

GERENCIAMENTO DE RISCOS EM UMA USINA EXPERIMENTAL DE BIODIESEL

Rafaela Ferreira Batista (CETENE)

rafaelaengpro@gmail.com

Ronaldo Jose Amorim Campos (UFPE)

ronaldo.campos@ufpe.br

James Correia de Melo (CETENE)

james@cetene.gov.br

FABRÍCIO DE MEDEIROS DOURADO VAREJÃO (UFPE)

fvarejao1@hotmail.com



Observa-se como, na maioria das atividades industriais, perigos e riscos à saúde humana, ao meio ambiente e às instalações físicas. Com o processo de produção do biodiesel não poderia ser diferente, uma vez que envolve substâncias tóxicas como o hidróxido de sódio e/ou de potássio e substâncias alcoólicas e inflamáveis, como o metanol. Como as reações acontecem a altas temperaturas e sob pressão, proporciona perigos de queimaduras e explosão aos funcionários caso ocorra algum evento indesejado. A saúde e a segurança ocupacional vêm ganhando importância nas empresas no mundo todo, a utilização da instrumentação como ferramenta para garantir o controle de riscos, vem ao encontro da necessidade das organizações pela sua eficácia, para a melhoria da saúde ocupacional e segurança de seus colaboradores. O trabalho aqui desenvolvido se coloca neste cenário para realizar um estudo das atuais práticas de gerenciamento de riscos aplicando-as em uma unidade de produção de biodiesel. Os dados obtidos com as ferramentas de avaliação de risco irão identificar as áreas de maior risco à saúde e segurança e como devem ser tratadas. Este estudo se divide nas seguintes etapas metodológicas: revisão de literatura; pesquisa de campo; cruzamento dos dados obtidos na bibliografia e na pesquisa de campo, elaboração dos resultados e conclusão. Após os riscos mapeados, serão aplicadas técnicas de análise preliminar de perigo para definição das funções de segurança, de modo que os níveis de risco aos quais estão expostos os trabalhadores e equipamentos sejam controlados e levados a um patamar aceitável. Após análise, serão sugeridas medidas preventivas e/ou mitigadoras aos agentes perigosos que requerem priorização, a fim de eliminar as causas ou reduzir as consequências dos cenários de acidente identificados.

Palavras-chaves: Gerenciamento de riscos, Usina de Biodiesel, Segurança do Trabalho

1. Introdução

Com o aumento da competitividade, as empresas estão buscando novos modelos de gestão e liderança, para serem capazes de competir no mercado globalizado, mercado este em constante mudança. Novas tecnologias de produção, transporte, comunicação e de informação, também são almejadas por empresas, na busca por qualidade, eficiência e eficácia dos produtos e serviços prestados (COLLINS & PORRAS, 1999).

Os novos modelos de gestão acabam por induzir a uma reestruturação industrial flexível que alia automação e outros avanços tecnológicos a novas modalidades organizacionais, mudança de processos e de gestão/controlar da força de trabalho. Porém, deve-se salientar que tais mudanças trazem consigo alterações no processo, da forma de operação e gestão que podem induzir a erros e acidentes. Uma vez que os riscos mudam, as condições ambientais são alteradas, e a percepção e investigação ao risco ficam mais difíceis.

O Sistema de Segurança de Trabalho (SST) trata de um modelo de gerenciamento das questões relativas à segurança, que visa atividades coordenadas para direcionar e controlar os riscos de processos de uma organização, com definição de políticas e objetivos. O foco do SST é o controle do risco, onde a partir dele é possível alcançar inúmeros benefícios, tais como: antecipação dos acidentes, eliminação dos agentes de risco causadores de doenças ocupacionais e melhoria dos resultados e desempenho das atividades (BRASIL, 2005).

Outro tema a ser abordado neste trabalho diz respeito à cadeia produtiva de biodiesel que vem crescendo e se desenvolvendo cada vez mais no país, devido às suas inúmeras vantagens e benefícios, o que provoca o surgimento de novas empresas e o aumento da capacidade produtiva das empresas já instaladas, tornando o mercado mais competitivo.

Atualmente, existem 98 usinas, sendo 40 construídas e produzindo, 23 usinas construídas e sem produção, 10 em fase de construção, e 17 em planejamento (REVISTA BIODIESELBR, 2010).

O processo de produção do biodiesel pode ser perigoso e deve ser tratado como qualquer outro processo químico devido, entre outros fatores, à utilização de substâncias perigosas como o hidróxido de sódio e/ou de potássio e substâncias inflamáveis, como o metanol e/ou etanol e glicerina bruta. As reações acontecem em altas temperaturas e sob pressão o que proporciona perigos de explosão e queimaduras aos funcionários caso ocorra um evento indesejado. Como a probabilidade associada a esses eventos é pequena, é comum que responsáveis e técnicos dessas usinas achem que catástrofes como explosão e contaminação ambiental não vão acontecer. O que muitas vezes deixam de perceber e avaliar os riscos, diminuindo a proteção e cuidados (SILVA FILHO *et al.*, 2010).

A presente pesquisa tem por finalidade abordar a Segurança e Saúde do Trabalho (SST) da cadeia produtiva de biodiesel, levando-se em conta o estudo das possíveis doenças e acidentes que venham acometer os funcionários de forma a gerenciar os riscos associados a esse recente setor.

Será utilizada tendo como estudo de caso a Unidade Experimental de Biodiesel do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE).

Um sistema de gerenciamento de risco, adequadamente implementado e mantido, contribui de maneira significativa com a redução dos custos operacionais, aumento da produtividade, aumento da satisfação do colaborador e melhoria da conformidade e qualidade do produto final, sendo por tanto uma ferramenta importante para o sucesso e permanência das usinas produtoras de biodiesel no mercado.

1.1. Justificativa

O crescimento do setor de biodiesel levantou várias reportagem e discursões sobre suas vantagens e desvantagens, mas também trouxe várias notícias sobre acidentes. Entre 2009 e 2011 foram publicados na mídia 6 acidentes graves (BIODIESELBR, 2011):

- Explosão em um tanque de armazenamento de combustível levando três funcionários ao óbito;
- Explosão em um contêiner, em função de um curto-circuito na parte elétrica desse equipamento levando um funcionário a óbito e dois feridos;
- Duas explosões no processo produtivo no mesmo dia matando um funcionário e ferindo dois brigadistas;
- Explosão durante a manutenção no tanque de 14 mil litros de tratamento da água utilizada no processo de lavagem do biodiesel, com uma vítima fatal e dois feridos; e por último.
- Incêndio em quatro reatores de uma usina de biodiesel e outro nas instalações de uma fábrica de óleo de girassol e biodiesel.

Observa-se então que no processo de produção de biodiesel o riscos de explosão é o mais grave, mas existem outros riscos e doenças que podem ser fatais. Além dessa preocupação, a Usina Experimental de Biodiesel de Caetés é uma empresa com fins de pesquisa onde novos processos e produtos são buscados e com modificação constante das atividades. Outro fator crítico é que a terceirização, subcontratação, e, principalmente, os bolsistas, em constante rotação, sem direito à assistência e ao controle de sua saúde não tem um estudo aprofundado e atualizado dos riscos e doenças que podem ser acometidos.

Com base nesses fatos, percebeu-se a necessidade de levantar informações e analisar as atuais práticas relacionadas à SST dos colaboradores da instituição pública em estudo, bem como possibilitar a este órgão conhecer novos caminhos no sentido do aperfeiçoamento das questões de saúde e segurança no trabalho pelos próprios funcionários com adoção de medidas que garantam a integridade física e a qualidade de vida de seus colaboradores, além conscientizá-los a agir com responsabilidade.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo propor um modelo de sistema de gerenciamento de risco para Usina Experimental de Biodiesel de Caetés. Para o alcance do objetivo geral, foram definidos alguns objetivos específicos:

- a) Mapear os processos produtivos da unidade de análise.

- b) Identificar e quantificar, quando possível, os riscos existentes na unidade de análise.
- c) Definir as técnicas de análise de risco melhor aplicáveis ao setor estudado.
- d) Detectar medidas preventivas e de controle dos riscos ocupacionais.

2. Metodologia

Segundo Pacheco Junior (2007), deve ser declarado qual das três bases filosóficas será abordada na pesquisa científica, uma vez que possibilita a tendência lógica de pensamento da investigação e facilita a avaliação do projeto. As três principais bases filosóficas são: positivismo, estruturalismo e dialética. A presente pesquisa tem a base dialética, pois pretende tratar os elementos fundamentais dentro de uma estrutura dinâmica e as interferências ambientais.

Quanto ao método de pesquisa, segundo as categorias: dedutivo, intuitivo, descritivo e hipotético-dedutivo, o trabalho aqui proposto enquadra-se no método descritivo pela observação do fenômeno estudado e subsequente descrição, visando possibilitar o conhecimento em relação aos elementos associados aos riscos e seus respectivos relacionamentos com o processo produtivo de biodiesel.

Para o alcance dos objetivos geral e específicos, foi escolhida como perspectiva para o estudo, a pesquisa de campo, caracterizada também como estudo de caso, segundo Yin (2005). Sua escolha se deve ao fato dele se aplicar ao estudo de ambientes empresariais reais, possibilitando a observação de mudanças qualitativas, como é o caso da implementação de um sistema de gerenciamento de riscos e elaboração de programas, manuais e procedimentos.

O estudo de caso terá como unidade de análise a Usina Experimental de Biodiesel do município de Caetés no estado de Pernambuco. Uma unidade provedora de conhecimento científico para o desenvolvimento da tecnologia da produção de biodiesel da Região Nordeste.

A pesquisa de campo será realizada através da investigação aprofundada da unidade de análise, preservando as características holísticas e significativas do evento real durante a investigação do fenômeno, como sugere Yin (2005). A fase de pesquisa de campo contemplou, para o levantamento de dados sobre a unidade de análise, as seguintes técnicas:

- Visitas técnicas;
- Coleta de documentos ou pesquisa documental: documentos de fontes primárias como os dados compilados ou criados na ocasião das visitas, e fontes secundárias como trabalho de campo de outras pessoas, documentos e registros da empresa, plantas baixas e etc;
- Pesquisa participante: destinada à observação direta da produção do biodiesel da unidade de análise; e
- Entrevistas semi-estruturadas e estruturadas: as entrevistas foram realizadas com auxílio de um *check list* baseado nas Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

3. Estudo de caso: Usina Experimental de Biodiesel

A Usina Experimental de Biodiesel localizada no município de Caetés no estado de Pernambuco foi implantada pelo CETENE no início de 2006 com recursos do MCTI, a

unidade tem por objetivo a produção e uso de biodiesel sob os enfoques de natureza científica, tecnológicas, industrial, política, econômica, social e ambiental.

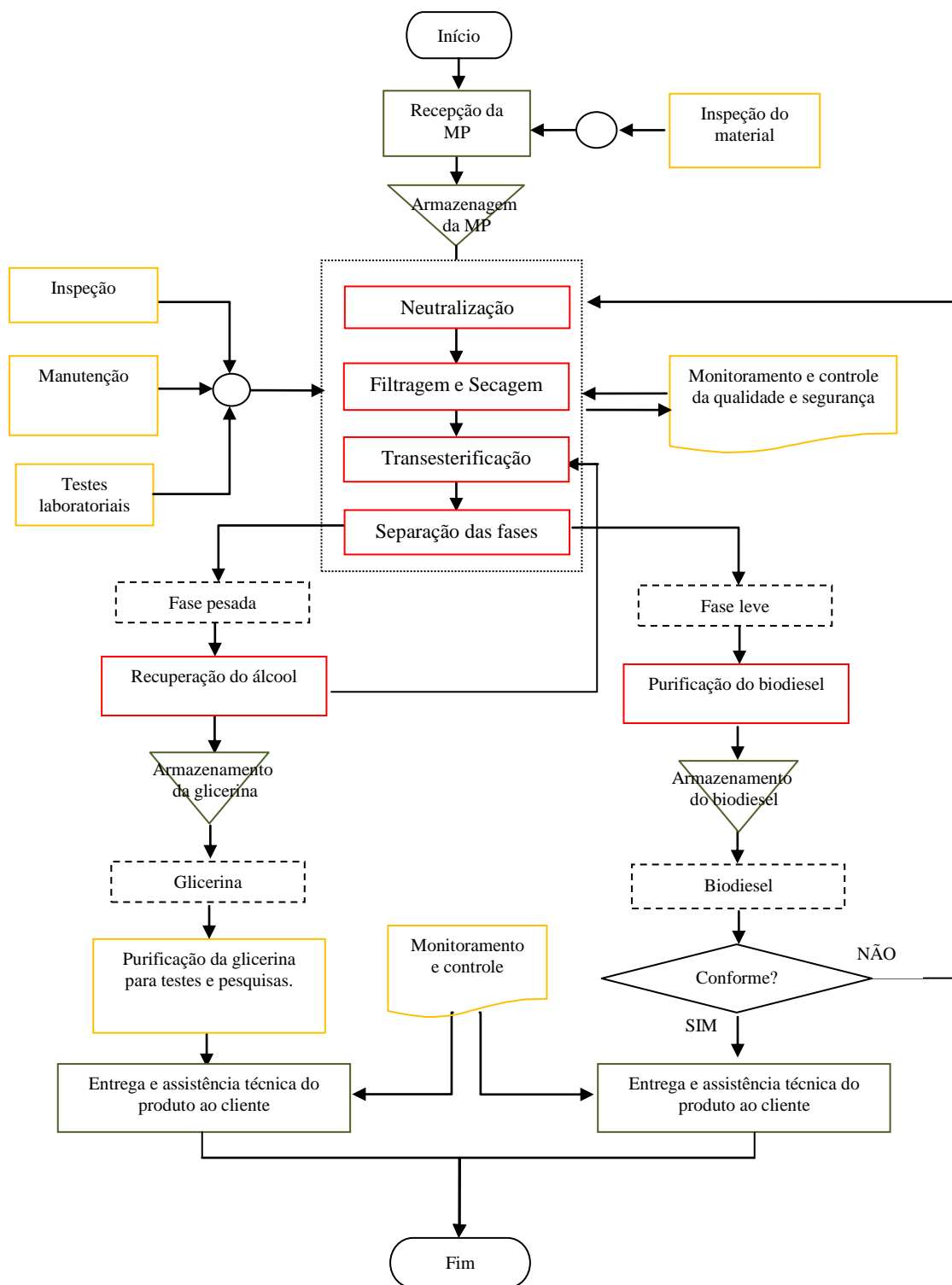
A unidade segue as diretrizes e supervisão do Comitê Gestor do CETENE em Recife-PE, é administrada por um engenheiro químico e operada por 5 técnicos, 2 vigias e 1 auxiliar de serviços gerais. Existindo também participação atual de 10 bolsistas das áreas de eng. de produção, eng. mecânica, eng. química, eng. da computação, eng. agrônômica, eng. florestal e biologia, que exercem atividades de pesquisa e desenvolvimento.

3.1 Mapeamento dos processos produtivos na Usina de Biodiesel

A cadeia produtiva se inicia na agricultura com plantios em Caetés de 10 oleaginosas alternativas totalizando 1 ha e posterior processamento dos frutos para extração de óleo vegetal em 2 esmagadoras. Os resíduos de poda e esmagamento (torta) serão reaproveitados no biodigestor para geração de energia ou utilizados na fertilização do solo (adubos e biofertilizantes) e a torta aproveitada para produção de ração animal.

Para a produção de biodiesel a usina utiliza como processo químico a transesterificação pela rota metílica ou etílica. Sua produção é do tipo batelada, processo automatizado, com produção de mil litros de biodiesel diários, autorizado pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A produção gera, adicionalmente, glicerina, que para agregar valor é purificada em grau farmacêutico e utilizar na indústria farmacêutica e alimentícia. As etapas posteriores são armazenamento, transporte e teste de uso, este último em parceria com o SENAI-Garanhuns, onde são realizados os estudos de uso de diversos *blends* de biodiesel nos motores estacionários e frota de ônibus e caminhões de empresas da região.

Os procedimentos operacionais devem ser arquivados em lista e disponibilizados no Manual da Qualidade. Os processos foram mapeados, apresentados na Figura 1.



■ Processo Produtivo
■ Processo de Suprimento/logística
■ Processos de Apoio

Figura 1 – Fluxograma de produção da Unidade Experimental de Biodiesel de Caetés

3.2. Identificação dos riscos de processo

Conhecer os tipos de riscos existentes no ambiente de trabalho é o primeiro passo para o gerenciamento da segurança. A Norma Regulamentadora número 9 do MTE conceitua os tipos de riscos ambientais (físicos, químicos e biológicos) que devem ser gerenciados pelo Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Além dos riscos ambientais, também existem o risco de acidentes e o risco ergonômico.

3.2.1 Risco Químico

A usina piloto de biodiesel de Caetés/PE apresenta etapas onde existe risco de exposição ocupacional dos funcionários a agentes químicos, tais como: ácidos orgânicos, soda cáustica, álcool metílico, ácido cítrico, ésteres de ácidos graxos e vapores dos mesmos. No campo da higiene do trabalho, a ventilação tem a finalidade de evitar a dispersão de contaminantes no ambiente industrial, bem como diluir concentrações de vapores e promover conforto térmico.

Os elementos básicos a serem considerados na avaliação de um risco no uso de uma substância são: toxicidade da substância usada; propriedades físicas da substância; probabilidade de absorção da substância pelo indivíduo; a extensão e a intensidade de exposição a essa substância; e medidas de controle utilizadas.

Os agentes químicos podem reagir com a superfície da pele e causar uma irritação primária com efeito visível sobre a pele, no local do contato, como por exemplo: o hidróxido de sódio e outros materiais alcalinos que são solventes de queratina; ácidos inorgânicos causam desidratação da pele, ficando tão sujeita a uma infecção secundária; e os óleos e gorduras são solventes orgânicos, dependendo do tempo de exposição, podem causar uma inflamação severa da pele.

Para a identificação dos riscos químicos é necessário fazer um inventário de todas as substâncias químicas e levantamento de suas respectivas Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ). A Figura 2 apresenta um resumo dos efeitos causados pelos principais agentes perigosos utilizados no processo de produção de biodiesel.

	Hidróxido de sódio	Metanol	Biodiesel	Ciclo hexano
Contato com a pele	Queimaduras severas, cicatrizes permanentes, calvície	Causa a perda de oleosidade e ressecamento na pele	Lesões irritantes, e dermatite por contato repetidos e prolongados	Perda de oleosidade, contato prolongado pode provocar irritação e dermatites
Contato com os olhos	Possível perda da visão	Visão turva, fotofobia, inflamação e cegueira	Irritação com vermelhidão	irritação severa, pode causar opacificação da córnea
Inalação	Irritação, tosse, sensação de engasgo, queima na garganta e edema pulmonar	Pode causar náuseas, fadiga, vômito, e até mesmo, coma.	Irritação das vias aéreas, pode causar dor de cabeça, náuseas e tonteadas	Depressor do sistema nervoso central. Dor de cabeça, náuseas, inconsciência
Ingestão	Pode ser fatal	Pode ser fatal	Pode causar pneumonia química por aspiração durante o vômito	Dores de estômago, dores gastrointestinais, desmaio
Incompatibilidade	Alumínio, zinco, estanho, cobre, aldeídos, alguns açúcares, solventes clorados e ácidos.	Alguns ácido, hidrazinas, isocianatos, peróxidos, subs. reativas com água.	Oxidantes	Oxidantes fortes, ácidos fortes e bases fortes.

Figura 2 – Efeitos causados pela exposição aos produtos químicos utilizados na Usina de biodiesel

3.2.2 Risco de Acidente

Quanto à tecnologia do processo, o sistema de controle computadorizado foi alimentado com os limites de máximo e mínimo dos parâmetros físicos como temperatura, pressão e nível. Estabeleceu-se que os limites de composição e respectivas consequências dos desvios desses limites são registradas nos cadernos de registro de pesquisas.

Para processo em batelada os controles das variáveis são: temperatura, pressão e nível. O controle de pressão e temperatura são críticos numa seção de reação e separação de uma planta. O controle de nível dita a carga do reator, operação de dispositivos de separação, e armazenamento do produto para evitar vazamentos, superaquecimentos, explosões.

Além disso, alguns equipamentos podem provocar acidentes se não forem utilizados de maneira adequada e com um bom sistema de manutenção como: torno, esmagadora, roçadeira, caldeira.

3.2.3 Risco Ergonômico

Na unidade de análise observou-se a existência de levantamento e transporte inadequado de sacos de 25 Kg; posturas inadequadas na execução das atividades rotineiras; movimentos repetitivos ou monótonos na sala de controle; e a responsabilidade excessiva. Trabalhadores submetidos a essas condições podem gerar distúrbios psicológicos e fisiológicos e provocar sérios danos à saúde porque produzem alterações no organismo e estado emocional, comprometendo sua produtividade, saúde e segurança, tais como: LER/DORT, cansaço físico, dores musculares, hipertensão arterial, alteração do sono, diabetes, doenças nervosas, taquicardia, doenças do aparelho digestivo (gastrite e úlcera), tensão, ansiedade, problemas de coluna, etc.

3.2.4 Risco Físico

Sendo destacada exposição a equipamentos com temperaturas elevadas e ruído moderado. Que pode causar fadiga com: redução do rendimento; erros operacionais e raciocínio; perturbações psicológicas; câibras, etc. Pode causar também prostração, desidratação, acúmulo de ácidos nos tecidos, provocando danos à saúde do trabalho e a economia da empresa.

A partir do estudo de eficiência energética realizado na usina por Campos (2009), observou-se que a etapa onde há a maior perda de energia pelas paredes é a etapa da destilação do álcool recuperado. Uns dos fatores responsáveis são: o tempo de duração da etapa; e, a elevada temperatura do fluxo de aquecimento do óleo mineral.

Um dos fatores que acarretaram o valor elevado das perdas de calor, é que os tanques de mistura que possuem sistema de aquecimento, como por exemplo, os reatores e evaporadores, não possuem revestimento externo para redução das perdas de calor para o meio externo.

No trabalho de Campos (2009) foi verificado que o gradiente entre a temperatura externa e interna do galpão é desprezível. A velocidade do ar média mensal medida foi de aproximadamente 1,09 m/s. A temperatura de bulbo seco média mensal na área externa da usina foi de 22,4 °C. Através das medições realizadas verificou-se ambiente de trabalho encontra-se fora da região “agradável”. Para uma temperatura do ar local de 22 °C, a velocidade do ar máxima deveria ser de, aproximadamente, no máximo de 25 cm/s.

Quanto ao ruído, a centrífuga e evaporador são os equipamentos que emitem maior nível de pressão sonora, 87.4 dB (A) e 83.3 dB (A) respectivamente, estando acima do recomendado pela NR-15 do MTE, que são 85 dB (A) para 8 horas de exposição.

Com base nessa e em outras informações a respeito dos riscos e perigos foi realizado uma Análise Preliminar de Perigo (APP), apresentadas na Figura 3.

Processo	Perigo	Causa	Efeito	Freq.	Sev.	Risco
TL						
Recepção da material prima	Vazamento do methanol	Falha da válvula de entrada Erro operacional	Dano à saúde humana	C	IV	4
	Vazamento do oleo		Contaminação do solo		II	2
	Derramamento do hidróxido		Explosão		IV	4
	Fulga de vapor de metanol					
Preparação do catalizador	Transbordo no tanque de preparo de catalisador	Falha da válvula; Erro operacional.	Dano à saúde humana	D	IV	5
	Vazamento do methanol	Entupimento do visor de nível.	Explosão em nuvem		IV	
Reação de transesterificação	Vazamento	Falha da válvula; Falha da bomba; Falha do flange; Erro operacional; Impacto mecânico.	Dano à saúde	C	IV	4
			Produto fora de especificação		I	1
	Jato de fogo		III		3	
	Flashfire		III		3	
	Explosão		IV		4	
Recuperação do álcool	Vazamento do methanol	Falha da tubulação; Falha do flange; Falha da válvula; Erro operacional.	Dano à saúde humana	C	IV	4
			Explosão em nuvem		IV	4
Purificação do biodiesel	Vazamento do oleo	Transbordo; Falha da tubulação; Falha do flange; Falha da válvula; Erro operacional.	Dano à saúde humana	C	III	3
Armazenamento da glicerina	Vazamento	Falha da tubulação; Falha da válvula; Falha do flange; Falha na estrutura do tanque; Erro operacional.	Dano à saúde humana	B	III	2
			Contaminação do solo		III	2
Armazenamento do biodiesel	Vazamento	Falha da tubulação; Falha da válvula; Falha do flange; Falha na estrutura do tanque; Erro operacional.	Contaminação do solo	B	III	2
			Flashfire		III	
			Explosão		III	
			Dano à saúde humana		IV	

Figura 3 - APP da produção de biodiesel da Unidade Experimental de Biodiesel de Caetés

4.2 Gerenciamento das modificações

Antes de realizar qualquer modificação na planta industrial, seja mudanças de procedimento, equipamento, infraestrutura, pessoal deverá ser realizado o estudo dos impactos que as mudanças iram acarretar ao sistema.

4.3 Procedimentos operacionais

O gerenciamento depende de um programa de documentação e disseminação bem estruturado, os procedimentos documentados são peças chaves nesse sistema. Para unidade de análise, os procedimentos operacionais estão sendo elaborados conforme modelo e diretrizes estabelecidas pelo Manual da Qualidade da usina.

Existe também a necessidade da execução dos programas de segurança, que conforme os riscos evidenciados na Usina e os requisitos legais obrigatórios, criou-se uma planilha com todos os programas que devem ser implementados e revisados na ocorrência de mudanças impactantes, sumarizados a seguir:

- Programa de prevenção e combate a incêndio: Estabelecer as diretrizes e rotinas necessárias para os funcionários executarem o sistema de prevenção e combate aos incêndios. Definição da rota de fuga e plano de emergência. Conhecer a natureza do fogo, uso dos extintores e hidrantes. Inspeções e manutenções dos dispositivos de prevenção, proteção e combate a incêndio.
- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA): Estabelece as diretrizes para preservação da saúde e da integridade física, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos. Com a identificação e reconhecimento dos riscos; avaliar os riscos qualitativamente e quantitativamente, propor medidas de controle e verificar a eficácia dessas medidas. Periodicamente ou na ocorrência de mudanças.
- Programa de controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO): Histórico profissional do trabalho, exames admissionais e demissionais, exames periódicos (biológico, muscular, auditiva, visual, cardiorrespiratório, etc).
- Programas de Diálogos Diários de Segurança, promovendo pequenas reuniões, máximo meia hora, semanal a respeito de assuntos sobre, segurança, qualidade de vida e meio ambiente.
- Outros programas como: Programa de Proteção Respiratória (PPR); Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGIRS); e Programa de manutenção preventiva.

4.4 Capacitação de recursos humanos

Para a unidade de análise viu-se a necessidade de elaborar um programa de treinamento para todos os funcionários e colaboradores da instituição para auxiliar nas ações de gerenciamento de riscos da usina, tais como:

- Treinamento de Integração: ministrado para todos os novos funcionários, antes do início de qualquer atividade, onde devem ser apresentadas as diretrizes comportamentais e de segurança, as normas legais de aquisição e uso de materiais para órgãos governamentais.
- Treinamento periódico de qualidade e segurança: são os treinamentos que devem ser realizados anualmente revisando as diretrizes e aprimoramento das técnicas de

identificação, controle e análise, tais como: Programa 5S, boas práticas laboratoriais, ferramentas da qualidade, conhecimento dos produtos químicos, mapa de risco, Análise Preliminar de Perigos e de Riscos, uso adequado dos equipamentos de proteção, combate a incêndio, Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e etc.

- Treinamento após modificações: os funcionários devem ser treinados sempre que houver modificações nos procedimentos, nas instalações ou alterações realizadas em seu período de férias.

4.5 Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos

Antes da realização das atividades deve ser estabelecida a obrigatoriedade de realizar inspeções de segurança, seguindo os modelos de listas de verificação (LV) elaboradas para cada setor conforme diretrizes estabelecidas pelas NR's, visto que é padrão civilizatório mínimo podendo ser incrementado com itens mais rigorosos estabelecidos pela empresa, pelos manuais dos equipamentos e por outras fontes aplicáveis.

Todas as não conformidades detectadas, principalmente os incidentes de processo ou desvio operacional, deveram ser registradas, investigadas e tratadas no plano de ação. Sugerimos a ferramenta de "Ishikawa" e "5W2H" para a identificação das causas e plano de ação para eliminar os efeitos.

Como procedimento foi estabelecido à revisão dos riscos a cada seis meses ou quanto ocorrer modificações de processo, tecnologia e/ou pessoal. O levantamento dos riscos identificados na unidade de análise foram mapeados e apresentados em forma de Mapa de Risco.

4.6 Plano de ação de emergência (PAE)

O PAE deve se basear nos resultados obtidos no estudo de análise e avaliação de riscos, quando realizado, e na legislação vigente, devendo também contemplar os seguintes aspectos (BRASIL, 2005):

- Estrutura do plano;
- Descrição das instalações envolvidas;
- Cenários acidentais considerados;
- Área de abrangência e limitações do plano;
- Estrutura organizacional, contemplando as atribuições e responsabilidades dos envolvidos;
- Fluxograma de acionamento;
- Ações de resposta às situações emergenciais compatíveis com os cenários acidentais considerados, de acordo com os impactos esperados e avaliados no estudo de análise de riscos, considerando procedimentos de avaliação, controle emergencial (combate a incêndios, isolamento, evacuação, controle de vazamentos, etc.) e ações de recuperação;
- Divulgação, implantação, integração com outras instituições e manutenção do plano;
- Tipos e cronogramas de exercícios teóricos e práticos, de acordo com os diferentes cenários acidentais estimados;

4.7 Auditorias

São nas auditorias que estão às oportunidades de melhorias. Elas podem ser realizadas por equipes internas da própria empresa ou mesmo por auditores externos independentes, de acordo com a necessidade e grau de exigência da empresa.

Na usina de biodiesel ficou estabelecido um plano anual de auditorias internas, dividido em 4 setores (extração, produção, armazenamento e testes laboratoriais) realizados ao longo do ano. Todos os trabalhos decorrentes das auditorias realizadas nas instalações e atividades correlatas devem ser devidamente documentados, bem como os relatórios decorrentes da implementação das ações sugeridas nesse processo.

Para auxiliar na auditoria foram elaborados LV's (listas de verificações) baseados nas NR's aplicáveis ao setor e diretrizes da empresa.

4.8 Plano de ações corretivas e preventivas (melhoria contínua)

Como procedimento foi estabelecido à revisão dos riscos a cada seis meses ou quanto ocorrer modificações de processo, tecnologia e/ou pessoal. O levantamento dos riscos identificados na unidade de análise foram mapeados e apresentados em forma de Mapa de Risco. Na Tabela 1 foram sumarizadas algumas medidas preventivas que devem ser implantadas na unidade estudada.

Processos	Ações de risco	Medidas preventivas
Plantios experimentais	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Possibilidade de acidente ❖ Possibilidade de insolação ❖ Possibilidade de contaminação 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Uso adequado de EPI's e protetor solar ❖ Manutenção periódica e corretiva nas ferramentas
Testes Laboratoriais	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Manipulação de materiais tóxicos ❖ Possibilidade de vazamentos ❖ Possibilidade de intoxicação 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Uso adequado de EPI's (máscara, luva e bata) e EPC. ❖ Uso de vedação eficiente nos equipamento para evitar fuga de vapores ❖ Padronizar os testes realizados
Preparação dos reagentes	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Manuseio de materiais tóxicos e inflamáveis ❖ Possibilidades de intoxicações e contaminações ❖ Possibilidade de derramar óleo 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Criar padronização de manuseio dos produtos ❖ Uso adequado de EPI's ❖ Realizar treinamentos aos operadores ❖ Automatizar o preparo do catalisador ❖ Mecanizar a carga do óleo
Reação de Transesterificação	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vazamentos de vapores de metanol. ❖ Possibilidade de derramar material reacional ❖ Possibilidade de intoxicações ❖ Possibilidade de contaminações ❖ Ruídos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Automatizar a quantificação do catalisador ❖ Desenvolver rotinas de manuseio e inspeção do equipamento ❖ Instalação de válvulas para retirada de amostras ❖ Desenvolver um sistema que evite fuga do vapor de metanol ao meio ambiente
Recuperação do álcool	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Possibilidade de derramar metanol ❖ Possibilidade de intoxicações ❖ Possibilidade de contaminações 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aplicação de um sistema de recuperação do álcool ❖ Aplicação de um sistema de vedação do vapor de metanol ao meio ambiente. ❖ Desenvolver um dispositivo automatizado de coleta e armazenagem do metanol. ❖ Uso adequado de EPI's;
Purificação do biodiesel	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vazamento de biodiesel. ❖ Possibilidade de derramar o ácido ❖ Possibilidade de intoxicações ❖ Descarte dos efluentes no sistema de coleta 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desenvolver um reservatório com sistema de dosagem de ácido ❖ Criar rotinas de manuseio dos produtos ❖ Tratar o efluente com recuperação do óleo ❖ Uso adequado de EPI's
Armazenamento do álcool, glicerina e biodiesel.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Liberação de vapor de metanol misturado no glicerol. ❖ Possibilidade de derramar o glicerol. ❖ Possibilidade de contaminação 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Automatizar reator para facilitar a retirada do glicerol ❖ Padronização de manuseio dos produtos. ❖ Realizar treinamentos aos operadores ❖ Adotar procedimentos adequados de estocagem ❖ Adotar os equipamentos com tanques de retenção
Manutenção e limpeza	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vazamento de produtos ❖ Possibilidade de contaminação ❖ Possibilidade de acidente ❖ Descarte de materiais de limpeza 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspeção periódica ❖ Manutenção preventiva ❖ Programa de reciclagem ❖ Programa de ginástica laboral ❖ Uso adequado de EPI's

Tabela 1 – Plano de ação das medidas preventivas para as ações de risco

5. Conclusão

As técnicas de gerenciamento de riscos vêm sendo cada vez mais implementadas nas empresas não apenas para cumprir as normas do MTE, mas principalmente por oferecer melhores condições de trabalho, gerenciamento efetivo dos riscos e redução de custos com paradas provocadas por acidentes e incidentes. As etapas principais para o gerenciamento dos riscos são: Revisão dos riscos de processos; Gerenciamento de modificações; Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos; Procedimentos operacionais documentados e implementados; Capacitação de recursos humanos; Plano de emergência; Auditorias; e melhoria contínua.

O estudo realizado na Unidade Experimental de Biodiesel possibilitou a identificação dos riscos de maior grau como a área de recuperação de álcool e secagem do biodiesel, seguido das áreas de lavagem, reação, armazenamento e separação. O setor que possui o maior grau de

severidade é o tanque de armazenamento devido seu volume de combustível estocado. Impactos ambientais também foram identificados principalmente pelo uso/descarte dos reagentes e dos co-produtos, como a glicerina.

Com o estudo foi possível elaborar um plano de ação para mitigar os riscos identificados, ações simples, baratas e fáceis de serem implementadas, mas que podem salvar vidas e equipamentos.

Dentre os possíveis motivos para ocorrência de acidentes no trabalho destacam-se na usina em estudo: falta de instruções de trabalhos adequadas com amplo grau de informação sobre os riscos; atividades feitas de forma não planejada; falta de supervisão adequada; práticas de trabalho impróprias; falta de manutenção adequada; falta de conhecimento dos produtos químicos; e desconhecimento dos fatores de risco pertinentes ao método de trabalho.

Referências

BIODIESELBR. Todas as notícias sobre: acidente. BiodieselBR, Brasil. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/tag/acidente.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. FUNDACENTRO. Diretrizes sobre sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, 2005. 49 p.

BRASIL. Segurança e medicina do trabalho. 67 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2011. 867 p.

CAMPOS, R.J.A. Metodologia de análise energética e exergética aplicada à planta piloto de biodiesel de Caetés-PE. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Recife, 2009.

COLLINS, J. C. & PORRAS, J. I. Construindo a visão da empresa. In. Harvard Business Review, Mudanças. Organizador: Afonso Celso da Cunha Serra. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 27-55. 205 p.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. São Paulo: Studio Nobel, 1999. 3ed.

PACHECO JÚNIOR, W.; PEREIRA, V. L. D. V.; PEREIRA FILHO, H. V.. Pesquisa Científica se Tropeços: Abordagem Sistêmica. São Paulo: Atlas, 2007. 129 p

REVISTA BIODIESELBR. O tempo está passando. Encarte: Brazilian plant map. Curitiba, ano 4, n 19, Out/Nov 2010.

SILVA FILHO, A. M.; BATISTA, R. F.; MELO, J. C.; PACHECO FILHO, J. G. A. Sistemas instrumentados de segurança para uma unidade de produção de Biodiesel. IV Congresso Brasileiro de Mamona & I Simpósio internacional de oleaginosas energéticas, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 193-198.

YIN, R. K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.