



**AVALIAÇÃO DA PERIODICIDADE IDEAL DE PARADA PARA
LIMPEZA E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO
DO GLP EM EMPILHADEIRAS**

CATEGORIA: APLICAÇÕES DO GLP

**PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA
EDIÇÃO 2020**

**AVALIAÇÃO DA PERIODICIDADE IDEAL DE PARADA PARA
LIMPEZA E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE INJEÇÃO DO GLP
EM EMPILHADEIRAS**

CATEGORIA: APLICAÇÕES DO GLP

Autores Liquigás Distribuidora:

Adilson Heck

Alyne Freitas

Élcio Augusto Rocha Sarti

Jeison Limas

Marcel Stéfano Zola Ramin

Marcos Antônio dos Santos

Natália de Almeida Menezes

Sumário

Histórico da empresa	3
1 Problema	4
2 Objetivos	4
3 Materiais e Métodos	4
4 Definições.....	5
4.1 Resíduos de GLP e empilhadeiras	5
4.2 Redutor/Converter de empilhadeiras	6
4.3 Carburador.....	7
4.4 Análise dos gases de combustão	8
5 Resultados e Discussões	9
6 Conclusões.....	10
7 Bibliografia.....	11

Histórico da empresa

A Liquigás, fundada em 1953, foi adquirida pela Petrobras Distribuidora S.A. (BR) em agosto de 2004 e, em novembro de 2012, após uma reorganização societária, passou a ser subsidiária direta da Petrobras S.A. Desde a integração ao Sistema Petrobras, a Liquigás 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 3250 funcionários.

Atende mensalmente mais de 35 milhões de consumidores residenciais, com soluções que abrangem desde variados tamanhos de embalagens, como os botijões de 8 e 13 kg, para o gás de uso doméstico (Área de GLP Envasado) até o fornecimento de produtos e serviços sob medida aos mais diversos setores da indústria, comércio, agricultura, pecuária, aviários, condomínios, hotéis, entre outros (Área de GLP Granel).

A Liquigás conta com 23 Centros Operativos, 19 Depósitos, 1 Base de Armazenagem e Carregamento rodo-ferroviário, 4 unidades de envasamento em terceiros e uma rede com aproximadamente 4.800 revendedores autorizados, além de sua Sede, na cidade de São Paulo (SP).



Figura 1 - Centro Operativo de Capuava - Fonte: Liquigás Distribuidora S.A.

1 Problema

Determinar o tempo de parada ideal para limpeza no redutor/ vaporizador (converter) das empilhadeiras, levando em consideração as particularidades do GLP disponível na região e as condições específicas da instalação do local.

2 Objetivos

Avaliar, através de uma análise dos gases de exaustão, a necessidade de uma parada para limpeza do sistema de injeção de GLP de uma empilhadeira.

3 Materiais e Métodos

Para tomada de valores do estudo como, por exemplo, temperatura, velocidade do ar, umidade, etc, foram utilizados os equipamentos descritos abaixo:

Velocidade do ar:

- Instrumento: Anemômetro

Pressão do ar:

- Instrumento: Tubo de pitot e Micromanômetro

Temperatura de superfícies:

- Instrumento: Termômetro por infravermelho

Mapeamento da temperatura:

- Instrumento: Termovisor por infravermelho

Análise dos gases de exaustão:

- Instrumento: analisador de gases

A análise dos gases de combustão da empilhadeira foi realizada, posicionando-se a sonda do analisador de gases no cano de escapamento da empilhadeira, com aceleração do motor da empilhadeira em torno de 2.000 rpm.

4 Definições

4.1 Resíduos de GLP e empilhadeiras

De acordo com a Resolução ANP N° 18, de 02/09/2004, o GLP comercializado no Brasil pode conter um limite de 0,05% (500 ppm) de resíduos presentes em sua composição. Sendo assim, essa quantidade de resíduos é considerada parte do produto entregue às distribuidoras e pode preceder alguns cuidados nas instalações e aplicações, evitando uma possível concentração para garantir o bom funcionamento dos sistemas.

Em relação às empilhadeiras, durante o curso da operação normal, resíduo oleoso pode ser observado dentro das câmaras do componente vaporizador e regulador de pressão, também chamado de redutor ou converter.

Resíduos sólidos são retidos por filtros mecânicos com função magnética instalados na linha de combustível das empilhadeiras.

A maior ou menor concentração de resíduos pode ser o resultado da contaminação do combustível ou variação regional de sua composição, tal como acontece com outros combustíveis líquidos e gasosos.

Um significativo acúmulo de resíduo sólido pode afetar o desempenho do filtro mecânico e estrangular a passagem do GLP, enquanto o acúmulo de resíduo oleoso pode afetar o desempenho de resposta do diafragma secundário.

Na Figura 2 abaixo, podemos identificar um circuito de GLP em uma empilhadeira, destacando o filtro e o regulador (redutor/converter).

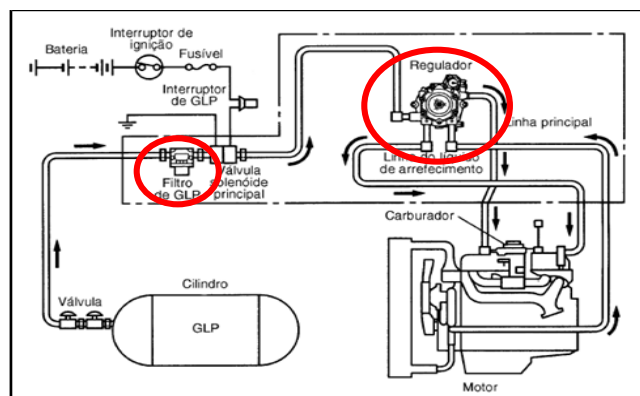


Figura 2 - Circuito de GLP em uma empilhadeira, destacando filtro mecânico e regulador (redutor/converter). Fonte: Toyota, 2009

Os fabricantes de empilhadeira incluem em sua rotina de manutenção periódica usual a limpeza e drenagem dos filtros mecânicos e do redutor/converter. Ler e seguir o manual é o requisito mínimo para manter as garantias de desempenho e de emissões, no entanto, a depender da concentração de resíduos observada durante a limpeza do converter, uma maior frequência de parada é recomendada. É nesse momento que uma análise dos gases de exaustão da empilhadeira pode facilitar o diagnóstico, antes de uma parada completa do equipamento, como será detalhado nos itens a seguir.

4.2 Redutor/Converter de empilhadeiras

O converter proporciona condições para uma mudança da fase líquida do GLP para a fase gasosa, utilizando, para isso, aumento de temperatura e redução de pressão, isto é, tem a função de reduzir a pressão e vaporizar o GLP líquido num bloco único.

A energia necessária à vaporização é fornecida pela passagem do fluido do arrefecimento do motor de combustão interna.

Em meio a mudança da fase líquida para a fase gasosa, resíduos oleosos podem vir a se concentrar no interior do converter e o acúmulo em grandes proporções interfere no funcionamento da empilhadeira, podendo inclusive deixá-la inoperante.

Na Figura 3 é mostrado um modelo de converter utilizado em empilhadeiras Toyota, mostrando os parafusos de ajuste de marcha lenta e ajuste de pressão de saída. O parafuso de ajuste de pressão não foi manipulado neste estudo.



Figura 3 - Converter de uma empilhadeira Toyota; a) Parafuso de ajuste de vazão de marcha lenta; b) Parafuso de ajuste de pressão de saída de GLP. Fonte: os autores, 2019.

Antes de ficar inoperante, ou falhar, a empilhadeira pode sofrer com baixo rendimento e conseqüente maior consumo de GLP.

Na Figura 4, abaixo, é mostrado um caso de concentração de resíduo oleoso no circuito interno de um converter de empilhadeira.



Figura 4 - Concentração de resíduo oleoso na câmara interna de um converter de empilhadeira a GLP. Fonte: os autores, 2019.

4.3 Carburador

O carburador é um elemento importante do sistema de alimentação do motor a combustão a GLP.

Este elemento trabalha acoplado ao filtro de ar e à segunda câmara do regulador/converter.

Ao funcionar o motor impõe uma depressão na câmara de pré-mistura, admitindo ar proveniente da câmara do filtro e vapor de GLP, em volume proporcional, proveniente da câmara do converter.

Quanto maior aceleração maior o volume requerido de ar e proporcionalmente o combustível.

O carburador possui dois parafusos de ajuste: de regulagem da mistura ar combustível e o de injeção de marcha lenta, mostrados na Figura 5, abaixo.



Figura 5 - Carburador e seu parafuso de ajuste de vazão da mistura ar/combustível em destaque; a) Parafuso de regulagem mistura ar/combustível; b) Parafuso de injeção de marcha lenta. Fonte: os autores, 2019

4.4 Análise dos gases de combustão

A análise dos gases de exaustão possibilita um diagnóstico completo do sistema de combustão interna do equipamento. Pode-se avaliar, por exemplo, a eficiência energética da queima, determinando se a regulagem do carburador está adequada para a quantidade de ar admitida na câmara de combustão. Outro

ponto que pode ser avaliado, indiretamente, é a presença de resíduos na câmara, através da análise do percentual de CO e NOx. Este é o foco desse trabalho.

Dependendo do tipo de equipamento utilizado na análise de gases, mais ou menos características da combustão podem ser avaliadas. Para a realização desse trabalho, os principais pontos avaliados foram: CO, NO, NOx e SO₂.

5 Resultados e Discussões

Para o estudo, foi realizada a análise dos gases de exaustão de uma empilhadeira Toyota que estava em manutenção. O converter ainda não havia passado pela limpeza e os parâmetros encontrados na análise foram:

ANÁLISE DOS GASES DE EXAUSTÃO	
Parâmetro	Resultado
NO	864 ppm
NO _x	907 ppm
SO ₂	36 ppm

Tabela 1 - Análise dos gases de exaustão da empilhadeira Toyota - antes da limpeza.

Após a limpeza, os resultados obtidos foram:

ANÁLISE DOS GASES DE EXAUSTÃO	
Parâmetro	Resultado
NO	220 ppm
NO _x	231 ppm
SO ₂	27 ppm

Tabela 2 - Análise dos gases de exaustão da empilhadeira Toyota - após limpeza.

Outro ponto muito importante observado foi a diferença no rendimento da empilhadeira após a limpeza do filtro de ar. Para esse teste, utilizamos outra máquina, que estava com aproximadamente 800 horas de operação, e teve as manutenções preventivas seguidas de acordo com o manual do fabricante. Essa empilhadeira estava trabalhando normalmente na produção.

Os parâmetros da análise inicial foram:

ANÁLISE DOS GASES DE EXAUSTÃO

Parâmetro	Resultado
CO	48380 ppm
NO	1315 ppm
NO _x	1301 ppm
SO ₂	16 ppm

Tabela 3 - Análise inicial empilhadeira Toyota.

Após essa medição, apenas o filtro de ar da empilhadeira foi limpo. Após a limpeza, o equipamento foi novamente analisado. Os resultados dessa análise estão na Tabela 4.

ANÁLISE DOS GASES DE EXAUSTÃO

Parâmetro	Resultado
CO	2081 ppm
NO	1474 ppm
NO _x	1548 ppm
SO ₂	56 ppm

Tabela 4 - Análise após limpeza do filtro de ar da empilhadeira Toyota.

Com base nesses resultados observados, a mesma abordagem foi realizada em outras máquinas e foram obtidas respostas bastante similares.

6 Conclusões

Com base no estudo realizado, concluiu-se que:

- O acúmulo de resíduos oriundos do GLP no converter pode ser identificado através de uma análise dos gases de exaustão, observando-se o teor de NO, NO_x e SO₂. Teores acima de 300 a 400 ppm indicam presença de resíduos e é recomendada uma limpeza do sistema, conforme orientação do fabricante;
- Uma limpeza periódica no filtro de ar também é de grande importância. O acúmulo de sujeira nesse filtro diminui a entrada do ar e desestabiliza a relação ar/combustível da máquina, diminuindo consideravelmente a eficiência do sistema;
- A análise da empilhadeira deve levar em consideração que o filtro de ar está em perfeitas condições de operação, uma vez que esse sistema influencia diretamente na mistura ar/combustível. Uma vez limpo o

sistema de admissão de ar, a análise dos gases de exaustão irá indicar a necessidade ou não da limpeza do converter.

7 Bibliografia

- [1] - OH&S (Estados Unidos) (Comp.). Controlling Forklifts' Exhaust Emissions. Occupational Health and Safety, Little Rock, jan. 2009.
- [2] – TOYOTA INDUSTRIES MERCOSUR LTDA., Manual de Reparos – Dispositivo GLP Motor 4Y, Brasil, 2009.
- [3] – IMPCO, LPG Service Manual, EUA, 2007
- [4] – Liquigás Distribuidora, Mitos e Verdades sobre o GLP, Escola de Negócios Granel – ENEG, São Paulo, 2018