

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

LENICE RAQUEL DE CESARO

**ADAPTAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E HAZOP AO SISTEMA DE
GESTÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2013

LENICE RAQUEL DE CESARO

**ADAPTAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E HAZOP AO SISTEMA DE
GESTÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, do Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, do Campus de Curitiba, da UTFPR.

Orientador: Prof. Roberto Serta, M. Eng.

CURITIBA

2013

LENICE RAQUEL DE CESARO

ADAPTAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E HAZOP AO SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE

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

Orientador:

Prof. M.Eng. Roberto Serta

Professor do XXV CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Msc. Carlos Augusto Sperandio

Professor do XXV CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2013

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do

Dedico esta especialização a duas pessoas muito especiais em minha vida, meus pais, Luiz e Rosalinda que me ensinaram que a simplicidade é um dos maiores dons.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos, pelo enorme incentivo.

À DEUS, por ter guiado meus passos e mostrado que basta acreditar para que seja possível concretizarmos o que idealizamos.

Ao meu orientador professor Roberto Serta, pela enorme paciência e intensa contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

À UTFPR por estar proporcionando a inclusão ao Programa de Pós Graduação.

Aos colegas de trabalho que contribuíram na realização dos estudos multifuncionais da APR e do HAZOP.

Aos meus colegas da Pós Graduação que estiveram presente em alguns acontecimentos no ano de 2012 e me permitam gratas alegrias.

À minha família por simplesmente acreditar.

À Izabel Siqueira pela sempre obtida atenção e enorme carinho.

“Quando a gente acha que tem todas as respostas, vem a vida e muda todas as perguntas.”

Luis Fernando Veríssimo

AUTORA, Lenice Raquel De Cesaro, **Adaptação das Técnicas APR e HAZOP ao Sistema de Gestão de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente**, 2013, Dissertação (Especialização) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 72p.

RESUMO

No presente trabalho estudou-se a adaptação das classificações das categorias de risco de uma Análise Preliminar de Risco APR para as classificações de risco do sistema de gestão de segurança do trabalho e proteção ambiental já existente na empresa onde realizou-se o estudo de caso. Com base na indicação da APR aplicou-se o HAZOP para estudo mais detalhado dos riscos envolvidos nos sistemas de tratamento térmico das linhas de Fornos da Atmosfera Gasosa e VUTK. Estes estudos foram realizados com auxílio de uma equipe multifuncional. Uma breve análise dos resultados da aplicação das técnicas APR e HAZOP permitiu identificar que os apesar dos sistemas existentes já possuem diversos controles, há espaço para melhorias que contribuirão para a manutenção do gerenciamento de risco.

Palavras-chave: Análise de Risco, Controles, Segurança do Trabalho

AUTHOR, Lenice Raquel De Cesaro, **Adaptation of HAZOP and APR Techniques in the Management System Safety and Environment**, 2013, Dissertation (Specialization) - Post Graduation Program in Engineering Work Safety, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba,72p.

ABSTRACT

In the present work we studied the adaptation of classifications of risk categories of a Preliminary Risk Analysis APR for risk management system of work safety and environmental protection in the existing company where held the case study. Based on the statement of APR applied the HAZOP for more detailed study of the risks involved in the thermal treatment systems. These studies were performed with the aid of a multifunctional team. A brief analysis of the results of applying the techniques APR and HAZOP identified that despite the existing systems already have many controls, there is room for improvements that contribute to the maintenance of risk management.

Keywords: Risk Analysis, Controls, Work safety

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Apresentação da Empresa.....	2
1.2 Objetivos Gerais	3
1.3 Objetivos Específicos	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Sistemas de Gestão.	4
2.1.1 Sistema de gestão ambiental e de segurança e saúde ocupacional.....	6
2.2 Análise Preliminar de Risco (APR).....	10
2.3 Hazard and Operability Study (HAZOP)	15
2.4 Tratamento Térmico	18
2.4.1 Risco de fogo.....	18
2.4.2 Risco de explosão	18
2.4.3 Toxicidade.....	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Identificação e Avaliação de Aspectos Ambientais e Perigos de Segurança e Saúde Ocupacional.....	19
3.1.1 Definições.....	19
3.1.2 Campo de aplicação.....	21
3.1.3 Responsabilidades	21
3.1.4 Sistemática	21
3.2 APR para os Sistemas que Operam com Gases.....	32
3.3 HAZOP dos Sistemas de Fornos de Atmosfera Gasosa.	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1 Análise Preliminar de Risco (APR) dos Sistemas de Gases.	40
4.2 Hazard and Operability Study HAZOP	41
5 CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A – Plano de Ação da APR com as Classificações das Categorias de Risco	48
APÊNDICE B – Folhas do Relatório HAZOP – Atmosfera gasosa.....	49
APÊNDICE C – Ações e Controles Existentes – Atmosfera Gasosa	56

APÊNDICE D – Plano de Ações Futuras – Atmosfera Gasosa.....	57
APÊNDICE E – Folhas do Relatório HAZOP – VUTK.....	58
APÊNDICE F – Ações e Controles Existentes – VUTK.....	63
APÊNDICE G – Plano de Ações Futuras – VUTK.....	64
ANEXO A – Formulários de Avaliação de Riscos da APR.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1– A Organização como um Sistema Aberto	4
Figura 2.2– Esquema Geral do Ciclo PDCA.....	5
Figura 2.3– Elementos de um SGI – Sistema de Gestão Integrado.....	9
Figura 2.4– Matriz de Classificação de Risco - Freqüência x Severidade.....	14
Figura 2.5 – Legenda da Matriz de Classificação de Risco.....	14
Figura 2.6 – Estrutura Básica do HAZOP.....	17
Figura 3.2 – Matriz de Perigos e Danos	29
Figura 3.3 – Fluxograma do Gerenciamento de Aspectos e Riscos.....	30
Figura 3.4 – Controles Necessários para os Níveis de Risco	31
Figura 3.5 – Fluxograma do Gerenciamento de Perigos e Danos.....	32
Figura 3.6 – Formulário de Avaliação de Risco.....	34
Figura 3.7– Matriz de Risco.....	36
Figura 3.8– Quadro de Categoria de Risco	37
Figura 3.9 – Controles Necessários para os Níveis de Risco	38
Figura 4.1 – Quadro de Conversão das Classificações de Risco.....	40
Figura 4.2 – Conversão da Categoria dos Riscos	41
Figura 4.3 – Ações de Controles dos Fornos de Atmosfera Gasosa.....	42
Figura 4.4 – Ações de Controles dos Fornos de Nitretação Gasosa.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Matriz de Severidade (Efeito do Perigo).....	12
Tabela 2.2 – Matriz de Frequência (Probabilidade das Causas).....	13
Tabela 2.3 – Tabela de Palavra Guia x Desvio	16
Tabela 3.1 – Temporalidade.....	23
Tabela 3.2 – Situação Operacional	24
Tabela 3.3 – Incidência	24
Tabela 3.4 – Frequência	25
Tabela 3.5 – Probabilidade para Emergências.....	25
Tabela 3.6 – Probabilidade do Dano	26
Tabela 3.7 – Classe dos Impactos	27
Tabela 3.8 – Severidade	28
Tabela 3.9 – Matriz de Severidade (Efeito do Perigo).....	35
Tabela 3.10 – Matriz de Frequência (Probabilidade das Causas).....	36
Tabela 3.11 – Palavras-Guia.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	- Análise Preliminar de Perigo
APR	- Análise Preliminar de Risco
HSE	- <i>Health, Safety, and Environmental</i>
OHSAS	- <i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
SIG	- Sistema de Gestão Integrado
SST	- Gestão de Segurança e de Saúde no Trabalho
SST	- Gestão de Segurança e de Saúde no Trabalho

1 INTRODUÇÃO

A industrialização trouxe enormes benefícios para a humanidade. Atualmente é impossível imaginar a vida sem os recursos que a tecnologia proporciona para a sociedade. Os produtos industrializados estão presentes em praticamente todas as necessidades para se viver, desde a alimentação, vestuário, medicamentos, transporte, habitação, ensino e lazer. Porém junto ao desenvolvimento trazido pela industrialização houve também um aumento considerável no número de acidentes, ou ainda das anormalidades durante os processos produtivos.

No Brasil, ainda hoje, a questão dos acidentes do trabalho e acidentes ambientais é um problema sério, que merece uma atenção especial. Estes são muitas vezes tratados com descuido, mas eles podem gerar consequências graves para o ser humano e para o meio ambiente, até mesmo perdas irreparáveis como a morte (VALLE e TEIXEIRA, 1996). Várias destas consequências poderiam ser evitadas, se houvesse um interesse maior em identificar e gerenciar os riscos.

Com o crescimento e necessidade de segurança total em áreas como aeronáutica, aeroespacial e nuclear, foram desenvolvidos valiosos instrumentos para a solução de problemas ligados à segurança. Com a difusão dos conceitos de perigo, risco e controles, as metodologias e técnicas aplicadas pela segurança de sistemas, inicialmente utilizadas somente nas áreas militar e espacial, tiveram a partir da década de 70 uma aplicação quase que universal na solução de problemas de engenharia em geral.

Análise de risco da engenharia de segurança de sistemas são bem aplicadas para identificar os riscos relacionados à segurança nas áreas industriais. As técnicas de análise de risco da engenharia de segurança de sistemas possuem um histórico muito antigo, e sua evolução vem avançando gradativamente (ALBERTON, 1996). Estas técnicas de análise de risco, com o passar dos anos, vêm sofrendo alterações importantes, beneficiando e transformando assim a evolução da história da engenharia de segurança. Estas alterações trazem uma visão diferenciada e mais ampla quanto à aplicação destas técnicas, visando sempre detectar riscos potenciais para reduzir ou eliminar acidentes de trabalho, doenças ocupacionais e impactos

ambientais, buscando melhorar a qualidade de vida das pessoas no trabalho e no seu ambiente.

A motivação deste trabalho está na necessidade de associar e adaptar o resultado da aplicação de técnicas da engenharia de segurança de sistemas, APR e HAZOP, em instalações novas e já existentes que operam com materiais perigosos, ao sistema de gestão de segurança do trabalho e meio ambiente embasados nas normas ISO 14001 e OSHAS 18001 implementado na indústria metal mecânica.

1.1 Apresentação da Empresa

A empresa em estudo foi instalada primeiramente no ano de 1975, de maneira provisória em um prédio na Avenida Marechal Floriano, enquanto eram construídas as instalações definitivas na Cidade Industrial de Curitiba. Inaugurada em 1978, a sede ocupa uma área total de 587 mil metros quadrados. A empresa conta hoje com mais de 80 mil metros quadrados de área construída e conta com a ajuda de aproximadamente 3000 colaboradores para as atividades da unidade.

Na Unidade de Negócios os sistemas de injeção Diesel são projetados e produzidos para permitir que motores Diesel sejam cada vez mais potentes e econômicos, e que atendam às mais exigentes legislações de emissões do mundo. A presença empresa no Brasil também se caracteriza por um eficiente suporte de engenharia para seus clientes. Suas áreas de atuação são:

- ⇒ Sistemas Common-Rail para Carros Diesel e Veículos Comerciais Leves
- ⇒ Sistemas UPS (Unit-Pump) para Veículos Comerciais Médios e Pesados
- ⇒ Bombas Injetoras Diesel em Linha
- ⇒ Bombas Injetoras Diesel Rotativas
- ⇒ Conjuntos Porta-Injetores Diesel
- ⇒ Peças de Reposição para Sistemas de Injeção Diesel

O motor a diesel é um motor com auto-ignição. Uma carga de ar aspirada pelo pistão descendente é em seguida comprimida. O combustível diesel é injetado no ar comprimido quente. A alta pressão e temperatura provocam a ignição, sem a necessidade de uma centelha. O Controle Eletrônico de Diesel EDC é a unidade de

comando para motores Diesel. Para preparação e injeção da mistura, os diferentes sistemas controlados por EDC: Sistemas de bombas em linha, bombas distribuidoras, sistemas de injeção monocilíndricos, tais como UIS (“Unit Injector System”) e o sistema de injeção com acumulador CRS (“Common Rail System”). A mais recente geração do Sistema Common Rail tem injetores em linha piezoelétricos. O atuador piezo controlado eletronicamente permite o acionamento cinco vezes mais rápido que uma válvula solenóide, com um design ainda mais preciso da curva de taxa de descarga.

1.2 Objetivos Gerais

O presente trabalho tem por objetivo analisar o resultado da APR dos sistemas que operam com gases em uma empresa de autopeças e aprofundar a análise de risco dos sistemas com a aplicação da técnica HAZOP.

1.3 Objetivos Específicos

O desenvolvimento do presente trabalho seguiu uma seqüência metodológica baseada em seus objetivos específicos, que se encontram abaixo relacionados:

- 1 – Correlacionar os resultados da Análise Preliminar de Risco (APR) já existente na empresa em estudo, ao modelo categorias de classificação de riscos do sistema de gestão de segurança do trabalho e proteção ambiental já existente, a fim de, facilitar o entendimento da alta direção da empresa e demais envolvidos.
- 2 – Analisar de forma mais detalhada os riscos operacionais e ambientais pertinentes ao processo e infraestrutura das linhas de tratamento térmico atmosfera gasosa e VUTK com o auxílio da ferramenta (Hazard and Operability Study) HAZOP.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de Gestão.

Sistema é “um conjunto de elementos interdependentes, cujo resultado final é maior do que a soma dos resultados que esses elementos teriam caso operassem de maneira isolada” (CHIAVENATTO, 2000).

O conceito de sistema aberto é perfeitamente aplicável à organização empresarial (SOLER, 2002). A dinâmica pode ser visualizada na Figura 2.1, onde são descritas as interações entre o meio ambiente, no início e no final do processo, e a organização.

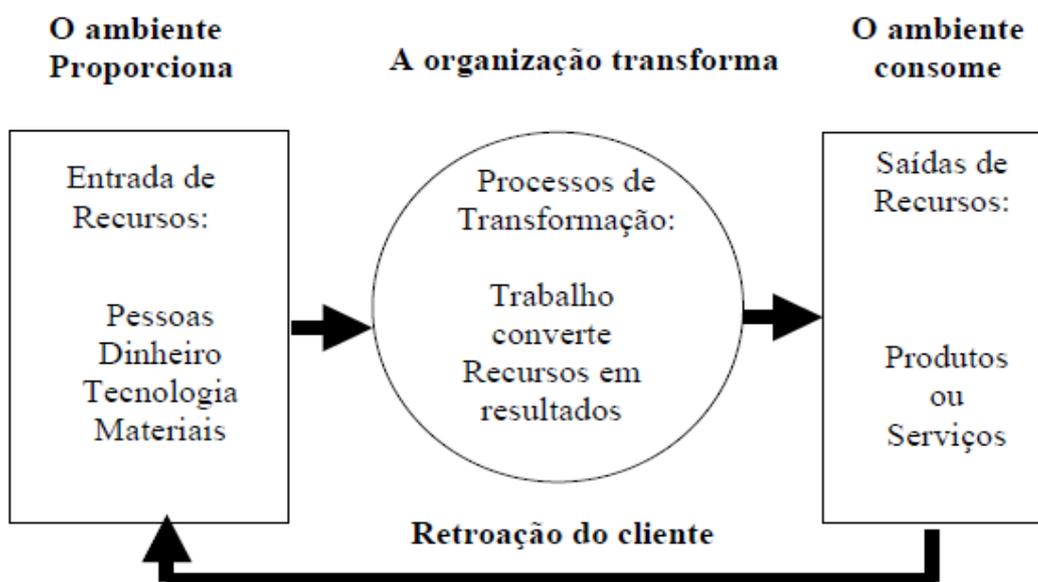


Figura 2.1– A Organização como um Sistema Aberto
 Fonte: Adaptado de CHIAVENATTO, apud SOLER, 2002

Segundo FROSINI e CARVALHO (1995), um sistema de gestão é conceituado como o conjunto de pessoal, recursos e procedimentos, dentro de qualquer nível de complexidade, cujos componentes associados interagem de uma maneira organizada para realizar uma tarefa específica e atingem ou mantêm um dado resultado.

Analisando-se sob o aspecto empresarial, os objetivos de um sistema de gestão são valores percebidos pelos clientes nos produtos ou serviços oferecidos, o sucesso no segmento de mercado ocupado (através da melhoria contínua dos resultados operacionais) a satisfação dos funcionários com a organização e da própria sociedade com a contribuição social da empresa e o respeito ao meio ambiente (VITERBO Jr, 1998).

Para que tais objetivos sejam alcançados, é importante a adoção de um método de análise e solução de problemas, para estabelecer um controle de cada ação. Há diversos métodos sendo utilizados atualmente. A maioria deles está baseada no método PDCA – “Plan, Do, Check, Act”, que constitui-se em um referencial teórico básico para diversos sistemas de gestão. A Figura 2.2 descreve a sistemática de aplicação do método, onde cada uma das partes do método traz o seguinte conceito:

- “Plan” (Planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização;
- “Do” (Fazer): Implementar os processos;
- “Check” (checar): monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados;
- “Act” (agir): executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

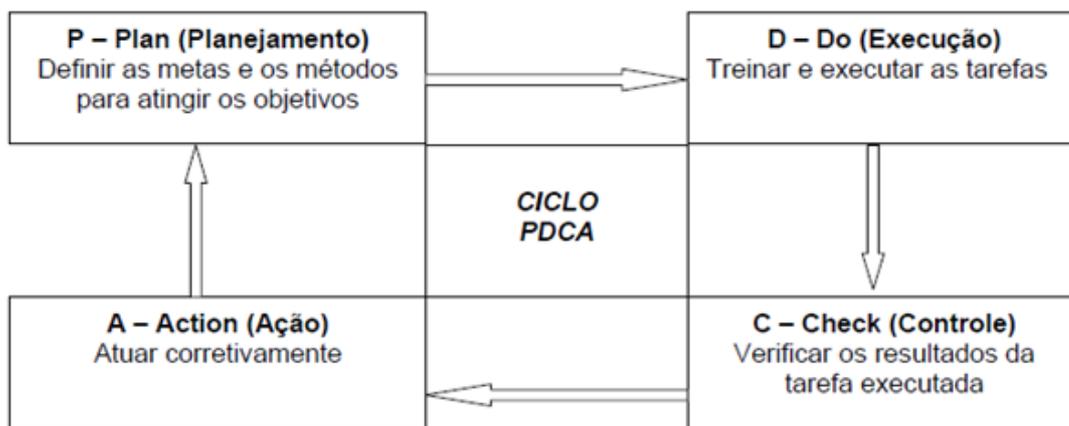


Figura 2.2– Esquema Geral do Ciclo PDCA
 Fonte: Adaptado de CAMPOS, 1992

2.1.1 Sistema de gestão ambiental e de segurança e saúde ocupacional

Apesar de terem ocorrido em âmbito internacional, podem ser destacados quatro eventos relevantes que interferiram diretamente nas questões ambientais no Brasil, além dos choques do petróleo, em 1973 e 1979 (MAGRINI, 2001):

- A promulgação da Política Ambiental Americana (NEPA), em 1969: de caráter corretivo, buscava essencialmente o controle da poluição gerada.
- A Conferência das Nações Unidas em Estocolmo, em 1972: período conturbado e repleto de conflitos entre o Poder Público, inclusive dentro dele mesmo, e a iniciativa privada. Nesta Conferência, a delegação brasileira demonstrou certa indiferença quanto aos assuntos relacionados à proteção do meio ambiente, priorizando o interesse por questões econômicas. Tal fato confirma que a abordagem ambiental no Brasil é bastante recente.
- A publicação do relatório “Nosso Futuro Comum”, em 1987: documento que deu origem ao conceito de desenvolvimento sustentável e buscou a “conciliação” entre as partes conflitantes.
- A Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro, em 1992: a ECO-92, como foi chamada, teve um papel fundamental no redirecionamento da política ambiental mundial, notadamente pela iniciativa privada, através do desenvolvimento das normas da série ISO 14000: Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

No Brasil refletia-se, guardando as características políticas, econômicas e sociais nacionais, a trajetória da gestão ambiental em nível internacional. Na década de 70 foram criados os primeiros órgãos relacionados ao meio ambiente. Não houve desenvolvimento eqüitativo entre os estados brasileiros, destacando-se o Rio de Janeiro, com a criação de órgão estadual de proteção ao meio ambiente, como a FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente, além de São Paulo e Minas Gerais.

Na década de 90, a partir da ECO-92, A ISO – International Organization for Standardization, federação mundial composta por entidades de normalização de mais de 110 países com sede em Genebra. Foi fundada em 1947 para promover o desenvolvimento de normas internacionais na indústria, comércio e serviços. A ISO desenvolveu, através do Comitê Técnico 207 – Sistema de Gestão Ambiental – TC 207, a série ISO 14001, baseada na série ISO 9000.

A normalização visa estabelecer e aplicar regras a fim de abordar ordenadamente uma atividade específica. As normas, em si, são adotadas voluntariamente pelas organizações; mas têm passado a ser uma imposição de mercado, levando em conta os seus benefícios empresariais, gerenciais, comerciais e ambientais.

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, fundada em 1940 é a representante do Brasil na ISO. Como fundadora e associada da ISO, a ABNT tem direito a voto no fórum internacional de normalização.

No segundo semestre de 1994 foi criado, junto à ABNT, o Grupo de Apoio à Normalização Ambiental (GANA), formado por empresas, associados e entidades representativas de importantes segmentos econômicos e técnicos do País. Este grupo tinha por objetivo acompanhar e analisar os trabalhos desenvolvidos pelo TC 207 e avaliar o impacto das normas ambientais da série ISO 14000 – SGA – Sistema de Gestão Ambiental nas organizações brasileiras.

Após o término da primeira rodada dos trabalhos do TC 207/ISO, o GANA encerrou suas atividades (junho de 1998). Foi criado então, em abril/1999, pela ABNT, o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (ABNT / CB – 38), que substituiu o GANA na discussão das normas da série ISO 14000 a nível internacional e na elaboração das normas brasileiras correspondentes. O CB-38 foi criado com estrutura semelhante ao ISO TC 207 e seus subcomitês

Já a Norma OHSAS 18001 é uma Norma voltada à saúde e segurança no trabalho também passível de certificação, cuja sigla significa Occupational Health and Safety Assessment Series — entrou em vigor em 1999, após estudos de um grupo de organismos certificadores e de entidades de normalização da Irlanda, Austrália, África do Sul, Espanha e Malásia.

Esta norma visa auxiliar as empresas a controlar os riscos de acidentes no local de trabalho. A certificação por essa norma garante o compromisso da empresa com a redução dos riscos ambientais e com a melhoria contínua de seu desempenho em saúde ocupacional e segurança de seus colaboradores.

A criação dessa norma levou em conta algumas normas nacionais já existentes, como a BS 8800, na Inglaterra. A norma se baseia no conceito de que a organização deve periodicamente analisar e avaliar seu sistema de gestão de Segurança e da Saúde no Trabalho (SST), de maneira a sempre identificar

melhorias e implementar as ações necessárias. Por isso, ela não estabelece requisitos absolutos para o desempenho da Segurança e Saúde no Trabalho, mas exige que a empresa atenda integralmente à legislação e regulamentos aplicáveis e se comprometa com o aperfeiçoamento contínuo dos processos.

Implementar a OHSAS 18001 é uma forma de permitir que uma empresa controle, atinja e melhore sistematicamente, o nível do desempenho da Saúde e Segurança do Trabalho dos seus colaboradores.

A crescente preocupação dos acionistas e partes interessadas requer um compromisso claro em Saúde e Segurança. Para tanto, as organizações de toda natureza estão aumentando seu interesse para alcançar e demonstrar um alto desempenho na Saúde Ocupacional e na Segurança para os seus colaboradores, acionistas, clientes e outras partes interessadas, controlando riscos potencializando os efeitos benéficos de suas atividades, produtos e serviços e melhorando os resultados.

Segundo a ISO 14001 e OHSAS 18001 o Sistema de Gestão Integrado (SGI) é definido como “a parte do Sistema de Gerenciamento Global que inclui a estrutura organizacional, o planejamento de atividades, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para o desenvolvimento, implementação, alcance, revisão e manutenção da política”.

Devido ao fato de ter sido fortemente influenciada pelas normas de qualidade da série ISO 9001, a ISO 14001 e a OHSAS 18001, compartilha de princípios comuns, conforme ilustrado na Figura 2.3, que mostra os elementos básicos de um SGI:

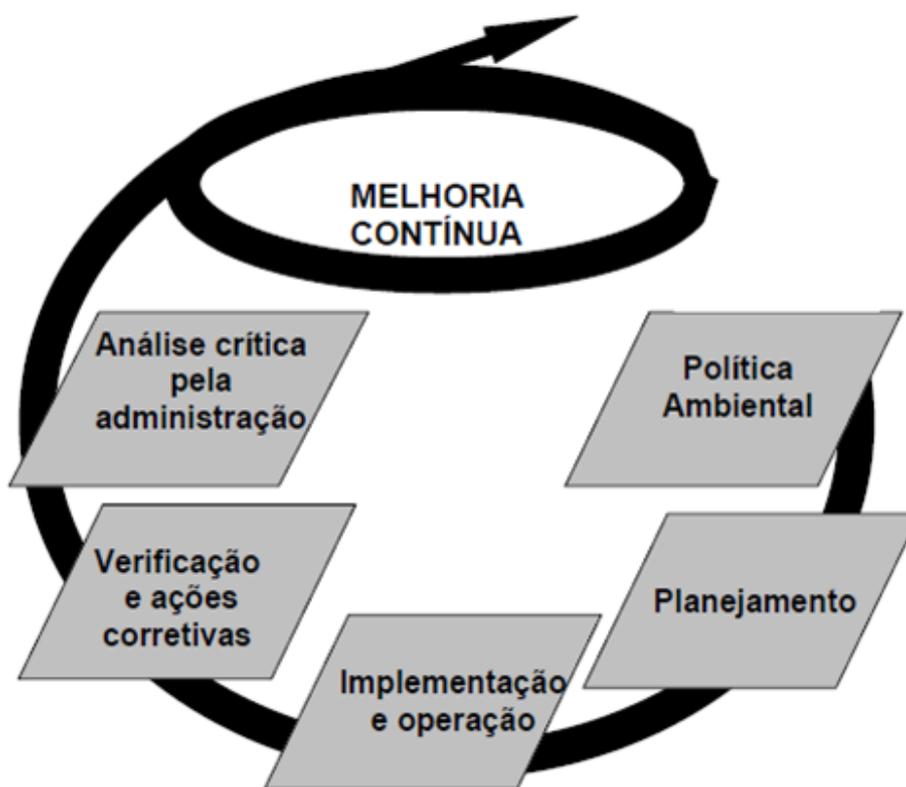


Figura 2.3– Elementos de um SGI – Sistema de Gestão Integrado

Fonte: ABNT NBR ISO 14001, 2004

Conforme D'AVIGNON (2001), *“tanto no ponto de vista da qualidade, como ambiental, a correta implantação de um sistema de gestão que permita a certificação por critérios bem estabelecidos pode contribuir para diferenciação do produto final e, conseqüentemente, aumentar a competitividade da organização. Um sistema de gestão em determinado processo, corretamente certificado, pode induzir a adoção de tecnologias cada vez mais limpas e a melhoria do produto final. A responsabilidade civil da organização por danos causados ao meio ambiente e defeitos nos produtos, também passa a ser melhor conhecida. A detecção, no caso de algum problema, se torna mais fácil e a rastreabilidade no processo permite que este seja corrigido com mais rapidez e agilidade. Além disso, um certificado sempre será elemento muito importante na defesa da organização em caso de disputa judicial, funcionando com atenuador, já que a organização pode demonstrar preocupação com a prevenção e conseqüentemente com o meio ambiente”*.

2.2 Análise Preliminar de Risco (APR).

A Análise Preliminar de Risco (APR) também conhecida como Análise Preliminar de Perigo (APP) é uma metodologia indutiva estruturada para identificar os potenciais perigos decorrentes da instalação de novas unidades e sistemas ou da própria operação da planta que opera com materiais perigosos.

Esta metodologia procura examinar as maneiras pelas quais a energia ou o material de processo pode ser liberado de forma descontrolada, levantando, para cada um dos perigos identificados, as suas causas, os métodos de detecção disponíveis e os efeitos sobre os trabalhadores, a população circunvizinha e sobre o meio ambiente. Após, é feita uma Avaliação Qualitativa dos riscos associados, identificando-se, desta forma, aqueles que requerem priorização. Além disso, são sugeridas medidas preventivas e/ou mitigadoras dos riscos a fim de eliminar as causas ou reduzir as conseqüências dos cenários de acidente identificados.

A APR é, portanto, uma análise inicial "qualitativa", desenvolvida na fase de projeto e desenvolvimento de qualquer processo, produto ou sistema. Apesar das características básicas de análise inicial, é muito útil como ferramenta de revisão geral de segurança em sistemas já operacionais, revelando aspectos que às vezes passam despercebidos (DE CICCO e FANTAZZINI, 1993).

O desenvolvimento de uma APR segue algumas etapas básicas: revisão de problemas conhecidos ou similares; verificação de procedimentos de operação; verificação de falhas de componentes ou sistemas, como eventuais erros operacionais ou de manutenção, identificando os riscos iniciais e contribuintes através da elaboração da Série de Riscos; eliminação ou controle dos riscos, identificação de responsáveis para ações corretivas e preventivas. O grau de risco é determinado por uma matriz de risco gerada por profissionais com maior experiência na unidade orientada pelos técnicos que aplicam a análise.

No relatório deve constar a identificação do sistema, os subsistemas, as causas e conseqüências do risco, a categoria dos riscos encontrados e as medidas de prevenção e correção, objetivando eliminar ou minimizar os riscos.

A medida qualitativa de riscos pode ser gerada através de uma matriz de riscos, onde o nível de risco é definido pela composição das variáveis frequência (ou probabilidade) e impacto (ou severidade), associadas aos eventos de perda inerentes ao processo avaliado. A matriz de riscos é uma ferramenta que pode ser empregada na análise de riscos de processos de várias naturezas. Em FIGUEIREDO (2001) a matriz de riscos é utilizada na avaliação de riscos operacionais e de riscos ambientais, respectivamente.

Os cenários de acidente devem ser classificados em categorias de severidade da consequência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da severidade esperada da ocorrência para cada um dos cenários identificados que podem afetar a empresa e suas atividades. A Tabela 2.1 mostra as categorias de severidade usualmente utilizadas na realização da APR.

De acordo com a metodologia da APR em geral, adota-se também uma classificação qualitativa da probabilidade de ocorrência do evento, que poderá variar em função do processo avaliado, da cultura da empresa ou do segmento de mercado de atuação da empresa, entre outros fatores. A Tabela 2.2 apresenta as categorias normalmente utilizadas para classificação da probabilidade.

Na Tabela 2.1, a categoria de risco é freqüentemente utilizada em diversos métodos de análise de risco. Esta categoria descreve o nível de degradação que a falha irá causar no sistema, e são qualificadas em quatro classes: Desprezível, Marginal, Crítico e Catastrófico.

Tabela 2.1 – Matriz de Severidade (Efeito do Perigo)

Nível	Impacto	Característico
I	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> - Sem danos ou danos insignificantes aos equipamentos, à propriedade e/ ou ao meio ambiente; - Não ocorrem lesões/ mortes de funcionários, de terceiros (não funcionários) e/ ou pessoas (indústrias e comunidade); o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor;
II	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> -Lesões pessoais com afastamento do trabalho (< 15 dias); -Danos leves à equipamentos; -Redução significativa da produção (parada de dias); -Com algum impacto ambiental controlável pelos sistemas existentes (restrito ao site, sem efeito significativo sobre a população);
III	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> - Danos severos aos equipamentos, à propriedade e/ ou ao meio ambiente; - Lesões de gravidade moderada em empregados, prestadores de serviço ou em membros da comunidade (probabilidade remota de morte); - Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe;
IV	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> - Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade e/ ou ao meio ambiente (reparação lenta ou impossível); - Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (empregados, prestadores de serviços ou em membros da comunidade).

Fonte: Metodologias de Análise de Riscos (AGUIAR)

A categoria de ocorrência dos riscos é definida em vários trabalhos, podendo se destacar a proposta por SERPA (2005), que descreve a frequência que a falha pode acontecer no sistema. As categorias de ocorrência são divididas em cinco classes: Extremamente Remota, Remota, Improvável, Provável ou Freqüente. Cada categoria recebe uma descrição, como é mostrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Matriz de Frequência (Probabilidade das Causas)

Nível	Característico
A	EXTREMAMENTE REMOTA - Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação. Existe redundância plena.
B	REMOTA - Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registros de ocorrências.
C	IMPROVÁVEL - Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação. Evento sob controle com existência de meios de proteção eficazes.
D	PROVÁVEL - Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil da instalação. Meios de controle e proteção precisam de melhorias.
E	FREQÜENTE - Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação. Existem registros de ocorrências freqüentes.

Fonte: Metodologias de Análise de Riscos (AGUIAR)

Segundo SERPA (2005), a correlação entre as categorias de Severidade e de Frequência ou Probabilidade promove a matriz construída pela composição das variáveis severidade e frequência, podendo ser dividida em regiões que caracterizam os níveis de risco avaliados. A definição dos níveis pode variar em função do perfil de risco do gestor, dos processos avaliados e dos produtos e serviços operacionalizados. A Figura 2.4 ilustra um exemplo de matriz de classificação de riscos, com níveis de risco classificados em Desprezível, Tolerável, Sério e Crítico. Já a Figura 2.5 apresenta a descrição dos níveis de risco nesta correlação.

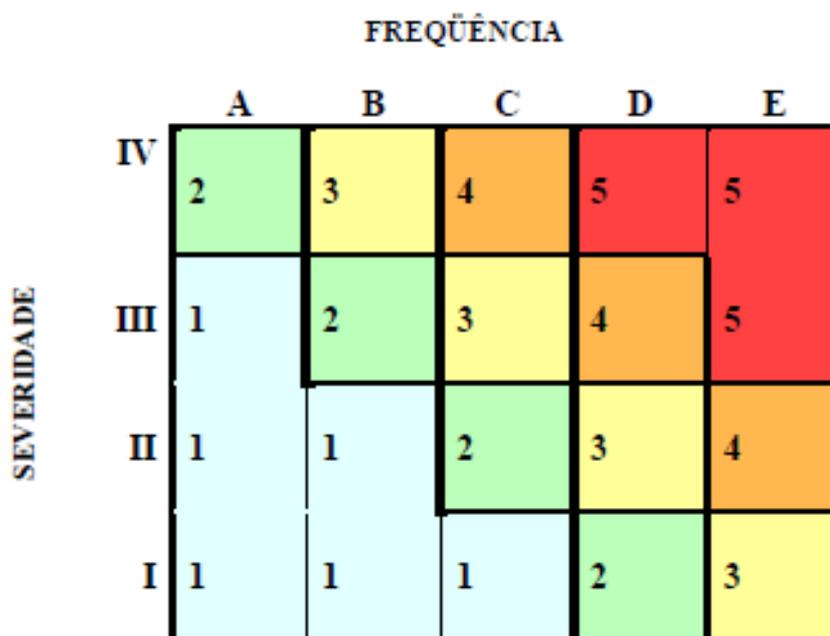


Figura 2.4– Matriz de Classificação de Risco - Freqüência x Severidade
 Fonte: Metodologias de Análise de Riscos (AGUIAR)

Severidade		Freqüência		Risco	
I	Desprezível	A	Extremamente Remota	1	Desprezível
II	Marginal	B	Remota	2	Menor
III	Crítica	C	Improvável	3	Moderado
IV	catastrófica	D	Provável	4	Sério
		E	Freqüente	5	Crítico

Figura 2.5 – Legenda da Matriz de Classificação de Risco
 Fonte: Metodologias de Análise de Riscos (AGUIAR)

Em geral, pode-se considerar que os riscos situados na região de alto risco seriam indicativos de necessidade de controle mais rígidos, enquanto os situados na região de baixo risco seriam um indicativo de controle adequado. Entretanto, esta leitura não pode ser generalizada para todos os tipos de riscos, visto que o nível de risco obtido a partir de uma matriz de risco não está diretamente associado à ausência ou excesso de controles (MARSHALL, 2002).

2.3 Hazard and Operability Study (HAZOP)

O Hazard and Operability Study (HAZOP) é a técnica mais abrangente e usada para a identificação de risco na indústria química. Este método foi derivado de um procedimento conhecido como critical examination (exame crítico), apresentado por LAWLEY (1974), com o propósito de expor uma metodologia desenvolvida na Divisão Petroquímica da ICI (Imperial Chemical Industries), pois muitas coisas eram esquecidas nas fases de projeto, devido à complexidade dos sistemas, e não necessariamente pela falta de conhecimento das pessoas que integravam as equipes dos projetos. Dos vários especialistas a utilizarem a técnica e proporem variações no método, Trevor Kletz, em 1984, também da ICI, reuniu os dois enfoques e desenvolveu o método HAZOP, como é conhecido atualmente.

Trata-se de uma técnica de análise qualitativa com o propósito de identificar o perigo e a operabilidade e para examinar as linhas de processo em sistemas industriais. Dentre as técnicas de análise de risco o HAZOP tem apresentado bons resultados na aplicação em processos e atividades industriais. Esta técnica identifica não somente riscos, mas suas causas e conseqüências, promovendo ações antes que o acidente aconteça (PALMER, 2004; MEEL et al. 2007). O HAZOP visa a redução e a minimização dos riscos e aponta medidas preventivas e corretivas para os desvios identificados na área.

O HAZOP é uma técnica realizada por trabalho em equipe, em que pessoas de diferentes funções dentro de uma empresa são estimuladas a fazerem uso de criatividade, para que os “esquecimentos” sejam evitados, e a compreensão dos problemas de diferentes áreas e interfaces do sistema em análise seja atingida.

A base conceitual da realização de técnica considera que uma pessoa, mesmo competente, trabalhando sozinha, freqüentemente está sujeita a erros por desconhecer os aspectos alheios a sua área de trabalho. Assim, o desenvolvimento do HAZOP alia a experiência e competência individual com as vantagens indiscutíveis do trabalho em equipe.

Na aplicação do HAZOP são utilizadas “palavras guias” (guide words) para o emprego de perguntas, sobre desvios típicos que podem ocorrer durante o

funcionamento de uma unidade de produção, conforme modelo apresentado por ALVES (1997).

As palavras guias conduzem o raciocínio do grupo de estudo, para fixar a atenção nos riscos mais significativos no sistema, sendo que as mais usuais e tradicionais são: NENHUM, MAIOR, MENOR, MAIS QUE, MENOS QUE, PARTE DE, MAIS DO QUE e OUTROS.

Durante o processo de combinação das palavras guias com as variáveis podem surgir novos desvios típicos conforme exemplo mostrado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Tabela de Palavra Guia x Desvio

Palavra Guia	Desvio
Nenhum	Exemplo: Ausência de fluxo quando deveria existir, ou seja, fluxo zero ou fluxo reverso (fluxo em sentido contrário ao desejado).
Mais de	Elevação de qualquer propriedade física relevante em relação ao nível que deveria existir, como fluxo maior, temperatura maior, pressão maior, viscosidade maior, etc.
Menos de	Diminuição de qualquer propriedade física relevante em relação ao nível que deveria existir, como fluxo menor, temperatura menor, pressão menor, viscosidade menor, etc.
Parte de	Mudança de componentes que deveria existir (troca da relação entre os componentes da mistura)
Mais do que	Mais componentes no sistema, em relação ao que deveria existir, como uma fase extra presente (vapor, sólido), impurezas (ar, água, ácidos, produtos de corrosão), etc.
Outros	Qualquer outra ocorrência que saia da condição normal de operação, como os transientes de partida e parada das unidades, modos alternativos de operação, falta de fluidos de utilidades, manutenção, troca de catalisador, etc.

Fonte: Metodologias de Análise de Riscos (AGUIAR)

Já a Figura 2.6 apresenta a estrutura básica para a aplicação do HAZOP. Esta estrutura consiste em combinar as palavras guias com variáveis do processo identificando um desvio, e em seguida, identifica as causas, as conseqüências de possíveis eventos indesejados, por último são colocadas ações mitigadoras que visam reduzir ou minimizar o risco.

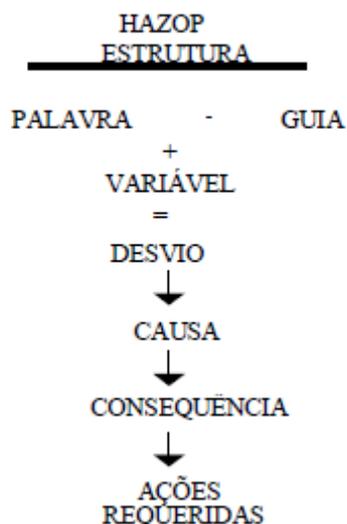


Figura 2.6 – Estrutura Básica do HAZOP

Fonte: QUINTELLA, 2001

De acordo com KLETZ (1984), no HAZOP “a operabilidade é tão importante quanto a identificação de perigos”. Geralmente esse estudo identifica mais problemas operacionais do que identifica perigo. Este ponto é muito importante e positivo, pois a diminuição dos riscos está fortemente ligada com a eliminação de problemas operacionais. Além disso, a eliminação dos problemas operacionais conseqüentemente diminuirá os erros humanos, reduzindo assim o nível de risco. KLETZ (1984), afirma ainda que “é impossível eliminar qualquer perigo sem antes ter o conhecimento do mesmo, o que pode ser detectado pelo HAZOP”. As grandes vantagens desta técnica são sua forma estruturada e a utilização de trabalhos em equipe envolvendo os aspectos de motivação e criatividade.

No início da realização do HAZOP são definidas as linhas (nós ou circuitos) no fluxograma do processo em análise. Estes nós correspondem a subsistemas nos quais serão detalhadas as atividades e tarefas desenvolvidas naquela área. O procedimento pode evitar a exclusão de qualquer risco a ser analisado.

2.4 Tratamento Térmico

As atmosferas dos fornos constituem uns dos pontos mais perigosos em um tratamento térmico. Em geral, são considerados três grandes riscos: risco de fogo, risco de explosão e toxicidade.

2.4.1 Risco de fogo

Quando as atmosferas contem mais de 4% de gases combustíveis são classificadas como inflamáveis. Incluída nesta porcentagem está uma margem de segurança que não deve ser ignorada. Os gases combustíveis H_2 , CO , CH_4 e outros hidrocarbonetos nunca devem ser inseridos nas câmaras dos fornos em temperaturas inferiores a $760\text{ }^{\circ}C$ sem ter ocorrido uma purga apropriada com gás inerte (JOHNSON, 1991).

2.4.2 Risco de explosão

Em algum ponto, misturas de ar e gás combustível irão explodir se sofrerem ignição. Quando uma câmara de forno é propriamente gaseificada com temperaturas da câmara em $760\text{ }^{\circ}C$ ou maior, os gases combustíveis irão queimar antes de criar um perigo de explosão (JOHNSON, 1991).

2.4.3 Toxicidade

Muitos dos gases constituintes das atmosferas dos fornos são tóxicos. A NH_3 é um dos gases que se enquadram neste critério. Os produtos devem ser ventilados para fora do local de trabalho para evitar uma diluição do oxigênio local disponível (JOHNSON, 1991).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma empresa de autopeças de grande porte sediada em Curitiba. As áreas avaliadas estão contempladas no processo de tratamento térmico.

3.1 Identificação e Avaliação de Aspectos Ambientais e Perigos de Segurança e Saúde Ocupacional.

A identificação dos aspectos e impactos ambientais e dos perigos e danos à segurança e saúde ocupacional associados às atividades é um dos pontos mais importantes do planejamento do Sistema de Gestão Integrado SGI, pois, através da identificação são investigadas todas as atividades e postos de trabalho que podem gerar impactos ambientais ou situações de perigo com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, dano à propriedade e danos ao meio ambiente no local de trabalho ou a combinação destes.

A empresa do estudo de caso possui um procedimento implementado para identificar os aspectos e impactos relativos ao meio ambiente e perigos e danos relativos à segurança e saúde ocupacional das atividades e serviços, dentro do escopo definido para este SGI, com base nesta identificação a empresa estabeleceu controles para todos os aspectos que tenham ou possam ter impactos significativos, bem como para os perigos que possuem potencial para causar danos significativos.

O procedimento descrito a seguir define também a forma de manutenção do SGI além de estabelecer a sistemática para a identificação, avaliação e acesso dos aspectos e impactos e perigos e danos. O documento contempla as seguintes partes: Definições, Campo de Aplicação, Responsabilidades e Sistemática.

3.1.1 Definições

Meio Ambiente – circunvizinhança em que uma organização opera incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna/ seres humanos e suas inter-relações.

Aspecto Ambiental – elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.

Impacto Ambiental – qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Segurança – isenção de riscos de dano inaceitável.

Segurança e Saúde Ocupacional (SSO) – condições e fatores que afetam o bem-estar de qualquer pessoa no local de trabalho ou deslocamento.

Perigo – fonte ou situação com potencial para provocar danos.

Dano – consequência do perigo com potencial para causar lesões, doenças, danos à propriedade, dano ao meio ambiente, ou uma combinação destes.

Risco – combinação da probabilidade de ocorrência e da(s) consequência(s) de um determinado evento perigoso.

Objetivos – o que se quer atingir, em termos de desempenho do SGI, que uma organização estabelece para ela própria alcançar.

Metas – requisitos detalhados do desempenho, quantificados, que surgem dos objetivos.

Risco Tolerável – risco que foi reduzido a um nível que pode ser suportado pela organização, levando em conta suas obrigações legais, sua própria política do SGI e os elementos de controle necessários.

Controle Operacional – controle exercido sobre aspectos a fim de evitar que os mesmos produzam impactos ambientais.

Partes Interessadas – indivíduo ou grupo preocupado com, ou afetado pelo desempenho do SGI de uma organização (Ex: Clientes internos e externos; comunidade etc.).

Requisitos Legais – legislações e normas que regem os aspectos ambientais. Exemplos: Leis, Decretos, Instruções Normativas, Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho etc.

Outros Requisitos – outros requisitos que regem os aspectos ambientais e os perigos de saúde e segurança no trabalho, tais como normas e requisitos internos/externos. Exemplos: Normas internas.

3.1.2 Campo de aplicação

Este procedimento se aplica a todos os setores da empresa, não abrangendo, entretanto as atividades de transporte externas à empresa assim como operações nas autorizadas.

3.1.3 Responsabilidades

Todos os colaboradores

Manterem-se atualizados sobre os aspectos e impactos ambientais e os perigos e os danos de sua área e, percebendo qualquer alteração em sua área ou atividade, comunicar seu superior para que seja reavaliado imediatamente o Banco de Dados.

Componentes do HSE

Coordenar e implementar nas respectivas áreas, os levantamentos, cadastro e avaliações dos aspectos e impactos ao meio ambiente e dos perigos e os danos aos funcionários.

3.1.4 Sistemática

A avaliação e revisão dos aspectos e impactos ambientais e perigos e danos deve ser realizada:

- Na implantação do Sistema de Gestão de Meio Ambiente e Saúde e Segurança do Trabalho;
- Durante os projetos de novas instalações;
- Sempre que houver alterações de processos, produtos ou serviços;
- Sempre que os resultados das auditorias internas, a critério dos componentes do departamento de segurança do trabalho e engenharia ambiental, indicarem a necessidade de uma avaliação ou revisão global ou setorial do levantamento;
- No desenvolvimento de novos Produtos;
- Quando houver mudanças significativas de lay-out;
- Sempre que houver mudança significativa na conformidade legal;
- Na instalação ou substituição de equipamentos.

Devem ser considerados todos os equipamentos, processos e instalações, inclusive aqueles não diretamente ligados a atividade fim da unidade. Exemplo: portaria, ambulatórios, restaurantes, escritórios, estação de tratamento de efluentes.

Identificação dos Aspectos relativos ao Meio Ambiente e Perigos relativos à Segurança e Saúde Ocupacional

A identificação deve considerar todos os aspectos e perigos à segurança e saúde ocupacionais, independentemente de existirem mecanismos de controle ou não. Devem ser levados em consideração:

- a) emissões atmosféricas;
- b) lançamentos em corpos d'água;
- c) gerenciamento de resíduos;
- d) uso de matérias-primas e recursos naturais;
- e) outras questões locais relativas ao meio ambiente e à comunidade;
- f) perigos (físicos, ergonômicos, biológicos, químicos e acidentes).

Identificação dos Impactos ao Meio Ambiente e Danos à Segurança e Saúde Ocupacional.

Para cada aspecto ou perigo identificado, devem ser relacionados os impactos ou danos associados, ou seja, as conseqüências reais ou potenciais decorrentes do referido aspecto ou perigo.

Pode haver mais de um impacto ou dano associado ao mesmo aspecto ou perigo, sendo que impactos no meio ambiente e danos para segurança e saúde devem ser registrados separadamente.

Legislação

São considerados requisitos aplicáveis, quando sobre o aspecto ou perigo, incidir alguma regulamentação federal, estadual ou municipal.

Controle Operacional

Os controles operacionais podem ser sistemas de segurança, modificações no processo ou elaboração de procedimentos documentados.

Caracterização dos Aspectos Ambientais e Impactos e Perigos e Danos

O processo de caracterização dos aspectos e impactos e perigos e danos associados deve ser conduzido levando em conta:

Temporalidade da Atividade: Indica o período de ocorrência da atividade da qual decorre o impacto real ou potencial ao meio ambiente:

As atividades a serem implementadas no futuro devem, sempre que possível, incluir as etapas planejadas de construção, operação.

Citar nos casos de atividades futuras se existe a necessidade de acionamento do Plano de Controle de Emergência.

Nas atividades passadas, verificar se existe ainda a necessidade de se fazer o monitoramento (passivo ambiental).

Quando a atividade deixar de existir, verificar a existência de passivo ambiental e manter documento e registros conforme procedimento para controle de documentos e registros.

A Tabela 3.1 descreve a aplicabilidade da temporalidade deste procedimento.

Tabela 3.1 – Temporalidade

Temporalidade	Descrição	Exemplo
Passada (P)	Impacto identificado no presente, porém decorrente de atividade desenvolvida no passado.	Contaminação do solo devido à disposição inadequada de resíduos no passado.
Atual (A)	Impacto decorrente de atividade atual.	Alteração da qualidade do ar pela emissão de fumaça de veículos
Futura (F)	Impacto previsto decorrente de alterações nas atividades a serem implementadas no futuro.	Desmatamento na implantação de novos projetos.

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Classificação dos Aspectos e Perigos

Na classificação dos aspectos e perigos, os controles operacionais devem ser considerados na pontuação.

Situação Operacional: Os aspectos ambientais e perigos de saúde e segurança a serem considerados devem abranger as seguintes situações em que ocorrem ou podem ocorrer, conforme descrito na Tabela 3.2.

Os aspectos de obras ou serviços de terceiros devem ser identificados na Liberação de Serviço.

Tabela 3.2 – Situação Operacional

Situação	Descrição	Exemplo
Normal (N)	Relativos à rotina operacional e condição padrão de operação.	Consumo de energia elétrica. Névoa de óleo de um torno em operação.
Anormal (A)	Operações não rotineiras, porém de forma programada como, por exemplo, manutenção, podendo causar ou não a descontinuidade programada do processo.	Geração de resíduo devido, manutenções preventivas. Contato com névoa alcalina devido a manutenção da uma lavadora.
Emergencial (E)	Associados às situações que possam causar impactos ao meio ambiente ou dano à segurança e saúde ocupacional. (falha operacional, colapso de estrutura, manifestações da natureza).	Geração de resíduos oleosos devido a rompimento em tanques. Risco de incêndio/ Explosão dos cilindros de GLP. Intoxicação devido a vazamento de gás.

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Incidência: Indica o quão diretamente um aspecto ou perigo está associado às atividades da unidade e classifica-se conforme Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Incidência

Incidência	Descrição	Exemplo
Direta (D)	O aspecto está associado à atividade executada sob o controle da empresa.	Geração de resíduos nos setores administrativos.
Indireta (I)	O aspecto está associado à atividade de fornecedores, prestadores de serviços, mas sobre as quais a unidade pode exercer influência.	Vazamento de resíduo no transporte realizado por terceiros

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Freqüência: Os critérios para avaliação da freqüência ou probabilidade de aspectos ambientais estão descritos na Tabela 3.4 e são considerados apenas para situações normais e anormais, já para as situações emergências, os critérios estão descritos na Tabela 3.5. Para a avaliação dos perigos de saúde e segurança aplica-se apenas o conceito de probabilidade do dano. A probabilidade avaliada segue o disposto na Tabela 3.6.

Tabela 3.4 – Freqüência

Freqüência	Critério	Pontuação	Exemplos
Baixa (B)	Máximo 01 ocorrência por mês	1	Geração de resíduos devido manutenção nos compressores.
Média (M)	Máximo 01 ocorrência por semana	2	Geração de resíduos devido varrição de calçadas
Alta (A)	Mais que 01 ocorrência por semana	3	Consumo do recurso natural água

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Tabela 3.5 – Probabilidade para Emergências

Probabilidade	Critério	Pontuação	Exemplos
Baixa (B)	Improável de ocorrer ou provável ocorrência em um período igual ou superior a 5 anos.	1	Explosão da torre de destilação
Média (M)	Provável de ocorrer e /ou provável ocorrência em um período entre 1 mês e 5 anos.	2	Derrame de óleo durante a manutenção de compressores.
Alta (A)	Risco eminente e/ ou provável ocorrência em um período igual ou inferior a 1 mês.	3	Rompimento de tubulações de utilidades (água de resfriamento).

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Tabela 3.6 – Probabilidade do Dano

Probabilidade	Critério	Pontuação	Exemplos
Baixa (B)	As condições do posto de trabalho ou atividade não expõe diretamente o funcionário as fontes de perigo ou agentes causadores de danos. Concentração de agentes abaixo do nível de ação.	1	Prensas operando com todas as proteções de segurança.(CLP de segurança, trava de segurança, bi-manual, cortina de luz, EPC, etc..) Trabalho em capelas de laboratório químico.
Média (M)	O posto de trabalho ou atividade não dispõe de todos os dispositivos de segurança, possibilitando uma exposição relativa do funcionário as fontes de perigo ou agentes causadores de danos. Concentração dos agentes acima do nível de ação.	2	Prensas com acionamento bimanual, porém sem proteção quanto ao acesso à área de prensagem. Manuseio de produtos com alta volatilidade em ambientes com exaustão, porém sem capela. Uso do EPI.
Alta (A)	O posto de trabalho não dispõe de dispositivos de segurança, expondo o funcionário às fontes de perigo ou agentes causadores de danos. Concentração dos agentes acima do limite de tolerância (sem uso do EPI).	3	Prensas operando sem o bimanual e com acesso à área de prensagem. Processo de pintura sem os EPI's ou EPC's recomendados.

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Para avaliar a probabilidade do dano, deve-se considerar os controles operacionais, proteções de máquinas, redundâncias dos sistemas de segurança e outros. Deve-se também considerar o histórico de ocorrências do dano nas áreas, bem como redução da probabilidade do dano através de medidas de proteção pessoal e características do ambiente.

Caracterização dos impactos

Classe: Indica se o impacto no meio ambiente é Benéfico ou Adverso, conforme Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Classe dos Impactos

Classe	Exemplo
Adverso (A)	Contaminação do solo
Benéfico (B)	Desenvolvimento da Economia Local

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Severidade: Representa a magnitude ou a gravidade do impacto ao meio ambiente ou dano a segurança e saúde ocupacional, considerando ainda a sua abrangência espacial e reversibilidade, podendo ser enquadrada conforme critério do Tabela 3.8 descrita abaixo:

Tabela 3.8 – Severidade

Severidade	Critérios		Pontuação
	Impactos Ambientais	Danos a Saúde e Segurança	
Baixa (B)	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto de magnitude desprezível ou restrito ao local de ocorrência • Totalmente reversível com ações imediatas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesões pessoais leves, escoriações, pequenos cortes, irritação dos olhos pela poeira; • Incômodo e irritação (por exemplo dores de cabeça); problema de saúde levando a desconforto temporário solucionado com pequenos curativos ou tratamento simples. 	1
Média (M)	<ul style="list-style-type: none"> • Reversível com planejamento, tempo e recursos. • Impacto de magnitude considerável e reversível, com ações mitigadoras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lacerações, queimaduras, concussão, torções sérias, pequenas fraturas; • Surdez, dermatite, asma, disfunções dos membros superiores relacionados com o trabalho; • Problema de saúde levando a uma incapacidade permanente de pequeno porte (LER / DORT) 	2
Alta (A)	<ul style="list-style-type: none"> • IRREVERSÍVEL ou de difícil reversão mesmo com ações mitigadoras; • Impacto de grande magnitude e grande extensão (por exemplo, além dos limites da unidade). 	<ul style="list-style-type: none"> • Amputações, fraturas importantes, envenenamento, ferimentos múltiplos, ferimentos fatais; • Câncer ocupacional, outras doenças graves que diminuem a vida, doenças agudas fatais. 	3

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Avaliação dos Aspectos Ambientais

Grau de Importância (I) é caracterizado conforme:

- Situação Normal e Anormal (I) = Severidade X Freqüência
- Situação de Emergência (I) = Severidade X Probabilidade

O aspecto ambiental é considerado significativo quando o grau de importância for ≥ 2 , ou seja, a linha de corte estabelecida pela planta é 2.

Avaliação dos Perigos de Saúde e Segurança

Os riscos são estimados segundo suas probabilidades estimadas e severidade potencial de dano. A metodologia para a avaliação de riscos é realizada conforme ilustrado Figura 3.1.

Probabilidade	Severidade		
	Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)
Baixa (1)	Risco Trivial (1)	Risco Tolerável (2)	Risco Moderado (3)
Média (2)	Risco Tolerável (2)	Risco Moderado (4)	Risco Substancial (6)
Alta (3)	Risco Moderado (3)	Risco Substancial (6)	Risco Intolerável (9)

Figura 3.1 – Matriz de Perigos e Danos

Fonte: OT 0A700 – Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Gerenciamento dos Aspectos e Riscos

Para controle de aspectos significativos cujo grau de importância for igual a 9 em situação operacional normal e anormal, deverão necessariamente, ser estabelecidos objetivos e metas visando a minimização dos impactos e o estabelecimento de controle operacional.

Aspectos significativos que resultarem em importância $I = 9$ em situação emergencial, são considerados inaceitáveis.

Nestes casos, as atividades devem ser paralisadas e devem ser executadas medidas preventivas ou tomadas providências imediatas para baixar o nível de risco. Tais ações devem ser indicadas na planilha de levantamento de aspectos impactos. Após a realização de tais medidas, as atividades devem ser novamente submetidas à avaliação de aspectos e impactos ambientais para caracterização dos riscos remanescentes.

Para controle de aspectos significativos cujo grau de importância $I \geq 2$, deverão ser estabelecidos controles operacionais e ser avaliada a necessidade e/ou oportunidade de se estabelecer objetivos e metas.

Para as situações de risco com severidade igual a 2 ou 3, deverão ser previstas necessariamente ações ou medidas mitigadoras contempladas no Plano de Emergência da unidade.

A Figura 3.2 demonstra o fluxograma de gerenciamento de aspectos e riscos ambientais.

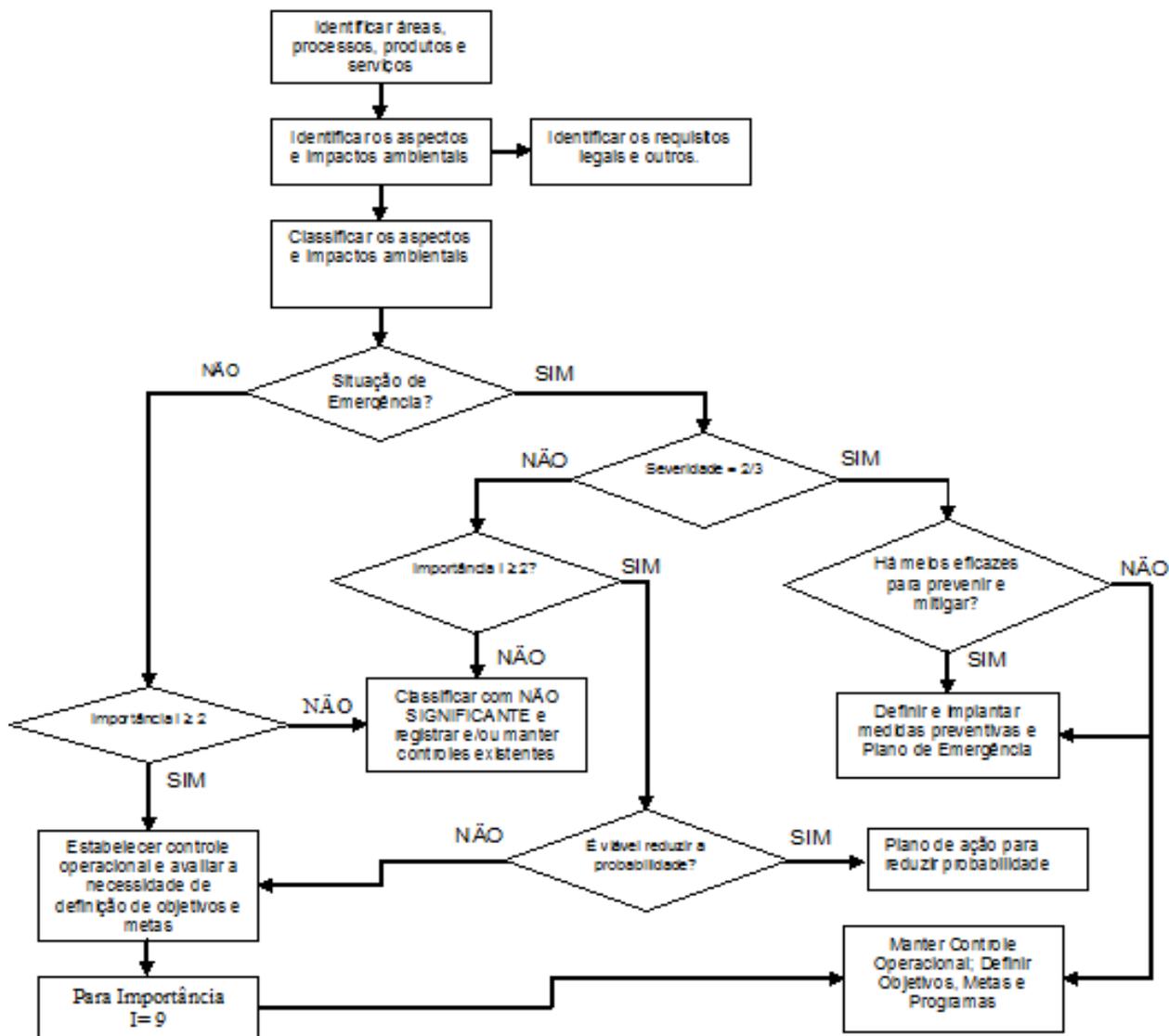


Figura 3.2 – Fluxograma do Gerenciamento de Aspectos e Riscos
 Fonte: OT 0A700 - Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

Gerenciamento dos Riscos para Segurança e Saúde Ocupacional

Em de cada risco identificado deve-se tomar as ações para controle conforme ilustração da Figura 3.3.

Nível de Risco	Ação e Cronograma
Trivial (1)	Não é requerida nenhuma ação e não é necessário conservar registros.
Tolerável (2)	Implantar e monitorar controles operacionais.
Moderado (3 ou 4)	Além dos controles operacionais, implementar medidas organizacionais e/ou pessoais adicionais visando reduzir o risco.
Substancial (6)	Além dos controles operacionais e das medidas organizacionais, implementar medidas técnicas adicionais visando a redução do risco.
INTOLERÁVEL (9)	O trabalho não deve ser realizado até que o risco tenha sido reduzido. Avaliar a necessidade de estabelecer objetivos e metas.

Figura 3.3 – Controles Necessários para os Níveis de Risco

Fonte: OT 0A700 - Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

A Figura 3.4 demonstra o fluxograma de gerenciamento de riscos para Segurança e Saúde Ocupacional.

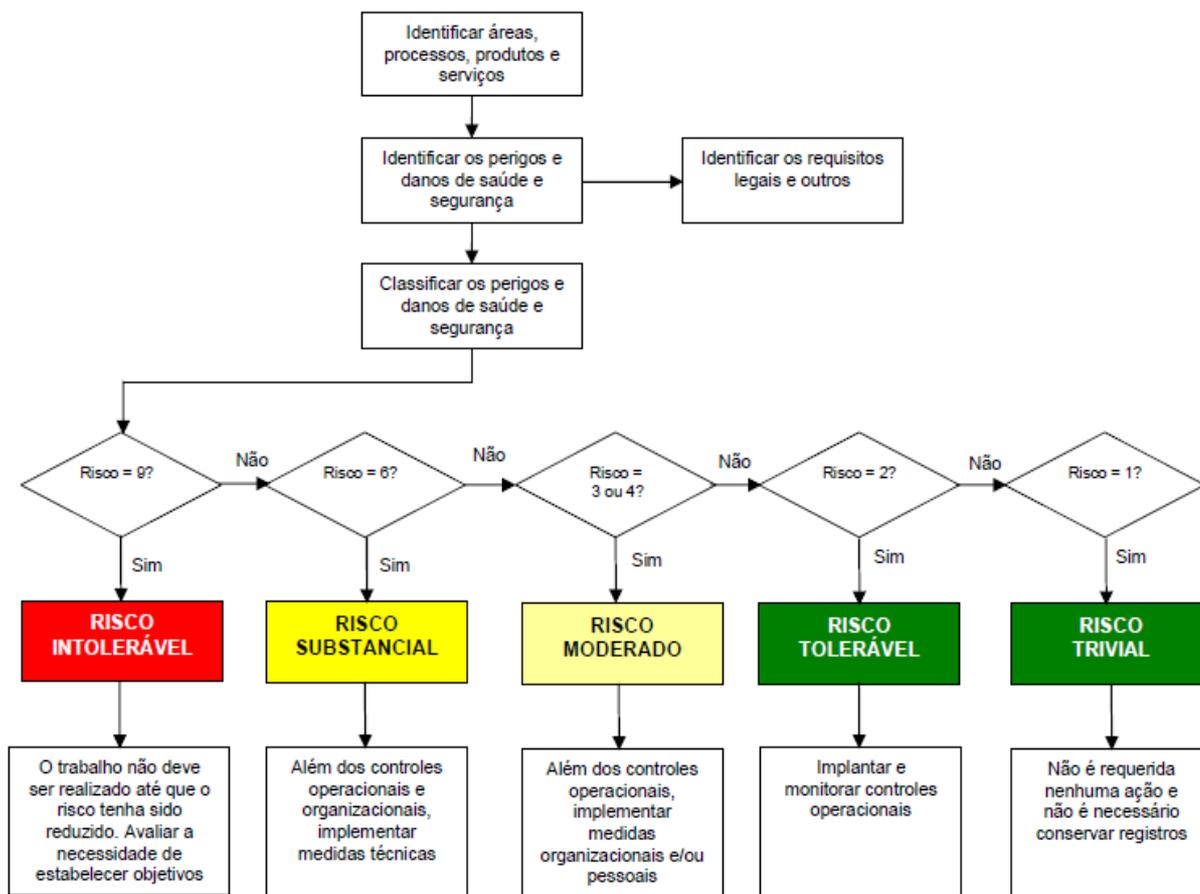


Figura 3.4 – Fluxograma do Gerenciamento de Perigos e Danos
 Fonte: OT 0A700 - Orientação de Trabalho da Empresa em Estudo, 2005

3.2 APR para os Sistemas que Operam com Gases

Utilizou-se de um estudo já realizado com o acompanhamento de serviço especializado na aplicação da ferramenta APR. A metodologia compreendeu-se na execução das seguintes etapas:

- Definição dos objetivos e do escopo da análise;
- Definição das fronteiras do processo/ instalação analisada;
- Coleta de informações sobre a região, a instalação e os perigos envolvidos;
- Subdivisão do processo/ instalação em módulos de análise;
- Realização da APR propriamente dita (preenchimento da planilha);

- Elaboração das estatísticas dos cenários identificados por Categorias de Risco (frequência e severidade);
- Análise dos resultados e preparação do relatório.

Nesta APR foram analisados 16 sistemas com o auxílio de técnicos com domínio das áreas de manutenção, operação e planejamento, além da segurança do trabalho. Segue a descrição dos processos avaliados.

- ♦ Atmosfera Gasosa;
- ♦ VUTK;
- ♦ Linha a Vácuo;
- ♦ Nitretação;
- ♦ Indução;
- ♦ ECM;
- ♦ Rebarbação (TEM);
- ♦ Freezer;
- ♦ C2 – Revestimento de Carbono;
- ♦ C2 - Cabine de CO₂;
- ♦ Laser;
- ♦ Laboratório de Análises Químicas;
- ♦ Sistema de Gás Natural;
- ♦ Laboratório de Materiais;
- ♦ Recebimento, Estocagem e Distribuição de Gases;
- ♦ Abastecimento de Empilhadeiras e estocagem de cilindro de gases (N₂, Argônio, Hélio, H₂, Propano, GLP, Gás natural, Acetileno, Amônia, Oxigênio, CO₂).

A análise propriamente dita transcorreu através do preenchimento de uma planilha de APR para as etapas supramencionadas. A Figura 3.5 demonstra o modelo de formulário utilizado.

1. Perigo:
2. Cenário:
3. Causa:
4. Impacto/Efeito
4.1 No Pessoal:
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais:
4.3 Nos Negócios:
4.4 No Meio Ambiente:
4.5 Na População:
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação:
5. Ações Já Tomadas
5.1 Ações Preventivas:
5.2 Emergências:
6. Ações Futuras
6.1 Ações Preventivas:
6.2 Emergências:
7. Frequência:
8. Severidade:
9. Categoria:

Figura 3.5 – Formulário de Avaliação de Risco
 Fonte: APR da empresa em estudo

Os riscos foram avaliados segundo as classificações qualitativas de probabilidade de ocorrência do evento severidade da consequência, conforme descrito nas Tabela 3.9 e Tabela 3.10.

Tabela 3.9 – Matriz de Severidade (Efeito do Perigo)

Nível	Impacto	Característico
I	Marginal	-Lesões pessoais leves (1º socorros) aos diretamente expostos e nenhum efeito sobre a população; - Sem danos à propriedade; - Perdas não significativas na produção; - Sem impactos ambientais.
II	Médio	-Lesões pessoais com afastamento do trabalho (< 15 dias); -Danos leves à equipamentos; -Redução significativa da produção (parada de dias); -Com algum impacto ambiental controlável pelos sistemas existentes (restrito ao site, sem efeito significativo sobre a população);
III	Crítica	-Lesões pessoais com gravidade e potencial para fatalidades; -Danos severos à equipamentos; -Parada temporária e parcial da produção (semanas ou meses); -Impacto ambiental que necessita arregimentar recursos adicionais imediatos para seu controle ou externo ao site (com alguma possibilidade de efeito significativo como ferimentos, sobre a saúde da população);
IV	Catastrófica	-Lesões irreversíveis; -Morte (vítimas fatais entre os trabalhadores ou população); -Perda total da produção; -Significativo impacto ambiental inclusive externo ao site (reparação lenta ou impossível); -Significativo impacto para a continuidade do negócio;

Fonte: APR da empresa em estudo

Tabela 3.10 – Matriz de Freqüência (Probabilidade das Causas)

Nível	Característico
A	EXTREMAMENTE REMOTA - Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação. Existe redundância plena.
B	REMOTA - Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registros de ocorrências.
C	IMPROVÁVEL - Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação. Evento sob controle com existência de meios de proteção eficazes.
D	PROVÁVEL - Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil da instalação. Meios de controle e proteção precisam de melhorias.
E	FREQÜENTE - Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação. Existem registros de ocorrências freqüentes.

Fonte: APR da empresa em estudo

Para a elaboração da matriz de risco relacionou-se as categorias de freqüência e de conseqüências, conforme mostrado nas Figura 3.6 e Figura 3.5.

		FREQUÊNCIA				
		A	B	C	D	E
S E V E R I D A D E	1	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	#####	#####
		XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	#####	#####
		XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	#####	#####
		XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	#####	#####
	2	XXXXXX	XXXXXX	#####	=====	=====
		XXXXXX	XXXXXX	#####	=====	=====
		XXXXXX	XXXXXX	#####	=====	=====
		XXXXXX	XXXXXX	#####	=====	=====
	3	XXXXXX	#####	=====	++++++	*****
		XXXXXX	#####	=====	++++++	*****
		XXXXXX	#####	=====	++++++	*****
		XXXXXX	#####	=====	++++++	*****
	4	#####	=====	++++++	*****	*****
		#####	=====	++++++	*****	*****
		#####	=====	++++++	*****	*****
		#####	=====	++++++	*****	*****

Figura 3.6– Matriz de Risco

Fonte: APR da empresa em estudo

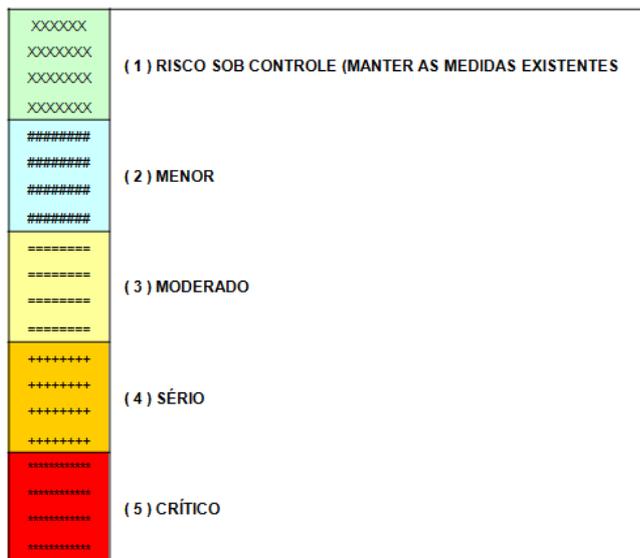


Figura 3.7– Quadro de Categoria de Risco
 Fonte: APR da empresa em estudo

Para este estudo de caso utilizou-se apenas a análise preliminar de risco dos sistemas denominados Atmosfera Gasosa e VUTK.

No Anexo A estão os formulários da Avaliação de Riscos provenientes da APR realizada nos sistemas supramencionados.

3.3 HAZOP dos Sistemas de Fornos de Atmosfera Gasosa.

Com base na indicação de ações futuras do APR, realizou-se a análise de risco com a aplicação da técnica de análise de risco HAZOP e com o auxílio de funcionários com conhecimento técnico das áreas de manutenção, operação e planejamento, além da segurança do trabalho.

Analisou-se cada etapa dos processos aplicando a ferramenta HAZOP por meio de palavras-guia, conforme descrito na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 – Palavras-Guia

Palavras-guia	Desvio
Nenhuma	Nenhuma em relação a um parâmetro físico importante, por exemplo: ausência de fluxo; fluxo reverso; etc.
Mais	Mais em relação a um parâmetro físico importante, por exemplo: maior vazão; maior temperatura; maior pressão; etc.
Menos	Menos em relação a um parâmetro físico importante, por exemplo: menor vazão; menor temperatura; menor pressão; etc.
Mudança na composição	Alguns componentes em maior ou menor proporção ou um componente faltando;
Componente a mais	Componentes a mais em relação aos que deveriam existir, por exemplo: Fase A presente (vapor, sólido), impurezas (ar, água, ácidos, produtos de corrosão, contaminantes), etc.
Outra condição operacional	Partida, parada, funcionamento de pico, funcionamento de carga reduzida, modo alternativo de operação, mudança de catalisador, etc.

Com a aplicação das palavras-guia, para cada etapa do processo preencheu-se as folhas que compõe o Relatório do HAZOP conforme ilustrado na Figura 3.8.

HAZOP				
EMPRESA:	UNIDADE:	DATA:	FOLHA:	
SISTEMA ANALISADO:				
LINHA / EQUIPAMENTO:				
PALAVRA-GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES REQUERIDAS

Figura 3.8 – Controles Necessários para os Níveis de Risco

O primeiro sistema analisado nesta HAZOP foi o de sistema de Fornos de Atmosfera Gasosa, mais especificamente na operação de carbonitreção. Esta operação é composta basicamente das seguintes etapas:

- Nitrogênio é adicionado ao forno e, a temperatura é elevada por meio de resistências elétricas até a temperatura do processo – superior a 750º C;
- Ao atingir a temperatura desejada, o nitrogênio é substituído pelo endo gás;

- O teor de carbono é controlado pela adição de propano ou ar ao forno;
- Ao atingir as condições de processo desejadas (temperatura e teor de carbono), as peças a serem tratadas são colocadas e processadas no forno;
- Ao término do processamento, as peças são resfriadas em óleo;
- Ao término do resfriamento o endo gás é cortado e, somente nos casos onde o forno será entregue para manutenção, é feito o resfriamento com nitrogênio;
- Semanalmente, ao término do processo, ocorre a remoção de carbono, a qual é efetuada passando-se nitrogênio e, depois ar no forno.

Segue a descrição das etapas analisadas:

- Injeção de nitrogênio – fase de aquecimento;
- Injeção de endo gás, propano, ar e nitrogênio;
- Carga e processamento com injeção de amônia;
- Remoção dos gases e transporte de carga para resfriamento a óleo;
- Resfriamento com nitrogênio;
- Remoção de carbono.

Já para a análise do sistema de Fornos VUTK onde ocorre o processo de nitretação gasosa a operação é composta basicamente das seguintes etapas:

- Preparação dos equipamentos;
- Carga e processamento com injeção de NH_3 ;
- Resfriamento com N_2 ;

Segue a descrição das etapas analisadas:

- Calibração da bomba de água, limpeza da bombona da água desmi e troca de óleo da bomba de vácuo;
- Verificação de NH_3 na linha, central de NH_3 , vaporizador de NH_3 e queimador;
- 1- Carrega; 2-Seleciona o programa; 3-Vácuo; 4-Aquecer até 450°C ; 5- Injeção de N_2 ; 6-Vácuo novamente; 7-Aquecimento até 400°C 2º de formação de vácuo – 2º fase de aquecimento
- Resfriamento com nitrogênio;

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Preliminar de Risco (APR) dos Sistemas de Gases.

No trabalho de análise da APR foram identificados e avaliados 8 riscos e posteriormente foram sugeridas 17 ações para melhorias. No Apêndice A estão listadas as ações de melhoria futura, sugeridas na APR. Como a classificação da metodologia utilizada, não corresponde à classificação dos riscos conforme procedimento interno da empresa para avaliação de perigo e dano do SGI, portanto elaborou-se uma conversão das classificações, com o propósito de facilitar o entendimento da alta diretoria e dos colaboradores envolvidos no plano de ação corretiva, tendo em vista que a linguagem do SGI já é bastante difundida. A **Erro!** **Fonte de referência não encontrada.** ilustra a conversão das classificações.

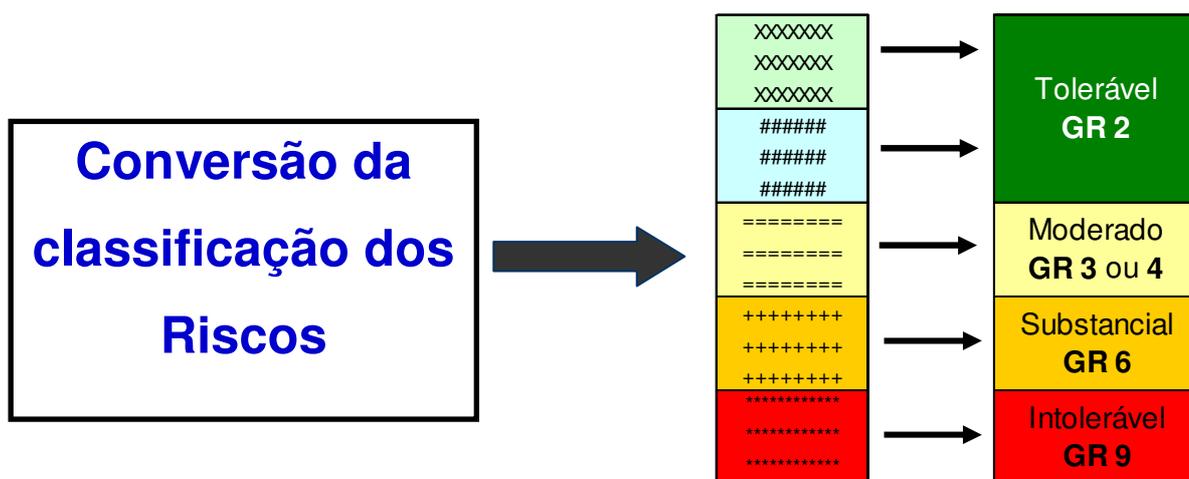


Figura 4.1 – Quadro de Conversão das Classificações de Risco

Para a conversão das classificações avaliou-se as similaridade dos conceitos utilizados para a elaboração da matriz de risco do APR e das definições utilizadas para levantamento de perigo e danos:

- Severidade do impacto ou dano;
- Probabilidade do impacto ou dano ocorrerem;
- Controle necessário para os graus de riscos.

Tendo em vista que o gerenciamento de riscos para Segurança e Saúde Ocupacional define que para o risco Trivial não é requerida nenhuma ação e não é necessário conservar registros e para o risco Tolerável é definida a necessidade de ao menos implementar e monitorar controles operacionais, convergiu-se as categorias de risco sob controle para o risco tolerável (GR2), pois conforme o conceito da APR o risco denominado Sob Controle, prescreve a manutenção das mediadas existentes.

A Figura 4.2 ilustra graficamente a conversão das classificações dos riscos avaliados conforme categorias de freqüências e consequências do método utilizado versus conceitos das classificações dos graus de risco do SGI.

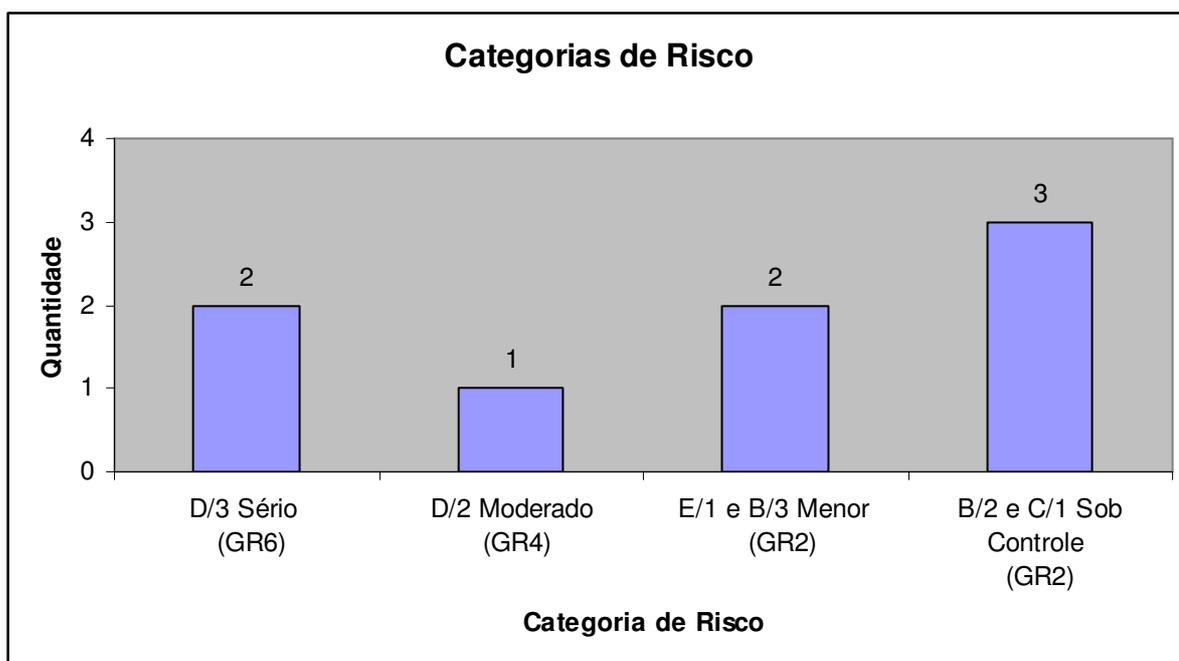


Figura 4.2 – Conversão da Categoria dos Riscos

4.2 Hazard and Operability Study HAZOP

Em relação aos Fornos de Atmosfera Gasosa identificou-se e avaliou-se 61 (sessenta e uma) ações de controle de riscos, sendo que destas 29 (vinte e nove) já estão implantadas e, 32 (trinta e duas) são sugestões para implantação futura.

No Apêndice B estão as folhas do HAZOP preenchidas com as respectivas causas e conseqüências detectadas no trabalho, bem como as ações existentes e ações futuras sugeridas.

Para facilitar o entendimento no Apêndice C listaram-se as medidas de controle já existentes. E no Apêndice D estão listadas as ações de melhoria futura, sugeridas ao longo da execução desta HAZOP. A efetiva implantação destas ações contribuirá para a manutenção e melhoria do processo de gerenciamento de risco, já existente na empresa deste estudo de caso. A Figura 4.3 ilustra em percentual as ações de controle sugeridas e existentes.

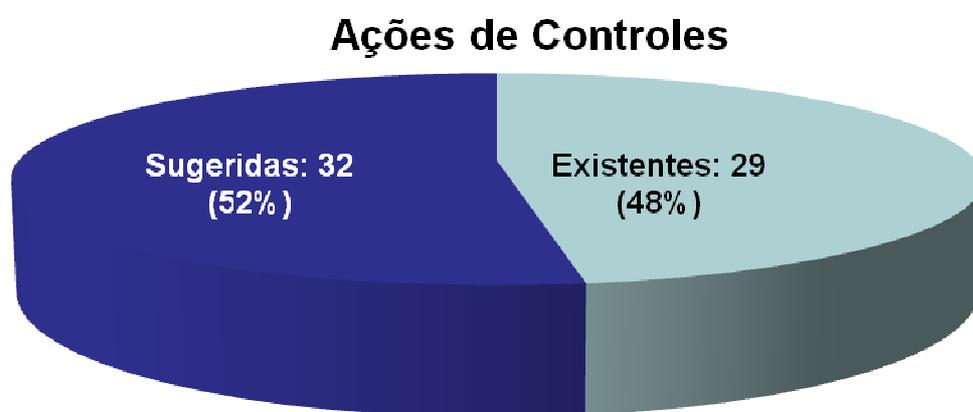


Figura 4.3 – Ações de Controles dos Fornos de Atmosfera Gasosa

Já no estudo realizado na linha de Fornos da linha de nitretação gasosa VUTK foram identificados e avaliados 80 (oitenta) ações de controle de riscos, sendo que destas 59 (cinquenta e nove) já estão implantadas e, 21 (vinte e um) são sugestões para implantação futura.

No Apêndice E estão as folhas do HAZOP preenchidas com as causas, conseqüências, ações existentes e ações futuras sugeridas referente ao estudo realizado na linha de nitretação gasosa.

No Apêndice F listaram-se as medidas de controle já existentes. E no Apêndice G estão listadas as ações de melhoria futura. A Figura 4.4 ilustra em percentual as ações de controle sugeridas e existentes da linha de Fornos da nitretação gasosa VUTK.

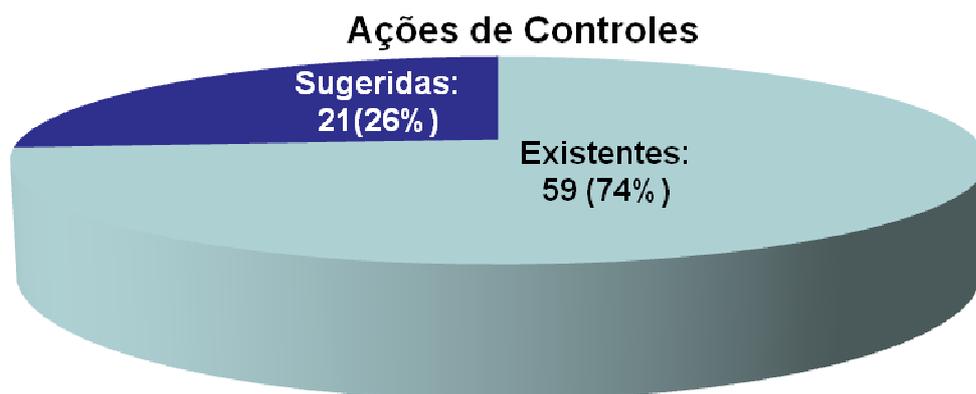


Figura 4.4 – Ações de Controles dos Fornos de Nitretação Gasosa VUTK.

5 CONCLUSÕES

As constatações feitas neste trabalho foram obtidas a partir de análises cujo foco era uma empresa de grande porte especializada na fabricação de autopeças do sistema de injeção diesel e foi possível constatar que a implementação de um Sistema de Gestão Integrada de Meio Ambiente e Saúde e Segurança do Trabalho, promove a identificação e controle dos riscos associados às atividades e leva à redução da frequência e gravidade dos acidentes ocorridos no ambiente de trabalho, preservando, dessa forma, a integridade física e a saúde dos empregados e a proteção ambiental.

A técnica da APR permitiu ter uma visão geral de todos os riscos envolvidos com a atividade em avaliação, sejam eles de operação, manutenção ou preparação para emergência. E foi possível obter um retrato da situação atual e medidas para melhorar ainda mais os sistemas existentes. A conversão das classificações das categorias de risco a APR para as classificações de grau de risco do sistema de gestão de segurança do trabalho e meio ambiente já consolidado na empresa do caso de estudo, poderão facilitar o entendimento para discussão das ações de melhoria sugeridas.

O HAZOP é uma técnica recomendada para avaliação de riscos em processos como os sistemas de tratamento térmico com utilização gases. As principais vantagens da análise por HAZOP estão relacionadas com a sistematicidade, flexibilidade e abrangência para identificação de perigos e problemas operacionais. O HAZOP também promove maior entendimento do funcionamento dos processos avaliados, em condições normais e principalmente quando da ocorrência de desvios os membros da equipe.

Com base no resultado de ações sugeridas na linha de fornos da atmosfera gasosa e da linha de fornos da nitreção gasosa VUTK é possível verificar que equipamentos mais novos contemplam maior tecnologia e mais controles intrínsecos no projeto de execução dos equipamentos.

Recomenda-se a efetiva implantação das ações sugeridas neste trabalho, para que a manutenção do sistema fique mais robusta e para que haja melhoria do processo de gerenciamento de risco, já existente na empresa do estudo de caso.

Recomenda-se também a manutenção das medidas existentes para o correto controle dos riscos.

REFERÊNCIAS

ALBERTON, A. **Uma metodologia auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção alternativa de investimentos em segurança. Dissertação de mestrado.** UFSC, 1996.

AGUIAR, L. A. **Metodologias de Análise de Riscos APP &.HAZOP**, UFRJ.

ALVES, J. L. J. **A técnica HAZOP, como ferramenta da aquisição de dados para avaliação da confiabilidade humana na indústria química.** Dissertação de mestrado do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, Campinas, SP, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas da Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso**, NBR ISO 14001. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional - Requisitos**, OHSAS 18001, 2007.

CHIAVENATTO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000.

D'AVIGNON, Alexandre, L. de A. **A Inovação e os Sistemas de Gestão Ambiental da Produção: O Caso da Maricultura na Enseada de Jurujuba**, Tese de Doutorado – COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2001.

DE CICCO, F. & FANTAZZINI, M.L. **Introdução à Engenharia de Segurança de Sistemas.** 3ª ed. São Paulo: Fundacentro, 1993. 113p.

FIGUEIREDO, R. P. **Gestão de Riscos Operacionais em Instituições Financeiras – uma abordagem qualitativa.** Belém (PA). Dissertação (Mestrado) – UNAMA, 2001.

FROSINI, L. H., CARVALHO, A. B. M. de. **Segurança e Saúde na Qualidade e no Meio Ambiente**, in: CQ Qualidade, nº 38, p. 40-45, São Paulo, Brasil, 1995.

JOHNSON, P. **"Furnace Atmospheres"**, ASM Handbook, vol.4, p.542-568, 1991.

KLETZ, Trevor. **A eliminação dos riscos oriundos dos processos**. Tradução e adaptação de André Leite Alckmin. São Paulo: APCI, RODHIA S.A., 35 p., 1984.

LAWLEY, H. G. – **LOSS PREVENTION: Operability Studies and Hazard Analysis, Chemical Engineering Progress** (vol 70, nº 4), 45-56, 1974.

MAGRINI, Alessandra. **Política e Gestão Ambiental: Conceitos e Instrumentos**, in: *Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas*, Rio de Janeiro, COPPE / UFRJ, pp. 9–19, 2001.

MARSHALL, C. L. **Medindo e Gerenciando Riscos Operacionais em Instituições Financeiras**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MEEL, A., O'NEILL, L.M., LEVIN, J.H., SEIDER, W.D., OKTEM, U., and KEREN, N. **Operational risk assessment of chemical industries by exploiting accident databases**, *J. of Loss Prev. in the Proc. Ind.*, 20(2), 113, 2007.

OT 0A700 - Orientação de Trabalho - **Identificação e Avaliação de Aspectos Ambientais e Perigos de Segurança e Saúde Ocupacional**, Ed 05, 2005.

PALMER, P.J. **Evaluating and assessing process hazard analyses**, *Journal of Hazardous Materials*, 115(1-3), 181, 2004.

QUINTELLA, M. C.. **Adaptação da Técnica HAZOP na Identificação de Risco na Área de Serviço de Saúde**. Tese de Doutorado - UNICAMP, Campinas, SP, 2001.

SERPA, R. **Gerenciamento de Risco**. São Paulo: Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, 136 f. Notas de aula, 2005,.

SOLER, Luís Alberto de. **Diagnóstico das Dificuldades de Implantação de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente e Saúde e Segurança na Micro e Pequena Empresa**. Tese de Mestrado – Gestão Ambiental – UNIOESTE, Santa Catarina, Brasil, 2002.

VALLE & TEIXEIRA, P., **S. Biossegurança: uma Abordagem Multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ, 1996.

VITERBO Jr., Ênio, 1998, **Sistema Integrado de Gestão Ambiental**, 2 ed., São Paulo: Editora Aquariana, 224 p,1998.

APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO DA APR COM AS CLASSIFICAÇÕES DAS CATEGORIAS DE RISCO

Nº DO RISCO	Nº DA AÇÃO	LOCAL	AÇÃO FUTURA	CATEGORIA DO RISCO	Freq.	Sev.	GR
1	1	Atmosfera Gasosa	Verificar se existe procedimento para operação do gerador e se a etapa de ajuste dos rotâmetros foi considerada.	Moderado	D	2	GR4
1	2	Atmosfera Gasosa	Rever os critérios de treinamento (frequência e formas de avaliação).	Moderado	D	2	GR4
1	3	Atmosfera Gasosa	Verificar se o controle do ponto de orvalho garante o não atingimento da faixa de explosividade.	Moderado	D	2	GR4
1	4	Atmosfera Gasosa	Avaliar a necessidade de realização de estudo HAZOP.	Moderado	D	2	GR4
2	5	Atmosfera Gasosa	Avaliar a substituição do sistema de troca de calor de água por ar.	Menor	E	1	GR2
2	6	Atmosfera Gasosa	Montar programa de manutenção preventiva para os trocadores de calor.	Menor	E	1	GR2
3	7	Atmosfera Gasosa	Elaboração de uma ITM para trabalhos dentro do forno.	Sério	D	3	GR6
3	8	Atmosfera Gasosa	Atender na íntegra a NR33, com procedimento formal e por escrito, principalmente do sistema de permissão de trabalho, treinamento e sistema de resgate (Atmosfera Gasosa).	Sério	D	3	GR6
4	9	Atmosfera Gasosa	Avaliar sistema de exaustão mais moderno, com menor índice de manutenção.	Sob Controle	B	2	GR2
4	10	Atmosfera Gasosa	Verificar se a brigada de emergência está devidamente equipada e preparada.	Sob Controle	B	2	GR2
5	4	VUTK	Avaliar a necessidade de realização de estudo HAZOP.	Menor	B	3	GR2
5	10	VUTK	Verificar se a brigada de emergência está devidamente equipada e preparada.	Menor	B	3	GR2
6	11	VUTK	Atender na íntegra a NR33, no que diz respeito a criar procedimento / treinamento, bloqueio por flange cego ou remoção de linha de fluidos perigosos (VUTK).	Sério	D	3	GR6
7	12	VUTK/VDRN	Avaliar sistemática de testes preventivos do sistema de exaustão.	Sob Controle	B	2	GR2
7	10	VUTK/VDRN	Verificar se a brigada de emergência está devidamente equipada e preparada.	Sob Controle	B	2	GR2
8	13	VDRN	Verificar e eliminar conexões rosqueadas, utilizadas nas linhas de NH ₃	Sob Controle	C	1	GR2
8	14	VDRN	Dar continuidade ao plano de emergência para gases (NH ₃).	Sob Controle	C	1	GR2

APÊNDICE B – FOLHAS DO RELATÓRIO HAZOP – ATMOSFERA GASOSA

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: FORNOS ATMOSFERA GASOSA - PROCESSO DE CARBONITRETAÇÃO					
LINHA / EQUIPAMENTO: ETAPA DE INJEÇÃO DE N ₂ - AQUECIMENTO					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES REQUERIDAS
NENHUMA	Ausência de fluxo	Válvula manual fechada; Falha na válvula elétrica;	Potencial para formação de mistura explosiva e consequente explosão.	1) A entrada de N ₂ é enfocada no procedimento operacional e existe treinamento informal;	2) Avaliar formalmente se pode ocorrer a formação de mistura explosiva; 3) Rever o procedimento no que diz respeito a importância da colocação de N ₂ e o critério de treinamento; 4) Rever os critérios de manutenção das válvulas do circuito de N ₂ ; 5) Avaliar a colocação de intertravamento na operação do forno por baixa vazão de N ₂ ou excesso de O ₂ ;
NENHUMA	Fluxo Reverso	Baixa pressão na linha de N ₂ ;	Potencial para contaminação da rede de N ₂ com material inflamável;		6) Avaliar a colocação de válvula de retenção na linha de N ₂ ;
MAIS	Vazão	Erro operacional	Não Há		
MAIS	Pressão	Falha da Válvula Redutora	Não Há		
MAIS	Temperatura (no forno)	Erro humano; Falha no controlador de Temperatura	Não Há		
MENOS	Vazão	Idem Ausência de Fluxo			
MENOS	Pressão	Idem ao Ausência de fluxo ou fluxo reverso			
MENOS	Temperatura	Não Aplicável			
MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO	Não Aplicável				
COMPONENTE A MAIS	Contaminação da linha de N ₂ com O ₂ puro ou outro inflamável	Erro de alimentação do tanque; Erro de alinhamento da manutenção;	No caso do O ₂ , explosão quando da mistura com endogás;	7) Dar continuidade na identificação e sinalização das linhas;	8) Rever o procedimento de descarga de O ₂ ; 22) Rever o procedimento de entrega e retorno de equipamentos para a manutenção
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Injeção de gases durante trabalho em Área Confinada			9) Existe cotovelo que é desacoplado no caso de manutenção interna ao forno (área confinada);	

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: FORNOS ATMOSFERA GASOSA					
LINHA / EQUIPAMENTO: INJEÇÃO DE ENDOGÁS, PROPANO, AR E N ₂					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUM	Ausência de Fluxo	Erro humano; Falha do Solenóide; Falta de Gás; Falha no fornecimento de endogás;	Não há, para segurança		
NENHUM	Fluxo Reverso	Erro humano; Falha na válvula de retenção;	Contaminação de outros fornos com qualquer um dos gases, com potencial para incêndio na tubulação do endogas;	10) Existe programa de manutenção semestral nas válvulas de retenção; 11) Todos os sistemas, exceto N ₂ , possuem válvula de retenção em todas as linhas de gás;	
MAIS	Vazão (Ar Comprimido de Limpeza)	Erro Humano	Dano ao forno, causado por sobrepressão	12) Existe procedimento para desconectar a linha de ar comprimido de limpeza durante a operação normal do forno;	
MAIS	Vazão (Endogas, propano, NH ₃)	Erro Humano ou falha no controle de pressão;	Não há, para segurança		
MAIS	Pressão	Erro Humano ou falha no controle de pressão;	Dano ao forno, causado por sobrepressão	13) Existe o CLAP (sistema de abertura e fechamento para controle de pressão);	14) Verificar o sistema de manutenção dos CLAPS;
MAIS	Temperatura	Problema no gerador do Endogás	Não há, para segurança		
MENOS	Vazão	Problema no gerador do Endogás; Erro humano;	Não há, para segurança	15) Existe alarme de baixa pressão do endogás;	
MENOS	Pressão	CLAP aberto constantemente	Entrada de ar dentro do forno com pequenas explosões	15) Existe alarme de baixa pressão do endogás;	14) Verificar o sistema de manutenção dos CLAPS; 16) Reavaliar o ponto de alarme por baixa pressão;
MENOS	Temperatura	Problema no gerador do Endogás	Não há, para segurança	17) Existe alarme de baixa temperatura no gerador;	
MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO	Contaminação do propano	Erro do fornecedor	Potencial para entrada de combustível líquido no gerador, com sérios danos ao gerador		18) Rever a sistemática do controle de qualidade do propano;
COMPONENTE A MAIS	Desbalanceamento na composição do endogas	Má operação do gerador	Não há, para segurança		
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Drenagem nos cilindros de propano				19) Verificar a necessidade das válvulas de drenagem dos cilindros de propano; 21) Rever com os fornecedores a posição das válvulas de todas as linhas;
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Sistema de NH ₃				20) Verificar a viabilidade de colocação da válvula de bloqueio geral em local de fácil acesso, para linha de NH ₃ ; 21) Rever com os fornecedores a posição das válvulas de todas as linhas;

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: FORNOS ATMOSFERA GASOSA					
LINHA / EQUIPAMENTO: CARGA E PROCESSAMENTO COM INJEÇÃO DE NH ₃					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUM	Ausência de Carga	Erro humano	Não há, para segurança		
NENHUM	Não injeção de NH ₃	Erro humano	Não há, para segurança		
NENHUM	Fluxo Reverso de NH ₃	Falha no vaporizador, com despressurização da linha de NH ₃	Contaminação da rede de NH ₃ com inflamáveis ou ar;		23) Avaliar a colocação de válvulas de retenção na linha de NH ₃ , na entrada do forno;
MAIS	Vazão de NH ₃	Erro humano	Não há, para segurança		
MAIS	Pressão	Não Aplicável			
MAIS	Temperatura	Não Aplicável			
MENOS	Vazão de NH ₃	Erro humano	Não há, para segurança		
MENOS	Pressão	Não Aplicável			
MENOS	Temperatura	Não Aplicável			
MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO	Não Aplicável				
COMPONENTE A MAIS	Adição de ar de limpeza	Erro humano	Não há, para segurança	24) Durante a operação do forno o alinhamento do ar de limpeza fica desconectado;	
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Não Aplicável				

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: FORNOS ATMOSFERA GASOSA					
LINHA / EQUIPAMENTO: REMOÇÃO DE GASES E TRANSPORTE DE CARGA PARA O RESFRIAMENTO					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUM	Não transporte de carga	Erro humano	Não há, para segurança		
NENHUM	Transporte incompleto da carga	Falha elétrica ou mecânica no equipamento	Incêndio no óleo de resfriamento	34) Existe manutenção preventiva para este equipamento; 35) Existe acompanhamento visual por parte do operador; 36) Como proceder neste tipo de emergência está colocado no TBO;	30) Divulgar a existência e função do sistema de combate de incêndio com N ₂ para a manutenção e brigada de incêndio; 37) Rever a frequência de divulgação dos procedimentos para este tipo de emergência;
NENHUM	Fluxo reverso	Não Aplicável			
MAIS	Vazão	Não Aplicável			
MAIS	Pressão	Falha na abertura do CLAP	Aumento da pressão interna do forno, com possibilidade de algum dano ao forno;		25) Rever o critério de manutenção do CLAP;
MAIS	Temperatura	Descontrole na temperatura do forno	Incêndio no óleo de resfriamento	26) Existe alarme por alta temperatura; 27) Existe controle duplo de temperatura; 28) Existe instrução operacional e respectivo treinamento; 29) Existe sistema de injeção de N ₂ para combate a incêndio;	30) Divulgar a existência e função do sistema de combate de incêndio com N ₂ para a manutenção e brigada de incêndio;
MAIS	Temperatura	Colocação de óleo de resfriamento incorreto	Incêndio no óleo de resfriamento	31) Existe identificação no forno do tipo de óleo de resfriamento que deve ser utilizado;	32) Incluir o assunto nos 5 Minutos de Segurança e envolver a produção e os terceiros; 33) Avaliar a colocação de chaves no bocal de entrada de óleo dos fornos;
MAIS	Alto nível de óleo	Erro humano	Transbordamento do óleo para a camara quente, com possível incêndio;	38) Existe leitura diária do nível de óleo de forno;	39) Incluir a leitura no TPM do nível do óleo em todos os fornos; 40) Verificar a viabilidade de instalação de controle técnico (alarme de nível ou dreno); 41) Divulgar a importância do controle do nível do óleo de resfriamento nos 5 minutos de segurança;
MENOS	Baixo Nível do Óleo	Erro humano	Incêndio no óleo de resfriamento	38) Existe leitura diária do nível de óleo de forno;	39) Incluir a leitura no TPM do nível do óleo em todos os fornos; 40) Verificar a viabilidade de instalação de controle técnico (alarme de nível ou dreno); 41) Divulgar a importância do controle do nível do óleo de resfriamento nos 5 minutos de segurança;
MENOS	Temperatura	Falha no controlador	Não há, para segurança		
MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO	Idem ao mais temperatura	Colocação de óleo de resfriamento incorreto			
COMPONENTE A MAIS	Contaminação do óleo de resfriamento com água do trocador de calor	Furo no trocador de calor;	Incêndio no óleo de resfriamento	42) Existe manutenção preventiva anual nos trocadores de calor;	

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: FORNOS ATMOSFERA GASOSA					
LINHA / EQUIPAMENTO: REMOÇÃO DE GASES E TRANSPORTE DE CARGA PARA O RESFRIAMENTO					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Falha na chama piloto	Falta de Gás	Saída de gases não queimados pelo duto, com potencial para explosões no duto;	43) Existe sistema manual de troca do gas; 44) Existe alarme para a falta de chama piloto; 45) Existe sistema fixo de CO ₂ nos dutos para controle de incêndio;	46) Reavaliar os aspectos de segurança da interligação das redes de Gas Natural e Propano da chama piloto e cortina de chamas da porta dos fornos; 47) Rever o sistema automático de acendimento da chama piloto;
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Falha na cortina de fogo	Falta de Gás; Falha na ignição da cortina de gás;	Entrada de ar na camara quente, com potencial para explosão;	43) Existe sistema manual de troca do gas; 44) Existe alarme para a falta de cortina de fogo; 48) Existe instrução operacional e respectivo treinamento;	49) Rever a frequência e a sistemática de treinamento para este tipo de situação; 50) Rever a sistemática de projeto e manutenção dos fornos;
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Parada da bomba da anticâmara ou parada do recirculador	Falha mecânica ou elétrica de qualquer um dos equipamentos;	Transbordamento do nível do óleo da anticâmara como consequência incêndio ou grave acidente pessoal	51) Existe programa de manutenção preventiva para estes equipamentos; 53) Existe indicação de temperatura e nível no tanque de resfriamento da anticâmara;	52) Avaliar a colocação de alarme de parada para estes equipamentos; 54) Avaliar a colocação de alarme por alta temperatura no tanque da anticâmara;
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Falta do vidro na lente do visor de inspeção de transporte	O sistema de lente / visor é inseguro; Operador quebra ou verifica que o vidro está quebrado e não informa;	Acidente pessoal	55) Existe corrente de travamento do sistema mecânico de abertura do visor;	56) Rever os critério de manutenção e operação do forno no que diz respeito à troca e limpeza deste visor; 57) Reavaliar o material da lente e o período de troca; 58) Ter disponíveis lentes sobressalentes;

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: FORNOS ATMOSFERA GASOSA					
LINHA / EQUIPAMENTO: RESFRIAMENTO COM N ₂					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUM	Ausência de N ₂	Erro humano	Potencial para incêndio ou explosão em caso de abertura das portas do forno;	59) Existe Instrução de Trabalho; 60) Existe TBO;	60) Rever a frequência e a sistemática de treinamento para este tipo de situação;
NENHUM	Fluxo Reverso	Não Aplicável			
MAIS	Vazão	Erro humano	Não há, para segurança		
MAIS	Pressão	Não Aplicável			
MAIS	Temperatura	Não Aplicável			
MENOS	Vazão	Erro humano	Potencial para incêndio ou explosão em caso de abertura das portas do forno;	59) Existe Instrução de Trabalho; 60) Existe TBO;	60) Rever a frequência e a sistemática de treinamento para este tipo de situação;
MENOS	Pressão	Não Aplicável			
MENOS	Temperatura	Não Aplicável			
MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO	Não aplicável				
COMPONENTE A MAIS	Contaminação da linha de N ₂ com O ₂ puro ou outro inflamável	Erro de alimentação do tanque; Erro de alinhamento da manutenção;	No caso do O ₂ , explosão quando da mistura com endogás;	7) Dar continuidade na identificação e sinalização das linhas;	8) Rever o procedimento de descarga de O ₂ ; 22) Rever o procedimento de entrega e retorno de equipamentos para a manutenção
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Não aplicável				

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: FORNOS ATMOSFERA GASOSA					
LINHA / EQUIPAMENTO: REMOÇÃO DE CARBONO (SEMANAL)					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUM	Ausência de N ₂	Erro humano	Potencial para incêndio ou explosão em caso de abertura das portas do forno;	59) Existe Instrução de Trabalho; 60) Existe TBO;	61) Rever a frequência e a sistemática de treinamento para este tipo de situação;
NENHUM	Fluxo Reverso	Não Aplicável			
MAIS	Vazão	Erro humano	Não há, para segurança		
MAIS	Pressão	Não Aplicável			
MAIS	Temperatura	Não Aplicável			
MENOS	Vazão	Erro humano	Potencial para incêndio ou explosão em caso de abertura das portas do forno;	59) Existe Instrução de Trabalho; 60) Existe TBO;	61) Rever a frequência e a sistemática de treinamento para este tipo de situação;
MENOS	Pressão	Não Aplicável			
MENOS	Temperatura	Não Aplicável			
MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO	Não aplicável				
COMPONENTE A MAIS	Contaminação da linha de N ₂ com O ₂ puro ou outro inflamável	Erro de alimentação do tanque; Erro de alinhamento da manutenção;	No caso do O ₂ , explosão quando da mistura com endogás;	7) Dar continuidade na identificação e sinalização das linhas;	8) Rever o procedimento de descarga de O ₂ ; 22) Rever o procedimento de entrega e retorno de equipamentos para a manutenção
COMPONENTE A MAIS	Adição de ar antes do previsto	Erro humano	Possibilidade de incêndio e explosão dentro do forno	59) Existe Instrução de Trabalho; 60) Existe TBO;	61) Rever a frequência e a sistemática de treinamento para este tipo de situação;
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Não aplicável				

APÊNDICE C – AÇÕES E CONTROLES EXISTENTES – ATMOSFERA GASOSA

HAZOP		
AÇÕES E CONTROLES EXISTENTES		
Número da Recomendação	Etapa	Ação / Controle
01	Injeção de N ₂ - Aquecimento	A entrada de N ₂ é enfocada no procedimento operacional e existe treinamento informal
07	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Dar continuidade na identificação e sinalização das linhas
09	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Existe cotovelo que é desacoplado no caso de manutenção interna ao forno (área confinada)
10	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₁	Existe programa de manutenção semestral nas válvulas de retenção
11	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₀	Todos os sistemas, exceto N ₂ , possuem válvula de retenção em todas as linhas de gás
12	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₁	Existe procedimento para desconectar a linha de ar comprimido de limpeza durante a operação normal do forno
13	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₂	Existe o CLAP (sistema de abertura e fechamento para controle de pressão)
15	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₃	Existe alarme de baixa pressão do Endogás
17	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₄	Existe alarme de baixa temperatura no gerador de Endogás
24	Carga e Processamento com Injeção de NH ₁	Durante a operação do forno o alinhamento do ar de limpeza fica desconectado
26	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe alarme por alta temperatura
27	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe controle duplo de temperatura
28	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe instrução operacional e respectivo treinamento para casos de descontrola da temperatura do forno
29	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe sistema de injeção de N ₂ para combate a incêndio no óleo de resfriamento
31	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe identificação no forno do tipo de óleo de resfriamento que deve ser utilizado
34	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe manutenção preventiva no equipamento que faz o transporte da carga para o resfriamento
35	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe acompanhamento visual por parte do operador
36	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Como proceder em caso de incêndio no óleo de resfriamento está colocado no TBO
38	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe leitura diária do nível de óleo de forno
42	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe manutenção preventiva anual nos trocadores de calor
43	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe sistema manual de troca do gás
44	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe alarme para a falta de chama piloto
45	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe sistema fixo de CO ₂ nos dutos de exaustão para controle de incêndios
48	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe instrução operacional e respectivo treinamento para casos de falha na cortina de fogo
51	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe programa de manutenção preventiva para a bomba da anti-câmara e recirculador
53	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe indicação de temperatura e nível no tanque de resfriamento da anti-câmara
55	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Existe corrente de travamento do sistema mecânico de abertura do visor
59	Resfriamento com N ₁	Existe Instrução de Trabalho
60	Remoção de Carbono	Existe Treinamento Básico de Operação (TBO)

APÊNDICE D – PLANO DE AÇÕES FUTURAS – ATMOSFERA GASOSA

HAZOP		
PLANO DE AÇÃO		
Número da Recomendação	Etapa	Ação
02	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Avaliar formalmente se pode ocorrer a formação de mistura explosiva
03	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Rever o procedimento no que diz respeito a importância da colocação de N ₂ e o critério de treinamento
04	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Rever os critérios de manutenção das válvulas do circuito de N ₂
05	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Avaliar a colocação de intertravamento na operação do forno por baixa vazão de N ₂ ou excesso de O ₂
06	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Avaliar a colocação de válvula de retenção na linha de N ₂
08	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Rever o procedimento de descarga de O ₂
14	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₂	Verificar o sistema de manutenção dos CLAPS
16	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₃	Reavaliar o ponto de disparo do alarme por baixa pressão
18	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₄	Rever a sistemática do controle de qualidade do propano
19	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₅	Verificar a necessidade das válvulas de drenagem dos cilindros de propano
20	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₆	Verificar a viabilidade de colocação da válvula de bloqueio geral em local de fácil acesso, para linha de NH ₃
21	Injeção de Endogás, Propano, Ar e N ₇	Rever com os fornecedores a posição das válvulas de todas as linhas
22	Injeção de N ₂ - Aquecimento	Rever o procedimento de entrega e retorno de equipamentos para a manutenção
23	Carga e Processamento com Injeção de NH ₃	Avaliar a colocação de válvulas de retenção na linha de NH ₃ , na entrada do forno
25	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Rever o critério de manutenção dos CLAPS
30	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Divulgar a existência e função do sistema de combate de incêndio com N ₂ para a manutenção e brigada de incêndio
32	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Incluir o assunto referente a colocação do óleo de resfriamento incorreto nos fornos nos 5 Minutos de Segurança e envolver a produção e os terceiros
33	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Avaliar a colocação de chaves no bocal de entrada de óleo dos fornos
37	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Rever a frequência de divulgação dos procedimentos para casos de falha elétrica ou mecânica durante o transporte da carga para o resfriamento
39	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Incluir a leitura no TPM do nível do óleo em todos os fornos
40	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Verificar a viabilidade de instalação de controle técnico (alarme de nível ou dreno) nos fornos
41	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Divulgar a importância do controle do nível do óleo de resfriamento nos 5 minutos de segurança
46	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Reavaliar os aspectos de segurança da interligação das redes de Gás Natural e Propano da chama piloto e cortina de chamas da porta dos fornos
47	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Rever o sistema automático de acendimento da chama piloto
49	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Rever a frequência e a sistemática de treinamento para casos de falha da cortina de fogo com entrada de ar na câmara quente dos fornos
50	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Rever a sistemática de projeto e manutenção dos fornos
52	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Avaliar a colocação de alarme de parada para a bomba da anti-câmara e para o recirculador
54	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Avaliar a colocação de alarme por alta temperatura no tanque da anti-câmara
56	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Rever os critério de manutenção e operação do forno no que diz respeito à troca e limpeza do visor
57	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Reavaliar o material da lente e a periodicidade de troca
58	Remoção de Gases e Transporte da Carga para o Resfriamento	Ter disponíveis lentes sobressalentes
61	Resfriamento com N ₂	Rever a frequência e a sistemática de treinamento para casos de falta de N ₂ na linha

APÊNDICE E – FOLHAS DO RELATÓRIO HAZOP – VUTK

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: VUTK - FORNO VDR-N (Nitretação Gasosa)					
LINHA / EQUIPAMENTO: PREPARAÇÃO - (CALIBRAÇÃO DA BOMBA DE ÁGUA, LIMPEZA DA BOMBONA DA ÁGUA DESMI, TROCA DE ÓLEO DA BOMBA DE VÁCUO)					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUMA	Ausência de fluxo de água	Falta de água ou entupimento dos filtros da bomba de água	Não há, para segurança		
MAIS	Impureza no óleo da bomba de vácuo	Arraste de água no final do processo (normal do processo)	Não há, para segurança		

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: VUTK - FORNO VDR-N (Nitretação Gasosa)					
LINHA / EQUIPAMENTO: PREPARAÇÃO - (VERIFICAÇÃO DE NH ₃ NA LINHA, CENTRAL DE NH ₃ ; VAPORIZADOR DE NH ₃ E QUEIMADOR).					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
	Pressão de NH ₃	Cilindro co carga irregular ou temperatura externa elevada devido algum sinistro. - CENTRAL	Atmosfera contaminada (asfixia)	1) Válvulas de alívio bateria 01 e 02, aciona automaticamente com pressão acima de 22 bar. 2) IT10002...6927 - Estação Comutadora de amônia	1) Verificar a possibilidade de implementar alarme do acionamento das válvulas à central de bombeiros.
MAIS	Pressão de NH ₃	Falha da Válvula Redutora - VAPORIZADOR	Atmosfera contaminada (asfixia)	3)Válvula reguladora na H17 antes do vaporizador, depois do vaporizador e na entrada dos fornos. 4) Válvula de alívio nas baterias e no vaporizador (líquido e gasoso). 5) Queimador (em caso de falha da válvula reguladora durante o processo) 6) Caixa de água p/ neutralização da purga (na central e no vaporizador) 7) IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia 8) IT 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação	2) Implementar preventiva nas válvulas de alívio com frequência definida. 3) Implementar check list de verificação das caixas d'água de neutralização das válvulas de alívio (semanal - bombeiro/SAP)
MENOS	Pressão de NH ₃	Válvula Solenóide Fechada - CENTRAL DE NH ₃	Contaminação da rede de NH ₃ por N ₂ (não há consequência)	9) Válvula de Retenção 10) IT10002...6927 - Estação Comutadora de amônia 11) ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação 12) IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia	
MENOS	Pressão de NH ₃	Falha do vaporizador ou falta de NH ₃ nas baias	Contaminação da rede de NH ₃ por N ₂ (não há consequência)	13)Válvulas reguladoras não permitem contra fluxo. 14) ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação 15) IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia	
MENOS	Temperatura 60 °C para NH ₃ (+ ou - 2 °C)	Falha resistência de aquecimento ou do termopar e/ou operacional - VAPORIZADOR	Atmosfera contaminada (asfixia)	16)Válvula de alívio de NH ₃ líquida 17)Check list diário de liberação de processo realizado pelo operador. 18)Válvula solenóide que fecha com desvio de temperatura 19) Alarme visual para temperatura abaixo de 55 °C, (a luz no painel acende, indicando que está aquecendo). 20)ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação 21) IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia	4) Resumidor de defeito interligado na central de bombeiros

MAIS	Temperatura 60 °C para NH ₃ (+ ou - 2 °C)	Falha no termpar ou falha operacional - VAPORIZADOR	Atmosfera contaminada (asfixia)	22)Válvula de alívio de NH ₃ gasosa 23)Caixa d'agua p/ neutralização da purga 24)Válvula solenóide que fecha com desvio de temperatura 25)Tolerância máxima controlada pelo CLP 26)Check list diário de liberação de processo realizado pelo operador 27)ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação 28) IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia 29) IT 10002...6916 - painel de Comando (Estação de Vaporização)	5)Check list de verificação das caixas d'agua de neutralização das válvulas de alívio (semanal - bombeiros /SAP) 6)Verificar a necessidade de alarme para o acionamento das válvulas de alívio (líquida e gasosa) 7)Resumidor de defeito interligado na central de bombeiros
FALTA	Queimador alimentado por propano	Falta de gás no reservatório Válvula de alimentação fechada (6 na linha) Falha na ignição	- Incêndio e explosão (acúmulo de gás no ambiente devido a purga de gases do sistema - NH ₃ fracionada) - Asfixia e irritação (purga da NH ₃ do sistema sem queima)	30)Check list diário de liberação de processo, realizado pelo operador (manômetro da baía) 31) Plano de conservação TPM - diariamente 32)Manutenção preventiva conforme plano diretor 33)Alarme sonoro e visual no controlador do forno 34) Sistema de ignição automática para o queimador	8)Procedimentar a ação em caso de desvio de volume no reservatório (implementar no plano de conservação do TPM) 9)Procedimentar a intervenção em caso de falta de chama 10)Padronizar teste do alrme da chama juntamente com o estabelecimento de frequencia do teste. 11)Verificar a frequencia e eficiência da manutenção preventiva (válvula de alimentação e sistema de ignição)
MAIOR	Queimador alimentado por propano	Falha da válvula reguladora de pressão (aumento de vazão de propano)	Incêndio e explosão devido o aumento da chama	35)Coifa fixa 36)Exaustão	
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL (INADEQUADO)	Material (tubulação)	Danificação no sistema devido material inadequado	Atmosfera contaminada (Asfixia e irritação)	37) Manutenção preventiva da linha de distribuição. (Semestral conforme planejamento no SAP)	12) Padronizar o material a ser utilizado nas instalações. 13)Apontar estoque de materiais emergenciais.
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Vazamento	Danificação ou deterioração na central de amônia	Atmosfera contaminada (Asfixia e irritação)	38)Manutenção preventiva da linha de distribuição. (Semestral conforme planejamento no SAP) 39)ITM 10007...606 - Inspeção Semestral na Central de amônia para processo da têmpera (Central de Amônia) 40)ITM 10007...123 - Sequência de Trabalho para troca de Cilindros na Estação de Amônia 41)Plano de Emergência	14)Verificar se há técnicas mais efetivas para a preventiva no sistema de distribuição.
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Vazamento	Danificação do sistema de vaporização ou tubulação		42) Manutenção preventiva na linha. 43) ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação 44) Plano de Emergência	B) Padronizar a frequencia de treinamento.

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: VUTK - FORNO VDR-N (Nitretação Gasosa)					
LINHA / EQUIPAMENTO: CARGA E PROCESSAMENTO COM INJEÇÃO DE NH ₃ (1- Carrega; 2-Seleciona o programa; 3-Vácuo; 4- Aquecer até 450 °C; 5-Injeção de N ₂ ; 6-Vácuo novamente; 7-Aquecimento até 400 °C)					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUM	Ausência de Carga	Erro humano	Não há, para segurança		
MENOR	Vácuo	Falha na bomba de vácuo	Vazamento de gases (NH ₃ , N ₂)	45)Leitura do vacuostato interligado ao comando de aquecimento.	15) Verificar a frequência e eficiência da manutenção preventiva (vacuostato)
IMPUREZA	Vácuo	Vapor que sai da bomba contaminado com NH ₃ (processo normal)	Atmosfera contaminada com NH ₃ (irritação)		16) Sistema de retenção de água com NH ₃ antes da válvula de segurança
MAIOR	Aquecimento da NH ₃ (spalt gas)	Falha no termopar	Atmosfera contaminada com NH ₃ - Danificação do equipamento (vazamento)	46)Termopar de segurança. 47)Manutenção preventiva conforme plano diretor. 48)Alarme sonoro e visual ligado no controlador	
MENOR	Vácuo (2º etapa)	Falha na bomba de vácuo	Vazamento de gases (NH ₃ , N ₂)	49)Leitura do vacuostato interligado ao comando de aquecimento.	17) Verificar a frequência e eficiência da manutenção preventiva (vacuostato)
MAIOR	Aquecimento do forno (até 540 °C)	Falha termopar	Atmosfera contaminada com NH ₃ - Danificação do equipamento (vazamento)	50)Termopar de segurança. 51)Manutenção preventiva conforme plano diretor. 52)Alarme sonoro e visual ligado no controlador	
MAIOR	Vazão (Injeção de N ₂)	Falha nas válvulas	Acidente devido danificação do forno (explosão por pressão)	53)Válvula reguladora no vaso de pressão 54) Válvula solenóide no forno. 55)Purga por aumento de pressão interna. 56)Alarme sonoro e visual no controlador	

HAZOP					
EMPRESA EM ESTUDO					
SISTEMA ANALISADO: VUTK - FORNO VDR-N (Nitretação Gasosa)					
LINHA / EQUIPAMENTO: RESFRIAMENTO COM N ₂					
PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSAS POSSÍVEIS	CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES EXISTENTES	AÇÕES FUTURAS
NENHUM	Ausência de N ₂	Erro humano	Potencial para incêndio ou explosão em caso de abertura das portas do forno;	57) Processo do forno trabalha com pressão negativa;	
NENHUM	Fluxo Reverso	Não Aplicável			
MAIS	Vazão	Erro humano	Não há, para segurança		
MAIS	Pressão	Não Aplicável			
MAIS	Temperatura	Não Aplicável			
MENOS	Vazão	Erro humano	Potencial para incêndio ou explosão em caso de abertura das portas do forno;	58) Processo do forno trabalha com pressão negativa;	
MENOS	Pressão	Não Aplicável			
MENOS	Temperatura	Não Aplicável			
MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO	No N ₂	Não Aplicável			
COMPONENTE A MAIS	Contaminação da linha de N ₂ com O ₂ puro ou outro inflamável	Erro de alimentação do tanque; Erro de alinhamento da manutenção;	Explosão ou combustão quando injeção no forno	59) Identificação e sinalização das linhas (parcial);	18) Rever o procedimento de descarga dos gases; 19) Rever o procedimento de entrega e retorno de equipamentos para a manutenção. 20) Rever procedimento para manutenção na linha. 21) Dar continuidade na identificação e sinalização das linhas;
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Não aplicável				

APÊNDICE F – AÇÕES E CONTROLES EXISTENTES – VUTK

HAZOP		
EMPRESA EM ESTUDO		
SISTEMA ANALISADO: VUTK - FORNO VDR-N (Nitretação Gasosa)		
AÇÕES EXISTENTES		
Nº DA AÇÃO	ETAPA	AÇÃO/CONTROLE
1	Preparação - (Verificação de NH ₃ na linha; na Central de NH ₃ e Vaporizador de NH ₃ e Queimador.	Válvulas de alívio bateria 01 e 02, aciona automaticamente com pressão acima de 22 bar.
2		IT10002...6927 - Estação Comutadora de amônia
3		Válvula reguladora na H17 antes do vaporizador, depois do vaporizador e na entrada dos fornos.
4		Válvula de alívio nas baterias e no vaporizador (líquido e gasoso).
5		Queimador (em caso de falha da válvula reguladora durante o processo)
6		Caixa de água p/ neutralização da purga (na central e no vaporizador)
7		IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia
8		IT 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação
9		Válvula de Retenção
10		IT10002...6927 - Estação Comutadora de amônia
11		ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação
12		IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia
13		Válvulas reguladoras não permitem contra fluxo.
14		ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação
15		IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia
16		Válvula de alívio de NH ₃ líquida
17		Check list diário de liberação de processo realizado pelo operador.
18		Válvula solenóide que fecha com desvio de temperatura
19		Alarme visual para temperatura abaixo de 55°C, (a luz no painel acende, indicando que está aquecendo).
20		ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação
21		IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia
22		Válvula de alívio de NH ₃ gasosa
23		Caixa d'água p/ neutralização da purga
24		Válvula solenóide que fecha com desvio de temperatura
25		Tolerância máxima controlada pelo CLP
26		Check list diário de liberação de processo realizado pelo operador
27		ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação
28		IT 10002...6913 - Estação de Vaporização de Amônia
29		IT 10002...6916 - painel de Comando (Estação de Vaporização)
30		Check list diário de liberação de processo, realizado pelo operador (manômetro da baia)
31		Plano de conservação TPM - diariamente
32		Manutenção preventiva conforme plano diretor
33		Alarme sonoro e visual no controlador do forno
34		Sistema de ignição automática para o queimador
35		Coifa fixa
36		Exaustão
37		Manutenção preventiva da linha de distribuição. (Semestral conforme planejamento no SAP)
38	Manutenção preventiva da linha de distribuição. (Semestral conforme planejamento no SAP)	
39	ITM 10007...606 - Inspeção Semestral na Central de amônia para processo da têmpera (Central de Amônia)	
40	ITM 10007...123 - Sequência de Trabalho para troca de Cilindros na Estação de Amônia	
41	Plano de Emergência	
42	Manutenção preventiva na linha	
43	ITs 10002...6914 - Estação de Vaporização de Amônia - Plano de Reação	
44	Plano de Emergência	
45	Carga e	Leitura do vacuoestado interligado ao comando de aquecimento.
46	Processamento com	Termopar de segurança.
47	Injeção de NH ₃ (1-	Manutenção preventiva conforme plano diretor.
48	Carrega; 2-Seleciona o	Alarme sonoro e visual ligado no controlador
49	programa; 3-Vácuo; 4-	Leitura do vacuoestado interligado ao comando de aquecimento.
50	Aquecer até 450°C; 5-	Termopar de segurança.
51	Injeção de N ₂ ; 6-Vácuo	Manutenção preventiva conforme plano diretor.
52	novamente; 7-	Alarme sonoro e visual ligado no controlador
53	Aquecimento até	Válvula reguladora no vaso de pressão
54	400°C)	Válvula solenóide no forno.
55		Purga por aumento de pressão interna.
56		Alarme sonoro e visual no controlador
57	Resfriamento com N ₂	Processo do forno trabalha com pressão negativa;.
58		Processo do forno trabalha com pressão negativa;
59		Identificação e sinalização das linhas (parcial);

APÊNDICE G – PLANO DE AÇÕES FUTURAS – VUTK

HAZOP			
EMPRESA EM ESTUDO			
SISTEMA ANALISADO: UDAT- FORNO VDR-N (Nitretação Gasosa)			
PLANO DE AÇÕES			
Nº DA RECOMENDAÇÃO	ETAPA	AÇÃO	RESPONSÁVEL
1	Preparação - (Verificação de NH ₃ na linha; na Central de NH ₃ e Vaporizador de NH ₃ e Queimador.	1) Verificar a possibilidade de implementar alarme do acionamento das válvulas à central de bombeiros.	
2		2) Implementar preventiva nas válvulas de alívio com frequência definida.	
3		3) Implementar check list de verificação das caixas d'água de neutralização das válvulas de alívio (semanal - bombeiro/SAP)	
4		4) Resumidor de defeito interligado na central de bombeiros	
5		5)Check list de verificação das caixas d'água de neutralização das válvulas de alívio (semanal - bombeiros /SAP)	
6		6)Verificar a necessidade de alarme para o acionamento das válvulas de alívio (líquida e gasosa)	
7		7)Resumidor de defeito interligado na central de bombeiros	
8		8)Procedimentar a ação em caso de desvio de volume no reservatório (implementar no plano de conservação do TPM)	
9		9)Procedimentar a intervenção em caso de falta de chama	
10		10)Padronizar teste do alrme da chama juntamente com o estabelecimento de frequencia do teste.	
11		11)Verificar a frequência e eficiência da manutenção preventiva (válvula de alimentação e sistema de ignição)	
12		12) Padronizar o material a ser utilizado nas instalações.	
13		13)Apontar estoque de materiais emergenciais. 14)Verificar se há técnicas mais efetivas para a preventiva no sistema de distribuição.	
14	Carga e Processamento com Injeção de NH ₃ (1- Carrega; 2-Seleciona o programa; 3-Vácuo; 4- Aquecer até 450°C; 5- Injeção de N ₂ ; 6-Vácuo novamente; 7-Aquecimento até 400°C)	15) Verificar a frequência e eficiência da manutenção preventiva (vacuoestado)	
15		16) Sistema de retenção de água com NH ₃ antes da válvula de segurança	
16		17) Verificar a frequência e eficiência da manutenção preventiva (vacuoestado)	
17	Resfriamento com N ₂	18) Rever o procedimento de descarga dos gases;	
18		19) Rever o procedimento de entrega e retorno de equipamentos para a manutenção.	
19		20) Rever procedimento para manutenção na linha.	
20		21)Dar continuidade na identificação e sinalização das linhas;	

ANEXO A – FORMULÁRIOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS DA APR

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	
Unidade:	Atmosfera Gasosa
Nº. Risco:	01
1. Perigo: Explosão / Incêndio (Propano / Gás Endotérmico) (gerador / forno)	
2. Cenário: Explosão / incêndio causado por mistura de propano e ar na faixa de explosividade, associada a uma fonte de ignição	
3. Causa: Erro operacional; Falha em equipamento (rotâmetro); Entrada de ar por falha da cortina de fogo; Entrada de oxigênio na operação de compensação associada a falha no sistema de nitrogênio;	
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal: Possibilidade de acidente com graves queimaduras em até quatro pessoas (baseado em fato anterior)	
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais: Danos pequenos à porta ou equipamentos próximos; Potencial para indenizações em caso de acidente com lesões irreversíveis.	
4.3 Nos Negócios: Interrupção do uso dos fornos, por até 15 dias, para investigação. Parada de 90% da unidade fabril;	
4.4 No Meio Ambiente: Nenhum	
4.5 Na População: Nenhum	
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação: Envolvimento do MTE, com possibilidade de interrupção da operação de 90% da unidade fabril;	
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas: A manutenção da cortina de chama é feita de acordo com recomendações do fabricante; Existe teste preventivo do equipamento de adição de N ₂ ;	
5.2 Emergências: Existe plano de emergência que cobre este cenário; Existe sistema de extinção manual por CO ₂ na exaustão de N ₂ no forno;	
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas: Verificar se existe procedimento para operação do gerador e se a etapa de ajuste dos rotômetros foi considerada; Rever os critérios de treinamento (frequência e formas de avaliação); Verificar se o controle do ponto de orvalho garante ou não o atingimento da faixa de explosividade; Avaliar a necessidade de realização de estudo HAZOP;	
6.2 Emergências: Nenhuma	
7. Frequência:	D
8. Severidade:	2
9. Categoria:	MODERADO

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	
Unidade:	Atmosfera Gasosa
Nº. Risco:	02
1. Perigo:	Incêndio no Óleo
2. Cenário:	Incêndio no óleo, com potencial para danificar o forno;
3. Causa:	Furo no trocador de calor do óleo;
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal:	Nenhum
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais:	Possibilidade de dano severo no forno, de valor aproximado de 600 mil reais;
4.3 Nos Negócios:	Nenhum
4.4 No Meio Ambiente:	Potencial para vazamento do óleo da camisa da comporta, com volume aproximado de 300 litros.
4.5 Na População:	Nenhum
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação:	Nenhum
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas:	É feita a checagem do sistema de pressão e da válvula de água;
5.2 Emergências:	Existe sistema de extinção por N ₂ ;
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas:	Avaliar a substituição do sistema de troca de calor de água por ar; Montar programa de manutenção preventiva para os trocadores de calor;
6.2 Emergências:	Nenhuma
7. Frequência:	E
8. Severidade:	1
9. Categoria:	MENOR

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	
Unidade:	Atmosfera Gasosa
Nº. Risco:	03
1. Perigo:	Entrada no Forno com a presença de N ₂ ;
2. Cenário:	Entrada no forno, com a presença de N ₂ , resultando em fatalidade.
3. Causa:	Entrada no forno, com a curva de segurança não sendo removida; Obs.: No caso das estufas e nitroque não existe curva de segurança, mas existe bloqueio nas linhas;
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal:	Possibilidade de fatalidade de até 3 pessoas;
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais:	Possibilidade de indenizações em caso de fatalidades;
4.3 Nos Negócios:	Nenhum
4.4 No Meio Ambiente:	Nenhum
4.5 Na População:	Nenhum
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação:	Envolvimento do ministério do trabalho e entidades policiais; Repercussão em nível estadual; Não é atendida a NR33;
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas:	Existe a possibilidade de remoção da curva de segurança e válvulas de segurança com trava; Foi feito um treinamento inicial (integração) para as pessoas que irão atuar nesta área;
5.2 Emergências:	
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas:	Elaboração de uma ITM (Instrução Técnica de Manutenção); Atender na íntegra a NR33, entre eles, procedimento formal e por escrito, sistema de permissão de trabalho e treinamento;
6.2 Emergências:	Atender na íntegra a NR33, por exemplo, sistema de resgate;
7. Frequência:	D
8. Severidade:	3
9. Categoria:	SÉRIO

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	
Unidade:	Atmosfera Gasosa
Nº. Risco:	04
1. Perigo: Explosão / Incêndio na sistema de exaustão	
2. Cenário: Explosão no sistema de exaustão, provocado pela alimentação com gases não queimados oriundos dos fornos.	
3. Causa: Falha no sistema da chama piloto do escape de gases, associada ao operador não agir no acionamento do alarme;	
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal: Não previsto impacto para pessoas	
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais: Danos sérios ao sistema de exaustão da atmosfera gasosa;	
4.3 Nos Negócios: Parada parcial dos fornos por 3 ou 4 dias;	
4.4 No Meio Ambiente: Nenhum	
4.5 Na População: Nenhum	
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação: Nenhum	
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas: Existe treinamento inicial; existe IT (Instrução de Trabalho); Existe sistemática de testes preventivos do sistema;	
5.2 Emergências: Existe brigada emergência;	
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas: Avaliar sistema mais moderno, com menor índice de manutenção;	
6.2 Emergências: Verificar se a brigada de emergência está devidamente equipada e preparada.	
7. Frequência:	B
8. Severidade:	2
9. Categoria:	RISCO SOB CONTROLE

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	_____
Unidade:	VUTK
Nº. Risco:	05
1. Perigo:	Explosão / Incêndio envolvendo H ₂ , Acetileno e NH ₃ (VDRN)
2. Cenário:	Explosão / incêndio envolvendo H ₂ , provocado pela introdução do H ₂ em atmosfera ainda rica em ar; Entrada de ar no equipamento enquanto houver presença de H ₂ ;
3. Causa:	Falha no sistema de vácuo e adição de N ₂ ; Falha nas vedações e controle simultaneamente;
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal:	Sério impacto para pessoas, com possibilidade de várias fatalidades;
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais:	Destruição do forno e equipamentos próximos, inclusive parcialmente do barracão (2 mi); Potencial para indenizações em casos de fatalidades;
4.3 Nos Negócios:	Parada parcial do Bico Injetor (DU); Redução de 30% do faturamento por 3 meses;
4.4 No Meio Ambiente:	Nenhum
4.5 Na População:	Nenhum
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação:	Envolvimento do ministério do trabalho e entidades policiais; Possibilidade de exibição em mídia estadual;
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas:	Existe intertravamento que não permite a entrada de H ₂ / Acetileno se não for feito vácuo e posteriormente na pressurização por N ₂ não registrar a pressão; O sistema não permite a adição de H ₂ em lugar do N ₂ / Acetileno;
5.2 Emergências:	Existe brigada de emergência;
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas:	Avaliar a realização de HAZOP para este sistema;
6.2 Emergências:	Verificar se a brigada de emergência está devidamente equipada e preparada.
7. Frequência:	B
8. Severidade:	3
9. Categoria:	MENOR

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	
Unidade:	VUTK
Nº. Risco:	06
1. Perigo:	Trabalho em área confinada associado a N ₂
2. Cenário:	Acidente pessoal com possível fatalidade de pessoa trabalhando no interior do forno.
3. Causa:	Trabalho em área confinada, com atmosfera contaminada por N ₂ , NH ₃ (VDRN)
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal:	Potencial para fatalidades
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais:	potencial para indenizações em caso de fatalidades
4.3 Nos Negócios:	Nenhum
4.4 No Meio Ambiente:	Nenhum
4.5 Na População:	Nenhum
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação:	Envolvimento do MTE e entidades policiais; Possibilidade de exibição em mídia estadual;
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas:	Existem válvulas de bloqueio; A entrada dos fluidos perigosos é automática e controlada pelo sistema
5.2 Emergências:	Nenhum
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas:	Atendimento integral à NR33 (Criar procedimento / treinamento; bloqueio por flange cego ou remoção de linha de fluidos perigosos;)
6.2 Emergências:	Nenhum
7. Frequência:	D
8. Severidade:	3
9. Categoria:	SERIO

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	
Unidade:	VUTK / VDRN
Nº. Risco:	07
1. Perigo:	Explosão / falha da chama piloto
2. Cenário:	Explosão no sistema de exaustão, provocado pela alimentação com gases não queimados oriundos dos fornos.
3. Causa:	Falha no sistema da chama piloto do escape de gases, associada ao operador não agir no acionamento do alarme;
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal:	Não previsto impacto para pessoas
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais:	Danos sérios ao sistema de exaustão da atmosfera gasosa;
4.3 Nos Negócios:	Parada parcial do forno por 3 ou 4 dias;
4.4 No Meio Ambiente:	Nenhum
4.5 Na População:	Nenhum
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação:	Nenhum
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas:	Existe treinamento inicial; existe IT (Instrução de Trabalho);
5.2 Emergências:	Existe brigada emergência;
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas:	Avaliar sistemática de testes preventivos do sistema;
6.2 Emergências:	Verificar se a brigada de emergência está devidamente equipada e preparada.
7. Frequência:	B
8. Severidade:	2
9. Categoria:	RISCO SOB CONTROLE

Análise Preliminar de Risco	
Formulário de Avaliação de Riscos	
Empresa:	
Unidade:	VDRN
Nº. Risco:	08
1. Perigo:	Vazamento de NH ₃ por quebra de equipamento
2. Cenário:	Vazamento de NH ₃ (500 L / hora) interno ao prédio, por quebra de rotâmetro ou falha na vedação da porta de entrada do forno;
3. Causa:	Término da vida útil da borracha de vedação da porta; choque mecânico no rotâmetro;
4. Impacto/Efeito	
4.1 No Pessoal:	Necessidade de evacuação nas áreas próximas com impacto negativo junto à diretoria da empresa
4.2 Em Equipamentos e Bens Materiais:	Nenhum
4.3 Nos Negócios:	Nenhum
4.4 No Meio Ambiente:	Nenhum
4.5 Na População:	Nenhum
4.6 Nas Autoridades, Mídia e Legislação:	Nenhum
5. Ações Já Tomadas	
5.1 Ações Preventivas:	Existe procedimento formal para vistoria prévia da borracha de vedação da porta, antes de carregar o equipamento; O rotâmetro está localizado em local sem acesso normal de pessoas; O rotâmetro possui um tubo plástico antes do vidro;
5.2 Emergências:	
6. Ações Futuras	
6.1 Ações Preventivas:	Verificar e eliminar conexões rosqueadas, utilizadas com NH ₃ ;
6.2 Emergências:	Dar continuidade ao plano de emergência para gases (NH ₃)
7. Frequência:	C
8. Severidade:	1
9. Categoria:	RISCO SOB CONTROLE