

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE RISCOS NOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS COM GÁS NATURAL VEICULAR (GNV).

Andreia Priscila da Silva Alves¹, Blake Charles Diniz Marques²

Resumo: A locomoção humana é algo que vem se desenvolvendo no decorrer dos tempos e teve por consequência a imprescindibilidade do automóvel para muitas famílias. No Brasil, o preço atrativo do Gás Natural Veicular (GNV) faz com que muitos motoristas se interessem por esse combustível, porém, poucos se preocupam com os riscos associados a ele. Uma análise de riscos se faz necessária para que se possa avaliar a estrutura, os equipamentos e os procedimentos usados no manuseio deste combustível. Para isto são utilizadas duas técnicas de análise de riscos, a APR (Análise preliminar de riscos) e a FMEA (Análise de métodos e falhas), para que todos os riscos presentes na instalação e no manuseio desse combustível sejam estudados. Conhecendo tais riscos, é possível identificar as possíveis causas de acidentes, e suas consequências, para que assim medidas possam ser tomadas a fim de garantir a segurança das instalações e das pessoas no local e áreas circunvizinhas. No presente trabalho aplicam-se metodologias de análises de riscos em postos de combustíveis revendedores de gás natural veicular, a fim de elencar os perigos existentes neste cenário, e assim propor medidas preventivas e atenuadoras para um plano de ação emergencial. Os resultados possibilitaram prever os riscos gerados, consequências e formas de obstar acidentes, e em casos de acidentes inevitáveis, foram geradas, por meio do software ALOHA 5.3, figuras que ilustram zonas de perigo e as possíveis consequências de tal exposição.

Palavras-chave: *Gás Natural Veicular; riscos; análise de riscos; segurança.*

1. Introdução

O gás natural, segundo historiadores, foi descoberto na Pércia por volta do ano 6000 a.c. Seu uso era destinado a manter a “chama eterna”, símbolo religioso da época. Na china, por volta de 900 a.c., o gás natural era canalizado por tubos de bambu desde sua origem, até seu destino, sendo utilizado na iluminação pública [1].

Na Europa o gás natural foi obtido a partir do carvão e também utilizado na iluminação. Posteriormente foram descobertas as possibilidades de utilização do gás natural como combustível para automóveis, tornando-se conhecido como Gás Natural Veicular (GNV). [1]

Esta nova forma de abastecimento de veículos tornou-se atrativa em razão do seu valor e do seu consumo ser significativamente mais baixo, se comparado aos combustíveis derivados de petróleo e passou a ser comercializada por companhias especializadas. Outro ponto responsável pelo processo de popularização do gás está ligado ao seu uso como alternativa ao uso do combustível proveniente de petróleo, resultando em uma queima mais limpa e menos poluente ao meio ambiente. [2]

Outrossim, embora apresente inúmeros benefícios relacionados a custo x benefício e menor impacto ambiental, o gás natural apresenta enormes riscos no que tange ao seu manuseio e instalações de armazenamento, motivo pelo qual sua utilização inspira cuidados.

Este fato preocupou alguns órgãos como o INMETRO, IBAMA e o CONAMA que desenvolveram termos de qualidade, documentos e licenças para que o armazenamento e comercialização deste combustível se desse de maneira segura para o homem e para o meio ambiente. É indispensável que todos os equipamentos instalados sejam conservados e apresentem bom funcionamento, bem como que sua instalação seja efetuada por profissionais credenciados e especializados neste sistema de conversão. Não obstante, se faz imprescindível a manutenção anual, como forma de garantir a segurança do utilitário. [3]

Aos postos de combustíveis cabe, igualmente, zelar pela correta instalação dos equipamentos, sua manutenção periódica, atentando sempre ao estado de conservação e funcionamento, de modo que sejam observadas todas as normas que versam sobre o assunto, bem como devem capacitar seus funcionários para o adequado manuseio dos equipamentos e operações.

As vantagens associadas ao uso do GNV são conhecidas, em contrapartida, conforme mencionado, todo o processo que antecede a utilização pelo consumidor final (transporte, instalações, armazenamento, equipamentos e abastecimento de veículos de usuários) é marcado por riscos e necessitam de uma série de atitudes com vistas a resguardar as áreas circunvizinhas, sejam de impactos ambientais ou danos aos transeuntes e moradores.

Logo, objetiva-se, com este trabalho, demonstrar os riscos agregados às atividades desempenhadas em postos de combustíveis que trabalham com GNV, bem como aplicar técnicas e métodos capazes de prevenir ou dirimir os impactos sofridos com possíveis acidentes decorrentes do manuseio do mencionado combustível. Tal demonstração será possível através de um estudo da análise de riscos, cujo significado liga-sea possibilidade de algo dar certo ou errado, uma combinação entre as consequências de um acidente e sua frequência, sendo necessário, para tanto, o levantamento dos cenários dos possíveis acidentes, suas consequências, medidas mitigadoras e etc. [8]

2. Fundamentação teórica:

2.1. Conceito

O GNV é um combustível fóssil composto de uma mistura de hidrocarbonetos, cuja maioria é composta por metano, com teor mínimo estipulado em 87%. Possui altodesempenho em automóveis, além de ser uma opção de combustível mais limpo, uma vez que seu processo de combustão é mais completo, fato que ocasiona uma menor emissão de óxidos, reduzindo em aproximadamente 70% (setenta por cento), se comparado à gasolina, de modo que atende aos limites de emissão de poluentes estabelecidos pelo Programa de Controle de Emissões por Veículos Automotores.[4],[5],[6]

Dentre as vantagens pecuniárias de utilização do GNV pode-se citar seu valor de comercialização, o qual é mais baixo, quando igualmente comparado à gasolina, bem como a menor demanda de manutenção dos veículos que possuem o sistema de gás instalado, pois, pelo fato de o gás natural não possuir enxofre em sua composição, a corrosão no escapamento é substancialmente reduzida, bem como torna-se maior a vida útil de velas, filtros e os intervalos entre trocas de óleo. [6]

2.2. Legislação

Segundo a Resolução nº 273 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), todos os empreendimentos que armazenam e revendem combustíveis possuem potencial iminente de gerar acidentes ambientais, como explosões e incêndios. Tal fato se dá em razão do aumento significativo de acidentes nos últimos anos, em sua maioria relacionados a vazamento de combustíveis, cujas principais causas são manutenção inadequada do sistema e equipamentos, ou mesmo falha humana, ocasionada pela carência de treinamentos aos profissionais operantes. [7]

Logo, toda instalação ou modificação de empreendimentos de revenda de combustíveis deverá possuir um licenciamento inicial do órgão ambiental competente. Todos os sistemas de armazenamento, abastecimento e equipamentos passarão por avaliações periódicas (com recorrência de no máximo 5 anos), em atendimento às exigências impostas pelo Sistema Brasileiro de Certificação (SBC). [7]

Três licenças são exigidas para o início das atividades no empreendimento: A licença prévia, onde se aprova o local escolhido para construção, tendo em vista viabilidade ambiental e condições adequadas para as próximas fases da implantação; a licença de instalação, a qual concede a instalação do empreendimento de acordo com o projeto apresentado - este deverá conter medidas de controle ambiental e pessoal, que assegurem o equilíbrio ambiental e a vida -; e a licença de operação, que autoriza o início das operações no empreendimento, tendo em vista que os requisitos das licenças anteriores foram cumpridos. [7]

A Resolução supramencionada também prescreve que os proprietários do empreendimento deverão oferecer treinamentos a seus respectivos funcionários a fim de orientar sobre medidas preventivas e emergenciais em casos de acidentes, daí a necessidade de aplicar técnicas de análise de riscos existentes nas instalações para tais medidas serem tomadas e ensinadas. Com efeito, para que se possa assegurar as condições ideais de trabalho, os postos de combustível deverão realizar um estudo no qual seja possível identificar e expor os riscos que circundam as atividades de manuseio do GNV, bem como tarefas correlatas. Tal análise de riscos é processo imprescindível à garantia da segurança das instalações e pessoas em contato direto ou indireto com o combustível ora analisado. [7]

Com vias a tornar tal prescrição exequível, faz-se necessário conhecer o produto que se está sendo manipulado, suas propriedades químicas e físicas, bem como supor os possíveis cenários de acidentes, para que, a partir de então, seja factível identificar suas causas; a frequência em que ocorrem; a severidade do acidente e as medidas preventivas e de alerta que devem ser implementadas.[8],[11]

Tomando por base as informações coletadas, desenvolve-se uma Análise Preliminar de Riscos (APR), através da qual pode-se vislumbrar mais claramente os riscos impostos pelas atividades relacionadas ao armazenamento e manuseio do produto e, a partir de então, prevenir, minorar e controlar os riscos, mantendo, assim, o ambiente dentro dos padrões de segurança legalmente exigidos. [8],[11]

Importa ressaltar que todo risco pode ser visto como potencialmente capaz de gerar um acidente e ocasionar danos diversos, sejam estes a humanos, meio ambiente ou instalações. Tais riscos apenas podem ser amenizados

quando realizado um trabalho de prevenção, no qual aplicam-se as técnicas adequadas. As mencionadas técnicas, por sua vez, dependem de uma anterior análise de riscos associados a tais atividades.

A ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) é responsável por estipular ações e métodos para manter preço, qualidade e produto em mercado dentro dos interesses do consumidor, controlando o fluxo de entrega dos combustíveis, estabelecendo parâmetros que atestem a qualidade do produto, sendo este nacional ou importado. A agência reguladora foi responsável por designar regras para importação, processamento, carregamento, transporte e distribuição do GNV, de modo que os profissionais de cada área abrangida devem atentar para as disposições impostas. [9]

A partir do ano de 2013 a ANP, através da Resolução nº 41, de 05 de outubro de 2013, passou a exigir além da licença de operabilidade, o atestado de vistoria do corpo de bombeiros, para concessão de autorização da comercialização do gás natural. [10]

Através Portaria ANP nº 64, de 18 de abril de 2001, quanto a distribuição do gás natural, este deverá ser odorizado de tal forma que possibilite ao olfato humano detectar quando sua concentração atingir 20% do limite inferior de inflamabilidade. [9]

2.3 Métodos de Análises de risco

Existem vários métodos que visam identificar riscos presentes em instalações, alguns com escopos similares, porém com diretrizes diferentes. No presente trabalho serão aplicadas as técnicas da Análise preliminar de riscos (APR) e o método FMEA (Failure Modes and Effects Analysis).

A APR consiste numa técnica indutiva que tem por objetivo identificar fontes de perigos presentes em novas instalações ou em processos já em operação, servindo como uma revisão de segurança. Para se realizar uma análise preliminar de riscos é necessário conhecer todos os riscos impostos a atividade em estudo, prevendo suas causas, consequências, estimando o grau de severidade, e a possível frequência de ocorrência. Após o levantamento dessas informações, é necessário classificar os riscos e propor medidas preventivas e mitigadoras, para que os danos sejam minimizados. [8],[11]

Severidade de um acidente pode ser descrito como a gravidade das consequências dos acidentes decorrentes de algumas atividades. [8],[11]

O grau da severidade pode ser estimado de acordo com a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Grau de severidade.

Categoria	Descrição
I – Baixa	Danos mínimos, tanto ao meio quanto ao humano, sendo necessário no máximo primeiros socorros. Esta categoria não expressa um aumento nos riscos do ambiente.
II – Moderada	Danos leves e/ou toleráveis que podem ser controlados, não comprometerá seriamente o sistema.
III – Crítica	Causará danos relevantes aos equipamentos, ambiente ou pessoais, ocasionando riscos são inadmissíveis.
IV – Catastrófica	Seus danos são desastrosos, causando mortes e estragos irreparáveis aos equipamentos e instalações, tendo muitas vezes repercussão nacional, se faz necessário a implantação de medidas corretivas e preventivas urgentes.

A frequência refere-se a um dado qualitativo que indica a repetição esperada da ocorrência desse evento. [8],[11]

Na tabela 2 a seguir são listadas as descrições de cada nível:

Tabela 2 - Grau de frequência.

Categoria	Descrição
A – Extremamente remota	Teoricamente possível, porém bastante improvável que o evento ocorra durante a existência da empresa/organização.
B – Remota	A ocorrência do evento não é esperada, mas há histórico de acidentes.
C – Pouco provável	A ocorrência é pouco provável, podendo se concretizar até uma vez durante a existência da empresa/organização.
D – Provável	É esperado a ocorrência uma vez ou mais durante a vida útil da empresa/organização.
E – Frequente	É esperado a ocorrer várias vezes durante a existência da empresa/organização.

Também é necessário estimar as possíveis causas que motivem o acidente, assim como suas consequências e os riscos empregados ao meio. [8],[11]

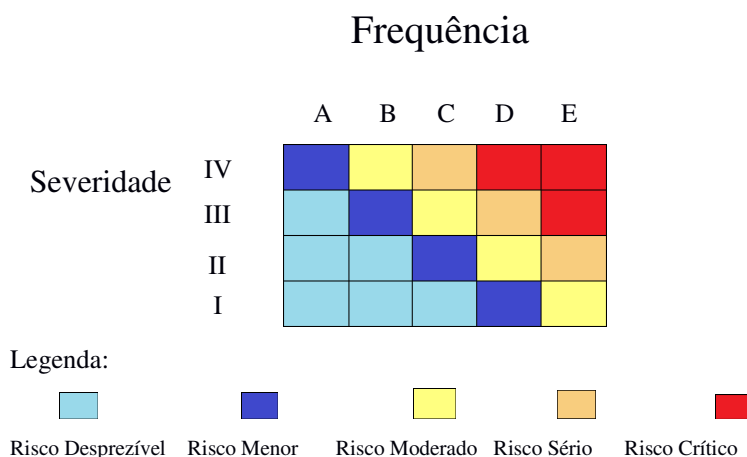
As causas podem ser relacionadas com falha humana, fenômenos naturais e falha em equipamentos, este último pode ser relacionado a vazamentos e rupturas, causando liberação indesejada de material. [8],[11]

As consequências dependem das causas e da intensidade da falha. As consequências mais comuns são as explosões, os incêndios, bem como danos a equipamentos e à vida.[8],[11]

Após conhecer os aspectos dos níveis de riscos, esses dados são cruzados obtendo uma Matriz de Risco. A partir do mencionado cruzamento serão levantados os níveis de risco dos cenários analisados do ambiente. [8],[11]

A Matriz de Risco foi ilustrada na figura 3:

Figura 1 – Frequência X Severidade.



O sistema de armazenamento e abastecimento de gás natural veicular pode sofrer falhas, as quais podem acarretar consequências catastróficas. Uma técnica que analisa os riscos decorrentes de tais falhas é o FMEA (Análise de modos e falhas). Esta técnica consiste na análise de componentes individuais, não avaliando falhas de operabilidade ou falhas humanas. [12]

Os principais objetivos do método são avaliar os riscos associados as possíveis falhas do sistema, elencar os danos que essa falha pode causar em outros componentes, ou mesmo prever cenários de acidentes com consequências catastróficas, assim como propor medidas que previnam ou minimizem os danos ao sistema e as instalações. [12]

A aplicação do FMEA se faz importante desde a fase de projeto, pois nesta busca-se a implementação de proteções extras, que redobrem a segurança do sistema. Na fase de construção ela se faz presente nas possíveis alterações que possam acontecer no decorrer da construção. Já na fase de operações serve para análise de falhas individuais de componentes que possam desencadear acidentes. [12]

Após feita a análise, os dados são organizados em uma tabela, sendo listados os componentes em estudo, as possíveis falhas, suas consequências e por fim, as recomendações para se prevenir ou minimizar os danos relativos a tais falhas. Na tabela 2 se vê um modelo da tabela do FMEA. [12]

Tabela 2 – FMEA

FMEA - Análise de Métodos e Falhas				
ITEM	COMPONENTE	MODO DE FALHA	EFEITOS	RECOMENDAÇÕES

3. Metodologia

O presente artigo foi desenvolvido através de levantamento bibliográfico, com estudo e exposição de conceitos, normas e dados históricos, bem como de trabalhos científicos anteriormente realizados e entrevistas com profissionais experientes na área.

Utilizando-se como base as fontes bibliográficas primárias, e com caráter iminentemente exploratório, este trabalho apresenta resultados qualitativo, os quais exprimem os riscos associados ao armazenamento e manuseio do Gás Natural Veicular (GNV), assim como métodos cujos objetivos são a prevenção de acidentes.

Uma vez realizada a coleta dos dados, estes foram aplicados nas técnicas de análises de riscos, sendo empregadas para tanto as técnicas de Análise Preliminar de Riscos (APR) e a Análise de Modos e Falhas (FMEA).

A quantificação dos efeitos de tais riscos, assim como suas consequências, se deu pela utilização do software ALOHA 5.3 (Area Location of Hazardous Atmospheres) desenvolvido por Environmental Protection Agency – EPA. O Software leva em consideração informações como velocidade do vento, temperatura, localização do empreendimento e dimensionamento da tubulação ou tanques para quantificar os danos causados pelos acidentes simulados, após inserção dos dados delimita zonas de perigo e os danos causados dentro das áreas afetadas pelo acidente, apresentando gráficos para otimizar a visualização dos resultados. [13]

As supramencionadas técnicas de análise de riscos foram aplicadas em um posto revendedor de gás natural fictício, tendo por base características de postos da região os quais apresentam um padrão em suas propriedades. A necessidade de análise de um posto de combustível hipotético se deu em razão da escassez quanto ao fornecimento de informações sobre o empreendimento ou autorização para fotos. O empreendimento em questão estaria situado em área residencial, tendo em média 2000m² de área construída, com quatro bombas de abastecimento de GNV. As áreas analisadas foram divididas em 2 trechos: no trecho 1, a tubulação possui cerca de 630m de comprimento, e o trecho 2, cerca 70m de comprimento, ambos sendo tubulações externas, porém confinadas por construções.

4. Resultados e Discussões

Com base nos dados disponíveis no site do CETESB, é possível apresentar os resultados quantitativos relacionados a emergências químicas ocorridas no período de 1988 a 2018, esses resultados são apresentados em gráfico na Figura 2:

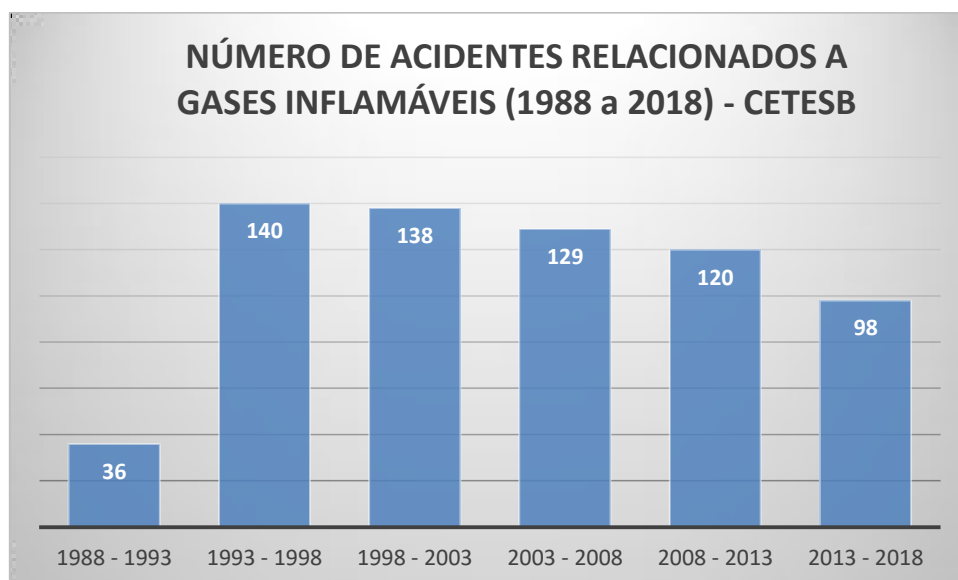


Figura 2 – Número de acidentes relacionados a gases inflamáveis (1988 a 2018) – CETESB

É possível visualizar o ápice de acidentes no período em que o uso do GNV foi liberado no Brasil, isto pode ser associado a inexperiência de se trabalhar com esse combustível e suas ferramentas de uso, pode-se observar que com o passar do tempo o número de acidentes diminuem, assim como as técnicas de prevenção de acidentes se desenvolvem e suas aplicações se firmam no mercado comercial. [3]

Na figura 3 são expostas as quantidades de acidentes associados as atividades desempenhas em postos e sistemas retalhistas de combustíveis, tendo suas causas variadas, os dados a seguir foram formulados a partir de informações prestadas pelo CETESB:

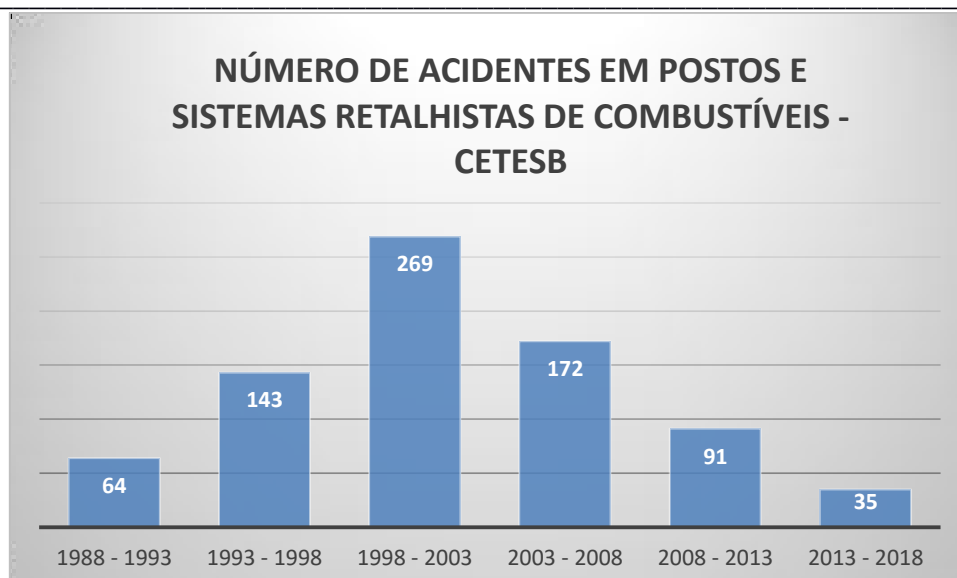


Figura 3 – Número de acidentes em postos e sistemas retalhistas de combustíveis (1988 a 2018) – CETESB

Por volta de 2002 foi registrado um altíssimo número de conversões nos automóveis para o sistema GNV, isto pode influenciá-lo alto número de emergências químicas relacionadas a postos de combustíveis. [3]

Após o recolhimento de dados solicitado no trabalho, podemos aplicá-los em dois modelos de análise de riscos, riscos esses impostos a instalações de um posto de combustível revendedor de gás natural, na tabela 4 é exposta uma análise preliminar de riscos, na tabela 5 é exposta uma análise de modos e falhas.

Tabela 4 – Análise preliminar de Riscos - APR

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							
PERIGO	CAUSA	MODO DE DETECÇÃO	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA DE FREQUENCIA	CATEGORIA DE SEVERIDADE	CATEGORIA DO RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS
Vazamento de Gás em pequena quantidade e (furos/fissura)	Fissuras/falhas em flanges das válvulas de bloqueio	Visual e olfativa	Jato e fogo Incêndio em nuvem	D	II	Moderado	Manter funcionário treinados sobre ocorrência e causas de acidentes; Inspeções periódicas em válvulas e equipamentos
	Fissuras em conexões			D	II	Moderado	
	Furo na tubulação			C	I	Desprezível	
Vazamento de gás em grande quantidade e (ruptura na tubulação)	Rompimento da tubulação causado por equipamentos de perfuração	Visual, olfativa e auditiva	Incêndio em nuvem	B	III	Menor	Odorização do gás;
Pressurização excessiva	Descontrole no sistema regulador de pressão	Visual e auditiva	Explosão	A	IV	Menor	Testes hidrostáticos assim de garantir a resistência atual de dutos e soldas;
	Sistema de armazenamento inadequado			D	IV	Crítico	
Produzir faísca	Curto circuito no sistema elétrico do	Visual	Incêndio/ Explosão	B	III	Menor	Manter distância do veículo, os

	veículo						faróis e motor devem estar desligados.
--	---------	--	--	--	--	--	--

Para melhor compreensão do método FMEA foi realizada um esquematização (figura 4) dos componentes presentes nas instalações do posto revendedor de GNV.

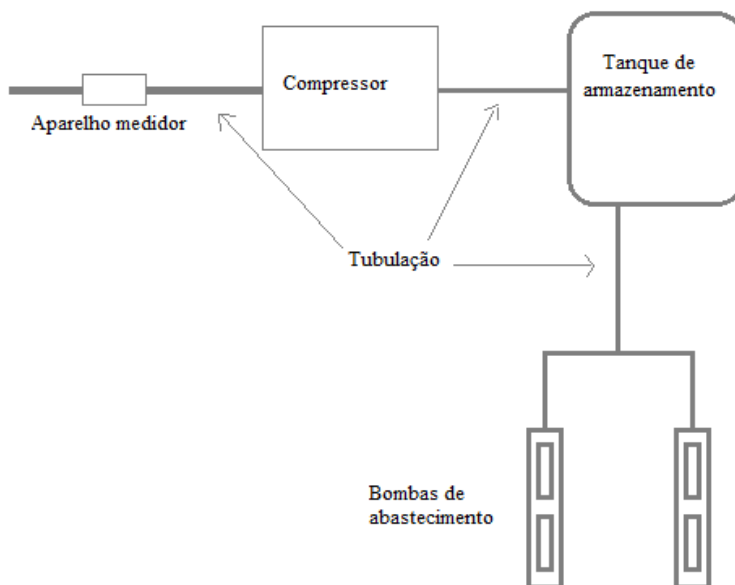


Figura 4 – Esquematização do posto revendedor de GNV

Tabela 5 – FMEA

FMEA - Análise de Métodos e Falhas				
ITEM	COMPONENTE	MODE DE FALHA	EFEITOS	RECOMENDAÇÕES
1	Tubulação	Fissuras na tubulação	Jato e fogo Incêndio em nuvem	Realizar teste hidrostáticos para avaliar a estrutura da tubulação; Realizar inspeções periódicas e aplicar medidas ante corrosão.
		Rompimento da tubulação por equipamentos de perfuração	Jato de fogo Explosão (caso haja ignição)	Somente realizar perfurações com profissionais capacitados e que conheçam a estrutura da tubulação.
2	Compressores	Defeito no sistema regulador de pressão	Ao passar o gás com pressão excessiva desencadeia uma explosão no tanque	Instalar sensores que regulem a programação do sistema compressor.

3	Tanque	Desgaste da estrutura por corrosão	Ao ter sua estrutura rompida, desencadeia: Jato de fogo ou Explosão (caso haja ignição)	Aplicar medidas anto corrosão; Realizar inspeções afim de garantir a resistência da estrutura do tanque.
4	Flanges e conexões	Fissuras	Jato e fogo Incêndio em nuvem	Realizar inspeções com curtos espaços de tempo para avaliar o desgaste nesses componentes e realizar a substituições cabíveis.

A análise preliminar de riscos descreve os perigos de maneira detalhada, qualificando seu grau de severidade e a frequência em que podem ocorrer, de modo que se possa conhecer as consequências de cada risco e elencar quais os mais complexos e assim enfatizar os cuidados a serem tomados para evitar esses eventos. Já o FMEA faz análises pontuais, observando falhas individuais em equipamentos e sistemas que possam ter consequências indesejadas, propondo recomendações que os evitem ou tenham danos minimizados.

De acordo com os dados expostos na Tabela 4 e 5, podemos presumir possíveis cenários de acidentes.

Cenário1: Incêndio em nuvem resultado de ruptura da tubulação:

Um incêndio pode ser provocado por um vazamento de gás em grande escala, esse risco torna-se iminente quando há uma fonte de ignição, podendo trazer danos desastrosos para as instalações e para as pessoas próximas.

Os danos podem ser mensurados de acordo com a distância entre o atingido e a fonte do incêndio, podendo resultar desde queimaduras de diferentes graus até a morte.

A simulação deste cenário foi realizada utilizando um software que delimita distancias possíveis entre a fonte e os atingidos, e suas consequências. O acesso a tais informações foi possível com a utilização do software ALOHA 5.3 (Area Location of Hazardous Atmospheres) desenvolvido por Environmental Protection Agency – EPA.

Pelo fato do gás natural veicular ser composto principalmente por metano, este vai ser usado como substancia para simular os cenários. Tendo como características: gás incolor, altamente inflamável, porém estável. Na tabela 6 são listados os dados inseridos no software para obtenção das figuras que ilustram as zonas de perigo.

	TRECHO 1	TRECHO 2
Comprimento da Tubulação	630m	70m
Latitude	-5.10	-5.10
Longitude	-37.5	-37.5
Temperatura	35°C	35°C
Velocidade do vento	5 m/s	5 m/s
Umidade do ar	50%	50%
Rugosidade do solo	Urbano ou floresta	Urbano ou floresta

Nas figuras 4 e 5 são representadas as zonas de perigo e as consequências possíveis a exposição durante 60 segundos a radiação proveniente.

Trecho 1 (630m):

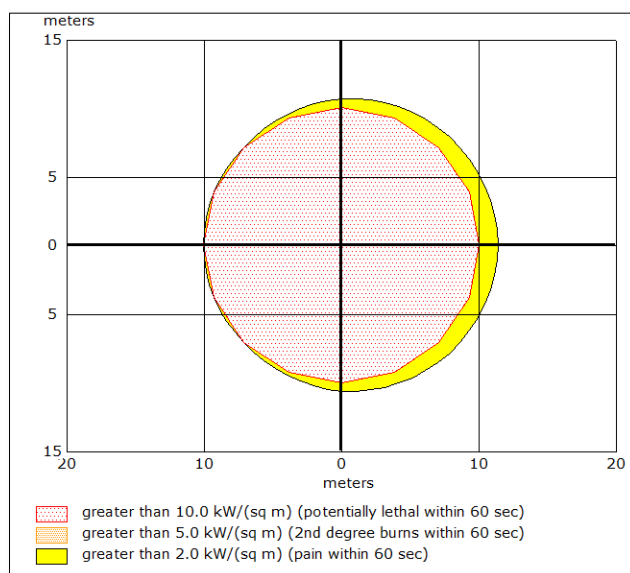


Figura 4: Zonas de perigo – incêndio – evento 1 – trecho 1.

Na figura 4 são mostradas as zonas em que instalações e pessoas estão expostas as consequências de um incêndio com as características da região, clima e dados fornecidos ao software. Com exposição de 60 segundos e a uma distância de 10m os danos são de queimaduras de segundo grau ou até mesmo morte, já a uma distância de 11m as possíveis consequências seriam dores pelo corpo.

Trecho 2 (70m):

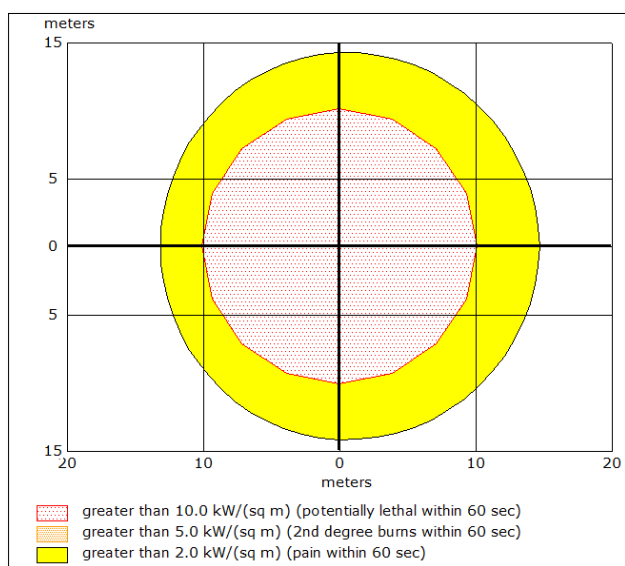


Figura 5: Zonas de perigo – incêndio – evento 1 – trecho 2.

Na figura 5 são mostradas as zonas em que instalações e pessoas estão expostas as consequências de um incêndio, com as características da região, clima e dados fornecidos ao software. Com exposição de 60 segundos e a uma distância de 10m os danos são de queimaduras de segundo grau ou até mesmo morte, já a uma distância de 15m as possíveis consequências seriam dores pelo corpo.

Cenário 2: Explosão devido uso de equipamento inadequado para armazenamento:

Uma explosão pode ser gerada por um súbito aumento de volume ou grande liberação de energia. Os danos causados podem ser catastróficos, podendo levar a destruição das instalações e pessoas feridas e/ou mortas.

Novamente foi utilizado o software ALOHA para dimensionar áreas perigosas, nas figuras 6 e 7 são representadas as zonas de perigo e as consequências possíveis a exposição durante 60 segundos a radiação proveniente.

Trecho 1 (630m):

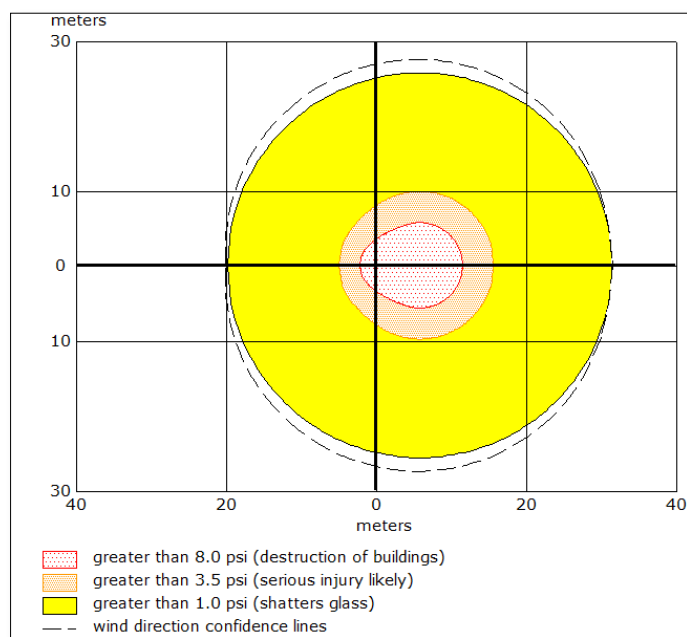


Figura 6: Zona de perigo – Explosão – evento 2 – trecho 1.

Na figura 6 são mostradas as zonas em que instalações e pessoas estão expostas as consequências de uma explosão, com as características da região, clima e dados fornecidos ao software. Com exposição de 60 segundos e a uma distância de 12m os danos estimados são a destruição de instalações, a distância de 16m os danos estimados são de lesões graves e a distância de 32m vidros podem se quebrar e gerar estilhaços.

Trecho 2 (70m):

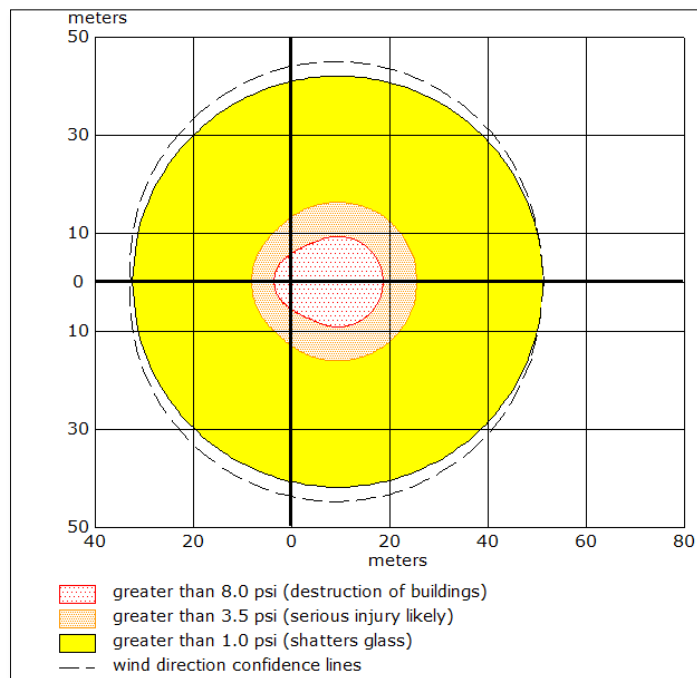


Figura 7: Zona de perigo – Explosão – evento 2 – trecho 2.

Na figura 7 são mostradas as zonas em que instalações e pessoas estão expostas as consequências de uma explosão, com as características da região, clima e dados fornecidos ao software. Com exposição de 60 segundos e a uma distância de 19m os danos estimados são a destruição de instalações, a distância de 26m os danos estimados são de lesões graves e a distância de 52m vidros podem se quebrar e gerar estilhaços.

4. Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as conclusões de acordo com os resultados discutidos no trabalho. O objetivo principal deste trabalho foi expor os riscos agregados as atividades desempenhadas em postos de combustíveis contendo Gás natural veicular, e assim aplicar técnicas e métodos que possam prevenir ou minimizar os impactos sofridos com acidentes com esse combustível.

Foi possível aplicar os métodos de análise de risco e assim identificar todos os riscos relacionados a atividade de armazenamento e revenda do gás natural veicular, e propor medidas de prevenção e minimização dos danos derivados dos possíveis acidentes previstos neste ambiente.

É visto que o gás natural veicular é um combustível relativamente seguro, principalmente se postas em prática as medidas de controle. Além do que já foi citado é importante que o ambiente de abastecimento possua uma boa ventilação natural, para que os vazamentos de pequeno porte possam se dissipar rapidamente no ar e evitar qualquer tipo de incêndio. Os funcionários devem estar sempre treinados e assim preparados para agir, seja de maneira preventiva ou emergencial, para isto o empreendimento deve conter todos os EPI e EPC que resguardam a segurança dos que estão no ambiente.

5. Referências

- [1] AGN – BREVE HISTÓRIA DO GÁS NATURAL. Disponível em: <<http://agnatural.pt/pt/o-gas-natural/breve-historia-do-gas-natural>> Acessado em fevereiro/2018.
- [2] GÁSNET - Gás natural torna-se ainda mais vantajoso para os motoristas. Disponível em: <<http://www.gasnet.com.br/conteudo/15000/gnv.asp>> Acessado em fevereiro/2018.
- [3] INFO ESCOLA – Gás natural Veicular (GNV). Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/gas-natural-veicular-gnv/>> Acessado em fevereiro/2018.
- [4] PETROBRAS – Gás natural veicular. Disponível em: <<http://www.br.com.br/pc/produtos-e-servicos/para-seu-veiculo/gas-natural-veicular>> Acessado em fevereiro/2018.
- [5] GAZETA DIGITAL – Veículo convertido à gás natural polui menos? Disponível em: <<http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/72/materia/274628/t/veiculo-convertido-a-gas-natural-polui-menos>> Acessado em março/2018.
- [6] SOUZA, L.M.; SILVA, L.M. A utilização do gás natural veicular (GNV): Estudo da viabilidade sob a ótica ambiental e econômica. Goiânia, 2008. Artigo (Graduação) - Universidade Católica de Goiás (*apud* PROCONVE – **Vantagens do GNV**. Goiânia, 2006).
- [7] CONAMA - Resolução Nº 273 de 29 de novembro 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27300.html>> Acessado em abril/2018.
- [8] DET NORSKE VERITAS. Técnicas de Identificação de Perigos: HAZOPe APP. Rio de Janeiro. 2007.
- [9] AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (ANP) - Qualidade do gás natural veicular, Janeiro de 2003. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/gas/qualidade.asp>> Acessado em março/2018.
- [10] IDEMA - Postos de combustíveis devem solicitar licenciamento ambiental ao Idema. <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=87587&ACT=null&PAGE=null&PARM=null&LBL=NOT%C3%8DCIA>> Acessado em: Março/2018.
- [11] SOUZA, A.A. - *Apostila de Ferramentas de Análise de Risco*. 2011. 166f. Tese (Mestrado). Instituto de pesquisa tecnológica do estado de São Paulo. São Paulo. 2011.
- [12] AMORIM, E. L. C. - *Apostila de Ferramentas de Análise de Risco*. Maceió.
- [13] ALOHA – Área Location of Hazardous Atmospheres. Disponível em: <www.epa.gov/ceppo/comeo/aloha.htm> Acessado março/2018.
- [14] CETESB – Emergências Químicas. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/est_atividade.php> Acessado em março/2018.
- [15] CETESB – Emergências Químicas. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/est_causa.php> Acessado em março/2018.
- [16] SILVA, O., LOCASTRO, J., UMADA, M., POLATRI, P., NETO, G. – Elaboração da análise preliminar de riscos para a área de abastecimento de um posto revendedor de combustíveis. Revista Técnico-Científico do CREA-PR. Paraná. Ed 7. 1-19, Dezembro 2017.