

PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

EDIÇÃO 2017



TÍTULO: ESTUDO SOBRE OS REQUISITOS BÁSICOS PARA OPERAÇÃO DE ENCHIMENTO REMOTO DE RECIPIENTES TRANSPORTÁVEIS DE AÇO PARA GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO (GLP)

CATEGORIA: SEGURANÇA

PARTICIPANTES:

- **SINDIGÁS - Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo**
- **Escola do Gás**

PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

EDIÇÃO 2017

**TÍTULO: ESTUDO SOBRE OS REQUISITOS BÁSICOS PARA
OPERAÇÃO DE ENCHIMENTO REMOTO DE RECIPIENTES
TRANSPORTÁVEIS DE AÇO PARA GÁS LIQUEFEITO DE
PETRÓLEO (GLP)**

CATEGORIA: SEGURANÇA

AUTORES:

Adriano Horta Loureiro (Sindicás)

Cristiane Caravana (Sindicás)

Cristiane Freitas Lyra (Sindicás)

Diego Alves (Sindicás)

Sergio Bandeira de Mello (Sindicás)

Marcelo Macedo (Escola do Gás)

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. BREVE HISTÓRICO DAS EMPRESAS.....	4
3. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES.....	5
4. PLANO DE AÇÃO, OBJETIVOS, METAS E ESTRATÉGIAS.....	13
5. IMPLEMENTAÇÃO.....	25
6. INDICADORES.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo – Sindigás, como representante de classe que congrega as principais empresas do setor como associadas, diante da existência de sistemas pelo mundo, para operação de enchimento remoto de Recipientes Transportáveis de Aço para Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), iniciou um estudo através de uma consultoria, para elencar os requisitos básicos necessários para que essa operação seja realizada de forma segura e estruturada.

O enchimento de recipientes transportáveis de GLP lida com o produto na sua fase liquefeita que, quando tem sua pressão reduzida, se expande em 270 vezes, ou seja, uma parte de gás na fase liquefeita se expande em 270 partes do produto na fase vapor. Além do aspecto da expansão do GLP, outros riscos importantes são envolvidos neste processo, como o sobre-enchimento que pode levar a explosão do recipiente, vazamento em operação normal, eventuais centelhas por energia estática, dentre outros riscos detalhados neste Estudo.

Por esta razão o enchimento remoto de recipientes transportáveis de GLP deve ser feito com extremo cuidado e planejamento adequado do local onde será realizado, além de obedecer às distâncias mínimas de segurança, treinamento rigoroso da equipe de trabalho nos devidos procedimentos da operação, plano de ação de emergência, análise dos riscos e dos impactos ambientais da atividade, licenças ambientais e do corpo de bombeiros, equipamentos para prevenção de acidentes e sobre-enchimento. Estes e outros requisitos serão apresentados neste material técnico.

2. BREVE HISTÓRICO DAS EMPRESAS

2.1 Sindigás

O Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo – Sindigás foi criado em 1974 com a finalidade de estudar, coordenar, proteger e representar a categoria diante da sociedade brasileira e nas diversas esferas dos governos federal, estadual e municipal.

Do ano de sua criação para cá, a entidade promoveu uma série de ações com o objetivo de modernizar o mercado e oferecer ao consumidor brasileiro produtos e serviços com mais segurança e qualidade.

Hoje, o Sindigás conta com sete empresas associadas (Amazongás, Copagaz, Fogás, Nacional Gás, Liquigás, Supergasbras e Ultragaz), que atuam em todas as regiões do país, em 100% dos municípios. Juntas, elas representam mais de 90% do mercado total de GLP brasileiro e atuam em todos os pontos do território nacional.

2.2 Escola do Gás

A Escola do Gás é uma empresa de ensino presencial e a distância, que tem como objetivo qualificar pessoal do ramo de atividade do GLP, no conhecimento técnico da atividade e legislação aplicável. Suas atividades estão direcionadas na prevenção de acidentes com GLP no Brasil através da informação e redução da informalidade na atividade de revenda de GLP.

3. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES

Visando o nivelamento do conhecimento sobre o alcance e penetração do GLP, é importante destacar alguns grandes números do setor.

Mensalmente são comercializados aproximadamente 34 milhões de recipientes transportáveis de até 13 kg, ou seja, quase 12 botijões entregues por segundo, porta a porta, em todo o território nacional. O GLP está presente em 100% dos municípios brasileiros e em 95% dos lares. O setor é constituído por uma rede de revendas autorizadas pela ANP e que supera 67 mil postos revendedores. Aproximadamente 150 mil empresas são abastecidas com GLP e o setor de distribuição e revenda geram algo próximo a 350 mil empregos diretos e indiretos. Adicionalmente, nos últimos anos, notamos que cerca de 1,2 milhão de recipientes de até 13 kg são requalificados mensalmente e, somente em 2016, as distribuidoras investiram mais de R\$ 750 milhões na manutenção e reposição de novos recipientes transportáveis de GLP.

O procedimento de enchimento de recipientes transportáveis de GLP, requer, além de uma forte adequação das normas e regulamentações existentes do Inmetro e da ANP, mudanças que envolvem revisão ou elaboração de novas normas técnicas ABNT.

3.1 Definição – Enchimento Remoto de Recipientes de GLP

O enchimento remoto é o processo de reabastecimento de recipientes transportáveis de GLP (botijões e cilindros), utilizando um caminhão-tanque como sistema de armazenamento e transferência de GLP que estaciona em determinado local e realiza o processo de abastecimento e comercialização de GLP a partir deste ponto móvel.

3.2 Características do GLP

Antes de entrar no tema específico do Estudo, é importante fazermos uma introdução técnica às características do produto que estamos avaliando: O Gás Liquefeito de Petróleo.

3.2.1 O Produto

O Gás Liquefeito de Petróleo – GLP é um produto inflamável, composto basicamente de butano e propano, utilizado principalmente para cocção de alimentos e também em aplicações comerciais e industriais.

O produto fica armazenado dentro dos botijões na fase liquefeita por estar sob pressão moderada e em temperatura ambiente, isso permite uma alta capacidade de armazenamento em um volume pequeno. É utilizado predominantemente na fase vaporizada. A razão entre a fase vapor e liquefeita é de 1 para 270, ou seja, quando vaza na fase liquefeita vaza 270 vezes mais que na fase vapor.

O produto possui odorização específica, intencionalmente provocada, como medida de segurança para detecção de vazamentos. O produto que é adicionado ao GLP é o etil mercaptana (enxofre mercaptídico), na proporção máxima de 140mg/kg, somente para dar o odor ao GLP.

Quando vaza no ambiente, tende a se concentrar nas áreas baixas, por isso as normas de segurança proíbem o armazenamento de recipientes transportáveis a menos de 1,5m de ralos, canaletas etc., para evitar o acúmulo de gás nestas áreas.

Não é um produto tóxico, e sim asfixiante simples, classificado desta forma no Quadro I do Anexo XI da Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e operações insalubres, do Ministério do Trabalho e Emprego e no guia de produtos perigosos da NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), em tradução livre, Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional, isso significa que em ambiente ventilado não produz efeitos sobre a saúde dos seres humanos. Se vazarem em ambientes fechados pode causar efeito anestésico e asfixiar pessoas que estiverem no ambiente.

Eventuais vazamentos se dispersam rapidamente em ambiente ventilado, não contaminando o solo ou lençol freático, porém podendo ter efeito negativo sobre a camada de ozônio, adiante neste estudo, a magnitude deste impacto ambiental é desprezível, diante dos seus benefícios ambientais.

Os limites de inflamabilidade do GLP são na faixa de 1,8% a 9,5%, caso a concentração em um ambiente esteja dentro desta faixa, havendo uma fonte de ignição, haverá um princípio de incêndio ou uma explosão.

3.2.2 Os recipientes

O GLP para uso doméstico é engarrafado em recipientes transportáveis de 5kg, 8kg e 13kg de capacidade. O GLP para uso comercial e industrial é engarrafado em cilindros de 20kg e 45kg de capacidade.

Os botijões de uso doméstico possuem dispositivo de segurança chamado plugue fusível, que é acionado quando a temperatura ambiente chega à faixa de 70°C a 77°C, neste caso em um incêndio, para expelir o GLP para o ambiente e evitar uma explosão do recipiente. Os cilindros de uso comercial e industrial possuem válvula de segurança

que é acionada quando a pressão interna chega a 2,6MPa, também para evitar a explosão do recipiente.

Os botijões são fabricados em aço carbono com chapa mínima de 2,65mm de espessura, de acordo com a NBR 8460, resistindo a uma pressão máxima de 8,5MPa, aproximadamente cinco vezes a pressão máxima de trabalho admissível – PMTA que é de 1,7MPa.

Devido ao processo de requalificação de botijões (NBR 8865 e NBR 8866), que prevê ensaios e testes, e os equipamentos de testes pós-enchimento, o número de botijões com vazamento envasados é da ordem de 0,5% do total comercializado.

3.2.3 Periculosidade do GLP

Como uma introdução ao conceito de limites de inflamabilidade no ar do GLP, é importante citar o triângulo do fogo.

Só é possível ter fogo se três fatores estiverem combinados: **oxigênio**, também chamado de comburente, **combustível**, no caso o GLP, e **Calor**, podendo ser de uma fonte de ignição qualquer (isqueiro aceso, partes elétricas energizadas, vela acesa, ou mesmo o piloto elétrico de ignição do fogão). Esta relação entre os três fatores se chama triângulo do fogo. (Figura abaixo).



Não basta que os três lados do triângulo estejam presentes no ambiente, para que haja fogo é necessário que estejam em determinada proporção, que são os limites de inflamabilidade.

Limites de inflamabilidade é a faixa na qual a proporção Ar-GLP está nas condições para que haja fogo. Os limites de inflamabilidade do GLP são demonstrados na figura.



A **mistura ideal** é aquela que ar e GLP se combinam em proporções tais que geram fogo na presença de uma fonte de ignição. Esta faixa varia de 1,86% a 9,50% de GLP em um ambiente.

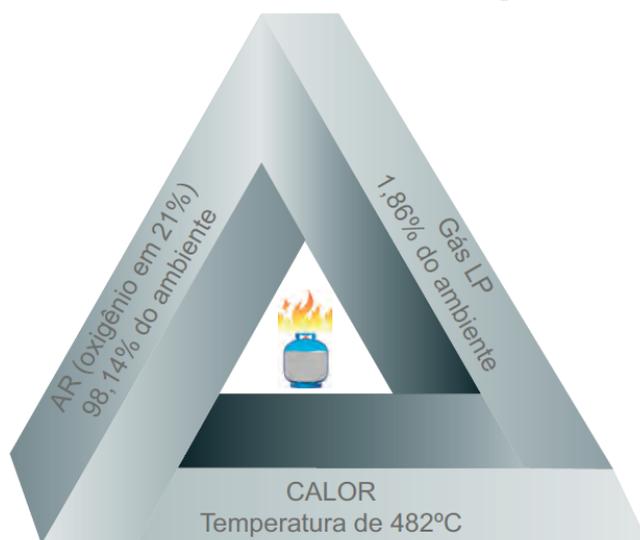
A **mistura pobre** é aquela que não tem gás suficiente para ter fogo, muito ar e pouco GLP. Abaixo de 1,86% de GLP em um ambiente, mesmo que na presença de uma fonte de ignição, não gera fogo.

A **mistura rica** é aquela que tem gás em excesso e pouco oxigênio para ter fogo, muito gás e pouco ar. Acima de 9,50% de GLP em um ambiente, mesmo que na presença de uma fonte de ignição, não gera fogo.

O GLP pode explodir o ambiente quando estiver em concentração dentro dos limites de inflamabilidade e com ignição tardia.

Em resumo, se a proporção de GLP em um ambiente estiver entre 1,86% e 9,50% do volume, havendo a presença de fonte de calor na temperatura mínima de 482°C, haverá fogo.

O vazamento de gás, por si só, não se auto-inflama à temperatura ambiente, é necessária uma fonte externa de calor com temperatura mínima de 482°C para dar ignição à mistura inflamável e iniciar um incêndio ou uma explosão.

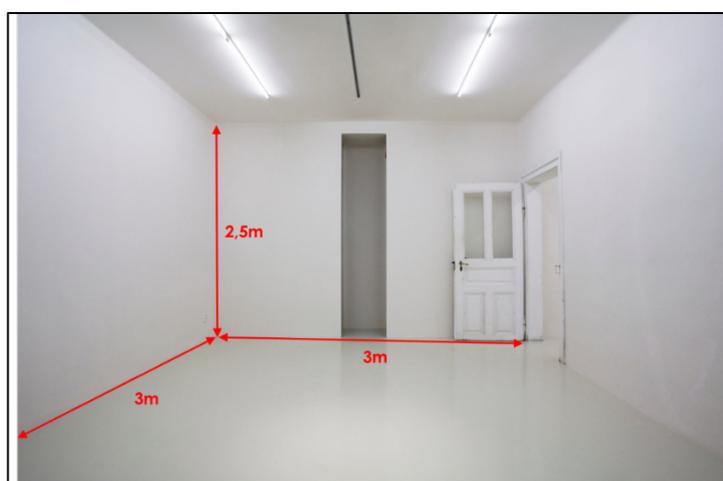


Referência: Um fósforo aceso gera a temperatura de 1.649°C

3.2.4 Risco de explosão de GLP

Através desta característica, combinada com os limites de inflamabilidade, é possível determinar a quantidade de gás que pode dar origem a um incêndio ou explosão, por exemplo, em um espaço fechado como o da figura.

Para demonstrar o cálculo, tomamos como base o espaço fechado demonstrado na figura abaixo, que possui 2,5m de pé direito (altura), 3m de largura e 3m de comprimento. Multiplicando estas três dimensões, temos que o volume total de ar do espaço totaliza 22,5m³.



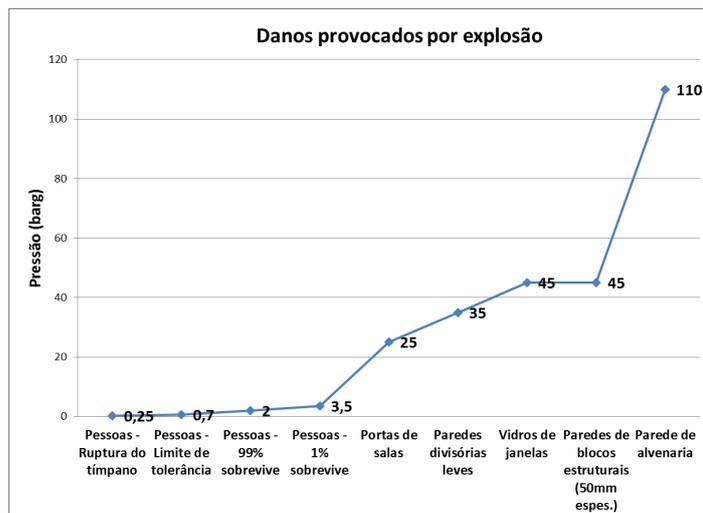
Como o limite inferior de inflamabilidade do GLP é 1,86% do volume do ambiente, é possível calcular o volume necessário de GLP no ambiente para que o espaço se torne uma atmosfera explosiva, multiplicando o volume da cozinha (22,5m³), por 1,86%, o que totaliza 0,419m³. Se o GLP se expande 0,271m³ de vapor para cada litro na fase liquefeita, temos que 0,419m³ se expandem a partir de 1,55 litros na fase liquefeita. Considerando a densidade do GLP 0,504, multiplicando o volume pela densidade, temos que a quantidade de quilos de GLP é de 0,781kg ou 781g.

Quando um vazamento ocorre em um botijão, em geral, a vazão é da ordem de cinco gramas por hora, portanto 781g vazam em 156 horas, isso é o mesmo que 6 dias e meio.

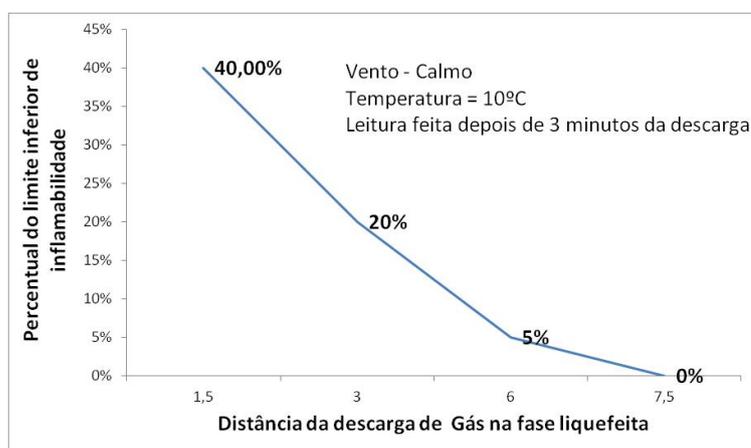
O vazamento médio de um botijão levaria 6 dias e meio para tornar o ambiente do espaço fechado potencialmente explosivo que, na presença de uma fonte de ignição tardia, pode explodir, se ignição imediata, se inflama, começando um incêndio.

A explosão é um fenômeno que gera ondas de pressão cujas bordas possuem altas temperaturas, causando queimaduras e os efeitos do aumento de pressão.

O gráfico abaixo demonstra os efeitos da pressão gerada por uma explosão.



O gráfico a seguir foi publicado na NFPA 58 comentada como resultado de um ensaio feito pela Wilbur Walls que colocaram para vazar um P-190 pelo detector de nível máximo (pressão de trabalho do gás até 1,7MPa), sem passar por reguladores de pressão, foi medida a concentração de gás às distâncias de 1,5m, 3,0m, 6,0m e 7,5m, nas condições de vento calmo, temperatura de 10°C em ambiente ventilado e leitura feita após 3 minutos da descarga.



3.2.5 Análise preliminar de Riscos – APR

No estudo apresentado a seguir, somente a abordagem técnica com os requisitos de segurança necessários para a realização da operação foram considerados, não sendo apresentado qualquer recomendação sobre as regulamentações vigentes, tanto do Inmetro quanto da ANP, pois consideramos para tal a necessidade de uma Análise de

Impacto Regulatório – AIR, visando uma análise mais completa sobre a existência ou não de benefícios que esse procedimento poderá oferecer ao consumidor.

Diante do exposto acima, o princípio deste estudo está em avaliar os riscos associados com o enchimento remoto de recipientes transportáveis e apresentar os requisitos necessários para que essa operação ocorra com segurança. A Análise Preliminar de Riscos utilizada neste estudo é baseada no modelo FMEA – Failure Mode and Effect Analysis, em tradução livre, Análise do modo de falhas e seus efeitos, utilizando também o sistema de gestão de riscos da BS8800 – Ocupacional.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - ENCHIMENTO REMOTO DE RECIPIENTES DE GÁS

Etapa do processo	Modo potencial de falha	Efeito potencial de falha	Severidade (SEV)	Causas potenciais	Controles Existentes	Probabilidade (PROB)	Avaliação do Risco	Ações recomendadas
Qual é a etapa?	De que forma a etapa pode dar errada?	Qual o impacto se o modo de falha não for prevenido ou corrigido?	Quão severo é o efeito?	O que pode causar a etapa dar errada?	Quais são os controles que previnem que o modo de falha ocorra?	Qual a probabilidade da causa se tornar em efeito, considerando os controles existentes?	Relação entre Probabilidade e Severidade	Quais são as ações para redução da ocorrência das causas?
Enchimento remoto de GLP	Sobreenchimento dos recipientes de Gás LP	Explosão podendo causar ferimentos graves e até morte em um ou mais indivíduos	Grave	Falha de pessoal; Ausência de dispositivo de prevenção de sobreenchimento nos recipientes; Falha no sistema de enchimento métrico, balança ou volumétrico; Alta vazão da bomba, enchendo os recipientes de pequena capacidade em alta velocidade.	-	Iminente	Intolerável	Treinamento intenso e constante de pessoal; Previsão de recipientes com dispositivo de prevenção de sobreenchimento (OPD); Calibração periódica dos sistemas de enchimento (métrico, balança ou volumétrico); Bomba com vazão baixa e controlada para enchimento de recipientes.
	Vazamento de Gás LP combinado com fontes de ignição	Incêndio ou explosão podendo causar ferimentos graves e até morte de um ou mais indivíduos	Grave	Indivíduo aproximar-se com fontes de ignição (cigarros, equipamentos elétricos, etc) Descarga de motores a explosão de veículos. Equipamentos elétricos não-classificados	-	Iminente	Intolerável	Distâncias mínimas de segurança. Placas de advertência Projeto de equipamentos elétricos para áreas classificadas.
	Abalroamento de veículos contra o tanque ou sistema de abastecimento.	Colapso do tanque ou sistema de abastecimento, causando explosão ou incêndio, graves ferimentos e até morte de um ou mais indivíduos	Grave	Veículo desgovernado em direção do sistema de abastecimento de Gás LP	-	Iminente	Intolerável	Proteção fixa de concreto contra veículos
	Uso inadvertido do sistema de enchimento por pessoal não qualificado.	Explosão podendo causar ferimentos graves e até morte em um ou mais indivíduos	Grave	Indivíduo sem treinamento e sem autorização operar o sistema.	-	Iminente	Intolerável	Barreiras físicas com bloqueios liberados somente para pessoas autorizadas e treinadas.
	Vazamento de Gás LP em fase líquida	Queimaduras pelo frio	Médio	Contato da pele ou olhos com o Gás LP em fase líquida	-	Provável	Moderado	Uso de Luvas de vaqueta de couro e óculos ampla visão para os operadores
	Projeção de partes do sistema em alta pressão	Cortes ou contusões na cabeça, perda da consciência.	Médio	Rompimento ou desconexão de partes do sistema de transferência de Gás LP em alta pressão.	-	Provável	Moderado	Programa de manutenção dos equipamentos de transferência. Uso de capacete para todos os operadores.
	Operador interromper a transferência com a bomba de GLP ligada	Colapso do sistema de abastecimento, causando explosão ou incêndio, graves ferimentos e até morte de um ou mais indivíduos	Grave	Desaterração, falha de operação ou emergência.	-	Iminente	Intolerável	Sistema de retorno de Gás LP para o tanque (bypass), para o caso de interromper o enchimento com a bomba ligada.
	Ignição em área classificada por energia estática	Explosão podendo causar ferimentos graves e até morte em um ou mais indivíduos	Grave	Atrito do fluxo do gás com as paredes da mangueira, atrito do veículo com o ar, diferença de potencial entre o veículo e o recipiente a ser abastecido, sem sistema de aterramento adequado.	-	Iminente	Intolerável	Sistema de aterramento entre veículo, recipientes e malha de aterramento no solo.
	Falha nos equipamentos de armazenamento ou transferência de Gás LP	Explosão podendo causar ferimentos graves e até morte em um ou mais indivíduos	Grave	Quebra de equipamento por corrosão ou deterioração com o tempo	-	Iminente	Intolerável	Manutenção constante dos equipamentos de armazenamento e transferência.
	Rompimento de mangueira e conexões	Explosão podendo causar ferimentos graves e até morte em um ou mais indivíduos	Grave	Falha de manutenção de mangueira e conexões	-	Iminente	Intolerável	Manutenção preventiva e preditiva constante de mangueiras e conexões.

4. PLANO DE AÇÃO, OBJETIVOS, METAS E ESTRATÉGIAS

Como objetivo principal para elaboração do estudo, planejou-se o desenvolvimento de requisitos básicos necessários para que a operação de enchimento remoto de recipientes transportáveis de GLP seja realizada de forma segura e estruturada.

Visando sempre a garantia da segurança na realização da operação, foi elaborado um plano com detalhamento de ações recomendadas levando em consideração, não somente o local mais adequado onde a mesma deverá ocorrer, mas também a necessidade de estabelecer as distâncias mínimas de segurança, requisitos de treinamento da equipe de trabalho e procedimentos de operação, plano de ação de emergência, análise dos riscos e dos impactos ambientais da atividade, licenças ambientais e do corpo de bombeiros, equipamentos para prevenção de acidentes e sobre-enchimento.

4.1 Detalhamento das ações recomendadas

4.1.1 Distâncias de segurança

As distâncias de segurança são importantes para o enchimento remoto de recipientes de GLP por dois motivos principais. O primeiro é que no enchimento de recipientes de GLP vazamentos podem ocorrer, ora em operação normal, ora em operação anormal, dependendo do sistema de enchimento, e a nuvem de gás pode ser levada com o vento na direção de fontes de ignição iniciando um incêndio ou uma explosão com graves consequências. O segundo motivo é manter distância de locais densamente povoados, para evitar que as consequências de um eventual incêndio ou explosão não afetem a população adjacente.

Não há legislação específica que estabeleça distanciamento mínimo de segurança para o enchimento remoto de recipientes de GLP, visto que é um processo ainda inexistente no Brasil, mas fazendo uma analogia com uma base de enchimento, que possui características semelhantes, as informações desta seção demonstram os requisitos da ABNT NBR 15186 – Base e Armazenamento, envasamento e distribuição de GLP – Projeto e construção, adotada pela Resolução ANP n° 35/2005, complementando com os da ABNT NBR 15514 – Área de armazenamento de recipientes transportáveis de GLP – Critérios de Segurança, adotada pela Resolução ANP n° 51/2016.

O enchimento remoto de recipientes transportáveis de GLP deve manter as seguintes distâncias mínimas:

PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA – 2017

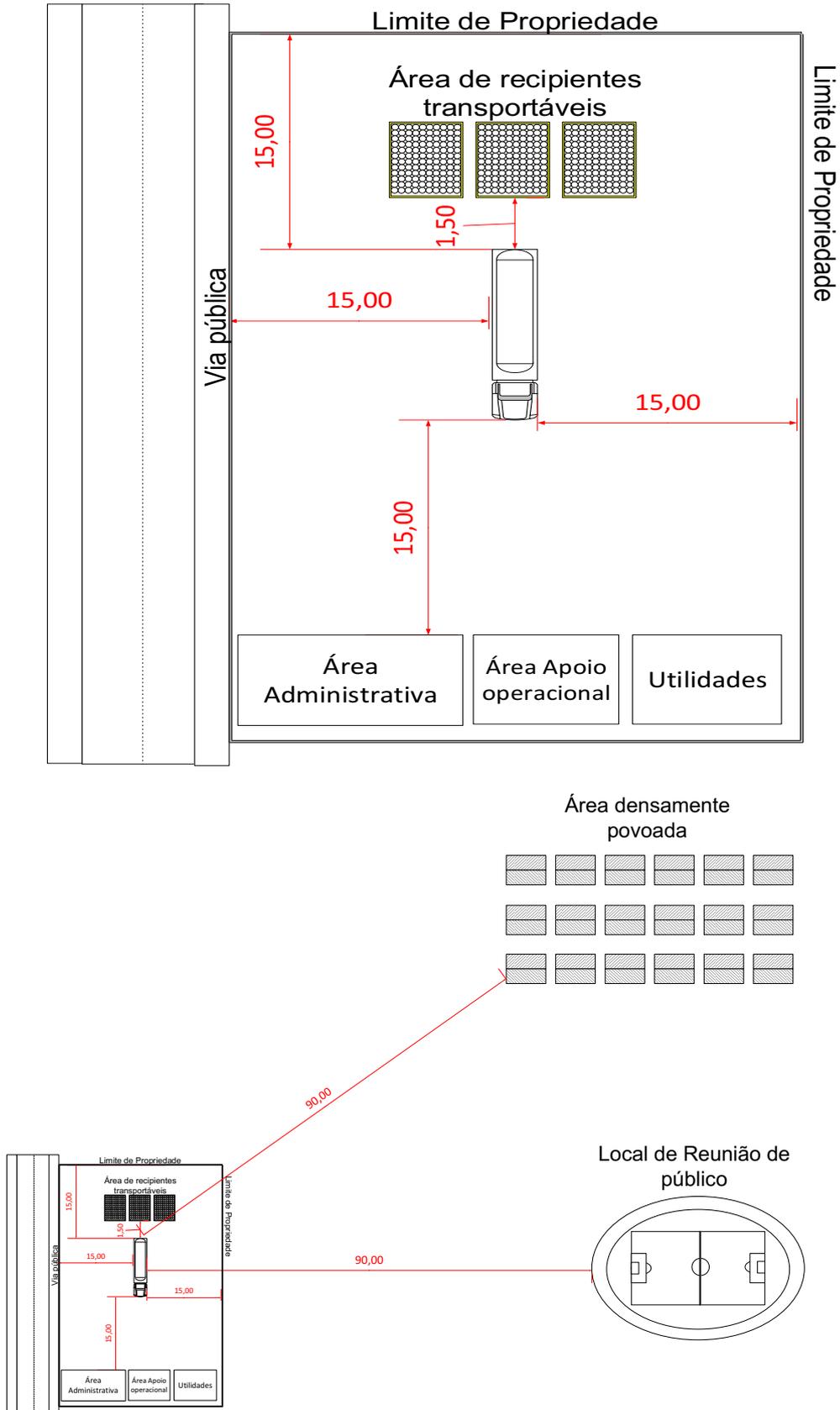
Requisito	Descrição	Distância mínima
Área de envasamento	Local destinado a preparação e enchimento dos recipientes transportáveis.	0,0m
Área de transferência	Local que tem como finalidade transferir GLP a granel (também conhecido como área de transvaso).	7,5m
Casa de bombas e compressores	Local destinado à instalação de equipamentos necessários às operações de movimentação de GLP.	7,5m
Recipientes estacionários granel	Local que tem como finalidade o assentamento de conjuntos de recipientes estacionários, tubulações, válvulas e acessórios complementares, necessários à estocagem de GLP.	15m
Recipientes transportáveis	Local demarcado para o armazenamento de recipientes transportáveis de GLP.	1,5m
Requisito	Descrição	Distância mínima
Estoque de inflamáveis auxiliares	Local destinado ao armazenamento de produtos inflamáveis destinados ao suporte das atividades operacionais, tais como pintura e abastecimento de veículos.	15m
Área de utilidades	Local destinado aos equipamentos para prevenção e combate a incêndios, compressores de ar e outros equipamentos.	15m
Apoio operacional	Local destinado ao suporte de atividades operacionais de base primária ou secundária, tais como central de ar comprimido, manutenção de recipientes, manutenção de veículos e de equipamentos, subestação de energia elétrica e reservatório de água potável.	15m
Área administrativa	Local destinado ao desenvolvimento e apoio das atividades administrativas, tais como escritórios, cozinhas, refeitório, vestiários, ambulatórios e portaria.	15m
Divisa de propriedade	Limite da propriedade, de acordo com a escritura do terreno.	15m

Via pública	Local onde circulam pessoas e veículos, de propriedade pública.	15m
Locais de reunião de público	Locais onde pessoas se reúnem, com capacidade para mais de 200 pessoas, tais como igrejas, cinemas, estádios, salão de festas, etc.	90m
Áreas densamente povoadas (*)	Condomínios, bairros populosos, conjuntos residenciais com alta densidade demográfica.	90m

(*) - As bases de enchimento de GLP no Brasil, em geral, são instaladas em áreas industriais, em zonas específicas para inflamáveis, mantendo distância de concentração de população residente, embora a legislação federal brasileira não estabeleça uma distância mínima para áreas densamente povoadas, a prática e o histórico de acidentes no Brasil demonstram que é prudente manter distância mínima de segurança sugerida de 90m, mesma distância de local de reunião de público. Além disso, os planos diretores municipais estabelecem as áreas da cidade que permite a instalação de empresas de envasamento de inflamáveis.

Um ponto importante a ser considerado neste aspecto é que pelo código de processo civil brasileiro, atividades empresariais devem ser realizadas dentro dos limites de propriedades privadas.

4.1.1.1 Croquis exemplo de distância mínima de enchimento remoto de recipientes de GLP



4.2 Proteção contra abalroamento de veículos

O sistema de transferência e armazenamento de GLP deve ser devidamente protegido por tubos de concreto ou outro meio com resistência equivalente contra abalroamento de veículos.



O acidente ocorrido na Herrig Brothers, em Iowa nos EUA seria evitado caso existisse esta proteção. Dois jovens em um veículo avançaram contra a tubulação de gás na fase liquefeita, causando rompimento e grande vazamento com conseqüente ignição e explosão do recipiente, também conhecida como BLEVE, sigla em inglês para Explosão da fase vapor devido à expansão do líquido em ebulição.

O vídeo cujo link está nas referências deste estudo técnico, explica o acidente.

4.3 Pessoal

Acidentes em qualquer área de atuação são, em sua maioria, causados por fatores humanos. Estatísticas afirmam que 95% dos acidentes ocorrem por atos inseguros. Na indústria do GLP a severidade dos danos em potencial são altos, podendo causar danos graves ou até morte de vários indivíduos, além de perdas patrimoniais.

Por este motivo, o sistema de enchimento remoto de recipientes de GLP deve ser cercado de cuidados de qualificação, conscientização, EPI e outros sistemas gerenciais para evitar acidentes.

4.3.1 Qualificação

O pessoal empregado na transferência de GLP deve estar qualificado, no mínimo, em:

- Movimentação e Operação de Produtos Perigosos – MOPP, exigido pela legislação de transporte de produtos perigosos para o condutor do veículo;
- Operador de transvasamento de sistema de transvasamento granel, de acordo com a NBR 15863, aprovada pela Resolução ANP nº 09/2007;
- Operador de Unidades de Processo, de acordo com a NR-13, adotada pelo Ministério do Trabalho e Emprego;
- Características físico-químicas do GLP;
- Procedimentos operacionais de segurança;

- Curso avançado de gases inflamáveis, de acordo com a NR-20, adotada pelo Ministério do Trabalho e Emprego;
- Dentre outros.

Outros treinamentos e programas de segurança devem ser previstos como:

- Programa acidente zero;
- Diálogo diário de Segurança – DDS;
- Programa de segurança comportamental;
- Dentre outros.

Todo o pessoal envolvido com a transferência de Gás deve passar por treinamentos constantes.

4.3.2 EPI'S

O processo de ebulição do GLP é endotérmico, ou seja, absorve o calor, por isso o contato com a fase liquefeita do GLP pode causar queimaduras e ulcerações pelo frio, por isso os operadores devem usar luvas apropriadas para o produto, podendo ser luvas de vaqueta de couro, que possibilita um bom tato e proteção para as mãos, também deve usar óculos de ampla visão, para evitar contato de jato de gás nos olhos. Outro fator importante com o GLP é que o GLP dentro dos dutos, mangueiras e conexões está sob pressão, em caso de rompimento acidental, partes podem ser projetadas, por isso o uso de capacete também deve ser obrigatório.

4.3.3 Prevenção de uso inadvertido do sistema de abastecimento

O sistema de enchimento deve ter dispositivo de travamento para permitir acesso somente a pessoal autorizado e treinado.

Deve ainda serem previstas placas de advertência quanto aos riscos do GLP como:

- Perigo Inflamável;
- É expressamente proibido o uso de fogo e de qualquer instrumento que produza faíscas;
- Proibido o uso do sistema de enchimento por pessoas não autorizadas e treinadas;
- Dentre outras.

4.4 Equipamentos e dispositivos para prevenção de sobre-enchimento (overfill), dos recipientes transportáveis de GLP

Recipientes de GLP podem ser enchidos no máximo a 85% da sua capacidade volumétrica, deixando volume de 15% em fase vapor para eventual expansão da fase liquefeita dentro do recipiente. Isso porque o GLP, quando submetido a aumento de temperatura, expande seu volume dentro do recipiente, caso não tenha espaço suficiente

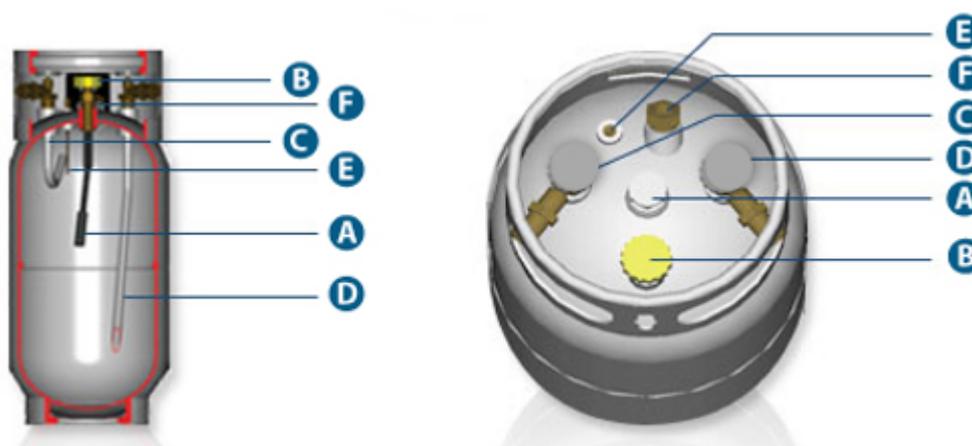
pode acontecer um BLEVE – Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, em tradução livre, explosão da fase vapor devido à expansão do líquido em ebulição, que nada mais é do que a explosão do recipiente.

Atualmente há sistemas de enchimento de GLP por massa usando balanças mecânicas, por volume e sistema mássicos utilizando princípios de coriolis, sendo este último o mais preciso. Em qualquer deles, especialmente em caso de enchimento remoto de recipientes de GLP, são necessários dispositivos de segurança para evitar o sobre-enchimento e consequente BLEVE, que pode acontecer de imediato ou posteriormente, quando o recipiente estiver exposto a temperaturas mais altas, como ocorreu no vídeo cujo link está nas referências deste Estudo Técnico.

4.4.1 Indicador fixo de nível máximo

Os recipientes de GLP abastecidos pelo sistema remoto de enchimento devem estar equipados com indicador fixo de nível máximo. Este é o sistema confiável contra o sobre-enchimento.

O indicador consiste em um tubo instalado à 85% do volume do recipiente, tanto na posição vertical quanto na posição horizontal. Quando o GLP em fase liquefeita chega até este indicador, ele flui até a parte externa do recipiente, o GLP na fase liquefeita condensa quando em contato com o ar e forma uma nuvem branca, esta formação de nuvem indica que o recipiente está cheio a 85% da capacidade volumétrica. A Figura abaixo demonstra a posição do Indicador de nível máximo em recipiente transportável.



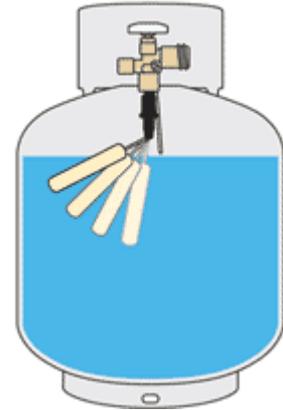
Legenda:

- A – Float Gauge – semelhante a uma boia de caixa d’água.
- B – Válvula de enchimento de líquido
- C – Válvula de retirada de vapor
- D – Válvula de retirada de líquido
- E – Indicador fixo de nível máximo.
- F – Válvula de Segurança

4.4.2 Dispositivo de prevenção de sobre-enchimento (OPD – Overfilling Preventing Device)

A National Fire Protection Association (NFPA) exige nos Estados Unidos da América, que todos os recipientes de GLP reabastecidos sejam equipados com um Dispositivo de Prevenção de sobre-enchimento (OPD) para evitar explosão de recipientes.

Um OPD é um dispositivo de segurança projetado para evitar o excesso de enchimento de um recipiente de GLP através de uma válvula flutuante que fecha quando o nível de GLP atinge 85%. Isso limita o potencial de liberação de gás quando o cilindro é aquecido, evitando um incêndio ou possível lesão. Além disso, o OPD interrompe o fluxo de gás quando o cilindro não está conectado.



O OPD não pode ser usado como indicador de que o recipiente está cheio em uso operacional, ele é um dispositivo de segurança para uso em caso de emergências.

4.4.3 Bomba de GLP com vazão controlada e baixa

Os recipientes transportáveis de GLP têm pequenos volumes, uma bomba com alta vazão pode encher um recipiente com baixo volume em segundos, com isso, qualquer falta de atenção do operador pode causar um sobre-enchimento e consequente incêndio ou explosão, caso encontre uma fonte de ignição.

Devem ser usadas bombas volumétricas específicas para o GLP, para áreas classificadas, com vazão baixa e controlada.

4.5 Prevenção de explosão

Os seguintes dispositivos de prevenção de explosão são aplicados ao sistema de transferência de GLP do tanque até os recipientes transportáveis.

4.5.1 Bomba com sistema de by-pass

A bomba volumétrica deve ter sistema de by-pass, que retorna o GLP de volta para o tanque em caso de bloqueio do abastecimento pelo operador sem que a bomba esteja desligada. Sem este sistema, o operador não pode bloquear o abastecimento, sob o risco de causar um grande vazamento e consequente incêndio ou explosão, caso encontre uma fonte de ignição.

4.5.2 Válvulas pulloff ou breakoff

As válvulas pull off ou break off, bloqueiam o fluxo de gás na fase liquefeita em mangueiras que eventualmente sejam tensionadas, em caso, por exemplo de estar abastecendo e o veículo se desloque.

Estas válvulas bloqueiam o fluxo de gás e somente uma pequena quantidade do produto vaza para o ambiente. Ela somente deve ser usada em caso de emergências.

4.5.3 Válvula de excesso de fluxo no fundo do tanque

Os tanques de GLP devem possuir em todas as suas saídas de maiores diâmetros, válvulas de excesso de fluxo que atuam em emergências, caso, por exemplo, uma tubulação venha a se romper. O dispositivo detecta o aumento repentino de fluxo e bloqueia a saída de gás.

4.5.4 Válvula de bloqueio geral – shut off valve

O sistema de enchimento remoto de recipientes de GLP, assim como outros sistemas de enchimento, deve ter válvula de bloqueio geral, para uso em caso de emergências, que deliga a bomba volumétrica e fecha remotamente todas as válvulas operadas pneumática ou eletricamente.

4.6 Prevenção de ignição por energia elétrica ou estática

4.6.1 Equipamentos elétricos para áreas classificadas

Deve ser feito um estudo de classificação de áreas com atmosfera inflamável e os equipamentos elétricos utilizados dentro destas áreas devem ser específicos para a zona de atmosfera explosiva específica.

A tabela abaixo demonstra a classificação de áreas explosivas.

Zona	Descrição	Exemplo na cadeia do GLP
0	Local onde a ocorrência de mistura inflamável/explosiva por gases ou vapores é contínua ou existe por longos períodos.	Proximidades do enchimento de recipientes transportáveis.
1	É um local onde a atmosfera explosiva está presente em forma ocasional e em condições normais de operação.	Proximidades da central de GLP abastecida no local.
2	É um local onde a atmosfera explosiva está presente somente em condições anormais de operação e persiste somente por curtos períodos de tempo.	Proximidades da área de armazenamento de recipientes transportáveis de GLP.

4.6.2 Prevenção de energia estática e SPDA

O fluxo de gás na fase liquefeita em atrito com as paredes da tubulação, o atrito do veículo com o ar, o atrito dos recipientes com o ar, geram diferença de cargas entre os equipamentos que, quando em contato um com o outro pode gerar centelha e dar ignição a um incêndio com GLP.

Deve ser previsto sistema de aterramento entre o recipiente transportável e o sistema de enchimento, além de ligação com a terra.

Vale lembrar que o histórico de acidentes demonstra que este é um fator importante para prevenção.

Já o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosférica –SPDA, deve ser criteriosamente avaliado, visto que a chapa dos tanques de gás resiste a descargas atmosféricas, segundo estudos realizados pela NFPA e publicados na NFPA 58 comentada.

4.7 Plano de manutenção dos equipamentos

O sistema de enchimento remoto de recipientes de GLP, assim como todo sistema de enchimento de inflamáveis sob pressão, deve ter especial atenção para a manutenção dos equipamentos com vistas a prevenir desgaste excessivo e colapso de partes importantes e sob pressão que pode causar grande vazamento e conseqüente incêndio ou explosão.

4.7.1 CIPP do caminhão tanque – inspeções em dias

O veículo deve atender aos requisitos mínimos dos Regulamentos Técnicos de Qualidade do INMETRO, RTQ 5, RTQ 6i, RTQ 6c e RTQ 32, para garantir que tanto parte rodante do veículo, quanto os equipamentos de transferência estão em bom estado de conservação e passaram por ensaios regulares.

A forma de comprovar o atendimento aos RTQs do INMETRO é ter o Certificado de Inspeção de Produtos Perigosos – CIPP do caminhão-tanque.

4.7.2 Inspeção e manutenção preditiva de mangueiras e conexões

As partes mais frágeis do sistema de transferência de GLP sem sombra de dúvida são as mangueiras e conexões, por isso precisam de especial atenção. Mangueiras devem passar por inspeções periódicas e serem trocadas na frequência definida pelo fabricante, para evitar desgaste excessivo.

4.8 Plano de ação de emergência

4.8.1 Sistema de combate a incêndios.

O imóvel que localizar um sistema de enchimento remoto de recipientes de GLP deve ter previsão de sistema de combate a incêndios com extintores de incêndio e sistema preventivo fixo, atendendo aos requisitos das Instruções Técnicas dos Corpos de Bombeiros Estaduais.

4.8.2 Cenários emergenciais

Os cenários emergenciais são as emergências prováveis de acontecer, tais como, mas não se limitando a:

- Grande vazamento no sistema de transferência;
- Explosão de recipiente transportável;
- Explosão do tanque de GLP;
- Incêndio no tanque e no sistema de transferência;
- Dentre outros.

Para cada cenário emergencial deve haver procedimentos a serem seguidos para mitigar os efeitos da ocorrência.

O pessoal deve estar treinado nos procedimentos e planos de emergência, assim como familiarizado com os sistemas de combate a emergências existentes no imóvel. Simulados de emergência devem ser realizados para treinar a equipe para ação.

4.9 Aspectos e impactos ambientais

Embora o próprio GLP em si tenha aspectos e impactos ambientais pouco relevantes, o processo de enchimento envolve o uso de água, tinta e outros insumos que gerarão efluentes, resíduos sólidos e emissões importantes.

Além disso, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, classifica o enchimento de recipientes de GLP como POTENCIAL POLUIDOR ALTO, exigindo, dentre outras obrigações, licenciamento ambiental estadual e/ou municipal, pagamento de taxas trimestrais e relatório anual de resíduos, efluentes e emissões.

Uma das características do uso do botijão doméstico no Brasil é que ele fica ao lado do fogão, e não é incomum que o botijão retorne para o enchimento sujo com gordura, restos de comida, poeira e outros, requerendo, por questões de qualidade, lavagem antes do enchimento com GLP. O efluente deste processo deve ser tratado para reuso ou devolução para o meio ambiente nas condições das Resoluções do CONAMA. Com o mesmo objetivo de manter a qualidade e o bom aspecto visual do botijão, há processos de repintura de recipientes, com emissão de solventes e geração de borra de

tinta, havendo necessidade de cabines de pintura e um processo de armazenagem e destinação dos resíduos sólidos.

O veículo também deve ter certificado de ausência de fumaça preta, emitido por órgão ambiental e passar por regulares inspeções, além dos controles de manutenção preventiva.

4.10 Aspectos de qualidade do produto

Os recipientes de GLP devem atender aos requisitos de segurança e de qualidade previstos nas normas técnicas.

Ao chegar no ponto de enchimento, deve ser feita uma seleção visual para identificar características de aspecto visual que levem o recipiente a ser requalificado, além disso deve ser separado aqueles recipientes com mais de 15 anos contados da fabricação e 10 anos após a última requalificação.

Após o enchimento, os recipientes devem ser testados quanto a vazamentos, seja com equipamentos eletrônicos com sensores de gás ou com água e sabão, em muitos casos, com os dois meios de detecção.

No enchimento, os equipamentos devem estar devidamente calibrados.

Os recipientes devem receber rótulo de informações e lacre de inviolabilidade, antes de serem devolvidos ao consumidor.

5. IMPLEMENTAÇÃO

Por tratar-se de um tema novo no Brasil, em segmento regulado pela Agência Nacional do Petróleo, Biocombustíveis e Gás Natural – ANP e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, a implementação de tal procedimento, devido caráter de operação em veículo de transporte de carga perigosa, deverá também envolver a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT.

No entanto, na análise técnica do estudo, os requisitos indicados no material elaborado, resgatados da coletânea de exigências já estabelecidas no setor de distribuição de GLP, recomenda-se que as adequações nas Normas Técnicas Brasileiras da ABNT, sejam realizadas antes de qualquer autorização para operação regular de enchimento remoto de recipientes transportáveis de GLP.

6. INDICADORES

O processo de enchimento remoto de recipientes transportáveis de GLP envolve riscos e impactos ambientais semelhantes aos de uma base de engarrafamento, acrescidos aos do transporte granel.

O planejamento prévio do local de enchimento e dos equipamentos necessários para uma operação segura são fundamentais para evitar acidentes com graves consequências.

É importante destacar que o cenário de enchimento “dos botijões e cilindros atualmente existentes no mercado”, **é inadmissível** diante dos riscos envolvidos devido à ausência de dispositivos de segurança para prevenção de sobre-enchimento.

Também o cenário de estacionar o veículo em via pública e realizar o abastecimento de recipientes de GLP não é uma opção razoável porque viola o código civil brasileiro, além de submeter a população à risco, não havendo possibilidade de obedecer às distâncias de segurança relevantes para a prevenção de acidentes com graves consequências.

Vale ainda ressaltar que em cenário semelhante a este último, ocorre em Gana, na África, e o número de acidentes e a qualidade dos recipientes estão levando a opinião pública a clamar para que retorne ao sistema de destroca de recipientes vazios por cheios. De acordo com os dados de matérias publicadas foram 96 pessoas mortas e 486 feridas em explosões de GLP em Gana no período de 2007 a 2015. As matérias ainda afirmam que não houve mais fatalidades devido à atuação rápida do corpo de bombeiros local.

Sem as precauções previstas neste estudo técnico, estaremos correndo grande risco de tragédias no Brasil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (site: www.anp.gov.br);
- b) Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo que operam na modalidade envasado – Amazongás / Consigaz / Copagaz / Fogás / Gasball / Liquigás / Nacional Gás-Paragás / Servgás / Supergasbras-Minasgás / Ultragaz-Bahiana;
- c) Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro (site: www.inmetro.gov.br);
- d) Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo – Sindigás (site: www.sindigas.org.br);
- e) Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (site: www.abnt.org.br).
- f) Link do vídeo do acidente na fazenda em Iowa, EUA, por falta de proteção contra veículos.: https://www.youtube.com/watch?v=-_LLQOO4zU8
- g) Link do vídeo de colapso do botijão em revenda de GLP: <https://youtu.be/Hxp7JP8kUTo>
- h) Modelo de enchimento remoto de recipientes de GLP em Gana, África:
<http://www.graphic.com.gh/features/opinion/liquefied-petroleum-gas-bottling-plants-solution-to-high-risk-dispensing-stations.html>
<http://www.ghanaiantimes.com.gh/residents-express-worry-over-lpg-stations/>
<http://www.todaygh.com/96-died-486-injured-in-gas-explosions-between-2007-and-2015/>