressão, a frequência e a severidade desse risco diminuem, resultando em risco menor ao meio ambiente e aos equipamentos e desprezível às pessoas.

Tabela 10 - APR da hipótese acidental de vazamento no circuito de solução de dióxido de cloro.

Análise Preliminar de Riscos (APR)									
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015	
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)
5	Vazamento no circuito de solução de dióxido de cloro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha mecânica de linha, flange, conexões, acessórios e instrumentos;</li> <li>- Falha de válvulas na demanda;</li> <li>- Falha em soldas;</li> <li>- Impactos mecânicos (queda de carga, colisão com equipamentos);</li> <li>- Falha operacional;</li> <li>- Corrosão;</li> <li>- Desgaste de gaxeta de válvulas;</li> <li>- Desgaste de gaxeta ou selo de bomba;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda de produto;</li> <li>- Falha no fornecimento de produto para a produção;</li> <li>- Danos financeiros;</li> <li>- Formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicador de pressão local;</li> <li>- Indicador de vazão.</li> <li>- Detector de gás dióxido de cloro.</li> </ul>	C	<b>Severidade</b>			R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais; R) Realizar inspeção de rotina área.
						II	I	II	
						<b>Matriz de Risco</b>			
						2	1	2	

Fonte: APR, agosto de 2015.

O vazamento no circuito de solução de dióxido de cloro pode ser ocasionado por diversos fatores como é possível observar na Tabela 10. Os principais impactos dessa hipótese são perda de produto, danos financeiros e formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local. Devido à presença de indicador de pressão local, indicador de vazão e detector de gás dióxido de cloro, a frequência e a severidade desse risco são atenuados, resultando em risco menor às pessoas e aos equipamentos e desprezível ao meio ambiente.

Tabela 11 - APR da hipótese acidental de vazamento no tanque de estocagem de dióxido de cloro.

Análise Preliminar de Riscos (APR)									
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015	
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)
6	Vazamento no tanque de estocagem de dióxido de cloro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha mecânica do material e componentes associados;</li> <li>- Impactos mecânicos (queda de carga, colisão com equipamentos);</li> <li>- Falha operacional;</li> <li>- Corrosão;</li> <li>- Incêndios externos;</li> <li>- Transbordamento;</li> <li>- Falha de válvulas. Válvula de dreno aberta;</li> <li>- Sabotagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda de produto;</li> <li>- Possível parada operacional;</li> <li>- Formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicador de nível;</li> <li>- Bacia de contenção;</li> <li>- Detector de gás dióxido de cloro.</li> </ul>	B	<b>Severidade</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica;</li> <li>R) Implantação de procedimentos operacionais;</li> <li>R) Realizar inspeção de rotina área;</li> <li>R) Sinalizar local quanto aos riscos do produto;</li> <li>R) A FIPSQ do produto deve estar disposta em local próximo e de fácil acesso.</li> </ul>
						III	I	III	
						<b>Matriz de Risco</b>			
						2	1	2	

Fonte: APR, agosto de 2015.

O vazamento no tanque de estocagem de dióxido de cloro pode ser ocasionado por diversos fatores como é possível observar na Tabela 11. Os principais impactos dessa hipótese são perda de produto, possível parada operacional e formação de nuvem de vapor com presença de dióxido de cloro no local. Devido à presença de indicador de nível, bacia de contenção e detector de gás dióxido de cloro, a frequência e a severidade desse risco são atenuados, resultando em risco menor às pessoas e aos equipamentos e desprezível ao meio ambiente.

Tabela 12 - APR da hipótese acidental de vazamento de gás dióxido de cloro pelo lavador de gases.

Análise Preliminar de Riscos (APR)															
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015							
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)						
7	Vazamento de gás dióxido de cloro pelo lavador de gases (scrubber)	- Falta de água para absorção dos gases; - Baixo fluxo de água para absorção dos gases.	- Liberação de gases dióxido de cloro para a atmosfera.	- Alarme de baixo fluxo de água para o scrubber; - Gerador de emergência.	C	<p style="text-align: center;"><b>Severidade</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>II</td> <td>I</td> <td>III</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>Matriz de Risco</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">2</td> <td style="background-color: #90EE90;">1</td> <td style="background-color: #FFFF00;">3</td> </tr> </table>			II	I	III	2	1	3	R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais;
II	I	III													
2	1	3													

Fonte: APR, agosto de 2015.

O vazamento de gás dióxido de cloro pelo lavador de gases (Scrubber) pode ser ocasionado por diversos fatores como é possível observar na Tabela 12. O principal impacto dessa hipótese é a liberação de gases dióxido de cloro para a atmosfera. Devido à presença de alarme de baixo fluxo de água para o Scrubber e gerador de emergência, a frequência e a severidade desse risco são atenuados, resultando em risco menor às pessoas, desprezível ao meio ambiente e moderado aos equipamentos.



Tabela 13 - APR da hipótese accidental de transbordo de solução de dióxido de cloro para o sistema de efluentes.

Análise Preliminar de Riscos (APR)									
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015	
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)
8	Transbordo de solução de dióxido de cloro para o sistema de efluentes	- Parada da bomba da torre de absorção e/ou do scrubber; - Falha nas válvulas de controle de nível das colunas de absorção.	- Emissão de gás dióxido de cloro para a atmosfera; - Envio de dióxido de cloro para a ETE; - Transbordo de solução de dióxido de cloro para a rede pluvial.	- Indicador de nível das colunas; - Detector de gás dióxido de cloro; - Bacia de contenção; - Bissulfito de sódio para abater o residual de cloro.	C	Severidade			R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais.
						II	II	II	
						Matriz de Risco			
						2	2	2	

Fonte: APR, agosto de 2015.

O transbordo de solução de dióxido de cloro para o sistema de efluentes pode ser ocasionado por diversos fatores como é possível observar na Tabela 13. Os principais impactos dessa hipótese são emissão de gás dióxido de cloro para atmosfera, envio de dióxido de cloro para a ETE e transbordo de solução de dióxido de cloro para a rede pluvial. Devido à presença de indicador de nível das colunas, bacia de contenção, detector de gás dióxido de cloro e bissulfito de sódio para abater o residual de cloro, a frequência e a severidade desse risco são atenuados, resultando em risco menor às pessoas, ao meio ambiente e aos equipamentos.

Tabela 14 - APR da hipótese acidental de vazamento de gás devido à parada dos exaustores do scrubber.

Análise Preliminar de Riscos (APR)									
Referências: EAR, março de 2012.				Subsistema: Produção de Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> ).				Data: 11/08/2015	
Hipótese	Risco	Causas	Consequências	Deteção e salvaguardas	Frequência	Pessoas	Meio Ambiente	Instalação	Observações (O)/ Recomendações (R)
9	Vazamento de gás devido a parada dos exaustores do scrubber.	- Falha mecânica do equipamento; - Falta de energia; - Curto-circuito nos exaustores; - Falha operacional.	- Emissão de gás dióxido de cloro para a atmosfera.	- Indicador de pressão no lavador de gases; - Detector de gás dióxido de cloro.	C	Severidade			R) Implantação de plano de inspeção e manutenção periódica; R) Implantação de procedimentos operacionais.
						II	I	II	
						Matriz de Risco			
						2	1	2	

Fonte: APR, agosto de 2015.

O vazamento de gás devido à parada dos exaustores do Scrubber pode ser ocasionado por diversos fatores como é possível observar na Tabela 14. O principal impacto dessa hipótese é a emissão de gás dióxido de cloro para atmosfera. Devido à presença de indicador de pressão no lavador de gases e ao detector de gás dióxido de cloro, a frequência e a severidade desse risco são atenuados, resultando em risco menor às pessoas e aos equipamentos e desprezível ao meio ambiente.

A partir da avaliação das nove hipóteses acidentais identificadas apresentadas uma a uma acima, a Tabela 15 apresenta um resumo geral da classificação de cada uma das hipóteses.

**Tabela 15 – Resumo de classificação das hipóteses acidentais identificadas.**

Hipótese	Risco	Matriz de Risco		
		Pessoas	Meio Ambiente	Equipamentos
1	Abertura da tampa de alívio do reator	Menor	Desprezível	Menor
2	Abertura da tampa de alívio do tanque de dreno (dump tank)	Menor	Desprezível	Menor
3	Vazamento nas linhas de solução de reação do reator ou do tanque de dreno	Desprezível	Desprezível	Menor
4	Abertura da tampa de alívio sobre o tanque de armazenamento de dióxido de cloro	Desprezível	Menor	Menor
5	Vazamento no circuito de solução de dióxido de cloro	Menor	Desprezível	Menor
6	Vazamento no tanque de estocagem de dióxido de cloro	Menor	Desprezível	Menor
7	Vazamento de gás dióxido de cloro pelo lavador de gases (scrubber)	Menor	Desprezível	Moderado
8	Transbordo de solução de dióxido de cloro para o sistema de efluentes	Menor	Menor	Menor
9	Vazamento de gás devido a parada dos exaustores do scrubber	Menor	Desprezível	Menor

Fonte: Próprio autor.

As principais recomendações realizadas pelo estudo referem-se à implantação de plano de inspeção e manutenção nos equipamentos, implantação de procedimentos operacionais na área, exigência de porte de máscara de fuga para todos os colaboradores e visitantes da fábrica, sinalização dos locais quanto aos riscos existentes e disponibilização de Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) de todos os produtos armazenados na área.

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados, observa-se que a empresa utilizou a Análise Preliminar de Risco como ferramenta para identificar e avaliar os riscos existentes na indústria. O estudo mostrou os resultados apenas de uma área específica, mas o estudo foi realizado em toda a planta. Dessa forma, a organização consegue priorizar os investimentos aos riscos mais críticos, buscando evitar ou minimizar os riscos à saúde e segurança do trabalhador, ao meio ambiente e aos equipamentos.

Mesmo sendo uma área de armazenamento de produtos químicos e com produção de um gás tóxico, as medidas de controle existentes foram fundamentais para a classificação baixa dos riscos presentes. Além disso, a probabilidade de ocorrência dos riscos identificados na área de produção do dióxido de cloro é baixa pois muitas medidas de controle já vêm desde a concepção do projeto de construção da indústria. Isso mostra como a organização se preocupa com a saúde e segurança do trabalhador, com o meio ambiente e com as instalações da indústria.

Por fim, é importante ressaltar que as Análises Preliminares de Riscos são muito importantes para as organizações avaliarem os riscos existentes em suas áreas, conhecer as medidas de controles existentes e priorizar os investimentos futuros da organização.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, E. L. C. **Apostila de Ferramentas de Análise de Risco**. Maceió: UFAL, 2013.

ANDRADES, S. A. **Análise Preliminar de Risco na Operação de um Aterro Sanitário**. 40p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental**. São Paulo, Editora ATLAS, 2001.

BERGAMINI, C. W. **Motivação nas organizações**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

DE CICCIO, F.; FANTAZZINI, M. L. **Introdução à Engenharia de Segurança de Sistemas**. São Paulo, FUNDACENTRO, 1988.

DE CICCIO, F.; FANTAZZINI, M. L. **Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos**. Maio, 2003.

FARIA, M. T. **Gerência de Riscos**: Apostila do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Curitiba, Paraná. UTFPR, 2011.

LAFRAIA, J. R. B. **Liderança para SMS**: compreendendo a influência da mente na percepção de riscos. Qualitymark, 2011.

LOEWE, K; KARIUKI S. G. Integrating human factors into process hazard analysis. **Reliability Engineering and System Safety**. Technische Universität Berlin, Institute of Process and Plant Technology. Berlin, Germany, n. 92, p. 1764-1773, 2007.

MELO, L. A. **A Cultura de Segurança como resultado de um Processo de Liderança Eficaz**. In: Anais... XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, 2001.

NOGUEIRA, I. R. A.; MENDONÇA, L. V. L. de; MARTINS, N. R. L. P.; SÁ, P. C. C. de; JERÔNIMO, C. E. M. **Beneficiamento do sal: uma visão dos riscos ambientais**. HOLOS; 2013, Vol. 29 Issue 3, p148. Agosto de 2013.

PONTES, L. C. S. **Cultura de Segurança e Suas Implicações Na Prevenção de Acidentes do Trabalho**: Estudo de Caso em uma Empresa do Setor Metalúrgico. Dissertação de Mestrado em Administração, Faculdade Novos Horizontes, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.

RAAFAT, H. M. N. Risk Assessment and Machinery Safety. **Journal of Occupation Accident**. Volume 11, Issue 1, p 37-5011 (1989): 37-50. 1989.

SACHET, J. V. **Análise de Risco no carregamento de bobinas de papel**. 2014. 66 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

SALIBA, T. M. **Curso básico de segurança e saúde ocupacional**. São Paulo: LTr, 2004.

SHERIQUE, J. **Aprenda como fazer**. 7 ed. São Paulo: LTr, 2011.

SHERIQUE, J. **Aprenda como fazer**. 8 ed. São Paulo, LTr, 2015.

SOUZA, E. A. de O. **Treinamento Industrial e a Gerência de Riscos**: Uma Proposta de Instrução Programada. 1995. Capítulo 2. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ZOCCHIO, A. **Política de segurança e saúde no trabalho**: elaboração, implantação, administração. São Paulo, LTr, 2000. 73p.