

PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

Edição 2017



Redução de emissão de GLP por meio da substituição dos bicos de enchimento do sistema de envase

PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

Edição 2017

Participantes:

Photon Indústria e Comércio de Equipamento e Sistemas Ltda

Liquigás Distribuidora S.A.

Categoria:

Meio Ambiente

Título:

Redução de emissão de GLP por meio da substituição dos bicos de enchimento do sistema de envase

Autores:

Caroline Martins Santana (Liquigás)

Daniella Lira (Liquigás)

Francisco Jose Obinu Gonzalez (Liquigás)

Nicolau H Longo (Photon)

Sumário

Resumo	4
1 Breve histórico da empresa / profissional	5
2 Problemas e Oportunidades.....	6
3 Plano de Ação.....	10
4 Objetivos	11
5 Metas e Estratégias.....	11
6 Implementação	12
7 Indicadores de desempenho	16
8 Considerações finais.....	18
9 Referências	18

Resumo

Devido à crescente preocupação com os assuntos relacionados às emissões atmosféricas e qualidade do ar e suas consequências à saúde humana, observa-se uma maior atuação e regulação dos órgãos ambientais junto aos empreendimentos e a indústria do GLP não está fora desse radar.

Neste contexto, a fim de tornar possível o licenciamento ambiental para ampliação da unidade da Liquigás localizada no município de Paulínia, propôs-se minimizar o lançamento de poluentes atmosféricos originadas das operações de envase de GLP, as quais contribuem com 38% do total das emissões inventariadas de Compostos Orgânicos Voláteis (COV). Os COV são precursores do ozônio troposférico, o qual pode causar irritação ao trato respiratório humano e danos a vegetação e ecossistemas.

As fases que compõem cada ciclo de envase de botijões com GLP são o engate do bico injetor ao botijão, o envase propriamente dito (injeção de GLP) e o desengate. A cada ciclo de enchimento dos botijões ocorrem fugas de GLP decorrente, sobretudo do desengate. O GLP é considerado como sendo COV.

Assim, foi desenvolvida uma solução simples e de rápida implementação. Trata-se de um dispositivo no bico de envase, o qual evita a ocorrência de vazamento da linha de alta pressão de GLP, por permitir o isolamento dessas linhas antes do desengate da válvula de enchimento do botijão.

Os resultados apontam não apenas para uma redução das emissões de GLP, como também uma redução de perda do produto, o que gera uma economia à empresa, além de permitir a obtenção do licenciamento ambiental da unidade.

1 Breve histórico da empresa / profissional

A Liquegás Distribuidora S.A. é uma sociedade anônima de capital fechado que atua no engarrafamento, distribuição e comercialização de Gás Liquefeito de Petróleo, também conhecido como GLP. Está presente em 23 estados brasileiros (exceto Amazonas, Acre e Roraima), o que representa uma ampla cobertura nacional e constitui uma vantagem competitiva da Empresa.

A história da Liquegás começou na Itália, pouco antes da Segunda Guerra Mundial. Foi uma das pioneiras na exploração comercial do Gás Liquefeito de Petróleo – Gás LP, para o uso doméstico. Em 1954, em São Paulo, foi constituída a Liquegás do Brasil. Na década de 70, a crise mundial do petróleo que afetava os países cancelou grandes investimentos e gerou modificações estruturais. A Liquegás do Brasil adquiriu a Heliogás do grupo Motecatini. Em 1981, a Agip Petroli - multinacional italiana pertencente ao Grupo ENI (Ente Nazionale Idrocarburi) comprou a Liquegás do Brasil, transformando-a em Agip Liquegás. Em 1984, em sociedade com outra distribuidora de GLP, a Agip Liquegás, constituiu a Novogás – Cia Nordestina de Gás, atuando no nordeste do país. Em 1990, a Novogás expandiu sua área de atuação, adquirindo a Tropigás, que já atuava no norte do país. A partir de 1997, a Agip Liquegás passou a ser a única acionista, assumindo o controle efetivo das duas marcas: Novogás e Tropigás. Em dezembro de 2000, a Agip Liquegás mudou sua denominação social para Agip do Brasil S.A.. Em agosto de 2004, a Petrobras Distribuidora S.A – BR, subsidiária integral da empresa Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras, oficializou a compra da Agip do Brasil S.A., que passou a utilizar provisoriamente a denominação social de Sophia do Brasil S.A. A partir de 1º de janeiro de 2005, a empresa começou a atuar no mercado como Liquegás Distribuidora S.A. A partir de julho de 2009, opera sob a bandeira única “Liquegás”. As marcas Tropigás e Novogás, anteriormente usadas nas regiões Norte e Nordeste, foram substituídas. A unificação das marcas teve como objetivo tornar a imagem da Companhia ainda mais conhecida e confiável do público, ao reforçar os conceitos de modernidade e compromisso com a qualidade e segurança conferidos pelo endosso Petrobras à marca da Liquegás. Em novembro de 2012, após uma reorganização societária, passou a ser subsidiária direta da Petrobras S.A.

Desde a integração ao Sistema Petrobras, a Liquegás consolidou sua liderança no mercado de botijões de 13 kg - os mais usados em residências para o cozimento de alimentos - e sua posição como uma das maiores distribuidoras de GLP no país. Conta atualmente com aproximadamente 3250 funcionários.

Atende mensalmente em torno de 8 milhões de consumidores residenciais, com soluções que abrangem variados tamanhos de embalagens, como os botijões de 8 e 13 kg, para o gás de uso doméstico (Área de GLP Envasado). Fornece produtos e serviços sob medida aos mais diversos setores da indústria, comércio, agricultura, pecuária, aviários, condomínios, hotéis, entre outros (Área de GLP Granel).

A Liquegás conta com 23 Centros Operativos (COs), 19 Depósitos, 1 Base de Armazenagem, 4 unidades de envasamento em terceiros, uma rede com aproximadamente 5 mil revendedores autorizados e a Sede, na cidade de São Paulo (SP).

Photon Indústria e Comércio de Equipamento e Sistemas Ltda

A Photon é uma empresa que atua na área técnica há mais de 20 anos, com serviços e produtos nos segmentos industriais, energia, hospitalar e militar. Fornecedora da Liquigás desde 2006 atuou principalmente no desenvolvimento de soluções e suporte técnico:

- Desenvolvimento de balança de pesagem em movimento para substituição dos sistemas existentes em Canoas e Betim (2006 a 2007)
- Desenvolvimento de sistema de impressão integrado com a balança de pesagem em movimento (2007 a 2008)
- Suporte técnico e manutenção de peças e equipamentos dos sistemas de envase automatizado de Canoas, Betim, Paulínia e Capuava (2006 a 2014)
- Fornecimento de controlador para o sistema de gravação de tara, projetado e implementado pela empresa Metalgrav (2009)
- Suporte técnico para recuperação dos sistemas fornecidos pela Metalgrav (2011 a 2013)
- Desenvolvimento de dispositivo para redução de emissão de GLP durante envase (2013)
- Suporte técnico para assuntos relacionados com dispositivo de emissão de GLP (2014)

2 Problemas e Oportunidades

As emissões atmosféricas se caracterizam pelo lançamento de matéria e energia que degradam a qualidade do ar e provocam mudanças climáticas. A extensão de seus impactos é tanto maior devido às atividades antrópicas, tais como indústria e transporte através de veículos automotores.

Os poluentes regulamentados são aqueles com padrões de qualidade do ar definidos por legislação (CONAMA 03/90, para o Brasil). Em São Paulo, há um decreto complementar (Decreto nº 59.113 de 2013), que determina os poluentes regulamentados para este Estado, sendo eles: material particulado MP₁₀ e MP_{2,5}, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e ozônio. Há ainda os parâmetros auxiliares que são apenas monitorados em áreas ou situações específicas, a critério da agência ambiental, são eles: chumbo no material particulado, partículas totais em suspensão e material particulado em suspensão na forma de fumaça. Os poluentes regulados foram assim selecionados em função da frequência de ocorrência e dos efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente (CETESB, 2017).

Apesar dos compostos orgânicos voláteis (COV) não serem poluentes regulamentados, sua emissão deve ser acompanhada, pois eles participam de reações fotoquímicas na atmosfera formando ozônio na faixa mais próxima do solo, onde respiramos. Importante ressaltar que o ozônio é indispensável na estratosfera (para nos proteger da luz

ultravioleta), mas prejudicial na troposfera (camada mais próxima à superfície terrestre, é a região onde entramos em contato com o gás) podendo causar irritação ao trato respiratório humano e danos a vegetação e ecossistemas (EPA, 2017). Altos níveis de ozônio troposférico¹ têm ocorrido em muitas áreas urbanas no mundo, originando episódios de poluição atmosférica.

Nesse contexto, a Liquigás identificou em seus processos aqueles que contribuem para as emissões atmosféricas. As principais fontes de emissões estão associadas a processos de envase, repintura de botijões e cilindros, a movimentação e armazenamento do GLP granel e também a vazamentos em dispositivos e acessórios de tubulação de suas instalações. A figura 1 apresenta as emissões de COV na Liquigás no ano de 2016, por fonte. A figura 2 apresenta as emissões de COV do seu Centro Operativo (CO) localizado em Paulínia, no ano de 2016, por fonte.

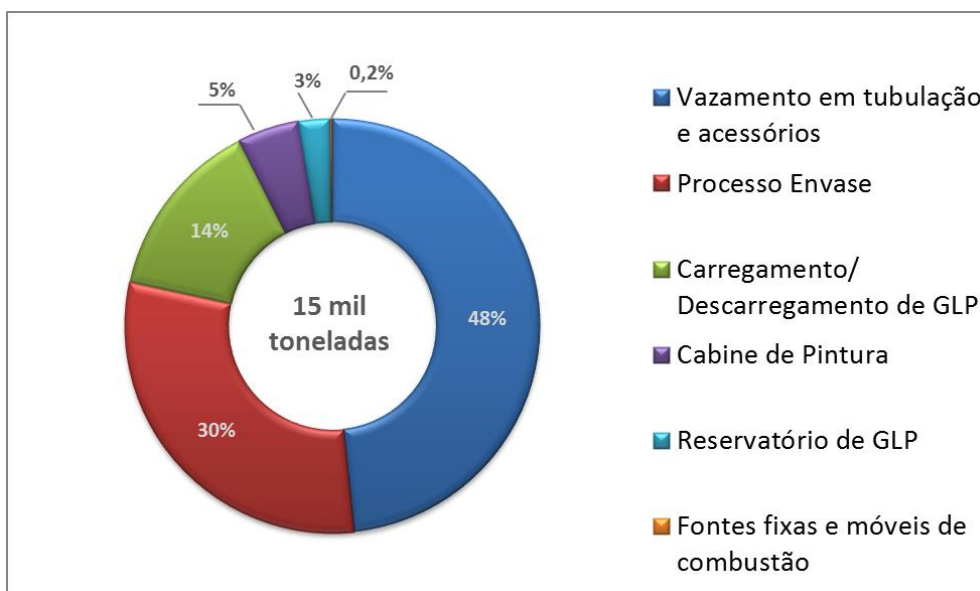


Figura 1 – Emissões de COV na Liquigás, no ano de 2016, por fonte (Fonte: Sistema de Emissões Atmosféricas – SIGEA, Inventário de 2016).

¹ O ozônio é um poluente secundário, isto é, não é diretamente emitido pelas fontes de emissão e sim formado na atmosfera como resultado de reações químicas (fotoquímicas) envolvendo os poluentes primários (óxidos de nitrogênio e COV).

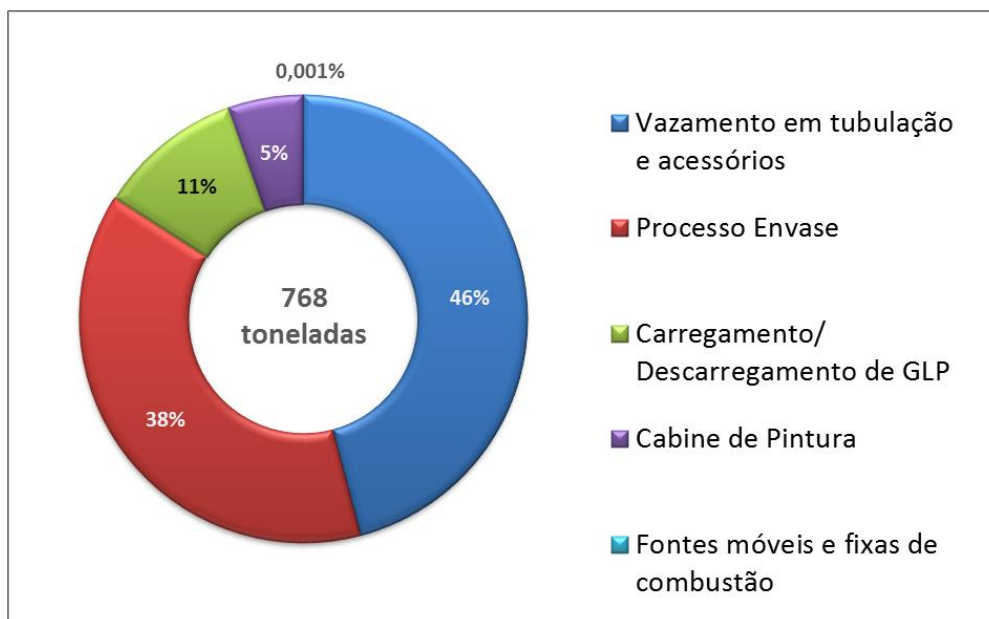


Figura 2 – Emissões de COV no CO de Paulínia, no ano de 2016, por fonte (Fonte: Sistema de Emissões Atmosféricas – SIGEA, Inventário de 2016).

Através da figura 1 e da figura 2, observa-se que o processo de envase contribui de maneira significativa no inventário da Liquigás Distribuidora S.A., tanto no âmbito global (representando 30% do total das emissões), quanto no âmbito local (contribuindo com 38% do total das emissões).

As emissões do processo de envase são as originadas pela fuga de GLP decorrente dos repetidos acoplamentos/desacoplamentos no envase de botijões e cilindros e dos procedimentos de controle e ajuste de peso e decantação. A figura 3 traz a distribuição das emissões do processo de envase. Verifica-se que as emissões provenientes do envase de recipientes P-13 e P-08 sobressaem consideravelmente frente às demais fontes de processo de envase, representando 95% das emissões totais.

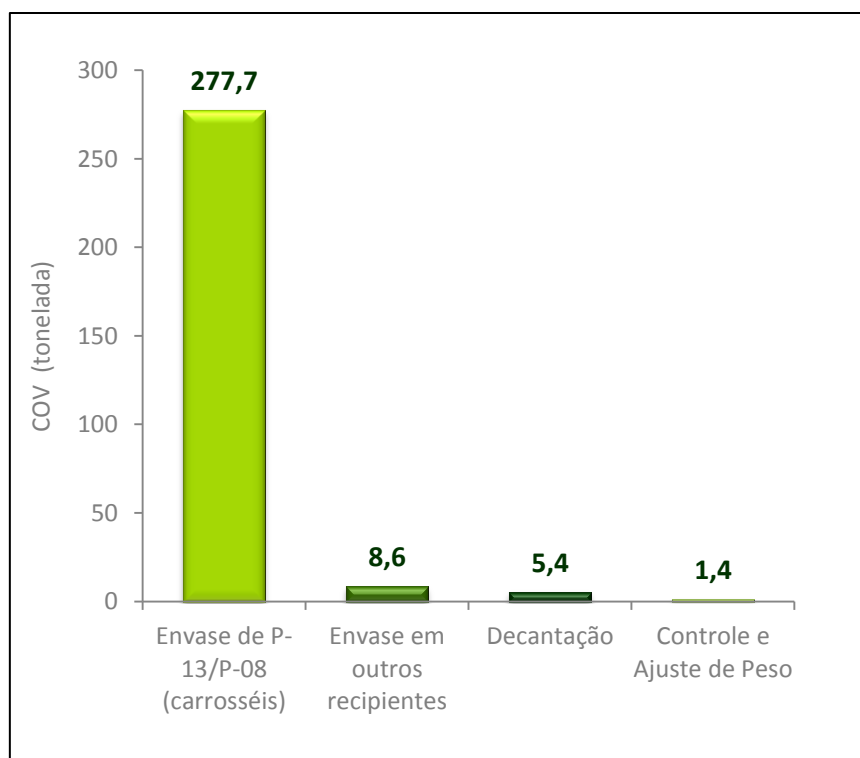


Figura 3 – Emissões de COV, do CO de Paulínia, originadas nos processos de envase, no ano de 2016 (Fonte: Sistema de Emissões Atmosféricas – SIGEA, Inventário de 2016).

O município de Paulínia, onde se localiza o CO, é uma região de interesse ambiental em termos de poluição atmosférica e está incluso na Região de Controle 3, definida pela CETESB (2014). A definição das Regiões de Controle foi baseada nas estações de monitoramento da qualidade do ar classificadas como “>M1”, que representam as áreas críticas em “Não Atendimentos” da qualidade do ar. Para cada uma das sete regiões de controle a CETESB (2014) apresentou um Plano de Controle de Emissões.

A Região de Controle 3 (figura 4) é formada pelos municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas e alguns nas proximidades, com exceção de Americana, que não integra essa região devido ao monitoramento que é realizado na estação do município. A região caracteriza-se por uma intensa atividade industrial, com destaque ao Polo Petroquímico de Paulínia, e uma urbanização crescente. Na Região de Controle 3 o poluente a ser reduzido é o ozônio. Portanto, é necessário adotar ações de controle para reduzir as emissões de seus precursores, que são os compostos orgânicos voláteis (exceto metano) e óxidos de nitrogênio. Nesta mesma região, os municípios de Paulínia e Limeira também tem ações específicas para o controle de emissões de material particulado (CETESB, 2014).

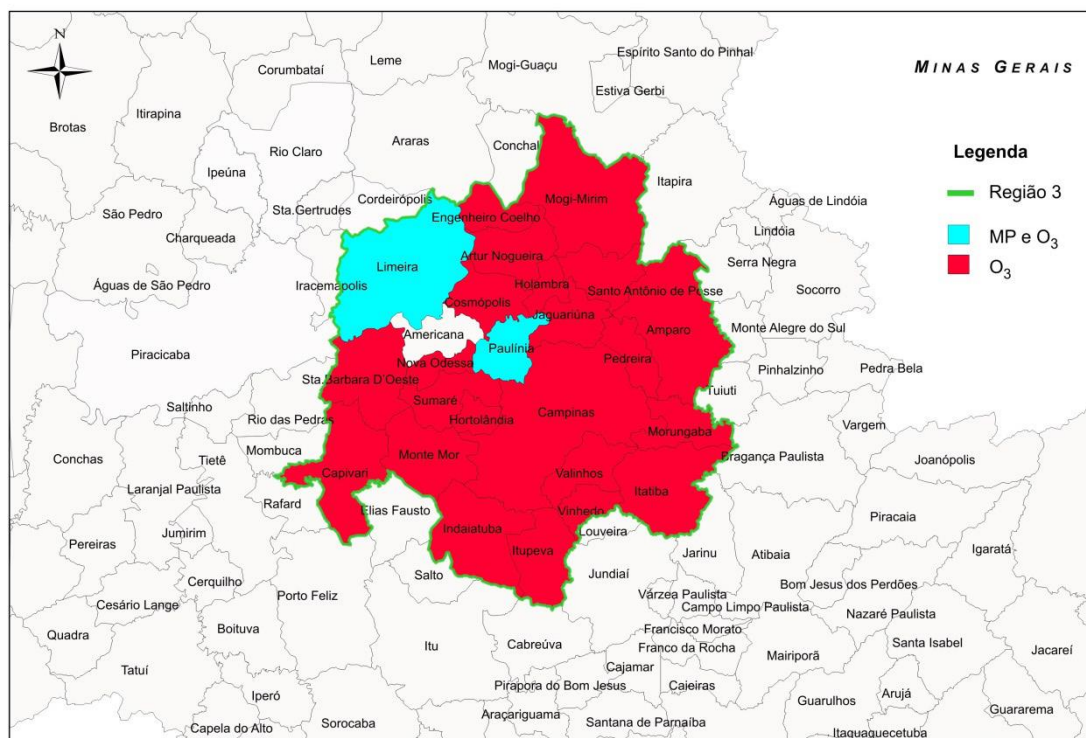


Figura 4 - Região de Controle 3 – Paulínia (Legenda: O₃: Ozônio; MP: Material Particulado) (Fonte: CETESB, 2014, PREFE)

Em decorrência da preocupação do governo com os níveis de emissão atmosférica, o Decreto nº 59.113 (Estado de São Paulo, 2013), em seu artigo 12, estabeleceu limites máximos de emissões para novos empreendimentos e ampliações dos existentes.

Sendo assim, para fins de Licenciamento Ambiental para ampliação de sua unidade localizada em Paulínia, fez-se necessária a procura por mecanismos para a minimização das emissões de COV, precursores de formação de O₃, oriundas de suas atividades, especialmente do processo de envase.

3 Plano de Ação

O plano de ação traçado consistiu em:

- Definição das premissas para a implementação de sistema para redução de vazamento de GLP durante as operações de envase de GLP em botijões P-18/P-8;
- Prospecção de fornecedores para o desenvolvimento de sistema para redução de vazamento de GLP durante as operações de envase no CO de Paulínia;
- Desenvolvimento de dispositivo de envase com sistema para a redução de emissão atmosférica de GLP no CO de Paulínia, pela Photon Indústria e Comércio de Equipamentos e Sistemas Ltda., fornecedor selecionado na fase de prospecção;
- Teste de desempenho das soluções propostas;
- Submissão do sistema desenvolvido ao órgão ambiental e obtenção das licenças prévias e de instalação da ampliação;

- Aquisição de materiais do sistema citado acima;
- Implantação da solução escolhida;
- Obtenção da licença de operação;
- Estabelecimento de Programa de manutenção periódica dos bicos.

4 Objetivos

Objetivo geral: obter as licenças prévias, de instalação e de operação para ampliação das atividades do CO de Paulínia.

Objetivo específico: buscar mecanismo para a minimização das emissões de COV decorrentes da operação de envase de GLP em botijões P-13/P-8.

5 Metas e Estratégias

Para fins de adequação da licença ambiental da unidade, a Liquigás buscou mecanismos capazes de minimizar a emissão do sistema de envase, tendo como base o cálculo do inventário de emissões e os limites máximos de emissão para fins de licenciamento para ampliação, estabelecidos no Decreto Estadual 59.113/2013, e, considerando a meta de 80% no abatimento de emissões do processo de envase de botijões.

O CO de Paulínia opera com 2 carrosséis de envase automatizados, cada carrossel tem capacidade de produção de 1.800 botijões P-13 ou P-8 por hora. Cada carrossel possui 30 postos de enchimento, e em condições normais de operação, cada posto trabalha transferindo 13kg ou 8 kg de GLP por ciclo de envase.

A Photon Indústria e Comércio de Equipamento e Sistemas Ltda. foi a empresa selecionada para o desenvolvimento do bico de enchimento BG-13, para reduzir a emissão de GLP durante o ciclo de envase no CO de Paulínia, que comparado ao modelo existente anteriormente foi capaz de reduzir visivelmente a nuvem de emissão de GLP.

O bico BG-13 foi projetado com base nas premissas definidas pela Liquigás para um dispositivo de acoplamento com botijão P-13/P-8:

- Não utilizar comandos eletroeletrônicos,
- Ser adequados para operar em área classificada.
- Garantir o envase em até 45 segundos;
- Não interferir no sistema de controle e comando atualmente em operação nas condições de pressão nominal da linha;
- Não modificar o cabeçote e válvula principal dos postos de enchimento;
- Realizar as etapas de acoplamento, envase e desacoplamento a cada ciclo de enchimento; e
- Quando ociosos, garantir o corte de fluxo do GLP e suportar a pressão nominal da linha.
- Reduzir 80% a emissão de GLP.

O bico de enchimento BG-13 foi projetado para substituir o bico original, presente em cada posto de enchimento.

6 Implementação

No CO de Paulínia, o envase de botijões P-13/P-8 é realizado por meio de carrossel eletrônico, o qual é composto, dentre outros, por um mecanismo de acoplamento do bico de enchimento ao botijão.

O bico de envase original consiste em conjunto composto por várias peças, das quais podem se apontar três principais: Câmara intermediária (4), Bico (6) e Agulha (7), conforme esquematizado da figura 5. Neste conjunto, a agulha (7) é semifixa e destacada aproximadamente 8 mm para fora do bico.

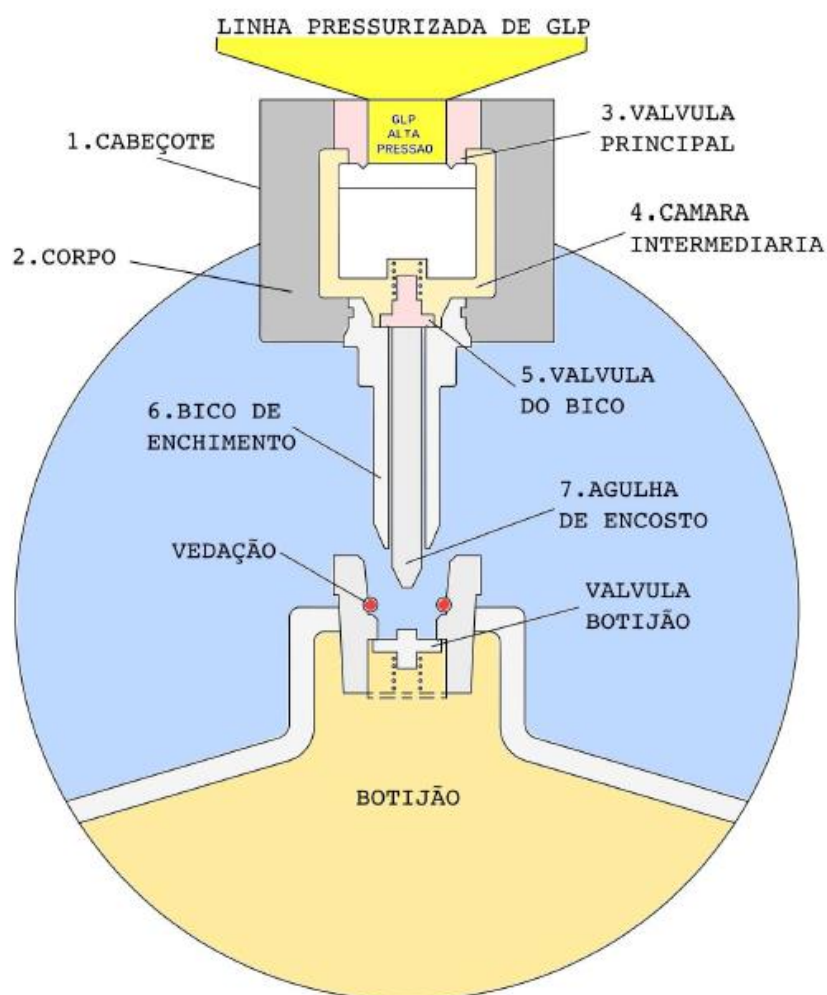


Figura 5 – Bico de envase original, seus componentes e posicionamento antes da operação de envase de GLP em botijão. Componentes: cabeçote (1), corpo (2), válvula principal (3), câmara intermediária (4), válvula do bico (5) e bico de enchimento (6), agulha de encosto (7).

As válvulas do bico (5) e do botijão são de atuação por mola e a válvula principal é de atuação por comando pneumático.

O volume da câmara intermediária (4) de 9,0cm³ foi determinado por inspeção de peças e pelo volume de preenchimento líquido.

O conjunto funciona conforme descrito a seguir e ilustrado na figura 6:

O conjunto desce até encostar a sua agulha na válvula do botijão e iniciar a abertura da mesma. O movimento de descida deste conjunto se interrompe quando o bico (6) encosta no anel o'ring da válvula do botijão e faz a vedação (engate). Com a válvula do botijão já aberta, dá-se início ao processo de engarrafamento (envase) até completar o valor desejado (8 kg ou 13 kg). Após o envase, inicia-se a subida do conjunto e o processo inverso ocorre, ou seja, o desengate do conjunto de bico. Perde-se a vedação anteriormente estabelecida.

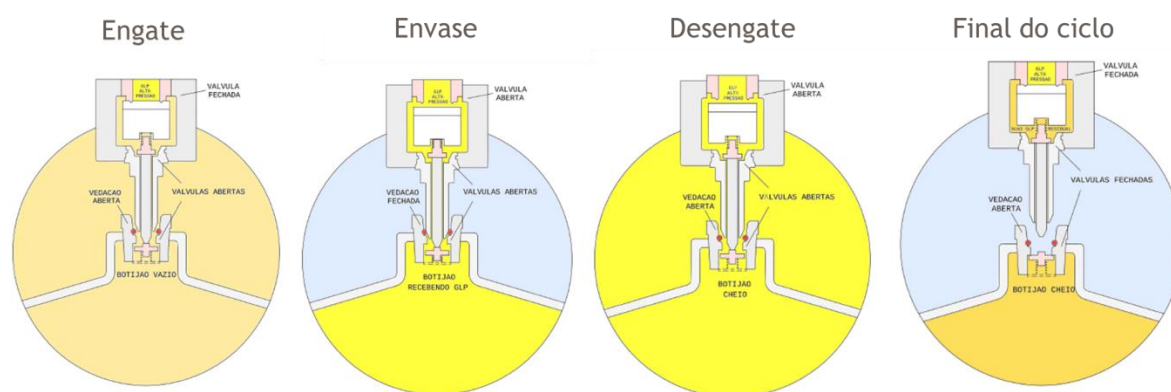


Figura 6 – Sequência de funcionamento do bico de envase original.

Na manobra de engate ocorre perda de GLP para a atmosfera apenas enquanto o bico (6) não engata completamente e a vedação não foi estabelecida. O escape ocorre quando a válvula do bico é aberta para a atmosfera. A quantidade máxima de GLP que pode escapar para a atmosfera nesta fase corresponde ao armazenado na câmara intermediária (4), remanescente do ciclo anterior.

No momento do desengate é quando se tem as maiores perdas de GLP. Uma vez que, considerando a característica do bico com agulha (7) semifixa exposta, tem-se por um momento escape de GLP tanto da linha pressurizada (válvula principal 3 aberta) como da válvula do botijão. Este escape ocorre imediatamente após a perda de vedação durante a subida até que por ação das molas haja o fechamento da válvula do bico (5) e do botijão. Logo após, por ação de comando pneumático, ocorre o fechamento da válvula principal (3).

A solução implementada, o bico BG-13, ilustrada pela figura 7, consiste também em conjunto composto por várias peças das quais pode se destacar as três principais: Bico (6); Agulha (7) e Câmara secundária (8). Observam-se diferenças construtivas entre o bico original e o BG-13, notadamente em relação à agulha (7) que é semifixa no original e fixa no BG-13. E também em relação ao bico (6) que é fixa no original e móvel no BG-13. Ademais, é possível observar no BG-13 um oitavo elemento não presente no original: uma câmara secundária (8). A figura 8 mostra graficamente as diferenças estruturais das peças.

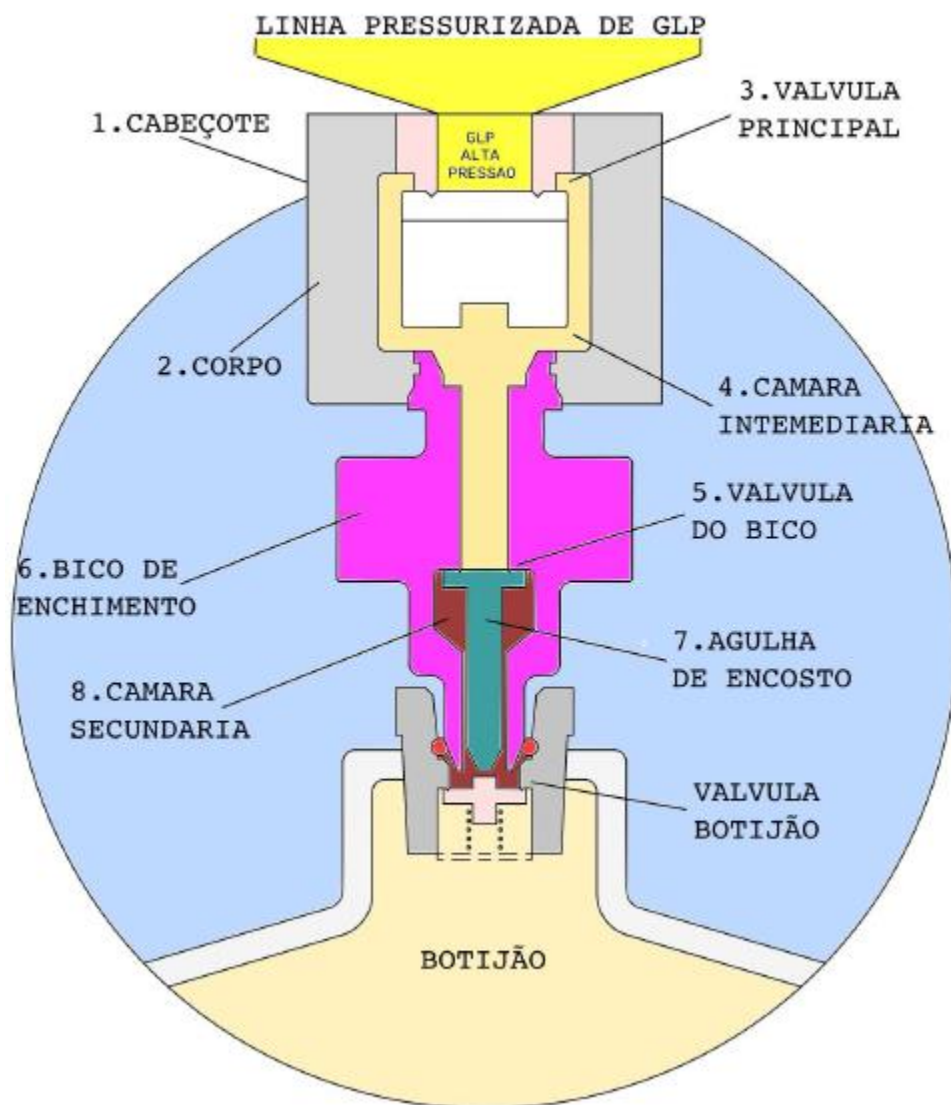


Figura 7 – Bico de envase novo (solução implementada), seus componentes e posicionamento antes da operação de envase de GLP em botijão. Componentes: cabeçote (1), corpo (2), válvula principal (3), câmara intermediária (4), válvula do bico (5), bico de enchimento (6), agulha de encosto (7) e câmara secundária (8).

O bico BG-13 forma uma câmara secundária (8) quando o bico está vedado no botijão e as válvulas estão fechadas. Esta câmara tem volume de 3,0 cm³. Apenas o GLP contido neste volume será perdido para a atmosfera a cada ciclo de envase.

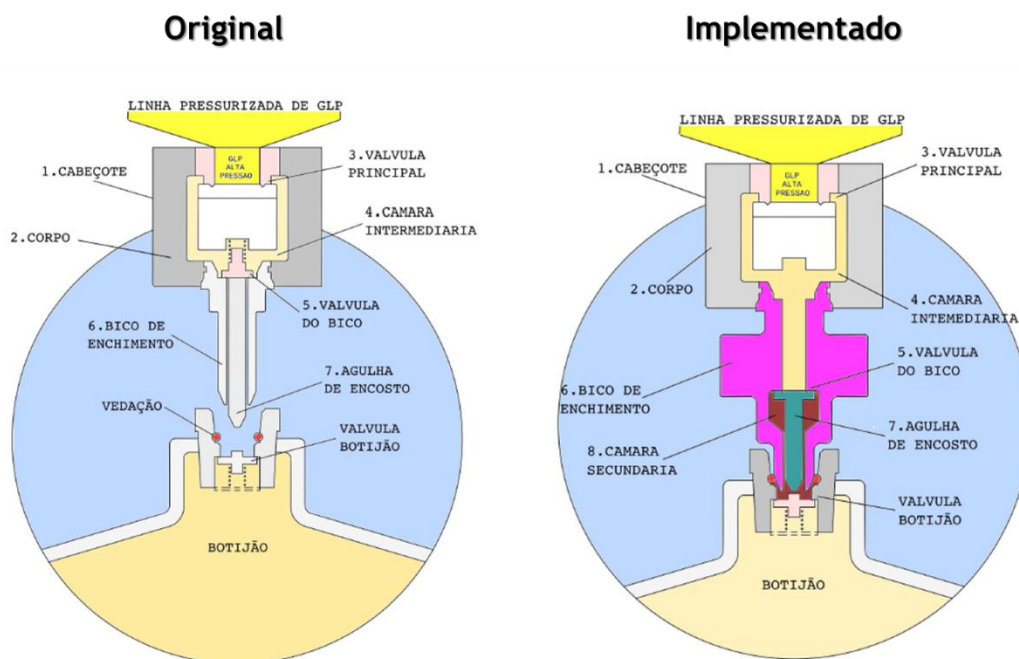


Figura 8 – Diferenças construtivas entre o bico original e o implementado.

O funcionamento do bico BG-13 está descrito a seguir e representado na figura 9:

O conjunto desce até encostar o bico (6) no anel o'ring existente na válvula do botijão, fazendo a vedação. O conjunto continua a descida com o bico (6) se retraindo até a agulha (7) encostar e abrir a válvula do botijão, momento no qual se dá início ao processo de enchimento.

O efeito de redução das emissões ocorre porque o dispositivo realiza o acoplamento entre o bico (6) e o botijão de forma coordenada, vedando o acoplamento antes da abertura das válvulas principal (3) e do botijão. A abertura da válvula do botijão é propiciada pela agulha (7), à medida que ela se empurra durante a descida do conjunto.

Ao completar o valor desejado (8 kg ou 13 kg) inicia-se a subida do conjunto e o processo inverso ocorre, ou seja, o fechamento da válvula do botijão pela ação da mola. O bico (6) móvel recua somente após o fechamento da válvula do botijão, momento no qual se perde a vedação anteriormente estabelecida, com consequente escape de GLP remanescente na ponta do conjunto (câmara secundária – 8 – representada em vermelho).

Portanto, na operação de envase com o BG-13 ocorre perda de GLP para a atmosfera apenas na manobra de desengate.

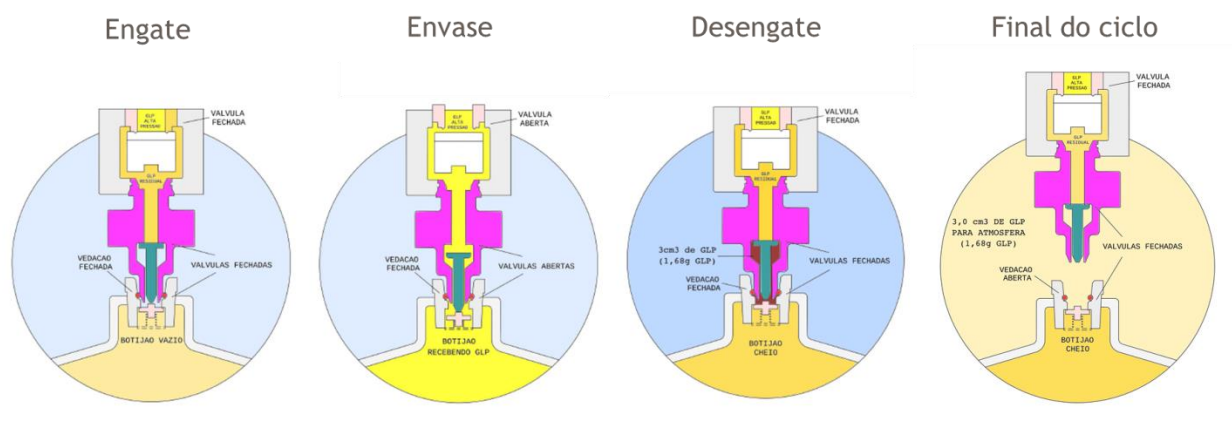


Figura 9 – Sequencia de funcionamento do bico BG-13.

A solução consistiu na troca do bico original por bico BG-13. As peças são intercambiáveis, e possuem a mesma interface mecânica para engate no botijão.

Para validação da solução foram construídas peças protótipo e piloto de produção. Os testes operacionais e de repetibilidade foram realizados no CO de Paulínia, trabalhando durante período de 20 dias.

O projeto foi desenvolvido pela a empresa Photon em parceria com Coordenação Técnica de Engenharia da Liquigás. O desenvolvimento levou 24 meses e a fabricação e fornecimento levaram 2 meses. Os bicos foram instalados em dezembro/2015.

7 Indicadores de desempenho

O bico BG-13, desenvolvido pela Photon, é capaz de reduzir visivelmente a nuvem de emissão de COV comparado ao bico original. A figura 10 apresenta os momentos do engate e desengate no ciclo de envase pelo o bico original, nos quais é possível visualizar a nuvem de GLP formada.

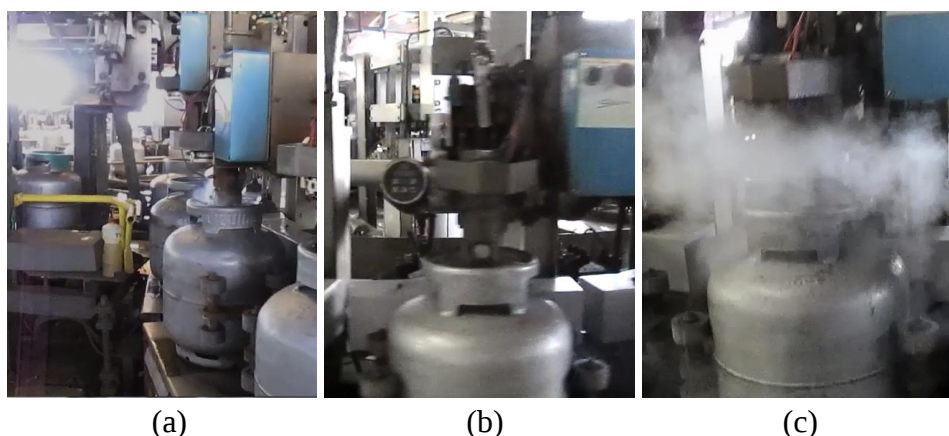


Figura 10 – Operação de envase com o bico original durante o engate (a), momento antes do desengate (b) e durante desengate (c).

Já a figura 11 mostra a performance do bico BG-13, demonstrando visualmente as emissões no momento do engate, perceptivelmente nulas, e no desengate com uma

formação nuvem de GLP menor em comparação à formada pelo processo com o bico original.

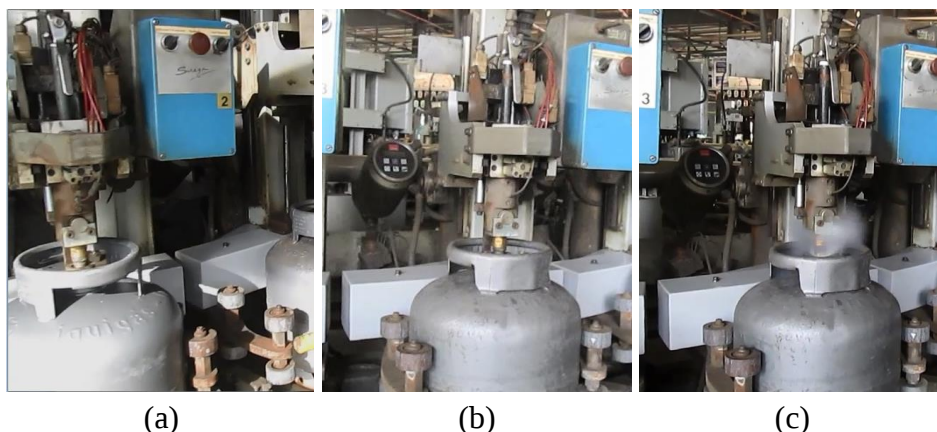


Figura 11 – Operação de envase com o bico BG-13 durante o engate (a), momento imediatamente antes do desengate (b) e durante desengate (c).

A perda de GLP estimada por operação de envase obtida para o bico original foi de 39,0 gramas por ciclo. Este valor foi calculado considerando a soma dos vazamentos durante o engate e o desengate:

- No engate, o vazamento corresponde ao volume da câmara intermediária de 9,0 cm³, o que representa 5,0 gramas de GLP com densidade de 0,560 g/cm³.
- No desengate, o vazamento ocorre porque a linha de alimentação de GLP fica aberta para a atmosfera durante um intervalo de tempo resultante da falta de coordenação das atuações no bico de enchimento e também do sistema de controle. Para determinar a quantidade de GLP transferida para a atmosfera, adotou-se o modelo com a linha de alimentação aberta para a atmosfera durante o período de fechamento da válvula após a perda de vedação, com vazão nominal de operação, que é em média 433 g /s (envase de 13 kg por 30 s). O intervalo de tempo que a válvula permanece aberta é determinado pelas características construtivas e velocidades do equipamento. Foram utilizados dois métodos para avaliação do intervalo, medida de velocidade e inspeção de imagens. Os dois métodos resultaram em intervalo de tempo igual a 80ms. Então, de acordo com as premissas adotadas o vazamento no desengate é 34,0g de GLP (80ms X 0,43g/ms).

O bico BG-13 trabalha com vazamento apenas ao final do ciclo de envase, proveniente do volume da câmara secundária de 3,0cm³, o que representa 1,7 gramas de GLP considerando densidade de 0,560 g/cm³. O vazamento na fase de engate foi considerado como nulo.

A redução de vazamento de 37, 3 g de GLP por ciclo de envase representa uma redução de vazamento porcentual de 96% (37,0g / 39,0g X 100%), atendendo dessa forma a premissa inicial de redução de 80%.

Conforme apresentado na Tabela 1, o bico BG-13 resulta em uma economia anual de R\$329 mil em relação ao bico original, na despesa com aquisição de GLP para o CO de Paulínia .

Tabela 1 – Comparação do desempenho do bico original e BG-13.

CO Paulínia	Bico original	Bico BG-13
Perda GLP/operação envase (g) ¹	39,0	1,7
Operações envase / ano ²	6.497.719	6.497.719
Perda GLP / ano (t)	254	11
Custo GLP (R\$/t) ³	1.356,82	1.356,82
Perda GLP / ano (R\$)	344.185,36	14.811,26

¹ Dados de projeto de Liquigás e Photon.

² N° de recipientes P8 e P13 envasados em 2015 (SUGEP/GGOP).

³ Venda de GLP da Replan para CO Paulínia, DANFE nº 150188, 20/12/2015.

O tempo de envase médio, utilizando o bico proposto foi de 40 s, tempo abaixo do limite especificado de 45 s.

8 Considerações finais

O bico BG-13 evita a ocorrência de vazamento da linha de alta pressão, identificada como principal fonte da emissão durante o envase no CO de Paulínia, além de resultar numa solução simples e de rápida implementação, com a troca de um componente em cada posto de enchimento.

Esta ação proporcionou adicionalmente ao benefício ambiental uma economia financeira e auxiliou no processo de obtenção das licenças ambientais junto à CETESB: licença prévia e de instalação LP/LI nº 37000997 e licença de operação LO nº 37002793.

9 Referências

BRAGA, Benedito, et al. Introdução à Engenharia Ambiental. 2. ed. 2005

CETESB. <http://www.cetesb.sp.gov.br>. [sessão sobre] **Qualidade do Ar**, acesso em maio de 2017.

CETESB. Plano de redução de emissão de fontes estacionárias PREFE, 2014.

CONAMA. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Resolução nº 3 de 28 de junho de 1990. Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939

EPA. <https://www.epa.gov/ozone-pollution>. [sessão sobre] “Ozone Basics”, acesso em junho de 2017.

Estado de São Paulo. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013.

Liquigás. <http://www.liquigas.com.br/wps/portal>. [sessão sobre] **A Companhia e Histórico**, acesso em maio de 2017.

Liquigás. Relatório Anual, 2016.

Liquigás. Substituição dos bicos de envase – Centro Operativo de Paulínia v2, Comitê Gestão SMS, 120ª Reunião do comitê de gestão de SMS, 12 de janeiro de 2016.

LONGO, N. H. Photon DT03815 descrição de operação do bico de enchimento BG-13, revisão 1, de 08 agosto de 2014.

Petrobras. Sistema de Gestão Atmosférico SIGEA, Dados do Inventário da Liquigás, 2016.