

**PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA
EDIÇÃO 2025**



**TÍTULO: IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDORES DE VAZÃO MÁSSICA CORIOLIS EM
PLANTAS DE ENGARRAFAMENTO DE GLP**

CATEGORIA: PRODUÇÃO

PARTICIPANTES:

Marcos Antônio dos Santos
Marcel Stefano Zola Ramin
Thaís da Silva Sant'anna
Leonardo Francisco Silva



1. HISTÓRICO DA EMPRESA

A Copagaz foi fundada em 1955 em Campo Grande por Ueze Elias Zahran, um visionário que apostou no gás de cozinha em uma época na qual o Brasil dava os primeiros passos na produção de GLP. No início, o produto vinha de São Paulo de trem em dois tanques com capacidade de quatro toneladas para ser envasado na futura capital sul-mato-grossense. O empresário então abriu uma engarrafadora em Socorro (SP), de onde conseguia despachar 800 botijões (11 toneladas) por dia. A partir daí o negócio deslanchou, até a empresa se tornar uma das maiores distribuidoras de gás do país, com operações em diversos estados.

A Liquigás foi criada na Itália após a Segunda Guerra Mundial e chegou ao Brasil em 1953. Com sede em São Paulo, começou as operações de envase e distribuição na refinaria de Mataripe (BA) e em 1959 inaugurou o Centro Operativo de Capuava (SP). Depois de se expandir pelas regiões Sudeste e Sul, foi comprada pela Agip em 1981 e entrou nos mercados do Norte e Nordeste por meio de aquisição de outras distribuidoras. Em 2004, passou a ser controlada pela Petrobras, que a vendeu em 2019 para a Copagaz, em uma transação concluída no ano seguinte com a aprovação do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade).



Em 2020 tornou-se realidade o sonho do fundador da Copagaz, Ueze Zahran com a aquisição da Liquigás pela Copagaz. Desta fusão surgiu a Copa Energia, líder de



engarraamento, comercialização e distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) no Brasil e América Latina como um todo.

2. INTRODUÇÃO

A medição precisa de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) é fundamental para garantir a confiabilidade operacional, a segurança e a lucratividade em plantas de engarraamento. Atualmente, muitas dessas plantas utilizam sistemas analógicos e manuais com incertezas significativas. A adoção de medidores de vazão mássica Coriolis representa uma modernização tecnológica com impacto direto na eficiência operacional e no controle de perdas. Este estudo avalia a viabilidade técnica e econômica da implementação de um sistema de medição de vazão mássica Coriolis para realizar balanços de massa nas entradas e saídas de GLP em uma das unidades de engarraamento da Copa Energia. A análise compara os benefícios da medição contínua e automatizada por Coriolis com métodos tradicionais (balanças de caminhão, varetas, termodensímetros, etc.), destacando melhorias na precisão, controle de perdas, eficiência operacional, rastreabilidade e, finalmente, benefícios econômicos.

2.1. Cenário atual

As plantas de engarraamento de GLP no Brasil enfrentam desafios significativos em controle de perdas e balanço de massa. Os métodos atuais de medição de GLP incluem:

- Balanças de caminhões: medição de massa com erro $\pm 0,26$ a $0,86\%$ para pesagem de caminhões-tanque GLP/Propano (FAURGS, 2010)
- Varetas medidoras para medição visual: medição de nível de líquido com incerteza na gravação de $\pm 0,1\%$ (PICCOLO, 2010), mas com operação sujeita a erros de até 3% (PRÊMIO GLP, 2019)
- Termodensímetros: $\pm 0,001$ g/mL para densidade e $\pm 0,5^\circ\text{C}$ para temperatura.
- Manômetros de pressão e temperatura: erro de $\pm 0,5\%$.
- Calibração do tanque: erro de $\pm 0,3\%$.

Esses métodos são manuais, descontínuos e propensos a erros cumulativos, impactando o balanço de massa e gerando perdas não contabilizadas.

2.2. Solução proposta: medidores mássicos coriolis

Os medidores mássicos coriolis oferecem:

- Medição direta de massa: precisão e repetibilidade de $\pm 0,1\%$.
- Densidade: precisão de $\pm 0,0008$ g/cm³ e repetibilidade $\pm 0,0002$ g/cm³
- Temperatura: precisão de $\pm 0,5^\circ\text{C}$.



- Monitoramento contínuo: elimina erros humanos de repetibilidade e precisão e permite reconciliação automática de dados.
- Aplicação em líquidos e gases: ideal para GLP em ambas as fases.

2.3. Por que medir em massa?

O volume pode variar significativamente sob diferentes condições. A massa é constante, independentemente da temperatura ou pressão. Medidores de vazão mássica fornecem um registro preciso e preciso de cada transação – em qualquer lugar, a qualquer hora. O volume varia com a temperatura. A massa é uma medida primária e permanece a mesma, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1 – Ilustração da variação do volume com a temperatura, embora a massa contida permaneça a mesma, sem alterar a balança. Fonte: [1]

2.4. Redução de perdas de GLP

Plantas de engarrafamento no México, Colômbia e Venezuela demonstraram que programas eficazes de controle de perdas podem reduzir perdas não contabilizadas de 0,5 a 2%, utilizando tecnologia Coriolis como elemento fundamental. (RED SEAL, 2013). Estudos em refinarias como o caso da YPF Luján de Cuyo, Argentina, mostram que medidores Coriolis reduzem perdas não contabilizadas de 5-6% para 1,5-2% (VIDELA & VALENTINE, 2019).

2.5. Precisão e Rastreabilidade

Os medidores Coriolis permitem cálculo de balanço de massa diário, facilitando a identificação imediata de problemas como vazamentos ou erros de transferência. (VIDELA & VALENTINE, 2019).



A fórmula fundamental aplicada é (VIDELA & VALENTINE, 2019):

$$\text{Perdas} = \text{GLP recebido} - \text{GLP despachado} - \text{GLP utilizado} + \text{alterações de inventário}$$

Um balanço de massa confiável permite integração com sistemas de controle (ex.: sistema EMED da Transpetro/Petrobras) para reconciliação automática.

Com a medição direta de massa, elimina-se a necessidade de conversões volumétricas complexas que introduzem erros adicionais (VIDELA & VALENTINE, 2019).

Isto é particularmente relevante para GLP, que apresenta variações de densidade significativas com temperatura e pressão.

2.5. Eficiência Operacional

O sistema de medição mássica possibilita:

- Controle automatizado de carga e descarga: sistemas de serviços automatizados de carga e descarga de autotanques reduzem erros, aumentando a segurança e produtividade, com redução de fugas de GLP e repesagens na operação.
- Compatibilidade metrológica com o sistema EMED (Estação de Medição de Entrega de GLP) da Transpetro/Petrobras
- Checagem e calibração das medições manuais: a partir de um tanque fechado pode-se verificar a calibração de um sistema manual de medição através da comparação com a medição coriolis na saída do tanque.

3. METODOLOGIA

Para a comprovação das funcionalidades de um sistema de medição mássica coriolis foi idealizado um projeto piloto em uma planta da COPA ENERGIA.

A planta engarrafadora escolhida movimentou cerca de 600 toneladas diárias de GLP no último ano através de:

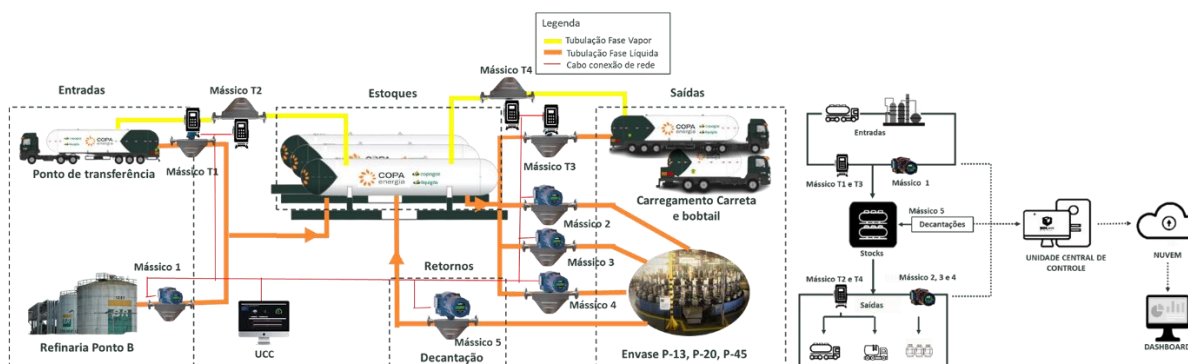
- Recebimento via gasoduto da Petrobras
- Descarregamento de carretas
- Engarrafamento de botijões
- Vendas diretas a granel



Para a planta escolhida foram necessários 9 medidores coriolis para cobrir todos os pontos estratégicos de medição. O sistema também previu a instalação de uma unidade de computação central com estrutura de envio de dados via internet e software de gestão dos dados coletados e integração ao data lake da cia, conforme demonstrado na Figura 2 abaixo.

3.1. Pontos de Instalação do sistema de Medidores Coriolis

- 3.1.1. Entrada de GLP via gasoduto (bombeios Transpetro/Petrobras).
- 3.1.2. Entrada de GLP por descarga de autotanques (carretas)
- 3.1.4. Saída de GLP para engarrafamento (Envases P13 e Industrial).
- 3.1.5. Saída de GLP por carga de autotanques (bob tails e carretas).
- 3.1.6. Entrada de GLP por retorno de decantação.



- | | |
|-----------------------------------|--|
| Mássico 1 – Ponto bombeio | Mássico T1 – Terminal 1 Líquido auto-tanques |
| Mássico 2 – Carrossel 1 | Mássico T2 – Terminal 1 Vapor auto-tanques |
| Mássico 3 – Carrossel 2 | Mássico T3 – Terminal 2 Líquido auto-tanques |
| Mássico 4 – Envase industrial | Mássico T4 – Terminal 2 Vapor auto-tanques |
| Mássico 5 – Retorno de decantação | UCC – Unidade Central de Controle |

Figura 2 – Fluxograma do sistema de medição mássica

3.2. Balanço Diário, Redundância e Verificação

Foi considerado o balanço de massa diário incluindo alterações de inventário, permitindo identificação imediata de problemas e a redundância nas medições principais, comparando medidores de vazão com os volumes de tanque para reconciliação

4. Resultados



Os resultados positivos da instalação do sistema de medição mássica coriolis puderam ser vistos a partir dos primeiros dias de comissionamento:

- i) Identificação com rapidez e em tempo real do balanço de massa diário de GLP. O sistema mostra de forma condensada as massas de entrada e saída da unidade, as densidades instantâneas e médias das vazões ocorridas.
- ii) As entradas de GLP da Petrobras denominadas de bombeios podem ser acompanhadas por horário, identificando-se assim cada tanque preenchido.
- iii) A densidade e temperatura do GLP de bombeio são identificadas e pode se inferir a qualidade do GLP fornecido no momento do bombeio, podendo ser notado se foi fornecido um GLP leve ou mais pesado durante determinado evento.
- iv) Puderam ser identificadas movimentações de GLP em braços de carregamento e linhas de envase de GLP fora do expediente e analisados possíveis vazamentos ou movimentações não contabilizadas.
- v) Foram identificadas com precisão as massas de GLP decantadas dos botijões retornados ao processo de engarrafamento.
- vi) Foi possível a construção de painéis BI para análise de perdas e sobras comparando medições manuais e medições dos fornecedores de GLP.
- vii) Implantado um fluxo automático do controle de carga e descarga de carretas e bobtails.
- viii) Determinação da quantidade exata de massa a ser carregada numa carreta ou bobtail para controle restrito de vendas a clientes granel.
- ix) Foi reduzido de 20-30% no tempo de operação de carga de carretas, devido não serem mais necessárias repesagens destas.
- x) Possibilidade de reconciliação automática com sistemas de medição do fornecedor, Transpetro/Petrobras, por exemplo.

5. Conclusão

A implementação de medidores mássicos Coriolis em plantas de engarrafamento de GLP representa um investimento estratégico com retorno financeiro comprovado. Em outros países, como México, Colômbia e Venezuela sua implantação obteve economias e



0,5 a 2%. O caso da refinaria Luján de Cuyo demonstra que a tecnologia pode reduzir perdas significativamente, com retorno do investimento em menos de 6 meses (VIDELA & VALENTINE, 2019).

Para a engarrafadora da COPA ENERGIA, o projeto oferece:

- Automação completa do balanço de massa.
- Precisão superior com redução de erros de medição.
- Possibilidade de identificar possíveis vazamentos nas linhas de envase e abastecimento.
- Contabilizar de forma mais precisa as decantações de botijões no engarrafamento
- Possibilidade de integração com sistemas de medição do fornecedor para reconciliação automática
- Conformidade com sistemas de medição da Transpetro/Petrobras

A implementação pode ser entendida como projeto de boa rentabilidade e baixo risco técnico, alinhada com as melhores práticas internacionais da indústria de hidrocarbonetos.

6. Referências

GLPICCOLO, Aferição e fabricação de varetas medidoras de GLP. Catálogo técnico. Brasil, 2010

Normas INMETRO para termodensímetros e balanças rodoviárias. Avaliação da pesagem de veículos em movimento com cargas líquidas, FAURGS, 2010, disponível em [Microsoft Word - CCR ANTT 211210](#).

Modernização da vareta medidora instalada em tanque estacionário horizontal para armazenamento de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), disponível em [Modernizacao-da-vareta-medidora-rev-final.pdf](#), Prêmio GLP, 2010.

Projeto da Fluxo Soluções na Revap (EMED e carregamento Bottom Load). RED SEAL MEASUREMENT, Mass Flow Application, Rev. B, 2013, disponível em <[Actaris600.indd](#) >, acessado em 03/05/2025

RED SEAL MEASUREMENT, Mass Flow Metering for LPG Bulk Plant Inventory Management, 2013, disponível em <[Microsoft Word - Mass Flow Metering for Bulk Plants.doc](#)>, acessado em 03/05/2025





VIDELA, R & VALENTINE, J. Case Study for a Loss Control Program in a Refinery, Hydrocarbon Processing, 2019, disponível em< [article-estudo-de-caso-para-um-programa-de-controle-de-perda-em-refinaria-de-alto-desempenho-pt-br-6730144.pdf](#)>, acessado em 03/05/2025.

