



Análise Preliminar de Riscos em Posto Revendedor de Combustíveis

**Juliana da Cruz Paranhos
Evelin Battistella Ferreira**

Projeto Final de Curso

Orientador
Prof. Carlos André Vaz Junior, D.Sc.
Coorientadora
Natália Lobo, Eng.

Janeiro de 2018

Análise Preliminar de Riscos em Posto Revendedor de Combustíveis

Juliana da Cruz Paranhos
Evelin Battistella Ferreira

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenharia Química.

Aprovado por:

Rosane Aguiar da Silva San Gil, D.Sc.

Laura B. de Barros Rigo, Eng.

Estevão Freire, D.Sc.

Orientado por:

Carlos André Vaz Junior, D.Sc.

Natália Ornellas Lobo Rodrigues, Eng.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Janeiro de 2018

Paranhos, Juliana C.; Ferreira, Evelin B.

Análise de Riscos em Posto de Combustíveis.

Juliana da Cruz Paranhos e Evelin Battistella Ferreira. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2018.
x, 68 p.; il.

(Projeto Final de Curso) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química,
2018. Orientador Carlos André Vaz Junior e Coorientadora Natália Lobo.

1. Posto revendedor de combustíveis. 2. Postos de combustíveis. 3. Análise de risco em Posto. 4. Projeto Final (Engenharia Química UFRJ/EQ). 5. Carlos André Vaz Junior e Natália Ornellas Lobo Rodrigues I. Análise de Riscos em postos de combustíveis

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo
para todo o propósito debaixo do céu.”

Eclesiastes 3:1

Agradecimentos

Juliana da Cruz Paranhos:

À Deus a quem devo gratidão por todas as coisas, minha mãe Mary, meus irmãos Gabriela e José Ricardo, às minhas tias Mirian e Marcia, meu tio Felipe, meus primos Ana Carolina, Luiz Felipe e Luiz Henrique por todo apoio fundamental, eu amo muito vocês. Aos meus avós amados Waldyr e Palmyra (in memoriam), que infelizmente não puderam estar presentes neste momento tão feliz e esperado. Obrigada por tudo, muitas saudades!

À toda a minha equipe no trabalho, que me motiva e inspira a me tornar uma profissional cada vez melhor, em especial às Engenheiras Nathalia Pimenta e Mayara Belório.

À Marianne Teixeira, Engenheira da área de Segurança e Meio Ambiente por toda a ajuda e contribuição.

À minha companheira de projeto final, Evelin, por todo apoio e dedicação, e à todos os amigos que ajudaram e me apoiaram na trajetória.

Evelin Battistella Ferreira:

Agradeço à Deus pela sua graça e amor infinitos, por me despertar todos os dias e por todas as pessoas através das quais Ele se faz presente na minha vida.

À minha mãe, Márcia, por todo seu cuidado, amor e dedicação. Ao meu irmão, Érico, e primo, Everton, por me ajudarem a ser melhor, ao meu padrasto, Jorge, por todo incentivo, às minhas irmãs de coração Laraine e Izabela, por todo companheirismo.

À minha eternamente amada, Tia Lêda, sempre compreensiva e incentivadora.

À minha orientadora de IC, Rosane San Gil, por toda sua paciência, apoio e ensinamentos passados desde o início da minha trajetória acadêmica.

Às amigas Mylena, Luiziane, Carolina, Taiana e Desirée por todo apoio sempre.

À minha companheira de projeto final, Juliana, pela sua proatividade e empenho dedicados à este trabalho.

E finalmente, nós duas agradecemos ao professor orientador Carlos André e coorientadora Natália Lobo, por todo suporte e conhecimento transmitidos. E aos professores da Escola de Química da UFRJ que contribuíram na construção da nossa formação acadêmica.

Resumo do Projeto de Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Análise Preliminar de Riscos em Posto Revendedor de Combustíveis

Juliana da Cruz Paranhos

Evelin Battistella Ferreira

Janeiro, 2018

Orientador: Prof Carlos André Vaz Junior

Coorientadora: Natália Ornellas Lobo Rodrigues

A Análise de Riscos, processo de caracterização e gerenciamento de fatores de risco, é desenvolvida com base no estudo de cenários a fim de se dimensionar as consequências de determinado acontecimento, que é avaliado de acordo com parâmetros de frequência e severidade previamente estabelecidos. Por meio desta, são definidas medidas de ações que contribuam para a redução ou impedimento da ocorrência de perdas por dado acontecimento. Esta análise pode ser feita em todos os estágios de um projeto, desde o seu desenvolvimento à operação do processo em si; seja de produção industrial, operações logísticas ou revenda de produtos, por exemplo, portanto é indicada para avaliação de riscos em Postos Revendedores de Combustíveis (PRC), cuja principal atividade é a revenda de produtos inflamáveis. PRC são empreendimentos potencialmente poluidores, geradores de acidentes ambientais e que apresentam consideráveis riscos de incêndio e explosão. No Brasil, dados da ANP de 2017 apontam a presença de 41.689 PRC, o que motiva a realização de estudos de análise de riscos sobre tais estabelecimentos. E, apesar de a principal atividade de PRC ser a revenda de combustíveis, é cada vez mais comum modelos de negócio que incluem a prestação de serviços ao cliente através da implantação de lojas de conveniência. Neste trabalho, a presença de loja de conveniência em PRC foi avaliada quanto ao seu impacto sobre riscos por meio da técnica Análise Preliminar de Riscos (APR). Os dados do PRC do estudo de caso, obtidos por meio de visitas e entrevistas a respeito da estrutura do posto e atividades exercidas, foi suficiente para concluir, a partir de todos os cenários de risco avaliados, que a presença da loja de conveniência não contribui para o aumento significativo de riscos.

Palavras-chave: posto, combustíveis, análise, preliminar, riscos, APR, loja, conveniência.

Abstract of a Final Project presented to Escola de Química as partial fulfillment of the requirements for obtaining the degree of Chemical Engineering.

Preliminary Risk Analysis of Fuel Retail Station

Juliana da Cruz Paranhos

Evelin Battistella Ferreira

January, 2018

Supervisor: Prof. Carlos André Vaz Junior

Co-supervisor: Eng. Natália Ornellas Lobo Rodrigues

Risk Analysis, a process of characterization and management of risk factors, is developed based on the study of scenarios in order to size the consequences of a certain event, which is evaluated according to parameters of frequency and severity previously established. Hence, measures of action that contribute to the reduction, or even impediment of the occurrence of losses are defined for a given event. This analysis can be done at all stages of a project, from its development to the operation of the process itself; whether for industrial production, logistical operations or resale of products, for example, therefore it is indicated for risk assessment at Fuel Retail Stations, whose main economic activity is based on the resale of flammable products. Fuel Retail Stations are potential polluters companies and environmentally damaging, which also present relevant risk of fire and explosion. In Brazil, ANP data from 2017 point to the presence of 41,689 Fuel Resellers, which motivates the carrying out of risk analysis studies on such establishments. And although the primary business of Fuel Retail Stations is the resale of fuels, it is increasingly common business models that includes providing customer service through the deployment of convenience stores. In this work, the presence of convenience store in Fuel Retail Station was evaluated as to its impact on risks through the Preliminary Risk Analysis technique. The data from the Fuel Retail Station of the case study, obtained through visits and interviews regarding the structure of the station and its activities,, was sufficient to conclude, from all the risk scenarios evaluated, that the presence of the convenience store does not contribute significantly to the increase in risks.

Keywords: station, fuel, analysis, primary, risks, PRA, store, convenience.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
1.1. Objetivos.....	13
1.2. Metodologia.....	14
2. Análise da Área de Estudo	15
2.1. Caracterização de Posto Revendedor de Combustível	15
2.2. Combustíveis Comercializados em PRC	16
2.2.1. Óleo Diesel.....	16
2.2.2. Gasolina	18
2.2.3. Álcool.....	19
2.2.4. Gás Natural (GN)	20
2.3. O Mercado dos PRC	20
2.4. Descrição de um PRC com Loja de Conveniência	21
2.5. Riscos Associados.....	24
2.5.1. Riscos Toxicológicos	26
2.5.2. Análise de Caso de Risco Toxicológico em PRC	31
2.5.2. Riscos de Incêndio e Explosão.....	36
2.5.3. Riscos Ambientais.....	40
3. Análise e Gerenciamento de Riscos	42
3.1. O que é Análise de Riscos?.....	42
3.3. Categorias de Riscos	42
3.4. Risco: relação entre Frequência e Severidade	43
3.5. Análise Qualitativa de Risco.....	43
3.5.1. Passos para análise de Frequência e Severidade	45
3.5.2. Métodos de Análise de Risco.....	46
3.5.2.1. APR – Análise Preliminar de Riscos.....	47
4. Estudo de caso em PRC com loja de conveniência.....	49
4.1. Objetivo do Estudo de Caso	49
4.2. Descrição do Empreendimento	49
4.3. Elaboração do APR	59
4.4. Análise de Cenários do APR.....	65
5. Considerações finais.....	70
Referências Bibliográficas.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Imagens de vapor de gasolina obtidos através de câmara térmica.....	35
Figura 2.2 – Esquema adaptado de divisão em zoneamentos de riscos em PRC.....	38
Figura 2.3 – Esquema adaptado de PRC ilustrando zonas de risco	38
Figura 3.1 – Matriz de Risco.	46
Figura 4.1 - Vista geral da área de abastecimento.....	49
Figura 4.2 – Recorte adaptado da planta baixa do PRC em estudo.....	51
Figura 4.3 – Vista geral da área de troca de óleo.	52
Figura 4.4 – Vista geral das prateleiras de armazenamento de óleo.	52
Figura 4.5 – Planta do PRC analisado.	54
Figura 4.6 – Bomba de abastecimento.	55
Figura 4.7 – Canaletas de drenagem oleosa.	55
Figura 4.8 – Respiros dos tanques e pontos de descarga à distância.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 – Porcentagens relativas.	16
Gráfico 2.2 – Evolução temporal.....	18
Gráfico 2.3 – Avaliação do parâmetro velocidade do vento	31
Gráfico 2.4 – Avaliação do parâmetro temperatura.....	32
Gráfico 2.5 – Avaliação do parâmetro localização de PRC.	32

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Limites de tolerância toxicológico.	28
Quadro 2.2 – Limites de exposição para BTX.	30
Quadro 2.3 – Limites de tolerância experimental da análise de caso.	33
Quadro 3.1 – Categorias de Severidade e suas respectivas descrições.	44
Quadro 3.2 – Categorias de Frequência e suas respectivas descrições.	45
Quadro 3.3 – Modelo de planilha para aplicação de APR.	48
Quadro 4.1 – Características dos tanques de armazenamento do PRC.	50
Quadro 4.2 – Avisos obrigatórios estabelecidos para PRC.	57
Quadro 4.3 – Matriz definição da categoria de severidade.	59
Quadro 4.4 – Matriz correspondência Probabilidade/Frequência.	59
Quadro 4.5 – Matriz de Risco: Análise de Frequência e Severidade.	60
Quadro 4.6 – Legenda para classificação da significância da Matriz de Risco.	60
Quadro 4.7 – APR elaborado para o PRC estudo de caso.	64

1. Introdução

Postos Revendedores de Combustíveis, ou PRC, fazem parte da sociedade há mais de 100 anos (NACS, 2013) e representam uma necessidade comum ao cotidiano das mais diversas culturas do mundo: o consumo de combustíveis. Esta alta demanda por combustíveis justifica que a presença de PRC seja inerente à existência de cidades; de modo geral, pode-se inferir que quanto maior o número de habitantes, tanto maior a quantidade de postos em um determinado local.

No Brasil, dados de Janeiro de 2017 apontam a presença de 41.689 Postos Revendedores de Combustíveis (PRC) (ANP, 2017), enquanto a frota nacional de veículos chegou a 51.296.981 automóveis até o final do ano anterior (IBGE, 2016). Esses dados destacam a importância dos empreendimentos responsáveis pelo abastecimento automobilístico dentro do contexto nacional, e pode-se destacar, segundo o CONAMA, que:

Toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configuram-se como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais; considerando que os vazamentos de derivados de petróleo e outros combustíveis podem causar contaminação de corpos d'água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar; considerando os riscos de incêndio e explosões, decorrentes desses vazamentos, principalmente pelo fato de que parte desses estabelecimentos localizam-se em áreas densamente povoadas (CONAMA, 2000).

Além do armazenamento de materiais inflamáveis e realização de operações intrínsecas ao serviço como manuseamento e transporte de combustíveis, o fluxo de pessoas em um PRC pode representar risco para clientes, moradores próximos à instalação e ao meio ambiente no qual está inserido. Dentre os serviços que um PRC costuma fornecer, a loja de conveniência tem maior influência sobre tal fluxo de pessoas, já que é a atividade comercial mais abrangente quanto aos clientes que pode atender se comparada a serviços de troca de óleo ou calibragem de pneus, por exemplo.

Dessa forma, apesar do aperfeiçoamento de aparelhos e medidas de prevenção de acidentes ao longo desses mais de 100 anos de existência de PRC, torna-se evidente a relevância sobre o estudo e investigação contínua sobre possíveis riscos relacionados estabelecimentos desse tipo, de modo a proporcionar maior segurança de trabalhadores do local assim como de consumidores que o frequentam. Tal estudo e investigação são feitos de

maneira a propor medidas de controle ou mudanças em processos, e podem ser realizados por meio de metodologias como a Análise de Riscos.

Uma análise de risco é sempre uma abordagem proativa, uma vez que trata exclusivamente de possíveis acidentes, o que se opõe à investigação de acidentes, que se trata de uma abordagem que busca determinar as causas e circunstâncias dos acidentes que já aconteceram (SOUZA, 1995). Ela é basicamente dividida em três etapas principais: a identificação do perigo através da identificação dos riscos e ameaças relacionados ao contexto avaliado; a análise de frequência para cada causa identificada como possível geradora de um cenário acidental, a partir de uma avaliação dedutiva e estimada; e uma análise de consequências, a fim de se identificar as possíveis consequências e gravidades dos eventos avaliados e possibilitar a determinação mais eficaz de medidas de mitigação ou controle.

A análise de riscos pode ser qualitativa, na qual probabilidades e consequências avaliadas são determinadas por estimação subjetiva, ou quantitativa, que envolve estimativas numéricas baseadas em experimentos ou dados estatísticos para avaliação de probabilidades e/ou consequências. A elaboração deste método inclui a análise de aspectos socioeconômicos e ambientais, além de incluir a comparação dos resultados com critérios de aceitação de risco. Tais critérios devem ser determinados com base na aceitação dentro do contexto de valores atuais da legislação vigente, da sociedade, e da própria organização que irá operar a instalação (RAUSAND, 2011).

Assim, além das normas previstas em legislação impostas principalmente através da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP), a Análise de Riscos destaca-se como um método eficaz, utilizado por profissionais da área da segurança, para identificar os riscos prévios existentes na realização de uma determinada atividade como também as medidas de controle associadas a tais riscos. Neste trabalho, a Análise Qualitativa de Risco, por meio da ferramenta Análise Preliminar de Riscos (APR), foi utilizada em um PRC. O objeto de estudo foi um PRC com loja de conveniência, avaliado quanto à relevância da presença da loja sobre a gravidade de riscos associados.

1.1. Objetivo

Avaliar os riscos associados à segurança em um Posto Revendedor de Combustíveis utilizando-se a técnica Análise Preliminar de Riscos.

1.2. Metodologia

A metodologia do trabalho consiste na análise de dados da bibliografia, destacando-se ALYAMI 2016 e HSA 2017, seguido da elaboração de uma Análise Preliminar de Riscos considerando o impacto da presença de uma Loja de Conveniência sobre os riscos associados à segurança e ao meio ambiente em um estudo de caso.

A revisão bibliográfica de ALYAMI 2016 consiste na avaliação dos riscos toxicológicos associados à exposição ocupacional aos vapores de gasolina em PRC, e HSA 2017 à segmentação do PRC em áreas de inflamabilidade, seguidos da análise das autoras aos resultados obtidos.

Para a construção da Análise Preliminar de Riscos, o Posto Revendedor de Combustíveis escolhido como estudo de caso para a construção da Análise Preliminar de Riscos, está localizado na região metropolitana do Rio de Janeiro, e por questões de sigilo não será identificado.

A escolha de tal empreendimento como objeto de estudo do presente trabalho se deu por possuir o maior fluxo de veículos na região de São Cristóvão no Rio de Janeiro, estar localizado em uma região plana, estar inserido em uma área comercial do distrito, possuir uma loja de conveniência e a revenda varejista dos principais combustíveis gasolina, etanol e óleo diesel.

A construção da Análise Preliminar de Riscos sobre tal estabelecimento, foi baseada em informações extraídas através de visitas periódicas e entrevistas sobre questionamentos técnicos, e informações estruturais do posto com funcionários do departamento de saúde, segurança e meio ambiente da empresa responsável pela revenda varejista e administração do estabelecimento.

2. Análise da Área de Estudo

2.1. Caracterização de Posto Revendedor de Combustível

Postos revendedores de combustíveis (PRC) podem ser definidos estabelecimentos que possuem atividade comercial normalmente localizada próxima de grande tráfego de veículos, no qual são oferecidos serviços de abastecimento de combustíveis e, opcionalmente, serviços que promovem a conveniência do usuário, como serviços de mecânica automotiva, troca de óleo, calibração dos pneus, lavagem e as denominadas lojas de conveniência. De acordo com o CONAMA e a ANP, temos as seguintes definições:

Postos Revendedores de Combustíveis são instalações onde se exerce a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de Petróleo, álcool e outros combustíveis automotivos, dispo de equipamentos medidores e sistemas de armazenagem (CONAMA,2000).

Adicionalmente à comercialização a varejo de combustíveis e outros derivados do petróleo para uso em automóveis, sejam envasados ou a granel como óleo lubrificante, aditivo para combustíveis líquidos, aditivo para óleo lubrificante, graxas lubrificantes ou querosene iluminante, fica facultado o desempenho, na área ocupada pelos postos revendedores, de outras atividades comerciais e de prestação de serviços, sem prejuízo à segurança, saúde, meio ambiente e ao bom desempenho da atividade da revenda varejista (ANP, 2013).

O desempenho de outras atividades comerciais conforme o exposto acima permite o desenvolvimento de outros modelos de negócio nas dependências do PRC tais como as lojas de conveniência. No Brasil, a ANP é o órgão que regulamenta as atividades ligadas aos produtos derivados de petróleo e biocombustíveis, assim, a atividade varejista de combustíveis somente poderá ser exercida através do registro de revendedor varejista expedido pela ANP.

O Instituto Estadual do Ambiente (INEA) que, através do CONAMA, legisla sobre as especificações relacionadas aos geradores de poluição e acidentes ambientais, licencia e fiscaliza no estado do Rio de Janeiro o cumprimento das normas estabelecidas, sendo responsável pela identificação e monitoramento ambiental da atividade de revenda de combustíveis.

2.2. Combustíveis Comercializados em PRC

O consumo nacional de combustíveis em 2016 foi de 135.436 bilhões de litros, sendo o óleo diesel responsável pela primeira posição no ranking de consumo, com 54,279 bilhões de litros, o correspondente a 45% do total (ANP, 2016). A gasolina foi responsável por 32% do consumo, com 43,019 bilhões de litros, o etanol (considerando a soma das formas anidro e hidratado) por 17,5% ou 26,201 bilhões de litros, o biodiesel com 3,799 bilhões de litros ou 3,3% de participação no consumo, e o GNV por 2,1%, ou o equivalente a 4,976 milhões de m³/dia.

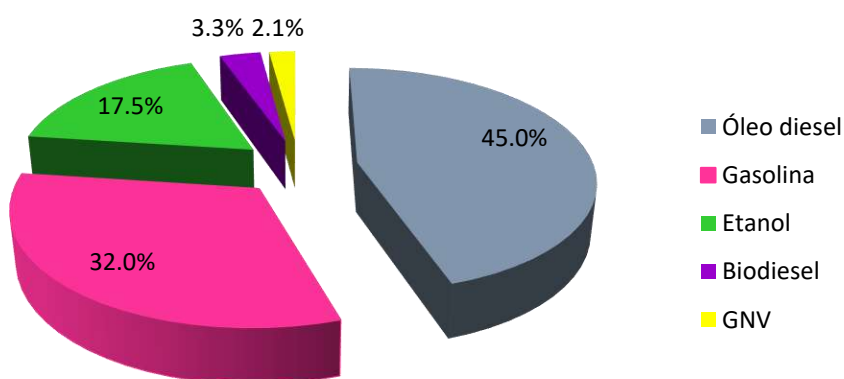


Gráfico 2.1 – Porcentagens relativas ao total de 135.436 bilhões de litros de combustíveis consumidos no Brasil em 2016.

Fonte: ANP, 2016.

2.2.1. Óleo Diesel

O óleo diesel trata-se de um combustível líquido derivado do petróleo, composto por hidrocarbonetos com cadeias de 8 a 16 carbonos e, em menor proporção, nitrogênio, enxofre e oxigênio. É utilizado principalmente nos motores ciclo Diesel (de combustão interna e ignição por compressão) presente em veículos de grande porte como caminhões de carga, trens e ônibus (ANP, 2017).

O Departamento Nacional de Combustíveis especifica quatro tipos básicos de óleo diesel, A, B, C e D. Sendo o diesel do tipo A utilizado em motores de ciclo diesel (ônibus, caminhões, carretas e veículos utilitários). O combustível caracteriza-se por possuir um teor máximo de enxofre de 1,0%, e é encontrado em todo o Brasil. O diesel do tipo B possui as mesmas aplicações do tipo A, diferindo apenas no teor máximo de enxofre de 0,5%, e é comercializado apenas nas regiões metropolitanas de Porto Alegre, Curitiba, Rio de Janeiro,

Belo Horizonte, Recife e Fortaleza. O diesel do tipo C possui teor máximo de 0,3% em sua composição e temperatura inferior de destilação quando em comparação aos demais, e existem restrições sobre sua disponibilidade no território nacional (MELGAR, 2008).

Já o óleo do tipo D é conhecido como marítimo devido ao seu uso em motores de embarcações marítimas. Quanto à sua composição, se assemelha ao do tipo A, diferindo apenas no seu ponto de fulgor que apresenta menor magnitude (PETROBRAS, 2017).

O óleo diesel encontrado em PRC para abastecimento de veículos é do tipo B e quanto à identificação preliminar de seus perigos relacionados mais importantes, se trata de um líquido inflamável que, se inalado, pode causar irritação das vias aéreas superiores, dor de cabeça, náusea e tonturas. As medidas de combate a incêndio relacionadas ao produto incluem, o uso de agentes extintores de incêndio como espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono seguido do acionamento do corpo de bombeiros (FISPQ BR, 2017).

A ANP estabelece o óleo diesel S10 e S500 de uso rodoviário, para veículos automotivos, máquinas agrícolas, máquinas de construção e máquinas industriais. Essas especificações de diesel consistem no estabelecimento do teor máximo de enxofre em cada composição. Sendo o S10 com teor de enxofre máximo por kg de combustível de 10 mg/kg e o S500 de 500 mg/kg. Já o uso do diesel S1800 de uso não rodoviário, de teor máximo de enxofre de 1800 mg/kg, é permitido para uso em mineração a céu aberto, transporte ferroviário e geração de energia elétrica.

De forma a minimizar a emissão de gases poluentes, como os compostos de enxofre, utiliza-se o biodiesel como complementar ao óleo diesel de petróleo. O biodiesel é um combustível obtido a partir do processo químico de transesterificação, por meio do qual triglicerídeos presentes em óleos e gorduras reagem com álcool primário ou secundário na formação de éster e glicerina. O éster pode ser comercializado como biodiesel após ser submetido a processos de purificação e adequação de especificações técnicas, sendo destinado principalmente ao uso em veículos rodoviários (OLIVEIRA, 2012).

A complementaridade do biodiesel junto ao óleo diesel é obrigatória em todo o território nacional desde janeiro de 2008, a partir do artigo 2º da Lei nº 11.097/2005, estabelecendo teor de 2% de biodiesel no óleo diesel, sendo conhecido como óleo diesel B2. Com o passar dos anos, este teor foi aumentado até 5% em 2010, quando em 2014, segundo a Lei nº 13.033/2014, foi estabelecido um teor de 7 % no diesel. Finalmente em 2016, a Lei nº 13.263/2016 estabeleceu que o aumento do teor de biodiesel no óleo diesel fóssil deve seguir

um cronograma para atingir o teor final de 10% de biodiesel no combustível óleo diesel até o ano de 2019 (ANP, 2016).

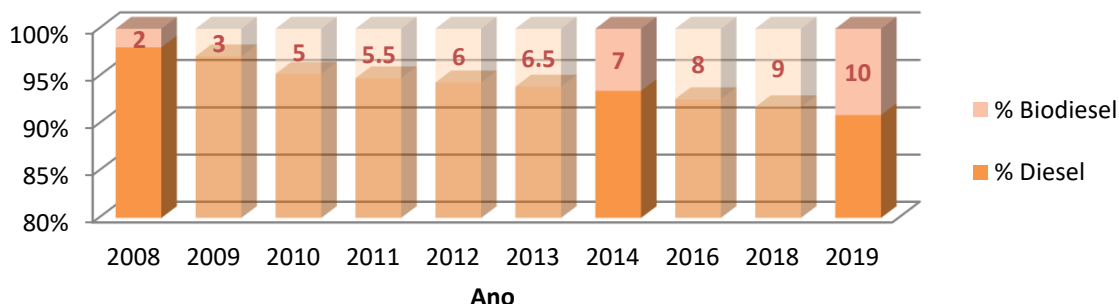


Gráfico 2.2 – Evolução temporal quanto à obrigatoriedade da adição de Biodiesel ao óleo Diesel derivado do petróleo; anos de 2008, 2014 e 2019 representam porcentagens mínimas de biodiesel estabelecidas por Lei; anos entre 2009 e 2016, além de 2018 e 2019 representam estimativas de proporção de biodiesel no óleo comercializado em território nacional.

Fonte: ANP, 2016.

2.2.2 Gasolina

A gasolina, segundo combustível mais consumido do Brasil, é composta de hidrocarbonetos e pertence às classes das parafinas (normais ou ramificadas), olefinas, naftênicos e aromáticos, formados por cadeias de 4 a 12 átomos de carbono, com pontos de ebulição variando de 30 a 215°C. No Brasil, são comercializadas gasolinas do tipo A ou C (ANP, 2017).

A gasolina do tipo A é derivada diretamente da refinaria sem a adição de etanol, e possui destinação industrial ou de importação, enquanto a gasolina do tipo C possui adição de 27 % de etanol em porcentagem volume por volume e se trata da variedade vendida nos postos revendedores (MAPA, 2015). Esta pode ser segmentada em 3 categorias: gasolina comum, premium e aditivada, sendo que estas (premium e aditivada) possuem maiores taxas de compressão, o que as torna indicadas à veículos de alto desempenho, por aumentar o rendimento do motor.

A gasolina do tipo comum consiste na gasolina do tipo C e não possui aditivos, enquanto a do tipo C denominada “aditivada” tem sua octanagem aumentada através da adição de compostos com propriedades antidetonantes e antioxidantes, tais como o MTBE (éter metiltercbutila), ETBE (éter etiltercibutila), TBA (álcool tercbutílico), MMT (metilpentadienilmanganês tricarbonila). São também adicionadas outras substâncias

olefinas e aromáticas que promovem o aumento no teor de isoctano e promovem a melhoria na combustão, limpeza de válvulas e bicos injetores, além de também influenciar na octanagem, resistência que a gasolina possui à auto-ignição (detonação) cujo número mínimo admitido é 80, e promover outros benefícios automotivos (MELLO, 2008).

A gasolina do tipo premium possui taxa de octanagem mais elevada (em torno de 95 Índice AntiDetonante – IAD) enquanto as do tipo comum e aditivada possuem IAD em torno de 87. O IAD se baseia na média aritmética dos índices RON (sigla para o número de octano de pesquisa, que promove uma avaliação de resistência a detonação do combustível em baixa rotação) e MON (sigla para o número de octano no motor, que se baseia em um método inverso ao RON, avalia a resistência a detonação do combustível a altas rotações), e caracteriza o grau de octanagem do combustível (SOUZA, 2013).

A gasolina do tipo aditivada possui em sua composição compostos com propriedades detergentes e dispersantes, contribuindo para a limpeza do motor e sistemas de injeção que alimentam o motor (ANP N°1, 2014).

A gasolina encontrada em PRC para o abastecimento, quanto a sua identificação preliminar de perigos, se trata de um líquido inflamável e nocivo que pode causar efeito narcótico. Por inalação, pode provocar dor de cabeça, náuseas e tonteados, cujas medidas de combate a incêndio incluem o uso de agentes extintores como espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono, seguido do acionamento do corpo de bombeiros (FISPQ BR, 2017).

2.2.3 Etanol

No Brasil, o etanol é um combustível obtido de fonte renovável através da biomassa da cana de açúcar, é límpido, sem coloração e fórmula molecular $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Pode ser utilizado como combustível na forma pura ou misturado com a gasolina do tipo C, com teor de 24 a 25% (FISPQ BR, 2017).

O etanol quanto à identificação preliminar de seus perigos relacionados mais importantes, se trata de um líquido inflamável, que em concentrações entre 92,6 – 93,8 %, pode provocar irritação ocular grave, irritação das vias respiratórias e se ingerido provocar defeitos genéticos e infertilidade.

As medidas de combate a incêndio incluem o uso de agentes extintores de pó químico ou dióxido de carbono seguido do acionamento do corpo de bombeiros.(FISPQ BR, 2017).

2.2.4 Gás Natural (GN)

Também comercializado em diversos postos de combustíveis, o Gás Natural (GN) é uma substância composta por hidrocarbonetos de baixo peso molecular como metano (CH_4) majoritariamente, etano (C_2H_6) e propano (C_3H_8), que permanecem em estado gasoso nas condições atmosféricas normais (ANP, 2017).

O GN apresenta ainda contaminantes como nitrogênio (N_2), gás carbônico (CO_2) e oxigênio (O_2), cujos teores devem ser monitorados a fim de evitar diferença na performance esperada do combustível. O Gás Natural Veicular (GNV), comercializado em PRC é uma mistura combustível proveniente do gás natural, destinada ao uso veicular e cujo componente principal é o metano. Os cilindros de armazenamento de GNV são dimensionados para suportar a pressão máxima de revenda permitida, de até 22,0 Mpa (ANP, 2017).

Dois formas de gás natural são comumente conhecidas: gás natural comprimido ou gás natural veicular (GNV) e gás natural liquefeito ou também conhecido como gás liquefeito do petróleo (GLP). O GLP obtido a partir do gás natural, consiste em uma fração do gás com alto teor de propano e butano, utilizado predominantemente em botijões de gás para fins de aquecimento em cozinhas domésticas ou industriais. O GNV é produzido através da compressão do gás natural a um volume correspondente a menos de 1% do seu volume na pressão atmosférica padrão (ANP, 2017).

O gás natural quanto à identificação preliminar de seus perigos relacionados mais importantes se trata de um gás inflamável e pressurizado, que pode provocar explosão sob rompimento através de choque/fissura, calor ou pressurização excessiva do cilindro de armazenamento, e pode causar sonolência, vertigem, tosse e falta de ar, dor de cabeça, náuseas, tonturas e confusão mental. E as medidas de combate a incêndios, incluem o uso de agentes extintores de pó químico ou dióxido de carbono, espuma resistente a álcool e neblina d'água, seguido do acionamento do corpo de bombeiros (FISPQ BR, 2017).

2.3 O Mercado dos PRC

No Brasil normalmente um PRC contrata uma determinada empresa distribuidora de combustíveis, assina um contrato de exclusividade, e então o dono do posto usa a marca do distribuidor em seu posto. Outra possibilidade é abrir um posto sem marca/bandeira, popularmente conhecido como posto de bandeira branca, no qual o dono pode ter contrato

com diferentes distribuidoras, sendo suficiente apenas a identificação da marca do distribuidor na bomba de abastecimento (OLIVEIRA, 2011).

Os dados de janeiro de 2017 da ANP apresentam que no Brasil existem 41.689 revendedores varejistas exclusivamente de combustíveis líquidos, sendo dentro destes, 17.093 de bandeira branca, e 65.689 revendedores de combustíveis líquidos e gás natural veicular (GNV). Por meio desses números, entende-se que a revenda de GNV no Brasil também é significativa, visto que este combustível encontra-se disponível para consumo em mais de 20.000 estabelecimentos revendedores.

A venda de combustíveis no mercado brasileiro no ano de 2016 totaliza 135.436 bilhões de litros, o que representa uma redução de 4,5% em relação aos dados do registrado em 2015, o que pode ser justificado através da crise econômica instaurada no Brasil atualmente. (ANP, 2017). Estes dados demonstram a relevância de PRC no cenário da economia nacional e, ao considerar a sua localização comum em regiões de alta densidade demográfica, é de fundamental importância a realização de estudos de avaliação de segurança em seu funcionamento.

2.4 Descrição de um PRC com Loja de Conveniência

A estrutura da pista de abastecimento de um PRC é basicamente composta por uma área coberta, na qual é realizado o atendimento dos clientes, há a circulação de funcionários (chamados frentistas), os veículos são abastecidos, e os demais serviços oferecidos pelo posto são ofertados. Na área de abastecimento da pista são instaladas bombas de combustível, o balcão do caixa e uma área destinada à venda de produtos automobilísticos tais como óleos lubrificantes e aditivos para radiadores. Tais produtos são ofertados para consumo de impulso dos motoristas no momento de abastecimento, ou durante algum serviço prestado ao mesmo ainda no local de abastecimento.

Caso o posto possua outras dependências, como área de lavagem de veículos, serviços mecânicos automotivos, troca de óleo e/ou loja de conveniência, tais espaços serão anexos à área de abastecimento. Normalmente, localizam-se em frente à pista de abastecimento, na extremidade oposta à entrada de veículos no PRC.

Abaixo da pista de abastecimento, são instalados tanques de armazenamento, onde os combustíveis são estocados. As operações envolvendo líquidos inflamáveis em PRC devem ser realizadas em locais onde não sejam constituídos riscos significativos de incêndio ou de

explosão (CONAMA, 2000). Assim, a estrutura que abriga a operação de um posto revendedor de combustível deve ser construída de maneira a comportar as operações que ali forem conduzidas, considerando as classes dos líquidos manuseados, atendendo a determinados requisitos.

A NR 20 de 2017 dispõe sobre os PRC na classificação das instalações, como pertencentes à classe I que corresponde à atividade em postos de serviço com inflamáveis e/ou líquidos combustíveis. Tal Norma define que o empregador de instalações de tal classe deve elaborar e documentar as análises de risco das operações bem como o manuseio e manipulação de inflamáveis e de líquidos combustíveis e também que no projeto do PRC devem ser observadas as distâncias de segurança entre as instalações e as áreas vizinhas, estabelecidas em normas técnicas nacionais.

Os tanques de PRC são regulamentados pela norma NBR 16161 de 2015, que estabelece os requisitos gerais para a fabricação dos tanques cilíndricos destinados à armazenagem subterrânea de combustíveis. Já a NBR 7821 de 1983, trata sobre os materiais permitidos, o projeto, a soldagem e a presença de teto fixo ou flutuante dentre as demais características de tanque de armazenamento caso este não seja enterrado.

Em relação à armazenagem de tais combustíveis líquidos em tanques subterrâneos, as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros (IT – 22, 2015) regulamentam a distância mínima do PRC até o limite de uma construção vizinha da distância equivalente à metade do diâmetro do tanque para os tanques com teto flutuante ou fixo com a existência de um sistema de combate a incêndio e Corpo de Bombeiros local ou Brigada Externa ao posto, e equivalente ao diâmetro para tanques com teto fixo ou flutuante sem a presença de sistema de combate a incêndio e inexistência de órgãos de socorro locais.

Passagens e corredores dos PRC devem ser mantidos desocupados a fim de facilitar a movimentação de pessoas e dos equipamentos de combate a incêndio e a ventilação deve ser feita natural ou artificialmente a fim de promover a eliminação de fumaça, calor e compostos voláteis provenientes dos combustíveis, sendo a descarga da ventilação feita para um local seguro, com circulação satisfatória de ar a fim de evitar acúmulo de vapores inflamáveis (NPT025, 2012). Além da ventilação, a Norma de Procedimento Técnico (NPT025, 2012) prevê que o posto deve possuir sistema de drenagem através de calhas que circundam as áreas de abastecimento e todo o entorno do estabelecimento, promovendo o recolhimento de combustíveis líquidos provenientes do abastecimento ou de vazamentos e de óleo lubrificante.

Antes do envio do material coletado através dos sistemas de drenagem para os esgotos públicos, o mesmo deve ser percorrido por sistemas de caixas de contenção ou separadores a fim de impedir a descarga de líquidos inflamáveis e combustíveis e óleos, em cursos d'água e redes públicas de esgoto. Os equipamentos devem ser projetados e dispostos de maneira a evitar possíveis vazamentos de líquidos e vapores no PRC.

Sobre a proteção contra incêndios, a norma ABNT 17505-5/2013 prevê a proteção através da instalação de aspersores ou chuveiros automáticos, extintores de incêndio e elaboração de um plano de ação de emergência (PAE), compatível com os equipamentos previstos no projeto estrutural do posto e na quantidade de funcionários disponíveis, para reagir a incêndios e outras emergências correlatas, incluindo procedimentos de treinamento a serem seguidos no caso de ocorrência de fogo, como o acionamento de alarme seguido do acionamento do corpo de bombeiros, da evacuação das pessoas e, caso seja previsto no plano de ação, controlar o incêndio com uso de extintores.

Ainda dentro das recomendações de segurança na estrutura de PRC, segundo instrução normativa ABNT 17505-6/2013, como controle de fontes de ignição a fim de evitar a ignição de vapores inflamáveis, deve-se evitar as seguintes fontes em postos: chamas abertas, descarga atmosférica, superfícies quentes, calor radiante, cigarros acesos, corte e soldagem, fontes de ignição espontânea, calor de fricção que promova a geração de faíscas, eletricidade estática, faíscas elétricas, fornos, chaminés e equipamentos de aquecimento, telefones celulares e máquinas fotográficas. Observa-se o tradicional uso de placas de sinalização na pista de abastecimento, indicando a proibição no uso de telefones celulares e no ato de fumar dentro das dependências de um PRC.

Tais equipamentos, dispostos em detalhes em normas técnicas da ABNT, promovem a proteção contra transbordamento, derrame de combustível e contra a corrosão, contribuindo para a redução do risco de contaminação ambiental (ar e solo) e de riscos de segurança para pessoas e para a estrutura do PRC.

Assim, os postos de combustíveis possuem basicamente as seguintes instalações:

- unidade de abastecimento de veículos (bomba de gasolina);
- tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis
- pontos de descarga de combustíveis onde os caminhões-tanques fazem o reabastecimento;
- tanque para recolhimento e guarda de óleo lubrificante usado (geralmente enterrados);

- tubulações enterradas que comunicam o ponto de descarga com o reservatório e este com as bombas de abastecimento;
- unidade de filtragem de diesel
- sistema de drenagens oleosas e fluviais;
- equipamentos de proteção e controle de derrames e vazamentos de combustíveis;
- equipamentos de segurança quanto a incêndios e explosões;
- possíveis edificações adjacentes para escritório, loja de conveniência, centro de lubrificação e/ou centro de lavagem.

2.5 Riscos Associados

A Resolução 273 de 2000 da CONAMA dispõe sobre o risco potencial presente em toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configurando o PRC como um empreendimento potencialmente poluidor, gerador de acidentes ambientais e com riscos de incêndios e explosões.

Em PRC existe o risco de vazamento de combustíveis como óleo diesel, gasolina, álcool e GNV, além de compostos gasosos derivados dos combustíveis chamados Compostos Orgânicos Voláteis (COV), que juntamente com os demais compostos, podem causar contaminação do ar.

De maneira geral, os principais resíduos gerados em PRC derivam de vazamentos de combustíveis líquidos, vapores de combustíveis, flanelas, estopas contaminadas, efluentes líquidos como águas oleosas, filtros usados, óleo queimado e lodo tóxico das caixas separadoras de água e óleo, além das embalagens de lubrificantes.

As caixas separadoras de água e óleo se baseiam em um tanque que coleta efluentes constituídos por água com óleos e/ou graxas, através de canaletas em um nível inferior ao da pista de abastecimento. Tais efluentes percorrem diversos filtros e passam por sistemas que promovem a redução da velocidade de escoamento até chegar ao equipamento de separação.

Dentro do equipamento, os compostos oleosos são então separados através da coalescência das partículas de óleo, e pela ação da gravidade sobre os fluidos de diferentes densidades. Após a separação em fases, os compostos hidrofóbicos são coletados e armazenados para serem descartados corretamente. A água é então finalmente despejada nas redes públicas de esgoto.

Os demais impactos gerados pelos principais resíduos obtidos em PRC podem ser reduzidos através de um sistema de gestão de resíduos com metas, programas e planos estruturados, para o devido tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos e gasosos, através do gerenciamento de riscos ambientais e de acidentes como explosões e seus efeitos.

A ocorrência de vazamentos de derivados de petróleo e outros combustíveis, pode causar contaminação de corpos d'água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar (emissões tóxicas de produtos como Benzeno, Tolueno e Xileno), além de aumentar o risco de incêndios e explosões.

Os riscos associados à PRC podem se tornar ainda maiores no caso de postos que possuem lojas de conveniência. O aumento no número de pessoas que circulam, assim como o acréscimo no tempo de permanência destas pessoas no estabelecimento, contribui para o aumento no número de pessoas afetadas e, portanto, na gravidade do possível acidente.

A geração de incidentes ocasionados pelo aumento de população passante sobre o posto pode ocorrer através de práticas corriqueiras tais como o uso de cigarros e aparelhos celulares, que são acentuados em tal contexto de conveniência devido ao aumento no tempo de permanência no ambiente. Tais práticas podem ser fontes de faíscas, servindo de fontes de ignição.

Um Posto Revendedor de Combustíveis é responsável pela adoção de medidas emergenciais no sentido de minimizar os impactos às pessoas e ao meio ambiente, bem como a comunicação sobre a ocorrência de qualquer evento que possa acarretar riscos à saúde pública, à segurança de terceiros e ao meio ambiente. Porém, cabe à companhia distribuidora de combustível a responsabilidade de notificar oficialmente aos órgãos competentes qualquer irregularidade detectada na operação das atividades dos postos com os quais possua contrato para abastecimento de combustíveis e que possam gerar tais riscos. As notificações podem ser direcionadas aos seguintes órgãos: Corpo de Bombeiros, órgãos de gestão ambiental municipal, estadual e federal, Agência Nacional do Petróleo – ANP e Comissão de Defesa Civil municipal e estadual.

Além das medidas apresentadas, a ANP prevê ainda, que o posto deve promover o treinamento de seus funcionários com o objetivo de orientar as medidas de prevenção de acidentes e ações cabíveis imediatas para controle de situações de emergência e risco.

2.5.1 Riscos Toxicológicos

A Toxicologia é a ciência que estuda os efeitos nocivos decorrentes das interações de substâncias químicas com o organismo, ou simplesmente da ação de venenos em organismos vivos. Com a finalidade de prevenir, diagnosticar e tratar a intoxicação.

O estudo de riscos toxicológicos é útil à diversos segmentos, tais como área clínica, de química analítica, experimental, forense, social, profilática, ambiental, de alimentos e ocupacional. O tipo de toxicologia abordada no presente trabalho, ocupacional, se baseia na identificação e quantificação de substâncias química presentes em uma determinada função/atividade dentro do ambiente de trabalho, bem como os riscos associados com a finalidade de prevenção.

A prevenção da intoxicação na toxicologia ocupacional, pode ser alcançada em três etapas fundamentais: reconhecimento, avaliação e controle (RUPPENTHAL, 2013).

O reconhecimento pode se dar através da observação da metodologia de trabalho desenvolvida através de processos e operações e da identificação de determinada substância química no ambiente.

A avaliação acontece através da quantificação do(s) agente(s) químicos, comparando em seguida os resultados com os limites de tolerância estabelecidos para o meio ambiente e organismos vivos em geral, além da quantificação da jornada de trabalho, ventilação e número de trabalhadores, de maneira a obter a dimensão do risco envolvido em determinada atividade.

O controle visa reduzir ou eliminar a presença do composto químico no meio. Seja através da instrução de funcionários sobre o uso de equipamentos de segurança obrigatórios, como por exemplo os equipamentos de proteção individual (EPI), ou através da modificação de processos, melhoria nas condições de ventilação do ambiente, e até mesmo mudanças estruturais na edificação.

A regulamentação das normas da toxicologia ocupacional foram desenvolvidas por diversos órgãos internacionais de pesquisa, dentre os mais conceituados estão os seguintes: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)– Conferência Americana de Higienistas Industriais, American Industrial Hygiene Association (AIHA) – Associação Americana de Higiene Industrial, National Safety Council (NSC)– Conselho Nacional de Segurança), British Occupational Hygiene Society (BOHS) – Sociedade Britânica de Higiene Ocupacional), International Occupational Hygiene Association (IOHA) – Associação Internacional de Higiene Ocupacional, Occupational Safety and Health

Administration (OSHA) – Segurança Ocupacional e Administração de Saúde (RUPPENTHAL, 2013).

No Brasil, temos a Norma Regulamentadora NR15 que dispõe sobre atividades e operações insalubres, e poderia ser utilizada assim como os órgãos internacionais citados acima, para determinação dos limites de exposição à algumas substâncias químicas dentro do contexto de riscos toxicológicos oferecidos. No entanto, tal Norma teve sua última atualização em 2014, então será utilizada a ACGIH versão 2017 no presente trabalho, a fim de obter dados referenciais mais atualizados e portanto verossímeis.

Alguns parâmetros são de suma importância dentro do contexto de toxicologia ocupacional, dentre eles destacam-se segundo ACGIH os “limites de exposição”.

Os limites de exposição conhecidos como TLVs, se referem às concentrações das substâncias químicas dispersas no ambiente de trabalho, sob a qual acredita-se que os trabalhadores são expostos durante toda a jornada de trabalho, sem sofrer prejuízos à saúde. Os TLV-TWA, TLV-STEL e TLV-C são dados que podem ser obtidos do ACGIH (MANUAL SESI 20017).

O limite de exposição obtido a partir da média ponderada pelo tempo, denominado TLV-TWA ou LE-MP, é a concentração média ponderada no tempo considerando uma jornada de trabalho de 8 horas diárias e 40 horas semanais. Enquanto o limite de exposição de curta duração, denominado TLV-STEL é um limite de exposição obtido a partir de uma média ponderada em 15 minutos (ACGIH 2017).

O limite de exposição TLV-C, se baseia na concentração que não deve ser excedida durante nenhum momento da exposição do trabalhador durante a jornada de trabalho, sendo este limite denominado de valor teto. (ACGIH,2017)

Tais indicadores avaliados são no entanto, uma medida de recomendação, como complemento ao programas de segurança e saúde ocupacional. (MACEDO, 2008)

No contexto de PRC, os limites de tolerância estabelecidos para os combustíveis segundo ACGIH 2017:

Substância	TWA (ppm)	STEL (ppm)	Notações
Óleo Diesel	0,1	-	Pele, A3
Gasolina	300	500	A3
Etanol	1000	-	A4
GNV (Hidrocarbonetos alifáticos gasosos C1-C4)	1000	-	-

Quadro 2.1 – Limites de tolerância toxicológico para a concentração de combustíveis em PRC.
Fonte: ACGIH, 2017

As notações estabelecidas pela ACGIH dispostas no Quadro 2.1 descrevem potenciais carcinogênicos das substâncias químicas. Para o óleo diesel e gasolina o potencial carcinogênico animal confirmado, com relevância desconhecida, observado através da denominação “A3” na coluna de notação. E para o etanol, um potencial não classificável como carcinogênico humano através da denominação “A4” na coluna de notação. O GNV não possui classificação nesta categoria.

A designação “pele”, presente apenas na notação do combustível óleo diesel, se refere à atribuição potencial devido exposição via cutânea. Ou seja, indica que a possibilidade de contato dérmico com tal substância promove efeitos sistêmicos relacionados ao potencial de risco associado à substância.

Dessa forma, analisando os dados apresentados na tabela, conclui-se que, segundo os dados obtidos de TWA, STEL e notações, o óleo diesel apresenta maior potencial toxicológico, demandando maior atenção ao trabalhador durante a sua jornada de trabalho.

As emissões de vapor de gasolina constituem uma das principais fontes de poluentes atmosféricos nos PRC. A gasolina líquida se trata de uma mistura complexa de pelo menos 150 hidrocarbonetos com cerca de 60-70% de alcanos (parafinas), 25-30% de aromáticos e 6-9% de alcenos. E para avaliar o potencial de efeitos da saúde pela inalação de vapores de gasolina, é fundamental a compreensão das principais diferenças na composição dos vapores e dos líquidos. Sendo os componentes de cadeia pequena, com baixo teor de carbono, mais voláteis e presentes portanto em maior quantidade na fase vapor.

As concentrações de compostos aromáticos, avaliados como os mais tóxicos da gasolina, representam cerca de 2% da fase vapor enquanto as parafinas leves (menos tóxicas), representam cerca de 90%.

As medidas de exposição ao vapor em postos revendedores de combustíveis confirmam que a composição do vapor é principalmente para alcanos de baixo peso, embora o benzeno também seja emitido, representando a maior fonte de preocupação devido à sua toxicidade (MEHLMAN, 1989).

Existe uma ampla gama de hidrocarbonetos aromáticos voláteis presentes na atmosfera dos PRC como resultado de emissões de vapores durante a distribuição, carregamento, descarga e transporte de gasolina. Sendo os principais poluentes o benzeno, tolueno e xileno, referidos como BTX. (CONNELL, 2014)

O benzeno é considerado o composto mais perigoso do grupo BTX, devido a sua classificação como agente carcinógeno humano do Grupo A e Classe 1 pela Agência Internacional de Pesquisa para o Câncer (IARC) e a Agência Estadual de Proteção Ambiental do Estado (USEPA, 1980).

Tal classificação resulta de pesquisas que indicam que exposições humanas a curto prazo a concentrações consideradas elevadas de benzeno podem dar origem a vários efeitos adversos para a saúde, como dores de cabeça, tonturas, incapacidade de concentração, perda de memória e tremores de curto prazo. Enquanto as exposições durante um longo período de tempo podem dar origem a efeitos mais complexos para a saúde, incluindo hematotoxicidade, genotoxicidade, efeitos imunológicos e reprodutivos, bem como vários tipos de câncer.

Estudos sobre a exposição à BTX em postos de combustíveis relatam que os frentistas estão sujeitos à concentrações mais altas em comparação com outros locais no PRC, estando assim mais sujeitos a riscos de saúde. (CONNELL, 2014)

Através dos dados da ACGIH, obtemos limites de exposição para BTX, conforme o Quadro 2.2.

Substância	TWA (ppm)	STEL (ppm)	Notações	Base do TLV
Benzeno	0,5	2,5	Pele; A1; BEI	Leucemia
Tolueno	20	-	A4; BEI	Comprometimento da visão; dano reprodutivo; perda gravidez
Xileno	100	150	A4; BEI	Irrit. Olhos e TRS; danos SNC

Quadro 2.2 – Limites de exposição para BTX.
Fonte: ACGIH, 2017.

Do quadro 2.2 observamos que o benzeno através da notação “Pele” possui significativo potencial de irritação dérmica, alterações dermatológicas e até mesmo ferimentos devido ao contato com a pele. Além disso, a sua classificação em A1 corresponde a um carcinogênico humano confirmado com base em estudos epidemiológicos. O Tolueno e o Xileno apresentam a notação A4 que corresponde à substância química não classificável como carcinogênica humana (ACGIH, 2017).

Já a classificação BEI comum aos três, segundo classificação de ACGIH se refere a um índice biológico de exposição, caracterizando um potencial de risco biológico da substância, podendo causar a inibição da acetilcolinesterase, indução da metahemoglobina e aromáticos policíclicos, acarretando em intoxicações, paralisações musculares, problemas respiratórios, gastrointestinais, cardiovasculares, urinários, oculares, tremores, dificuldade de fala, convulsões, coma, entre outros.

Além dos limites de tolerância estabelecidos pela ACGIH, Instruções Normativas Brasileiras dispõe sobre o controle de exposição através da avaliação das concentrações de benzeno em ambiente de trabalho, conforme Instrução Normativa nº1 de 20/12/95 da vigilância da saúde dos trabalhadores na prevenção da exposição ocupacional ao benzeno, são previstos os usos de EPIs, roupas impermeáveis, luvas de PVC, máscara com filtro químico (carvão ativado) e óculos.

A Norma recomenda ainda, que além de EPIs e medidas de controle, os trabalhadores com risco de exposição ao benzeno sejam treinados sobre os cuidados e medidas de prevenção e que as áreas e equipamentos com risco de exposição sejam devidamente sinalizados com dizeres claros sobre o risco, além de uma “Ficha de Informações de Segurança sobre Benzeno” sempre atualizada à disposição.

2.5.2 Análise de Caso de Risco Toxicológico em PRC

Um estudo realizado na Arábia Saudita (ALYAMI, 2016) destinou-se a avaliar a exposição ocupacional de vapores de gasolina em PRC sob diversas condições. No PRC objeto do estudo, todos os processos de abastecimento são realizados por frentistas, assim como no Brasil, e dentro deste cenário estão expostos a vapores de gasolina durante toda a jornada de trabalho.

Parâmetros ambientais que podem influenciar a exposição aos vapores de gasolina, tais como temperatura e velocidade do vento, foram avaliados e descritos através dos gráficos 2.3, 2.4 e 2.5 apresentados a seguir, a fim de obter intervalos relacionando a combinação da concentração do Benzeno, presente no vapor da gasolina, com os parâmetros intensidade de vento, temperatura e localização do posto respectivamente a fim de avaliar um possível maior risco associado à exposição de gasolina, em determinado período.

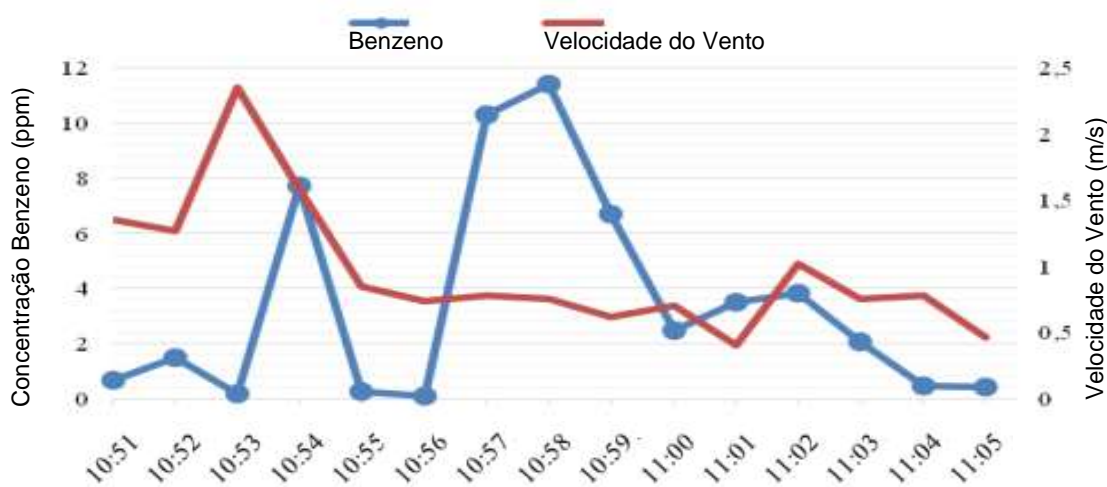


Gráfico 2.3 – Avaliação do parâmetro velocidade do vento em relação à concentração de benzeno.
Fonte: Adaptados de ALYAMI, 2016.

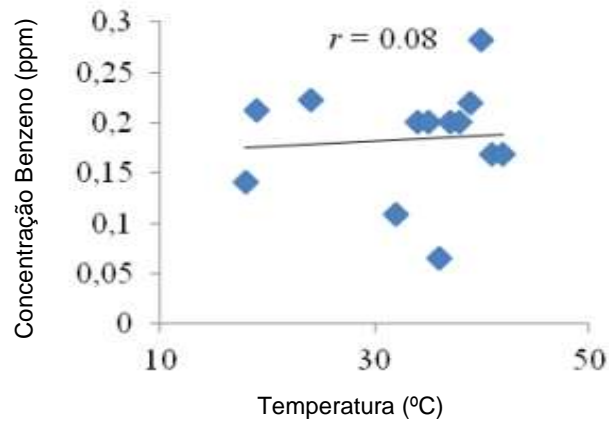


Gráfico 2.4 – Avaliação do parâmetro temperatura em relação à concentração de benzeno.
 Fonte: Adaptados de ALYAMI, 2016.

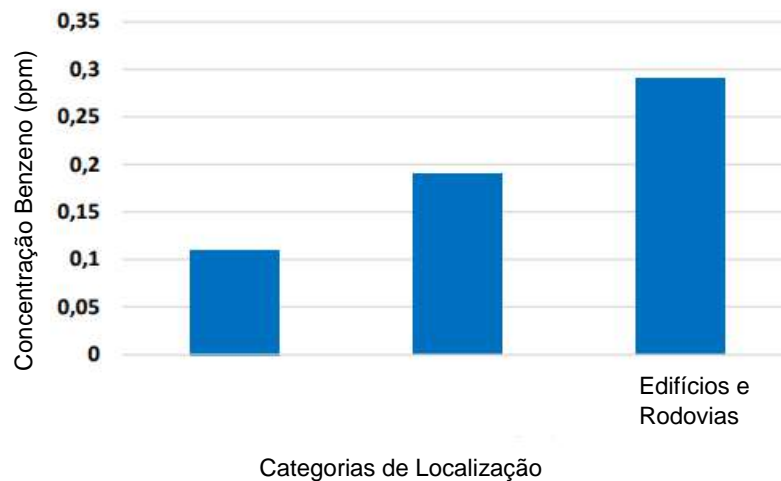


Gráfico 2.5 – Avaliação do parâmetro localização de PRC em relação à concentração de benzeno.
 Fonte: Adaptados de ALYAMI, 2016.

O objetivo principal do estudo foi a avaliação de exposição de vapores de gasolina no ambiente do PRC através das medições das concentrações dos componentes mais tóxicos como BTEX (Benzeno, Tolueno, Etil-Benzeno e Xileno) e MTBE (Éter metil terc butílico), aditivo do combustível. Tais componentes possuem os menores limites de exposição definidos por organizações como ACGIH, sendo o benzeno o componente de maior preocupação devido ao seu potencial carcinogênico comprovado.

As avaliações de exposição ao benzeno foram coletadas durante o inverno com temperaturas variando entre 18 e 37°C, umidade relativa de 33% e velocidade do vento média

de 1,9 m/s e no período do verão com temperaturas entre 26 e 41°C, umidade relativa de 13% e velocidade do vento média de 1,6 m/s.

Foram avaliados 12 postos revendedores de combustíveis e nenhum deles estava equipado com sistemas de recuperação de vapor de gasolina. Como consideração na categoria de volume de vendas, foram considerados acima de 15.000 litros/dia de combustíveis como alto consumo de vendas e abaixo de 15.000 litros/dia como baixo consumo. Foi atribuído o número 0 a PRC localizados em áreas abertas, longe de rodovias e não cercado por edifícios. O número 1 foi atribuído a postos perto de rodovias ou cercados por edifícios e o número 2 a postos cercados por edifícios e perto de rodovias. E a quantidade de gasolina dispensada por trabalhador foi calculada através da média da quantidade de gasolina vendida.

Foram considerados 41 atendentes do sexo masculino com idades entre 20 e 45 anos e 4 pessoas foram utilizadas como controle, não expostas às condições avaliadas, apenas para fins comparativos. E foram obtidas amostragens de vapores orgânicos do ambiente, extraídos via dissulfeto de carbono e analisados por cromatografia gasosa equipada com detectores de ionização de chama. Os resultados obtidos no presente estudo ajustados aos parâmetros de comparação ao lado dos limites de tolerância estabelecidos pela organização ACGIH estão dispostos no Quadro 2.3 a seguir.

Substância	Concentração experimental obtida no estudo (ppm)	Concentração ACGIH (ppm)
Benzeno	0,19	0,33
Tolueno	0,24	13,33
Etil Benzeno	0,09	13,33
Xileno	0,20	66
MTBE	1,60	33

Quadro 2.3 – Limites de tolerância experimental da análise de caso comparado aos dados ACGIH.
Fonte: ALYAMI, 2016 e Anexos XI e XIII ACGIH, 2008.

Dos resultados obtidos pode-se observar que todos os limites de exposição aos componentes químicos de vapor de gasolina testados no ambiente apresentam valores menores que os estabelecidos como máximos de exposição em ACGIH, o que reflete um risco baixo de exposição aos componentes químicos de vapor de gasolina testados.

Já em relação entre à concentração de benzeno no ar, avaliando os gráficos 2.3 a 2.5, primeiramente às condições atmosféricas, o autor concluiu que a temperatura ambiente não

tem influência significativa sobre o aumento da exposição ao vapor de gasolina, uma vez que o coeficiente de correlação obtido é muito baixo, de apenas 0,8, não caracterizando uma correlação entre os dois parâmetros.

Mas este vapor é difundido no ambiente, também pela ação de vento. Esse fato justifica que a variação de temperaturas entre as estações do ano avaliadas (inverno e verão) tem pouca influência na quantidade de benzeno dispersada. No entanto, as concentrações de benzeno aumentaram proporcionalmente com o aumento da quantidade de gasolina dispensada, e diminuíram com o aumento da velocidade do ar. Esta informação obtida por meio das análises é coerente, visto que há maior quantidade de benzeno disponível para ser volatilizada em maior quantidade relativa de gasolina dispensada. Tal conclusão justifica que Normas e regulamentações determinem especificações de forma a reduzir ao mínimo possíveis acidentes que envolvam o derramamento de combustíveis em operações relacionadas a PRC. Não foram obtidas correlações entre a concentração de benzeno no ar e a umidade atmosférica. Em relação ao confinamento, como esperado, foram obtidas maiores concentrações em regiões classificadas de 2 como um máximo a 0 como o mínimo.

Através do uso de câmera de imagem térmica da FLIR (marca de câmera conhecida por sua alta sensibilidade a variações de temperatura e capacidade de gerar imagens com alta resolução) foi possível detectar diferenças térmicas na região de abastecimento, e por meio dessas imagens foi possível avaliar a distância considerada mais segura de exposição do frentista e dos clientes do PRC aos vapores de gasolina, a fim de reduzir as concentrações de vapores inaladas no momento do abastecimento dos veículos. A imagem 2.1 a seguir sugere que a pluma de gasolina é maior no início do reabastecimento e diminui gradualmente à medida que o tanque de gasolina é cheio e o volume de vapor dentro do tanque é gradualmente deslocado com a entrada da gasolina (quadros 1 a 4 respectivamente). Tal conclusão justifica que ambos cliente e frentista se afastem do veículo no momento inicial do abastecimento, a fim de evitar maiores inalações dos vapores tóxicos originados da gasolina, porém atualmente tal recomendação não é prevista por legislação.



Figura 2.1 – Imagens de vapor de gasolina obtidos através de câmera térmica.
Fonte: ALYAMI, 2016.

Do artigo analisado, os cinco compostos tóxicos provenientes do vapor de gasolina analisados foram encontrados em conformidade com os limites estabelecidos pela organização ACGIH, até mesmo durante o verão quando a concentração dos voláteis foram obtidos em maior quantidade. Além disso, a localização dos postos foi considerada um importante fator de influência de nível de exposição, uma vez que em ambientes com menor impedimento espacial para a diluição dos vapores e tráfego de veículos, as exposições ocupacionais obtiveram menores níveis.

Outra conclusão obtida pelo autor diz respeito à menor exposição do frentista aos vapores tóxicos quando se afasta cerca de 30 cm de um raio em torno do local de abastecimento no veículo, uma vez que o volume de vapor liberado no início do processo de abastecimento é maior em comparação ao restante do abastecimento, e a pluma inicialmente possui maior concentração dentro da distância radial de cerca de 30 cm.

Ainda no contexto de redução na exposição de vapor em PRC, CONCAWE (2000) dispõe através de seu estudo que o vapor de gasolina pode ser reduzido em até 80% através do uso de sistemas de recuperação de vapor de gasolina.

Sendo assim, o uso de tecnologias como sistemas de absorção de vapores de gasolina e treinamento de funcionários sobre riscos associados à exposição de determinadas substâncias químicas podem melhorar as práticas de trabalho e contribuir para a garantia da segurança dos funcionários e clientes dos PRC.

Ao buscar uma relação entre os resultados obtidos no artigo da Arábia Saudita e o que pode-se estimar como resultado no Brasil, deve-se considerar algumas variações devido às diferenças de temperatura ambiente, velocidade dos ventos e à possíveis diferenças nas concentrações de componentes da gasolina.

Outra diferença a ser considerada na análise do estudo está relacionada à jornada de trabalho dos frentistas que é de 10 a 12 horas por dia no estudo de caso. Já no Brasil, tal jornada é de 8 horas diárias, o que corrobora junto às demais correlações realizadas para a consideração de que o risco ao qual o frentista está exposto, devido aos vapores tóxicos de substâncias químicas, é inferior ao estabelecido pela organização ACGIH.

2.5.2 Riscos de Incêndio e Explosão

O fogo consiste em uma reação química que exige a presença de três elementos: calor ou fonte de ignição, combustível e oxigênio. Sendo estes elementos referidos como o “triângulo de fogo”. O conceito do “triângulo do fogo” foi criado para auxiliar na compreensão da causa de incêndios e como eles podem ser prevenidos e extinguidos. E se um dos elementos do triângulo não estiver presente ou for removido, o fogo não começará, ou cessará caso já esteja em andamento (NETO 2014).

Fontes de ignição podem incluir qualquer material, equipamento ou operação que emita uma faísca ou chama. Já as fontes de combustíveis, incluem materiais combustíveis líquidos inflamáveis, como gasolina, óleo diesel e álcool, e gases inflamáveis, como GNV e compostos voláteis provenientes dos vapores de combustíveis líquidos. (NT CB 25/2014).

Como o oxigênio está presente na atmosfera, conclui-se que dentro do contexto de postos revendedores de combustíveis, é preciso apenas uma fonte de ignição para a ocorrência de fogo, e ao considerar a variedade e volume das fontes combustíveis disponíveis, pode-se concluir que PRC possuem um grande potencial de grandes incêndios e explosões. E portanto, em PRC a chave para evitar incêndios é manter calor e fontes de ignição longe de dos combustíveis inflamáveis a fim de evitar que o triângulo se complete.

Os incêndios são classificados como A, B, C, D ou K com base no tipo de substância que atua como combustível para o fogo. Incêndios de classe A envolvem combustíveis comuns, como papel, lixo, plásticos, madeira e tecidos; de classe B envolvem gases ou líquidos inflamáveis; de classe C envolvem componentes elétricos energizados; de classe D envolvem metais e de classe K envolvem óleos, gorduras de cozinha vegetais ou animais (NT CB 25/2014).

Existem diferentes tipos de extintores de incêndio projetados para diferentes classes de incêndio. Dessa forma, para a extinção de incêndios em PRC, a classe de incêndio a ser considerada é do tipo B e deve ser controlada com extintores do tipo: pó químico seco, dióxido de carbono ou halon (formado por compostos halogenados flúor, cloro, bromo e iodo) (OSHA, 2016).

Segundo o disposto na NR 23, os PRC devem adotar medidas de prevenção de incêndios em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis. E ainda, cabe ao revendedor responsável pela gerência do posto, treinamento dos funcionários sobre a utilização dos equipamentos de combate ao incêndio, os procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança e os dispositivos de alarmes existentes.

A NR 23 ainda prevê a existência de saídas de emergência suficientes e aberturas e vias de passagem claramente sinalizadas por meio de placas indicando a saída.

A NR 20 define a classe de líquidos comercializados em PRC como líquidos inflamáveis (possuem ponto de fulgor inferior a 60°C). Estes combustíveis, segundo esta norma, devem ser armazenados em tanques subterrâneos metálicos e protegidos contra vibração, danos físicos e distantes de equipamentos ou dutos geradores de calor por questões de segurança contra incêndio e explosões.

Os tanques devem ser equipados com respiradouros de emergência, a fim de se evitar sobrepressão interna e a distância entre tanques de armazenamento de combustíveis líquidos não deve ser inferior à metade da soma de seus diâmetros (NT CB 25/2014).

Como medida de segurança durante a transferência de combustíveis líquidos inflamáveis de um tanque para outro, no momento de abastecimento do tanque de armazenamento subterrâneo pelo carro tanque, obrigatoriamente os dois devem estar aterrados ou ligados ao mesmo potencial elétrico, a fim de evitar a ocorrência de faíscas promovendo a geração de incêndios ou explosões. Em complementaridade à motivação, recomenda-se que as instalações elétricas de PRC devem ser à prova de explosão. (NR 10/2016)

O PRC pode ser classificado como uma zona de vapores, sendo a zona 0 uma área em que a atmosfera inflamável está continuamente presente, ou presente por longos períodos; a zona 1 uma área em que uma provável atmosfera inflamável ocorra em operação normal; a zona 2 uma área em que uma atmosfera inflamável não é provável de ocorrer, e caso ocorra, será por um curto período de tempo. A seguir, o zonamento de áreas proposto por HSA (2017) para um posto revendedor de combustíveis é apresentado na forma de dois esquemas,

um mais geral (Figura 2.2) e outro considerando a presença de uma loja de conveniência (Figura 2.3).

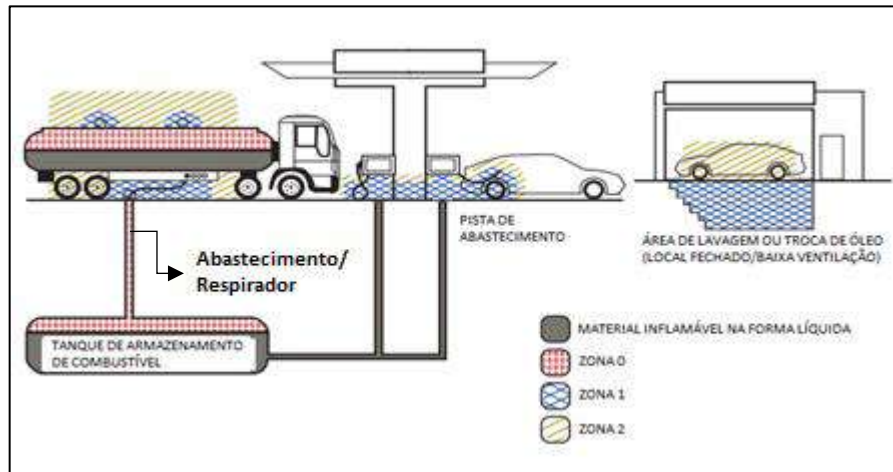


Figura 2.2 – Esquema adaptado de divisão em zoneamentos de riscos em Posto Revendedor de Combustíveis. Fonte: HSA, 2017.

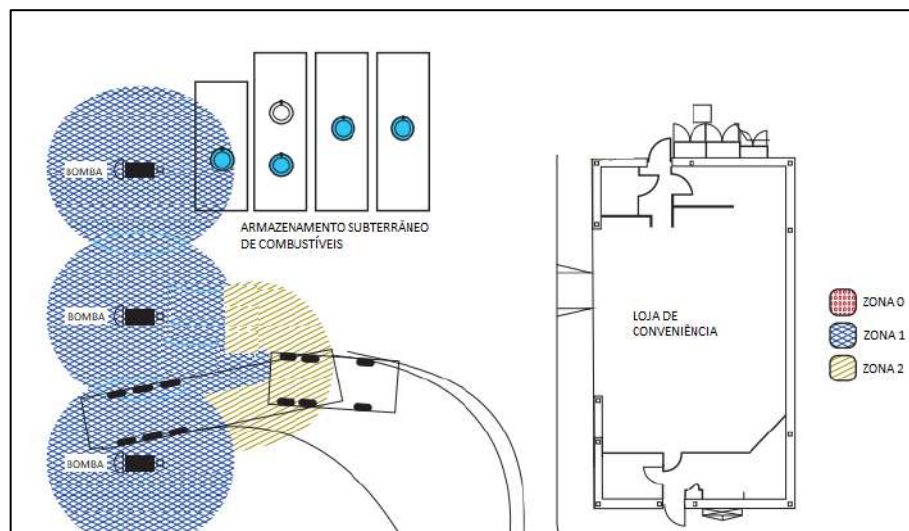


Figura 2.3 – Esquema adaptado de PRC ilustrando zonas de risco de inflamabilidade considerando a presença de loja de conveniência. Fonte: HSA, 2017.

Na Figura 2.2, observa-se maior criticidade de inflamabilidade devido à presença dos respiradores dos tanques subterrâneos, sendo caracterizados na figura através do mesmo canal pelo qual há o abastecimento de combustível. Por este tubo além dos vapores de combustíveis gerados no momento de abastecimento, são gerados vapores no decorrer de outros momentos

fora o de abastecimento do tanque, devido ao alívio da pressão interna através da liberação de vapores. Outra região destacada como fonte de alta inflamabilidade, fonte de possíveis vazamentos decorrentes do abastecimento dos tanques subterrâneos nesta região, é classificada como zona 0, uma vez que a superfície imediatamente acima do combustível líquido, composta pela sua pressão de vapor em equilíbrio com o líquido, no caminhão tanque e no tanque de armazenamento subterrâneo caracterizam uma atmosfera extremamente propensa a inflamabilidade.

As regiões no entorno do abastecimento do tanque subterrâneo, de abastecimento de veículos na pista de abastecimento e no piso de locais anexos destinados a troca de óleo ou lavagem, são enquadrados na zona 1. São caracterizadas por regiões de inflamabilidade que requerem atenção devido a possíveis vazamentos de combustíveis na forma líquida ou gasosa promovendo risco de incêndios em poça ou em nuvem.

As regiões mais distantes de abastecimento de tanques subterrâneos, entorno do tanque de combustível de veículos e interior de veículos em espaços parcialmente confinados, podem ser consideradas regiões do tipo 2 por possuírem potencial de inflamabilidade pouco provável, mas possível durante um curto período de tempo.

Na Figura 2.3, ao observar as bombas de abastecimento e a loja de conveniência, pode-se concluir que a região no entorno das bombas representa regiões de inflamabilidade por um longo período de tempo, uma vez que existe a presença constante de compostos inflamáveis oriundos de vazamentos na forma líquida e gasosa (compostos voláteis).

No estudo realizado pela instituição de pesquisa norte-americana HSA (2013), também é apresentado que os veículos estão em um zoneamento mais seguro quando afastados cerca de 4,25 metros das bombas de abastecimento de combustíveis, portanto são classificados a tal distância, na zona 2. Já a loja de conveniência não está incluída em zonas de inflamabilidade, conforme a divisão de PRC por zoneamentos, por ser construída a uma distância segura estabelecida pela legislação.

Os principais equipamentos portáteis de detecção de inflamabilidade utilizados para identificar ou quantificar contaminantes de forma contínua ou repetitiva são (GOUVEIA 2004): Explosímetro, Oxímetro, Tubos detectores colorimétricos, detector de fotoionização (PID), detector de ionização de chama (FID), detector com sensor catalítico e medidor de interface.

2.5.3 Riscos Ambientais

Segundo a NR 9 (1978) “consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador”.

Agentes físicos são caracterizados como formas de exposição de energia, tais como ruídos, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes e não ionizantes como o infrassom e ultrassom. Enquanto que agentes químicos são as substâncias que podem penetrar no organismo pela via respiratória, cutânea ou oral. Já os agentes biológicos, os microrganismos (NR 9, 1978).

A NR 9 prevê a obrigatoriedade na elaboração, implementação e revisão anual do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, visando à preservação da integridade e saúde dos trabalhadores e a prevenção de riscos ambientais no ambiente de trabalho, considerando a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Dentro das medidas de controle propostas em um PPRA, destacam-se a identificação de risco potencial e evidente à saúde, com base nos critérios quantitativos de valores limites de exposição dos trabalhadores previstos na NR15 ou na ausência destes, os valores adotados pela ACGIH, devendo ser os valores obtidos no ambiente de trabalho, mais rigorosos do que os critérios técnicos estabelecidos em tais disposições; o uso de EPI – Equipamento de proteção individual adequado tecnicamente ao risco exposto à atividade exercida; e por fim o estabelecimento de atividades preventivas e tratativas conhecidas como “nível de ação”, em casos nos quais a exposição ambiente à substâncias químicas alcance a metade do limite máximo estabelecido, e o ruído ambiente seja 50% superior aos critérios estabelecidos limites na NR15.

Assim, conforme previsto na NR9, a elaboração do PPRA abrange os estudos de riscos através de medidas de prevenção à integridade do trabalhador e proteção ao meio ambiente.

Em PRC, as principais fontes de contaminação ao meio ambiente através de prejuízos ao solo, ar, água subterrânea e superficial têm sido relacionada a vazamentos de combustíveis líquidos, óleos e graxas, produtos químicos tóxicos, rejeitos diluídos em água e resíduos sólidos. Tais vazamentos são observados principalmente nos momentos de abastecimento do tanque subterrâneo, e durante o abastecimento de veículos (PORTO, 2014).

Ao se considerar o vazamento de gasolina em um PRC, por exemplo, a principal preocupação consiste na contaminação dos aquíferos, uma vez que o combustível é formado majoritariamente por hidrocarbonetos e, portanto, é pouco solúvel em água, promovendo a

formação inicialmente de uma camada sobrenadante na região de água do subsolo. Quando em seguida, se dissolvem parcialmente na água subterrânea superficial, devido a ação dos hidrocarbonetos mono aromáticos que possuem maior solubilidade, denominados BTEX (Benzeno, Tolueno e Xilenos), serão os primeiros contaminantes a atingirem o lençol freático, com grande potencial danoso ao meio ambiente com a contaminação de sistemas aquíferos e destruição de ecossistemas relacionados, além dos danos às pessoas (BEZERRA, 2011).

A adição de etanol à gasolina C, que se trata da forma de gasolina comercializada nos PRC, promove um aumento na solubilidade nos BTEX e geração de dificuldade em sua degradação no meio ambiente, funcionando como um agravante ainda maior no vazamento de tal combustível (FERREIRA 2010).

A gasolina também possui um importante potencial de poluição do ar através de sua alta volatilidade, que promove a liberação de compostos orgânico voláteis (COV) que abrangem hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas e ácidos orgânicos, sendo fontes de diversos problemas ambientais e de saúde pública (FERREIRA 2010).

Os óleos diesel e lubrificante, e graxas, podem provocar diversos malefícios ao meio ambiente igualmente relacionados à poluição dos corpos hídricos devido ao seu caráter apolar e sua toxicidade. Além dos recipientes de envase de óleo lubrificante, que representam um importante risco ao meio ambiente na forma de resíduo sólido contaminado (PORTO 2014).

“Em caso de acidentes ou vazamentos que representem situações de perigo ao meio ambiente ou as pessoas, bem como na ocorrência de passivos ambientais, os proprietários, arrendatários ou responsáveis pelo estabelecimento, pelos equipamentos, pelos sistemas e os fornecedores de combustível que abastecem ou abasteceram a unidade, responderão solidariamente, pela adoção de medidas para controle da situação emergencial, e para o saneamento das áreas impactadas, de acordo com as exigências formuladas pelo órgão ambiental licenciador” (CONAMA, 2000).

Dessa forma, fica claro que os responsáveis pelo PRC devem adotar todas as medidas requeridas previstas em lei, para normatização de seus equipamentos segundo o INMETRO, e cumprimento de normas previstas pelo Ministério do Meio Ambiente através do CONAMA e os órgãos ambientais estaduais, como é o caso do INEA no Rio de Janeiro, a fim de minimizar os riscos e os impactos às pessoas e ao meio ambiente.

3. Análise e Gerenciamento de Riscos

3.1. O que é Análise de Riscos?

Análise de riscos é um método que visa medir a quantidade de perdas potenciais e, principalmente, os elementos de um sistema que mais contribuem para tais perdas. Análise de riscos é o processo de caracterização e gerenciamento de fatores e incertezas a respeito de perdas, visando selecionar dentre os riscos identificados, os mais significantes para o cenário a ser estudado visando otimizar os recursos e reduzir o tempo global de análises (MODARRES, 2006).

Esta análise pode ser usada em todos os estágios de projeto; no desenvolvimento, construção e operação de sistemas de engenharia ¹. Sua execução depende da definição de níveis aceitáveis de risco, que são determinados por gerenciadores de riscos, que são influenciados pelo ambiente econômico, opinião pública e interesses de grupos. O processo no qual o resultado da análise de risco é usado para tomada de decisões define-se por Gerenciamento de Risco (MODARRES, 2006).

3.2. Identificação de Riscos

Na etapa de Identificação de Riscos, técnicas como Análise de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (conhecida em inglês como Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats - SWOT), Diagramas de causa e efeito ou Análise da causa-raiz podem ser utilizadas na busca de problemas que possam impactar negativamente o projeto, ou mesmo para descobrir as causas de tais problemas (COUTINHO, 2010).

Os riscos identificados devem ser listados, explicitando suas causas e potenciais impactos (COUTINHO, 2010), para que, então, possa ser desenvolvida a Análise Qualitativa.

3.3. Categorias de Riscos

A categorização de riscos pode ser realizada com base nas causas do risco, nas consequências deste ou em ambos. O risco pode ser definido como uma perda potencial, sendo categorizado normalmente em quatro principais categorias, sendo elas: ambiental, biológico, físico e químico. (MODARRES, 2006)

¹ Um sistema de engenharia é definido como uma entidade composta de hardware, software e organização humana

3.4. Risco: relação entre Frequência e Severidade

O risco, já definido como medida de perdas potenciais, é função da possibilidade da ocorrência de um evento indesejado e de seus respectivos danos (BROWN, 1998). Seu valor é portanto, diretamente proporcional aos valores de frequência e severidade atribuídos a determinado cenário. Dessa forma, a definição de risco é dada como o produto entre a frequência em que ocorre a perda e a severidade da perda (MILOSEVIC, 2003), conforme equação a seguir.

$$Risco = (Frequência\ em\ que\ ocorre\ a\ perda) \times (Severidade\ da\ perda)$$

A frequência de perdas se refere à quantidade de vezes que a mesma perda, ou perda similar, pode ocorrer. Já a severidade de perdas se refere ao tamanho ou custo da perda (MORRISON, 1988), no caso em que se um único incidente, ao ocorrer, é capaz de gerar grande perda de vida, econômica ou ambiental, sua severidade é considerada alta.

As análises de frequência e severidade podem ser realizadas a partir de dados de acidentes ocorridos no passado. Baseando-se em dados, deve-se desenvolver uma previsão de frequência e severidade de perdas futuras na construção de estudos de análises de riscos (AVEN, 2016).

Além de prever a frequência e a severidade, deve-se fazer uma previsão dos impactos que as técnicas de controle de risco usadas terão sobre a frequência e severidade de perdas futuras, para controlar os riscos de maneira mais eficaz (HEAD, 1985).

3.5. Análise Qualitativa de Risco

A análise de exposição à perda é facilmente realizada por meio do uso de um método qualitativo sistemático, que consiste na atribuição de valores a dada exposição. Tal método pode ser descrito como uma “análise de frequência/severidade” (SELEG, 1993).

Durante esta análise, o evento exposição ou perda, é classificado de acordo com uma ordem de prioridade, através do uso de uma “matriz de frequência e severidade”, atribuindo-se uma classificação de prioridade ao evento. E após a classificação de exposições e perdas, de acordo com a pré-determinada ordem de prioridades, as técnicas de controle de riscos ou perdas devem ser identificadas e implementadas a fim de minimizar ou eliminar tais exposições ou perdas (SELEG, 1993).

As questões essenciais na avaliação de riscos são a identificação de perigos ou fontes de perigo, a prospecção de cenários acidentais possíveis, a probabilidade de ocorrência de tais cenários e a avaliação das consequências dada ocorrência do cenário acidental, seguido de posterior classificação de acordo com a matriz de frequência x severidade. A identificação de riscos é, portanto, o ponto central no processo de análise; durante a realização desta etapa, deve-se reconhecer que exposições a riscos e perdas podem ocorrer, em qualquer área de operação dentro do sistema avaliado.

Com o propósito de avaliar a frequência e severidade, estas são determinadas de forma a atribuir um valor numérico para exposição à perda, como já mencionado. Este valor permite à pessoa responsável pela elaboração do estudo de segurança priorizar certos eventos de exposições e perdas, em detrimento de outros.

Uma vez que exposições e perdas tenham sido categorizadas e classificadas de acordo com a ordem prioritária estabelecida, a atenção pode ser direcionada exatamente à identificação de técnicas de controle adequadas para evitar, eliminar ou controlar o problema.

Uma matriz frequência/severidade pode apresentar tantas categorias quanto se façam necessárias para a avaliação de um sistema em particular, podendo ser detalhadas de acordo com a especificação desejada. Nos Quadros 3.1 e 3.2 a seguir, é destacado um exemplo de sistema de categorização numérico de frequência versus severidade utilizado para classificar eventos de exposição e perdas.

Categoria		Descrição da Categoria
Severidade	1 – Catastrófica	Pode causar morte ou perda de propriedade. Um único evento poderia ameaçar a existência da organização. (Valor = 1)
	2 – Crítica	Pode causar severos ferimentos/doenças ou graves danos à propriedade. Uma única perda poderia levar a graves efeitos sobre o orçamento geral da organização. (Valor = 2)
	3 – Grave	Pode causar ferimentos moderados à graves ou danos moderados à propriedade. Um único evento de perda poderia levar a um impacto moderado no orçamento da organização. (Valor = 3)
	4 – Marginal	Pode causar pequenos ferimentos/enfermidades, ou danos à propriedade. Perdas individuais não irão afetar significativamente a organização. (Valor = 4)
	5 – Desprezível	Tende a não resultar em ferimentos/enfermidades ou danos mensuráveis à propriedade. (Valor = 5)

Quadro 3.1 – Categorias de Severidade e suas respectivas descrições.
Fonte: SELEG 1993

Categoria		Descrição da Categoria
Frequência	1 – Frequente	Evento de perda ocorre frequentemente ou é continuamente vivenciado. (Valor = 1)
	2 – Provável	Evento de perda ocorre ao menos em uma base anual. (Valor = 2)
	3 – Ocasional	Evento de perda tende a ocorrer alguma vez em um longo período de tempo. (Valor = 3)
	4 – Remoto	Evento de perda não tende a ocorrer dentro de um longo período de tempo. (Valor = 4)
	5 – Extremamente Remota	Probabilidade de ocorrência de uma perda improvável não pode ser diferente de zero. (Valor = 5)

Quadro 3.2 – Categorias de Frequência e suas respectivas descrições.
Fonte: SELEG 1993

3.5.1. Passos para análise de Frequência e Severidade

Para cada exposição à perda, os passos seguintes devem ser seguidos para análise de exposição ao risco relacionado à Frequência e Severidade (RISTIC, 2013).

Passo 1. Classificar evento de perda em categoria relacionada à sua frequência de ocorrência. Por exemplo, se lesão por esforço repetitivo de trabalhadores é algo que ocorre frequentemente, então a categoria “1 - Frequente” é a mais adequada. Outro exemplo seria a ocorrência de incêndios, de tempos em tempos (longos) no local da organização; daí a categoria adequada seria “3 - Ocasional”.

Passo 2. Classificar evento de perda em categoria relacionada à sua severidade. Por exemplo, um grupo de trabalhadores reclamam que lesões por esforço repetitivo podem causar de moderados a graves prejuízos à saúde; então, a categoria apropriada é a categoria “3 - Grave”. Uma lei do direito civil afirma que progressos na corte federal podem levar a graves efeitos no orçamento global de uma pequena organização; então a categoria apropriada é “2 – Crítica”. Similarmente, uma perda causada por fogo na seção administrativa de uma organização pode causar extensiva perda de vida/ ou propriedade; portanto, a categoria apropriada é “1 – Catastrófica”.

Passo 3. Multiplicar o valor de frequência do passo 1 com o valor de severidade do passo 2. O produto resultante da multiplicação é a avaliação qualitativa da combinação entre frequência e severidade para dada exposição à perda. Por exemplo, se a frequência do passo 1 for "1" e a severidade do passo 2 for "3", então o produto resultante da multiplicação 1 vezes

3 é 3 ($1 \times 3 = 3$). Portanto, a classificação de frequência/severidade para essa exposição ou evento particular de perda é 3. A Figura 3.1 abaixo apresenta os valores correspondentes ao risco associado (em cores) quando cruzados valores de frequência e severidade.

Frequência	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
		Severidade				

Figura 3.1 – Matriz de Risco.
Fonte: SELEG, 1993.

Passo 4. Organizar em ordem de prioridade as avaliações para cada exposição à perda. Este sistema de classificação numérica organiza prioridades automaticamente. As exposições que recebem uma classificação de "1" para frequência/severidade combinadas, devem receber a mais alta prioridade no gerenciamento do controle de risco. Uma classificação de "25" para frequência/severidade é a classificação mais baixa e deve receber a menor atenção no desenvolvimento de estratégias de controle de risco.

3.5.2. Métodos de Análise de Risco

Os métodos de análise de riscos são divididos em duas classes; análise qualitativa e análise quantitativa. A análise qualitativa é a etapa de priorização dos riscos, já identificados e classificados de acordo com sua frequência e severidade correspondentes. Consiste em estabelecer quais riscos são representativos e devem ser quantificados e gerenciados. Nesta etapa também é avaliado o grau de confiabilidade dos dados sobre os riscos quanto à precisão, qualidade e integridade (MODARRES, 2006).

A análise quantitativa é o processo de analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto. Esta análise é desenvolvida sobre os riscos priorizados na etapa de Análise Qualitativa (PMI, 2008) e duas das técnicas mais comuns utilizadas nesta análise são a Fault Tree Analysis (FTA), ou Análise de Árvore de Falhas, e a Events Tree Analysis (ETA), ou Análise de Árvore de Eventos.

As técnicas mais utilizadas para análise qualitativa são a Hazard and Operability study (HAZOP), ou Estudo de Perigos e Operabilidade e a Análise Preliminar de Riscos (APR), que será vista com mais detalhes neste trabalho.

3.5.2.1. APR – Análise Preliminar de Riscos

A APR surgiu na área militar, de forma que a análise foi requerida como uma revisão a ser feita nos novos sistemas de mísseis projetados para uso de combustíveis líquidos (CICCO, 2003). A análise foi desenvolvida com o objetivo de evitar projetos e procedimentos de alto risco, ou, caso fosse inevitável, para assegurar que medidas preventivas fossem incorporadas.

Trata-se de uma técnica estruturada para identificar os riscos associados à ocorrência de eventos indesejáveis (ELETRONUCLEAR, 2014).

A análise é centrada na identificação dos riscos existentes para as pessoas, o meio ambiente, o patrimônio, a continuidade operacional e a imagem da empresa. Para isso são consideradas possíveis falhas de sistemas, equipamentos, operações e seus respectivos impactos. As recomendações que surgem de uma análise abrangente da APR deveriam ser capazes de eliminar ou controlar os riscos de processo durante toda a vida útil da planta (LOEWE, 2007). APR é, geralmente, a primeira técnica aplicada durante a análise de riscos de projetos em fase de concepção, principalmente nos projetos de inovação tecnológica, pois não possuem maiores informações sobre os seus riscos (SOUZA, 1995).

Durante a APR é realizada uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência de alguns eventos, da severidade das suas consequências e do risco associado. “À medida que cada perigo é identificado, as causas em potencial, os efeitos e a gravidade dos acidentes, bem como as possíveis medidas corretivas/preventivas, são também descritas” (AMORIM, 2010). Ao final da análise, uma lista de recomendações é obtida com o objetivo de aumentar a segurança do sistema e diminuir a probabilidade de ocorrência de eventos indesejáveis e de suas respectivas consequências.

Uma Análise Preliminar de Riscos deve compreender as etapas (LOEWE, 2007):

- (i) Identificação dos riscos em potencial;
- (ii) Avaliação dos controles aplicáveis aos eventuais riscos de processos (incluindo a avaliação de erros humanos);
- (iii) Identificação das possíveis consequências devido a falhas no controle.

Uma descrição simplificada de como utilizar a ferramenta APR pode ser melhor visualizada por meio do Quadro 3.3, que representa um modelo de planilha de trabalho, na qual é possível observar com clareza a sequência de passos a serem seguidos.

Análise Preliminar de Riscos (APR) Planilha							
Projeto: Risco em Questão:				Data:			
	Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4a	Passo 4b	Passo 4c	Passo 5
	Perigo/ Evento indesejado	Dano/ Conseq.	Causas em potencial	Frequência de ocorrência	Severidade da Consequência	Nível de Risco (FxS)	Possível Controle adicional
ID# Risco	O que poderia dar errado?	Impacto em potencial?	Como o perigo pode ocorrer?	Qual é a frequência de ocorrer em escala 1-5?	Quão significativo é o impacto em escala de 1-5?	Relação entre Frequência e Severidade	O que pode ajudar a controlar ou mitigar o perigo?
1							
2							
3							

Quadro 3.3 – Modelo de planilha para aplicação de APR.
Fonte: BLUESYNERGY, 2016

É necessária a participação de uma equipe multidisciplinar, incluindo operadores, engenheiros de projeto, profissionais de SMS (Saúde, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho), entre outros, todos com conhecimento técnico e experiência nos sistemas analisados, para que haja êxito no resultado da análise.

A APR destina-se especificamente à identificação antecipada dos riscos, os dados sobre a planta poderão ser escassos e a experiência da equipe será fundamental para o sucesso desta etapa (AMORIM, 2010).

4. Estudo de caso em PRC com loja de conveniência

4.1. Objetivo do Estudo de Caso

O principal objetivo deste trabalho consiste na identificação dos perigos existentes nas operações de PRC com o incremento da loja de conveniência, a fim de apresentar possíveis medidas adicionais de segurança a serem adotadas na configuração de modelo de negócio apresentado. A metodologia empregada neste estudo foi a Análise Preliminar de Riscos (APR).

4.2. Descrição do Empreendimento

O empreendimento em estudo localiza-se na zona norte do Rio de Janeiro, e por questões de sigilo, o posto revendedor de combustíveis não será identificado, e sua localização não será precisamente apresentada.

No entanto, a avaliação das dependências físicas do empreendimento foi permitida e realizada por meio de visitas, para melhor entendimento dos riscos no local.

Este PRC exerce atividades de revenda varejista dos combustíveis gasolina comum, aditivada, álcool e diesel, troca de óleo lubrificante, lavagem de veículos, calibração de pneus e loja de conveniência.

O posto revendedor de combustíveis possui a seguinte infraestrutura: uma pista de abastecimento que atende veículos de pequeno e médio porte, com ao todo 6 bombas de abastecimento, sendo cada bomba responsável pelos abastecimentos com gasolina comum e aditivada, álcool e diesel. A Figura 4.1 ilustra a vista geral da área de abastecimento.



Figura 4.1 - Vista geral da área de abastecimento.
Fonte: Autor

A área total do terreno onde está instalado é de aproximadamente 1400 m², no qual cerca de 154 m² correspondem à ilha de abastecimento, com proteção superior de uma cobertura, e canaleta de contenção de combustíveis líquidos nos arredores, 20 m² à área de troca de óleo, 158 m² à loja de conveniência e retaguarda com vestiários e escritórios, e o restante à área livre.

O piso da área de abastecimento, tancagem e troca de óleo é de concreto impermeável, com canaletas de drenagem oleosa no entorno ligadas à caixa separadora de água óleo, enquanto o da loja de conveniência é de revestimento cerâmico, e o piso da área livre restante é de concreto, e a ventilação é natural.

O armazenamento de combustíveis é realizado em tanques subterrâneos do tipo bicompartimentado, com 15.000 litros em cada compartimento, revestimento duplo e capacidade total de 30.000 litros, conforme a descrição através do quadro 4.1 a seguir.

Todas as distribuições dos tanques principais às bombas são subterrâneas, e as simbologias e suas respectivas definições são dadas por: GA – Gasolina Aditivada, GP- Gasolina Premium, GC- Gasolina Comum e EC- Etanol Comum.

Tanque	Capacidade (L)	Produto	Tipo	Revestimento	Posição
01	30.000	GA/GC	Bicompartimentado	Duplo	Subterrâneo
02	30.000	GA/GC	Bicompartimentado	Duplo	Subterrâneo
03	30.000	EC/GP	Bicompartimentado	Duplo	Subterrâneo
04	30.000	GA/GC	Bicompartimentado	Duplo	Subterrâneo

Quadro 4.1 – Características dos tanques de armazenamento do PRC.

Fonte: Autor

O recorte a seguir (Figura 4.2) extraído da planta baixa do empreendimento, indica a localização dos 4 tanques supracitados.

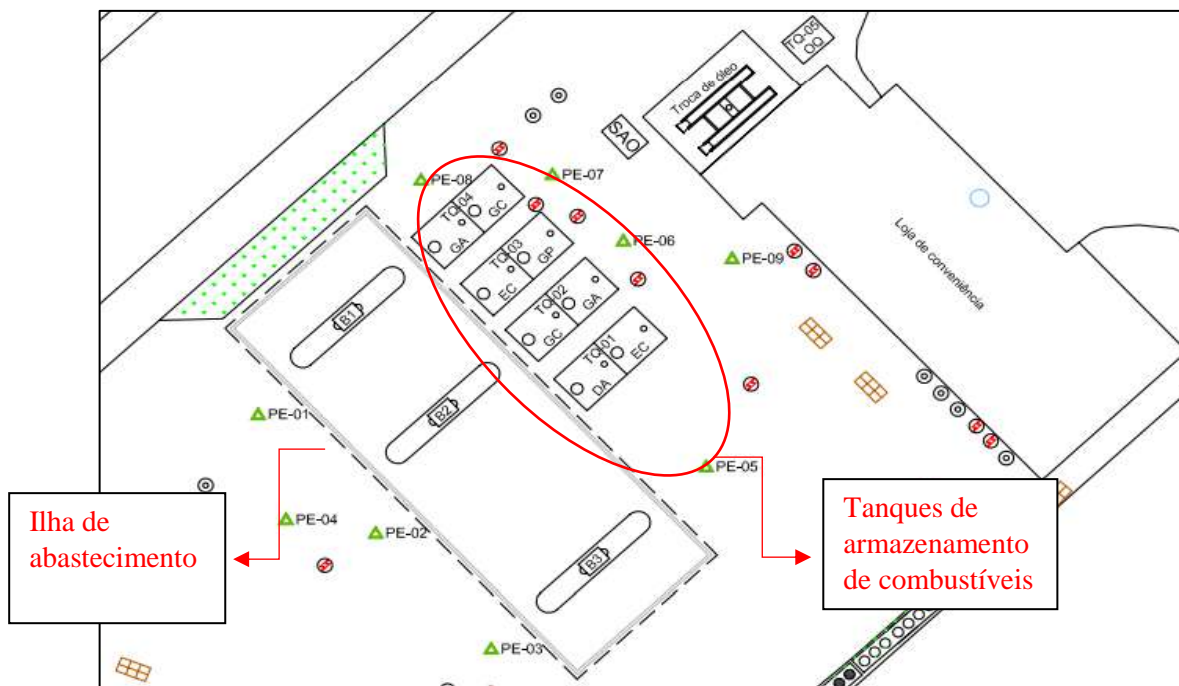


Figura 4.2 – Recorte adaptado da planta baixa do PRC em estudo.
Fonte em sigilo.

O revestimento duplo dos tanques se refere, segundo a NBR 7505, à proteção catódica, parede dupla com revestimento espesso compatível com o produto e com as condições do solo de acordo com as Normas Brasileiras, sendo a parede mais externa em plástico reforçado com fibra de vidro ou de outro material similar (jaquetado); e caso ambas as paredes do tanque sejam constituídas de aço, a parede externa deverá possuir pelo menos uma das proteções referidas de proteção catódica e/ou revestimento de material impermeável e não corrosivo.

O tanque jaquetado (cujo termo vem de *jacketed*, se refere a parede secundária construída em material não metálico, com espaço intersticial, que tem função de contenção de eventuais vazamentos) é segundo a NBR 16161/2015, definido para PRC como tanques de aço-carbono cilíndricos com parede dupla, sendo a externa não metálica e entre as paredes instalado um sensor eletrônico de monitoramento de vazamentos.

Cabe ressaltar que no PRC analisado, além do abastecimento de veículos, é realizada a troca de óleo e lubrificação dos mesmos em um ambiente específico, destacado da pista de abastecimento conforme Figura 4.3.



Figura 4.3 – Vista geral da área de troca de óleo.
Fonte: Autor

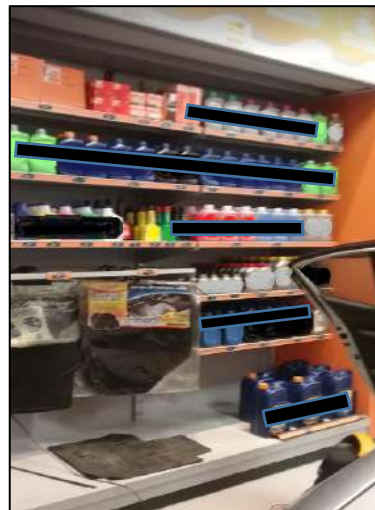


Figura 4.4 – Vista geral das prateleiras de armazenamento de óleo na área de troca de óleo.
Fonte: Autor

A Figura 4.4 representa a vista frontal das prateleiras de armazenamento de óleo na área de troca de óleo, contendo o equivalente à 388 litros de óleo armazenado e 60 litros de produtos automobilísticos como aditivos para radiadores, cera líquida e fluidos limpa pneus.

O óleo queimado obtido é armazenado em um tanque subterrâneo com capacidade de 5.000 litros.

A Figura 4.5 representa a planta do posto revendedor, incluindo as posições do tanque subterrâneos, do tanque de óleo queimado, da ilha de abastecimento com a área de proteção da cobertura e canaleta delimitadas, o filtro de óleo diesel, os respiros, a caixa separadora de

água e óleo, caixa de águas pluviais, caixa de esgoto, caixa elétrica, bueiro, canteiro, os poços de extração existentes e os de monitoramento.



Figura 4.5 – Planta do PRC analisado.
Fonte em sigilo.

O PRC possui 6 bombas de abastecimento com os combustíveis gasolina comum, aditivada, álcool e diesel, conforme Figura 4.6 a seguir.



Figura 4.6 – Bomba de abastecimento.
Fonte: Autor

O posto possui canaletas de drenagem oleosa ao redor das áreas de abastecimento, tancagem e troca de óleo, sendo direcionadas à caixa separadora de água e óleo de placas coalescentes. E os respiros dos tanques estão localizados próximo à área de descarga.



Figura 4.7 – Canaletas de drenagem oleosa.
Fonte: Autor




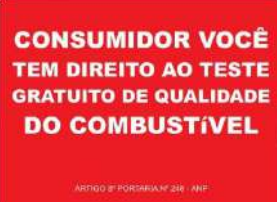
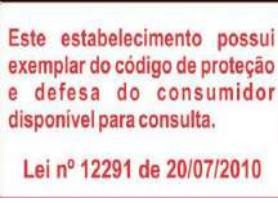





Figura 4.8 – Respiros dos tanques e pontos de descarga à distância.
Fonte: Autor

A caixa separadora é um equipamento utilizado para separar o óleo e a areia da água que vai para a rede coletora de efluentes, conforme diretrizes para a prevenção e controle da poluição estabelecidos na Resolução nº 273 de 2000 da CONAMA.

Os respiros, ou respiradores são válvulas de alívio de pressões tanto positivas como negativas (pressão e vácuo), cujas especificações técnicas estão previstas na NBR 13783/97. Proporcionam a rápida descarga de vapores inflamáveis e a proteção das condições de operação (SOUZA, 2009).

Não foram identificados indícios de corrosão nas estruturas de cobertura do PRC, ou fios elétricos soltos ou desencapados.

A água utilizada no empreendimento para consumo humano e de uso geral é fornecida pela concessionária local, Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), e o PRC possui um sistema de captação e reaproveitamento de água pluvial para utilização consciente e eco eficiente do recurso, além de estar devidamente registrado junto à ANP, licenciado ambientalmente junto ao órgão ambiental estadual INEA, e sinalizado com advertências previstas por legislação, apresentadas no Quadro 4.2.

Aviso	Legislação	Descrição	Aviso	Legislação	Descrição	Aviso	Legislação	Descrição
 "Consumidor, este etanol hidratado combustível não poderá ser comercializado se possuir coloração alaranjada ou aspecto diverso de limpo e isento de impurezas." Denúncias à ANP por meio do número telefônico 0800 970 0267.	ANP 07/2011	• Adesivação obrigatória de 1 unidade em cada face das bombas de etanol hidratado		Artigo 248, ANP	• O revendedor varejista fica obrigado a realizar as análises do Regulamento Técnico aprovado pela presente Portaria sempre que solicitado pelo consumidor.		Lei 12291/2010	• Obrigatória a manutenção de exemplar do Código de Defesa do Consumidor nos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços.
GASOLINA ADITIVADA REGISTRO ANP - nº DEFINIÇÃO É UM DETERGENTE SINTÉTICO DE 4ª GERAÇÃO QUE PROPORCIONA A LIMPEZA DE TODO O SISTEMA: VÁLVULA DE ADMISSÃO, DE ESCAPE, INJETOR, CARBURADOR E CÂMARA DE COMBUSTÃO. PROPRIEDADES IMPEDIR A FORMAÇÃO DE DEPÓSITOS NA VÁLVULA DE ADMISSÃO, INJETORES, CARBURADOR E CÂMARA DE COMBUSTÃO. LIMPA AS VÁLVULAS DE ADMISSÃO; DIMINUI A EMISSÃO DE POLUENTES; AUMENTA A VIDA ÚTIL DO SISTEMA DE COMBUSTÃO. INIBE A CORROSÃO DOS COMPONENTES EM CONTATO COM A GASOLINA. PORTARIA Nº 051/1999	ANP 41/1999	• Adesivação de uma unidade em cada face das bombas de gasolina aditivada com instrução normativa, em local de fácil visualização para o consumidor, com o número de registro do aditivo junto à ANP e a descrição dos benefícios do combustível aditivado fornecida pela Distribuidora e constante do Formulário de Cadastro de Produto.		CONAMA 293	• Placa de emergência de combustível líquido, onde o plano de emergência individual deve ser elaborado considerando, dentre outras informações, a probabilidade do óleo atingir determinadas áreas e a sensibilidade destas áreas ao óleo.		Portaria 116, ANP	• Placa de alerta sobre o uso de Diesel quanto ao teor de Enxofre
AVISOS NOCIDIDADE ETANOL - GASOLINA - DIESEL RESUMO AVISO - Controlar a qualidade dos produtos derivados de fontes renováveis, por se tratar de produtos de origem vegetal. RESUMO - Controlar a qualidade dos produtos derivados de fontes renováveis, por se tratar de produtos de origem vegetal. RESUMO - Controlar a qualidade dos produtos derivados de fontes renováveis, por se tratar de produtos de origem vegetal. RESUMO - Controlar a qualidade dos produtos derivados de fontes renováveis, por se tratar de produtos de origem vegetal. RESUMO - Controlar a qualidade dos produtos derivados de fontes renováveis, por se tratar de produtos de origem vegetal.	ANP 63/2011	• Alerta óleo diesel S-10 e S-50, uma unidade por face de bomba diesel		CONAMA 362/2005	• Placa de aviso sobre o descarte do óleo lubrificante, a ser afixada nas áreas onde existe troca de óleo		Lei nº 1984, PROCON 2011	• Placa de proibição
Razão Social: Nome Fantasia: ORGÃO REGULADOR DE FISCALIZADOR: ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Reclamações que não forem atendidas pelo revendedor varejista ou pelo(s) distribuidor(es), contate o Centro de Relações com o Consumidor (CRC): 0800 970 0267 Ligação Gratuita www.anp.gov.br HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO SEGUNDA A SÁBADO DAS DOMINGOS E FÉRIADOS DAS	Portaria 116 ANP	• Placa de identificação do posto exibida em quadro de aviso de modo destacado com caracteres legíveis e de fácil visualização, placa para permitir ao consumidor identificar facilmente as responsabilidades e as instâncias de recorrência quanto aos assuntos relacionados com a comercialização dos combustíveis.		Portaria 116 ANP	• Tabela de preços para exibição da informação de preços de todos os combustíveis comercializados, afixados em painel com dimensões adequadas, de modo destacado e de fácil visualização à distância			

Quadro 4.2 – Avisos obrigatórios estabelecidos para PRC.
Fonte: ANP, CONAMA e PROCON.

A loja de conveniência possui piso de cerâmica, parede de alvenaria, duas portas principais de vidro com um sistema de acionamento eletrônico de abertura, dois aparelhos de ar condicionado do tipo Split, localizados sobre as portas principais, três televisões de plasma, 13 refrigeradores verticais, 2 conservadoras horizontais de sorvete, um letreiro luminoso de comunicação, uma área de cerca de 4 metros quadrados climatizada com refrigeração específica para armazenamento exclusivo de cervejas e delimitada do ambiente da loja por uma porta.

No caixa, ou checkout da loja, onde os pagamentos são processados, existem dois microcomputadores e máquinas de emissão de cupom fiscal.

Ainda na frente de loja, existem 5 gôndolas para exposição de produtos secos. Na área de serviço de padaria existem três vitrines: uma refrigerada, uma aquecida e outra à temperatura ambiente, onde são feitas as exposições de produtos do gênero alimentício, três máquinas de café espresso, uma máquina para preparo de bebidas quentes solúveis, e dois fornos elétricos.

Na retaguarda da loja, existem equipamentos como câmaras elétricas de fermentação programada, câmaras frias, liquidificadores, micro-ondas, 4 refrigeradores, pias, o estoque de produtos secos e o escritório com 5 computadores, 3 impressoras de papel, 2 aparelhos de fax, máquinas para emissão de cupom fiscal, telefones e 2 aparelhos de ar condicionado. Na área externa da retaguarda, existe um refeitório com um aparelho de micro-ondas, uma área concretada e gradeada com armazenamento de um botijão de 45kg de GLP.

O PRC possui um PPRA, segundo a NR 9, conforme abordado na seção 2.5.3 de riscos ambientais, e considera todas as dependências da pista de armazenamento e da loja, na elaboração do controle periódico de prevenção de riscos à integridade dos funcionários e dos clientes e da preservação do meio ambiente.

A distância da área de troca de óleo à bomba de abastecimento mais próxima é de cerca de 13,5 metros. Já a distância da loja de conveniência à bomba é de cerca de 11 metros.

A NR 16 dispõe que são consideradas áreas de risco para a atividade de abastecimento de inflamáveis, um círculo com raio de 7,5 metros com centro no ponto de abastecimento, na bomba. Dessa forma, pode-se concluir que a loja de conveniência não está caracterizada como área de risco.

4.3. Elaboração da APR

Todos os perigos identificados foram avaliados quanto à segurança (efeitos de incêndio, explosão, danos pessoais e ao patrimônio) e quanto a impactos ao meio ambiente (efeitos de contaminação do solo, água superficial e subterrânea, queima de vegetação e poluição atmosférica).

O modelo de planilha utilizado para construção da APR para a análise do posto revendedor foi o do Capítulo 3 (Quadro 3.3), adotando-se as seguintes categorias de severidade e frequência:

Tabela Categorias de Severidade		
Categoria	Definição	Exemplos
1	Grande impacto (extrapolando os limites físicos do posto)	Grandes incêndios ou explosões/ derramamentos atingindo lençol freático
2	Impacto sério com necessidade de remediação	Incêndios/Explosões de média proporção/contaminação de uma área contida atingido o solo com necessidade de remediação com geração de resíduos
3	Impacto médio (com necessidade de mitigação)	Incêndios/Explosões de pequena proporção/Pequeno derrame no solo, cuja retirada de terra elimina o impacto; Emissões atmosféricas que não decorrem de anormalidade
4	Pequeno impacto (Sem necessidade de intervenção local)	Geração de faíscas sem geração de incêndio/explosões /Consumo de recursos naturais

Quadro 4.3 – Matriz definição da categoria de severidade.
Fonte: Autor

Tabela de Probabilidade/Frequência		
Categoria	Probabilidade	Frequência
A	Muito Alta	Contínua
B	Alta	Semanal
C	Média	Mensal
D	Baixa	Semestral
E	Muito Baixa	Menos de 1 vez ao ano

Quadro 4.4 – Matriz correspondência Probabilidade/Frequência.
Fonte: Autor

	Probabilidade/ Frequência				
Severidade	A	B	C	D	E
1	Red	Red	Red	Yellow	Yellow
2	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow
3	Red	Yellow	Yellow	Green	Green
4	Yellow	Green	Green	Green	Green

Quadro 4.5 – Matriz de Risco: Análise de Frequência e Severidade.
Fonte: Autor

Red	Alto	Yellow	Médio	Green	Baixo
-----	------	--------	-------	-------	-------

Quadro 4.6 – Legenda para classificação da significância da Matriz de Risco.
Fonte: Autor

Análise Preliminar de Riscos da Área de Descarga de Combustíveis

Cenário Acidental	Causas	Consequências	Frequência	Severidade	Classificação da Significância	Medidas Preventivas e Mitigadoras
Vazamento ou derramamento de líquidos inflamáveis durante descarga de combustíveis em tanques de armazenamento subterrâneo	• Furo devido a choque mecânico no tanque armazenamento caminhão tanque	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de incêndio em poça; • Possibilidade de formação de nuvem explosiva; • Perda do produto por vazamento ou evaporação; 	C	2	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento dos funcionários a fim de prevenir choques acidentais
	• Furo devido à corrosão tanque armazenamento do caminhão e/ou tanque subterrâneo		D	2	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de material resistente à corrosão; vistoria e manutenção de tanques realizada com periodicidade definida
	• Ruptura/Desgaste/Desconexão de mangueira de combustíveis		C	2	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação sistemática dos procedimentos para movimentação de veículos e carga
	• Erros operacionais		B	2	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento dos funcionários sobre como evitar erros e, em caso de acidente, sobre como seguir o que determina o plano de ação de emergência
Vazamento ou derramamento de líquidos inflamáveis durante abastecimento de veículos	• Erros operacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de incêndio em poça; • Possibilidade de formação de nuvem explosiva; • Perda do produto por evaporação com formação de nuvem tóxica. 	C	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento dos funcionários; • Válvula Breakaway (dispositivo de segurança que protege o sistema de abastecimento ao bloquear o fluxo de combustíveis nos dois sentidos, evitando derramamentos)
	• Desgaste da mangueira de abastecimento e/ou pistola.		D	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção periódica de equipamentos de abastecimento (mangueira e pistola)

Contaminação de efluentes	• Lavagem de veículos e da pista	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição de rios; • Possibilidade de causar morte de espécies de vida aquática. 	A	3	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de canaletas e sistema separador água/ óleo tipo; • Treinamento para funcionários a fim de conscientizar sobre o uso de água (redução do volume de efluentes gerados); • Torneiras e chuveiro com fechamento automático. • Sump de bombas (equipamento cuja função é criar uma câmara estanque de acesso sob a unidade abastecedora para isolar os pontos de conexão existentes no local, passíveis de vazamento, evitando a contaminação do meio ambiente)
	• Uso de tintas à base de solventes orgânicos		B	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de tintas à base de água
	• Vazamento de combustíveis líquidos		B	2	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de canaletas e sistema separador água/ óleo tipo ecológica; • Sump de bombas.
Contaminação do solo	• Descarte indevido de resíduos que tiveram contato com combustíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na qualidade do solo que receberá o resíduo; • Possível contaminação de fontes de água. 	C	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de um procedimento de gerenciamento de resíduos; • Destinação do resíduo por empresa licenciada; • Implementação de treinamento para funcionários que vise a coleta, o condicionamento e a destinação adequada de resíduos
	• Vazamento e derramamento de resíduos sólidos gordurosos		C	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer periodicidade na limpeza da caixa de gordura; • Utilização de dique de contenção para óleo lubrificante

	<ul style="list-style-type: none"> • Descarte indevido de resíduos sólidos perigosos (lâmpadas fluorescentes, óleo lubrificante, utensílios contaminados com tintas, pilhas e baterias) 		C	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de lâmpadas LED que possuem maior durabilidade • Coletores específicos na Pista e na entrada na loja de conveniência para clientes e funcionários depositarem pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes. Quando em quantidade suficiente, tais resíduos são encaminhados para empresa licenciada. • Elaboração de um procedimento de gerenciamento de resíduos
	<ul style="list-style-type: none"> • Descarte indevido de resíduos sólidos (plástico, sucata metálica, papel, restos de plantas do jardim). 		C	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de coletores de coleta seletiva de acordo com o requisito legal; • Orientação aos funcionários para redução consciente de resíduos gerados.
Contaminação do ar	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento de vapores dos combustíveis líquidos armazenados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuição à poluição atmosférica. 	B	4	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção periódica de equipamentos de armazenamento e válvulas de retenção. • Treinamento de funcionários para correta utilização de equipamentos.
Incêndio/ Explosão	<ul style="list-style-type: none"> • Pane elétrica/curto circuito e geração de fagulhas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas de equipamentos; 	B	2	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção periódica de equipamentos; • Treinamento de funcionários a seguir POP de princípio de incêndio • Adequação à NR10 que dispõe circuito elétrico à prova de fogo
	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento e derramamento de produtos inflamáveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas de combustíveis; • Incêndio em poça; 	B	2	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de contenção para área de resíduos de óleo lubrificante; • Instalar canaleta atrás da estação de troca de óleo para impedir que resíduos de óleo se direcionem para área principal • Instalação de unidades de recuperação de vapores de combustíveis

	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de extintor inadequado em caso de princípio de incêndio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de equipamentos/ patrimônio • Danos à infraestrutura local • Agravamento do acidente com os desdobramentos ocasionados com o alcance de mais fontes de combustão 	D	2	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento de funcionários a seguir POP de incêndio; • Obtenção de extintores específicos para cada localidade dentro da área do posto
	<ul style="list-style-type: none"> • Fissura/ruptura por choque mecânico do botijão de gás natural utilizado na loja de conveniência; 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de combustível 	D	2	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento realizado por empresa específica e licenciada, local sinalizado e gradeado conforme especificações técnicas
	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos inflamáveis não descartados corretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em caso de princípio de incêndio, podem favorecer o processo 	C	3	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de um procedimento de gerenciamento de resíduos
Proliferação de pragas e vetores	<ul style="list-style-type: none"> • Descarte inadequado de resíduos de alimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação do ambiente de trabalho e de locais próximos (comerciais/residenciais). 	B	4	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Realização do serviço de dedetização de 3 em 3 meses por empresa licenciada; • Descarte adequado de resíduos de alimentos.

Quadro 4.7 – APR elaborado para o PRC estudo de caso.
Fonte: Autor

4.4. Análise de Cenários do APR

Os possíveis cenários acidentais avaliados por meio da Análise Preliminar de Riscos foram caracterizados segundo o potencial de incêndios, explosões e riscos ao meio ambiente. Os cenários foram descritos através de agentes causadores e suas consequências e efeitos, o que possibilita a elaboração de um plano de ação por meio de medidas preventivas e de correção, ao serem avaliadas as reais condições de possível execução das recomendações. Os cenários classificados foram divididos dentre os níveis de significância baixa, média e alta.

Os cenários classificados com nível de significância baixa se referem a:

- Contaminação do ar, que pode ocorrer através de vazamentos de vapores de combustíveis líquidos armazenados nos tanques subterrâneos, ou através de poças formadas na pista de abastecimento devido a vazamentos na mangueira da bomba de abastecimento, ou de veículos.

Tal acidente prejudicaria a qualidade do ar no ambiente do PRC, o que poderia ocasionar problemas de saúde aos funcionários e/ou clientes, além da contribuição à poluição atmosférica. Ações sugeridas de para redução de contaminação são manutenção periódica de equipamentos de armazenamento e válvulas de retenção, além de treinamento de funcionários para conscientização sobre os riscos relacionados ao desempenho das atividades e à correta utilização de equipamentos. Este risco é considerado baixo, uma vez que apesar da estimativa de alta probabilidade de ocorrência, considerada semanal, sua ocorrência é de pequeno impacto, sem geração de faíscas ou incêndio/explosões. Este cenário também representa pequeno prejuízo a recursos naturais, uma vez que consideramos a contaminação do ar baixa no local, visto que o PRC localiza-se em área aberta, com fluxo contínuo de ar.

- Proliferação de pragas e vetores, que podem ser ocasionadas em PRC devido ao descarte inadequado de resíduos de alimentos. Tal cenário pode ser agravado caso haja presença de loja de combustíveis, já que nesta há a oferta de diversos produtos alimentícios. O descarte inadequado pode ainda acarretar a contaminação do ambiente de trabalho e de locais adjacentes. Como ações sugeridas são apresentadas a realização de serviço de dedetização, com periodicidade bimestral, além do descarte adequado de

resíduos de alimentos. Este risco é considerado baixo, uma vez que não apresenta relação direta com a geração de incêndios, explosões e riscos ambientais.

Os cenários classificados com nível de significância média se referem a:

- Vazamento ou derramamento de líquidos inflamáveis durante descarga de combustíveis em tanques de armazenamento subterrâneo provenientes das seguintes causas: furo devido a choque mecânico no tanque de armazenamento de combustível do caminhão tanque, furo devido à corrosão do tanque de armazenamento do caminhão tanque e/ou do tanque subterrâneo do PRC. Outras possíveis causas seriam rupturas, desgaste ou desconexão de mangueiras que promovem a descarga do combustível do caminhão para o tanque, além de erros operacionais. Tais ocorrências podem ocasionar riscos com possibilidade de incêndio através de poça, formação de nuvem explosiva e perda do produto por vazamento ou evaporação.

Como ações sugeridas são apresentadas o treinamento dos funcionários, utilização de material resistente à corrosão nos tanques, impermeabilização do solo, vistoria e manutenção frequente dos tanques. É necessária a verificação sistemática dos procedimentos para movimentação de veículos de carga a fim de buscar a melhoria em pontos críticos e otimizar o processo.

Todas as ações do cenário discutido foram consideradas de impacto sério com necessidade de remediação. Em relação à frequência estimada, esta foi julgada como média para todas as possíveis causas, com exceção do furo devido à corrosão, considerado de frequência baixa (devido à recente aquisição pelo posto dos tanques de armazenamento, 2009, além de serem realizadas manutenções frequentes).

- Vazamento ou derramamento de líquidos inflamáveis durante abastecimento de veículos, podendo ser ocasionados devido a erros operacionais e desgaste de mangueira de abastecimento e/ou pistola da bomba de abastecimento. As possíveis causas seriam perda do produto por evaporação ou vazamento e formação de nuvem explosiva ou poça de incêndio. Tais causas acidentais podem ser mitigadas através do treinamento de funcionários, manutenção da pistola de abastecimento e instalação de válvula Breakaway, que permite o bloqueio do fluxo de combustível em ambos os sentidos e evita o derramamento. Os eventos foram considerados de médio impacto com necessidade de mitigação, e com frequência média para os erros operacionais e

baixa para os desgastes de equipamento de abastecimento devido à fácil identificação e correção de problemas de vazamentos, caso ocorram.

- Contaminação de efluentes gerada por meio do uso de tintas à base de solventes orgânicos; possível contaminação de rios pelo carreamento de tais efluentes pela rede de captação fluvial, o que levaria a prejuízos ao ecossistema da região. O impacto foi considerado médio e frequência de ocorrência alta. Este risco pode ser mitigado ao utilizar-se tintas à base de água.
- Contaminação do solo através do descarte indevido de resíduos que tiveram contato com combustíveis, vazamento e derramamento de resíduos sólidos gordurosos, descarte indevido de resíduos sólidos perigosos (lâmpadas fluorescentes, óleo lubrificante, utensílios contaminados com tintas, pilhas e baterias) e resíduos sólidos (plástico, sucata metálica, papel e restos de plantas do jardim). Possível contaminação do solo que receberia tais resíduos, assim como contaminação de fontes de água. As ações corretivas para tal cenário incluem a elaboração de um gerenciamento de resíduos, destinação de resíduos por empresa licenciada, implementação de treinamento para funcionários que vise a coleta e o condicionamento adequado de resíduos. Sugere-se que seja estabelecida a periodicidade na limpeza da caixa de gordura e utilização de dique de contenção para óleo lubrificante. Sobre o descarte de resíduos, são recomendados planos de ação que incluam a aquisição de lâmpadas LED (que possuem maior durabilidade) e de coletores específicos de pilhas, baterias e lâmpadas na pista na entrada na loja de conveniência. Como plano para implementação de médio a longo prazo, sugere-se a conscientização dos funcionários sobre a importância do descarte correto dos resíduos e elaboração de um procedimento combinado de gerenciamento de resíduos a fim de promover a eco eficiência.
- Incêndio/Explosão através de pane elétrica/curto circuito e geração de fagulhas, que pode acontecer em equipamentos dentro de loja de conveniência (como fornos, refrigerados, televisões, ar condicionados, displays de publicidade, entre outros) ou equipamentos elétricos na pista de abastecimento (computadores, equipamento de impressão de nota fiscal, circuitos eletrônicos da bomba de abastecimento, displays eletrônicos de publicidade entre outros), tal acidente pode ter a causa na ruptura/fissão

de botijões de gás presentes na retaguarda das lojas de conveniência, ou pelo descarte inadequado de resíduos contaminados com substâncias inflamáveis. Pode ocasionar o agravamento de incêndios, perda de equipamentos e a ocorrência de bleve. Como ações corretivas são apresentadas o treinamento de funcionários para que sigam o plano de operação padrão de incêndio, o abastecimento de extintores específicos para cada localidade do posto, além do gerenciamento de resíduos e sinalização dos botijões de gás.

Os cenários classificados com nível de significância alto se referem a:

- Vazamento ou derramamento de líquidos inflamáveis durante descarga de combustíveis em tanques de armazenamento subterrâneo. Podem acontecer devido a erros operacionais, cuja frequência de ocorrência é alta. Esses erros são julgados de alta gravidade ou impacto, com necessidade de mitigação. Como plano de ação é sugerido o treinamento dos funcionários sobre como evitar erros e, em caso de acidente, sobre como seguir o que determina o plano de ação de emergência.
- Contaminação de efluentes ocasionada devido a lavagem de veículos e da pista e de vazamento de combustíveis líquidos. Estas causas podem ser evitadas por meio do uso de canaletas e sistemas de separação água/óleo, treinamento de funcionários sobre a conscientização no uso de água e instalação de torneiras e chuveiros econômicos nos banheiros e cozinha da loja de conveniência, além do uso de sistemas de dispensa de água na pista de abastecimento com fechamento automático. Para as bombas de abastecimento, é indicado o uso de sump de bombas, um equipamento cuja função é a criação de uma câmara estanque de acesso sob a unidade abastecedora, destinada a isolar os pontos de conexão existentes no local e evitar possíveis vazamentos.
- Incêndio/Explosão ocasionados através de panes elétricas/curtos circuitos e vazamento de combustíveis líquidos. Planos de ação são a manutenção periódica de equipamentos e adequação dos circuitos à NR 10, que dispõe o uso de circuitos elétricos à prova de fogo em ambientes sujeitos à inflamabilidade, como é o caso de um PRC. Bem como o treinamento de funcionários sobre como proceder em casos de incêndio e a implementação de contenção para a área de resíduos lubrificantes, é indicada a instalação de canaletas para evitar o direcionamento de combustíveis para a pista do

posto ou para a rede de captação fluvial, além da instalação de unidades de captação de vapores de combustíveis.

Ao discutir os cenários com maior especificidade e como eles se relacionam com a presença da loja de conveniência, conclui-se que os maiores pontos críticos de controle estão relacionados à geração de curtos circuitos de equipamentos dentro da loja. Tais riscos podem ser facilmente controlados uma vez que existem extintores de incêndio de fácil acesso em locais estratégicos na loja, além de a atmosfera de sua área comum não apresentar alta concentração de compostos inflamáveis, como é o caso de algumas regiões da pista de abastecimento. A presença do botijão de gás na retaguarda da loja também não representa risco significativo, visto que o mesmo se encontra em local aberto, ventilado, com gradeamento e sinalização adequada.

A partir do estudo técnico preliminar realizado, é proposta a mitigação de boa parte dos riscos do PRC analisado no sentido de promover a maior proteção coletiva, essencial para a segurança dos colaboradores e dos clientes do estabelecimento.

5. Considerações finais

Com base em informações cedidas pelo Posto Revendedor de Combustíveis, alvo do estudo em questão, consulta às referências bibliográficas e a partir de inferências sobre frequência e severidade dos possíveis riscos inerentes ao estabelecimento, foi possível construir a tabela de Análise Preliminar de Riscos (APR).

Através da avaliação da tabela de APR pôde-se verificar que majoritariamente os riscos de acidentes relacionados aos cenários destacados apresentam classificação de frequência mensal e valores de severidade iguais a 2 ou 3. Estes valores correspondem a riscos que devem ser controlados ou, no mínimo, terem suas consequências mitigadas. Ou seja, em um Posto Revendedor de Combustíveis, a maior parte dos riscos encontrados ocorrem à uma frequência relevante e necessitam de ação de controle com metas de segurança estabelecidas, de forma que o estabelecimento possa ser classificado como seguro. Tal inferência está de acordo com a Resolução CONAMA nº 273, que define instalações e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, como empreendimentos potencialmente poluidores, geradores de acidentes ambientais e com riscos de incêndio e explosão.

Também se observa que, no estudo de possíveis cenários de riscos da APR, apenas um destes cenários, proliferação de pragas e vetores, está diretamente relacionado à presença de loja de conveniência no posto revendedor de combustíveis avaliado. Ainda sobre este cenário, avaliamos que a significância do mesmo é baixa, ou seja, o risco associado é pouco relevante à segurança de pessoal que trabalha no PRC, assim como a clientes, moradores próximos ao local do posto ou à estrutura física/econômica do estabelecimento.

Apesar de inicialmente considerar-se que o aumento do fluxo de pessoas, assim como o aumento no tempo de permanência destas no estabelecimento devido à presença de loja de conveniência poderia levar ao aumento da significância de riscos, a partir das conclusões obtidas pela avaliação da APR, pode-se constatar que o impacto do incremento de loja de conveniência à segurança deste PRC é pouco relevante. Ou seja, a presença de lojas de conveniência no PRC não leva ao aumento significativo de riscos de segurança. É possível ainda extrapolar tal conclusão à PRC de modo geral com a revenda dos combustíveis líquidos analisados, visto que foram analisados os cenários diretamente relacionados ao armazenamento, manuseamento e transferência de combustíveis automotivos em tais estabelecimentos.

Referências Bibliográficas

ABDI. **Práticas atuais e perspectivas futuras.** Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Disponível em: <http://docplayer.com.br/1689995-Certificado-de-boas-praticas-de-fabricacao-em-produtos-para-saude.html>

Acesso em 21 de Julho de 2017

ABNT, **RESOLUÇÃO Nº 9 (NR9)**, 2014.

Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf>

Acesso em 02 de Novembro de 2017

ABNT, **RESOLUÇÃO Nº 10 (NR10)**, 2016.

Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>

Acesso em 02 de Novembro de 2017

ABNT, **RESOLUÇÃO Nº 20 (NR20)**, 2017 Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>

Acesso em 02 de Novembro de 2017

ABNT, **RESOLUÇÃO Nº 23 (NR23)**, 2017

Disponível em: <http://www.pncq.org.br/uploads/2012/09/NR-23.pdf>

Acesso em 02 de Novembro de 2017

ABNT, **RESOLUÇÃO Nº 17505 – 5** , 2013. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>

Acesso em 02 de Novembro de 2017

ABNT, **RESOLUÇÃO Nº 17505 - 6**, 2013. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>

Acesso em 02 de Novembro de 2017

ACGIH, TLVs e BEIS, **Limites de Exposição Ocupacional para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição**, Tradução da Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, 2016

AFDC, **Combustível Gás Natural, Fuels Natural Gas Basics**, 2016

Disponível em: https://www.afdc.energy.gov/fuels/natural_gas_basics.html

Acesso em 10 de Outubro de 2017

AGUIAR, L. A. **Metodologias de Análise de Riscos -APP & Hazop**. Rio de Janeiro, 2011.

Disponível em:

http://files.visaosegura.webnode.com/200000056-584dc5947a/APP_e_HAZOP.pdf

Acesso em 29 de Julho de 2017

ALYAMI, A.R, **Avaliação da Exposição Ocupacional à Vapores de Gasolina sob Variações de Condições em Postos de Gasolina, Occupational Exposure Assessment to Gasoline Vapours under Various Conditions at Public Gasoline Stations**, Athens Journal of Sciences, Arábia Saudita, 2016.

AMORIM, E. L. C. **Apostila de Ferramentas de Análise de Risco**. UNIFAL, Alagoas, 2010.

Disponível em:

<https://sites.google.com/site/elcaufal/disciplinas/programacao-estruturada>

Acesso em 29 de Julho de 2017

ANP, **PANORAMA DO ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS**, 2017.

Disponível em:

http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/livros_e_revistas/Panorama_do_Abastecimento2017.pdf

Acesso em 22 de Setembro de 2017

ANP, **RESOLUÇÃO Nº 1**, 2014.

Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=264163>

Acesso em 22 de Setembro de 2017

ANP, **RESOLUÇÃO Nº 41**, 2013.

Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=261502>

Acesso em 22 de Setembro de 2017

AVEN, Terje. **Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation**, European Journal of Operational Research, Volume 253, Issue 1, Pages 1-13, ISSN 0377-2217, 2016.

BEZERRA, G.P, **Contaminação de águas subterrâneas por BTEX na bacia do rio Lucaia**, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2011.

BLUESYNERGY. **Avaliação Preliminar de Riscos, Preliminary Risk Assessment (PRA)**.

LLC 8137 Autumn Lane, 2016. Disponível em:

<http://www.bluesynergyassociates.com/preliminary-risk-assessment.html>

Acesso em 29 de Julho de 2017

BRASIL POSTOS, **Evitar contaminação em posto de combustível**, 2015

Disponível em: <https://www.brasilpostos.com.br/noticias/meio-ambiente/saiba-como-evitar-a-contaminacao-em-posto-combustivel/>

Acesso em 10 de Outubro de 2017

BROWN, Anthony. **Análise de Risco - Boletim Técnico da GSI**, Grupo de Pesquisa em Segurança contra Incêndio do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da Universidade de São Paulo – GSI/NUTAU/USP. Ano III, nº1, 1998.

Disponível em: <http://www.lmc.ep.usp.br/grupos/gsi/wp-content/boletim/3-1.pdf>

Acesso em 10 de Maio de 2017.

BURTON **Etanol como Combustível: Energia, Balanços de Dióxido de Carbono e Pegada Ecológica, Ethanol as Fuel: Energy, Carbon Dioxide Balances, and Ecological Footprint**, BioScience, Estados Unidos, 2005

CICCO, F. D.; FANTAZZINI, M. L. M. **Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos**. Coleção Risk Tecnologia, 2003.

CONAMA, **RESOLUÇÃO Nº 273**, 2000.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>

Acesso em 10 de Maio de 2017

CONCAWE, **Uma revisão de dados sobre a exposição europeia à gasolina; A review of european gasoline exposure data for the period 1993-1998**, Brussels 2000. Disponível em :

<http://www.concawe.be>

Acesso em 02 de dezembro de 2017

CORPO DE BOMBEIROS, **NT Nº 25– 5**, 2014 – Segurança Contra Incêndios para Líquidos Combustíveis e Inflamáveis. Disponível em: <http://bombeiros.go.gov.br>

Acesso em 02 de Novembro de 2017

COUTINHO, M. R.. **Gerenciamento Integrado de Riscos de Projetos**. Rio de Janeiro, 2010. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2010.

EDOKPOLO, B.;YU, Q.J; CONNELL,D. **Avaliação de risco de saúde no ambiente de postos de serviços em relação às concentrações de benzeno, tolueno e xileno (BTX), Health risk assessment of ambient air concentrations of benzene, toluene and xylene (BTX) in service station environments**, International Journal of Environmental Research and Public Helth, v.11, n. 6, p. 6354-6374, 2014.

E.J, RUPPENTHAL, **Toxicologia**, Rede e-Tec Brasil, Projeto UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2013.

ELETRONUCLEAR. Estudo de Impacto Ambiental – EIA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto. Volume 6 – **Análise e Gerenciamento de Risco e de Emergência**, 2014.

Disponível em:

http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/v06_12_analise.html#12272

Acesso em 10 de Maio de 2017.

EPC, **Centro Ambiental de Poluição, Environmental Pollution Centers**, 2016

Disponível em: <https://www.environmentalpollutioncenters.org/gas-stations/>

Acesso em 10 de Maio de 2017

FERREIRA, D.G, **Biorremediação de Solo Argiloso Contaminado com Gasolina Aditivada com Diferentes Teores de Etanol**, Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

FISPQ BR, **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos**, Etanol Aditivado, 2017. Disponível em:
<http://br.com.br/wcm/connect/824f304b-e78e-4c5d-858b-afb1e6f27d60/fispq-comb-etanol-etanol-aditivado-rev02.pdf?MOD=AJPERES&CVID=ILpYGIP>
Acesso em 16 de Junho de 2017

FISPQ BR, **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos**, Gasolina Comum, 2017. Disponível em:
<http://www.br.com.br/wcm/connect/24d79401-33bb-4e0d-ad03-cd8344b9b483/fispq-comb-gaso-auto-gasolina-comum-c.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IN55JMM>
Acesso em 21 de Maio de 2017

FISPQ BR, **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos**, GNV, 2017. Disponível em:
<http://br.com.br/wcm/connect/51ba69f9-ec18-4e5e-8b8a-58f17e2e2dc5/fispq-comb-gas-gas-natural-veicular-gnv-rev02.pdf?MOD=AJPERES&CVID=ILq11YI>
Acesso em 16 de Junho de 2017

GOUVEIA, L,L,N. **Atuação de equipes de atendimento emergencial em vazamentos de combustíveis em postos e sistemas retalhistas**. Dissertação Mestrado em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
Acesso em 02 de Dezembro de 2017

HSA, Health and Safety Authority, **Risco de Incêndio e Explosão, Fire and Explosion Risk**, Estados Unidos, 2016.
Disponível em:
http://www.hsa.ie/eng/Your_Industry/Petrol_Stations/Fire_and_Explosion_Risks_at_Service_Stations.pdf
Acesso em 16 de Junho de 2017

HEAD, George L., Horn, S. II. **Processos de Gestão de Risco Essenciais, Essentials of the Risk Management Process, Volume I**. Insurance Institute of America, Estados Unidos, 1985.

IT – 22, Instrução Técnica, **ARMAZENAGEM DE LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS**, Corpo de Bombeiros de Minas Gerais, 2015. Disponível em:
http://www.bombeiros.mg.gov.br/images/stories/dat/it/it_22_armazenamento_de_liquidos_inflamaveis_e_combustiveis.pdf
Acesso em 16 de Junho de 2017

LOEWE, K.; KARIUKI, S.G.. **Integração de fatores humanos em processos de análises de risco; Integrating human factors into process hazard analysis. Reliability Engineering and System Safety**, Technische Universität Berlin, Institute of Process and Plant Technology. Estados Unidos n. 92, p. 1764-1773, 2007.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Portaria nº 75** de 5 de março de 2015.

MANUAL SESI, **Técnicas de Avaliação de Agentes Ambientais**, Confederação Nacional da Indústria, Brasília, 2007.

MELGAR, O.B.A, **Modelo de Diagnóstico para Sistemas de Manutenção de Frotas**, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MELLO, D, **Caracterização do Resíduo Sólido Formado em Motor Automotivo à Gasolina por Meio de Técnicas Analíticas**, Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear de Materiais), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2008.

MILOSEVIC, D. Z. **Project Management ToolBox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager**, 1ª Edição. Wiley, Estados Unidos, 2003.

MMA, Ministério do Meio Ambiente – Governo Federal, **Estruturas Postos de Combustíveis**, 2016

Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/_10.pdf
Acesso em 10 de Julho de 2017

MODARRES, M. **Análises de Risco em Engenharia: Técnicas, Ferramentas e Tendências, Risk Analysis in Engineering: Techniques, Tools, and Trends**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, Estados Unidos, 2006

MORRISON, D. **Gestão de Risco e Perda de Controle Manual para o Governo Local, Risk Management and Loss Control Manual for Local Government**. The Local Government Institute, p. 4, Estados Unidos, 1988.

NACS, **The History of Fuels Retailing, 2013**. Disponível em:
http://www.convenience.org/YourBusiness/FuelsReports/GasPrices_2013/Pages/100PlusYearsGasolineRetailing.aspx
Acesso em 12 de Janeiro de 2018

NETO, R.M.B, **Deteção e Extinção de Incêndio em Data Center, Dissertação** (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica) Instituto Superior de Engenharia do Porto, Departamento de Engenharia Eletrotécnica, 2014

NPT025, Norma de Procedimento Técnico; **Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis**, 2012. Disponível em:
http://www.bombeiroscascavel.com.br/modules/mastop_publish/files/files_4e9102e7c5508.ppd
Acesso em 10 de Julho de 2017

OLIVEIRA, D.P, **Livre Concorrência e Cláusula de Exclusividade nos Contratos de Distribuição de Combustíveis**, Revista de Direito Administrativo, FGV, 2011

OLIVEIRA, E.M.S, **Estudo de Produção e Caracterização de Biodiesel Produzido por Transesterificação com Catalisadores: Tris- Dodecilsulfato de Cério(III), Ce/HUSY e KF/MgO**, (Mestrado em Química) Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

OSHA, Occupationa Safety and Health Administration, Segurança Ocupacional e Parâmetros de Saúde, **Informações Sobre a Segurança na Manipulação do Benzeno**.

Disponível em:

https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10043

Acesso em 01 de dezembro de 2017

PETROBRAS, **Guia de Produtos Automotivos/Composição do óleo diesel**, 2017

Disponível em:

<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/automotivos/oleo-diesel/>

Acesso em 05 de novembro de 2017

PMI, Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento de Gerenciamento de Projetos (PMBOK - A Guide to the Project Management Body of Knowledge)**. 5.ed. Editora Saraiva, Estados Unidos, 2014

PORTO, D.C, **Investigação da contaminação do solo e das águas subterrâneas por óleo combustível: estudo de caso em ribeirão preto (SP)**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Ambiental, Londrina, Paraná, 2014.

RAUSAND M. **Avaliação de Risco – Teoria, Metodologia e Aplicação, Risk Assessment - Theory, Methods and Applications**, Estados Unidos, Wiley, 2011

RISTIC, D. **A tool for risk assesment**, Safety Engineering, Faculty of Occupational Safety University of Niš, Servia. DOI: 10.7562/SE2013.3.03.03. Disponível em: <http://www.znrfak.ni.ac.rs/SE-Journal/Archive/SE-WEB%20Journal%20-%20Vol3-3/pdf/3.pdf>

Acesso em 12 de Janeiro de 2018

SEBRAE, Manual: **Como montar um posto de combustível**, 2014.

Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-um-posto-de-combustivel,aae87a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>

Acesso em 01 de Setembro de 2017

SELEG, Bernard. **Gestão da Tecnologia do Impacto do Risco; Technology's Impact on Risk: Risk Management**, Estados Unidos, Novembro 1993; pp. 60-61.

S. MEHLMAN, Controle de Perdas em Processos Industriais: Identificação de Risco, Avaliação e Controle, Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control, Edition 4, Estados Unidos, 1989

SOUZA, C.P. Avaliação e Valoração dos Impactos Ambientais no Processo de Operação de Postos Revendedores de Combustíveis. Msc, UFRJ 2009.

SOUZA, D.C, Sensor Capacitivo para Monitoramento do Teor de Álcool Etílico Anidro Combustível em Amostras de Gasolina Comercial, Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Maranhão, São Luiz, 2013

**SOUZA, E. A. O Treinamento Industrial e a Gerência de Riscos – Uma Proposta de Instrução Programada. Capítulo 2. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1995. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/75931>
Acesso em 01 de Setembro de 2017.**