

NACIONALGÁS



BRASILGÁS



PARAGÁS



GRUPO
EdsonQueiroz

INERTIZAÇÃO DE VASOS DE PRESSÃO UTILIZANDO A TÉCNICA DE PURGA POR DESLOCAMENTO



1. DADOS DO CASE

1.1 Categoria:

Meio Ambiente.

1.2 Autores:

Antônio Roberto Menescal de Macêdo – Universidade de Fortaleza–UNIFOR – bobmacedo@unifor.br – (in memoriam)

Fáber Cintra Pinheiro Milhome – Nacional Gás – faber.cintra@nacionalgas.com.br – (85) 3466-8503

João Batista Furlan Duarte – Universidade de Fortaleza-UNIFOR – furlan@unifor.br – (85) 3477-3083

Manoel Soares de Lima Filho – Nacional Gás – manoel.soares@nacionalgas.com.br – (85) 3466-8503

2. EMPRESA

2.1. Histórico da empresa

Nacional Gás

A história da Nacional Gás se inicia através do pioneirismo e ousadia do jovem cearense Edson Queiroz que dá início também ao Grupo Edson Queiroz, que viria a atuar em diversos segmentos. Em 1951, atento aos acontecimentos no sul do país e também ao amadurecimento do mercado nordestino, Edson Queiroz percebeu que Fortaleza estava pronta para abandonar os fogões à lenha e entrar para a era recipiente de gás LP.

No início, as dificuldades eram inúmeras e poderosas. A começar pela obtenção de GLP, que era importado do México e dos Estados Unidos. Havia também a dificuldade de distribuição. Mas o maior problema seria mesmo o preconceito do povo em relação ao gás, que incluía o medo de explosão e a teoria de que o gás daria “gosto ruim à comida”. Para vencer essas barreiras, foi preciso que o jovem empresário passasse a vender fogões, e a ir pessoalmente de casa em casa fazer a instalação e preleções sobre as vantagens dos novos produtos.

Em 1953, após uma cartada arrojada, Edson Queiroz obteve a autorização para carregar seus botijões de gás na Refinaria Lanulfo Alves em Mataripe/BA. A partir desta concessão, a Edson Queiroz & Cia., que tinha 289 clientes e comercializava 2,9 toneladas por mês, reduziu os custos para obtenção do GLP, conseguindo progressos significativos na distribuição, derrubando também os últimos preconceitos existentes no mercado cearense. Foi quando a empresa começou realmente a crescer, ampliando-se para outros estados do Brasil, além de ramificar-se em outras atividades econômicas.

A Nacional Gás chega aos dias atuais com foco na modernidade, com destaque nacional no segmento de gás domiciliar e crescendo cada vez mais no segmento granel, graças ao reconhecimento e preferência dos seus parceiros de negócios, clientes e consumidores. Atuando no armazenamento, envase e distribuição de GLP em todo o Brasil, está presente em quase todo o território nacional, com uma estrutura que inclui 45 filiais, sendo 27 bases engarrafadoras, dentre elas uma das mais modernas da América Latina.

Por um lado, a Nacional Gás investe constantemente em tecnologia, tendo firmado uma parceria inédita com a Universidade de Fortaleza em pesquisas que visam ao desenvolvimento de aplicações de GLP para os mais diversos setores produtivos. Por outro lado, cumprem sua função social chegando até os recantos mais longínquos do Brasil, sempre pensando na satisfação e segurança do consumidor.

3. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES

3.1 Problemas

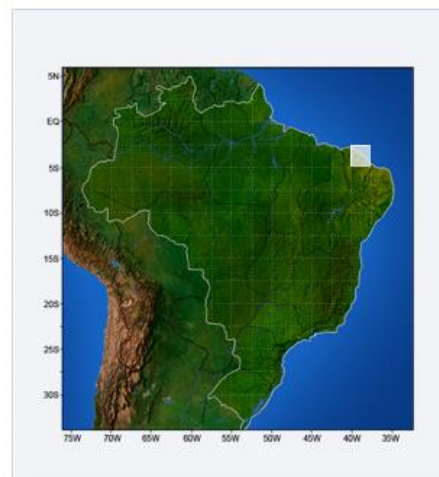
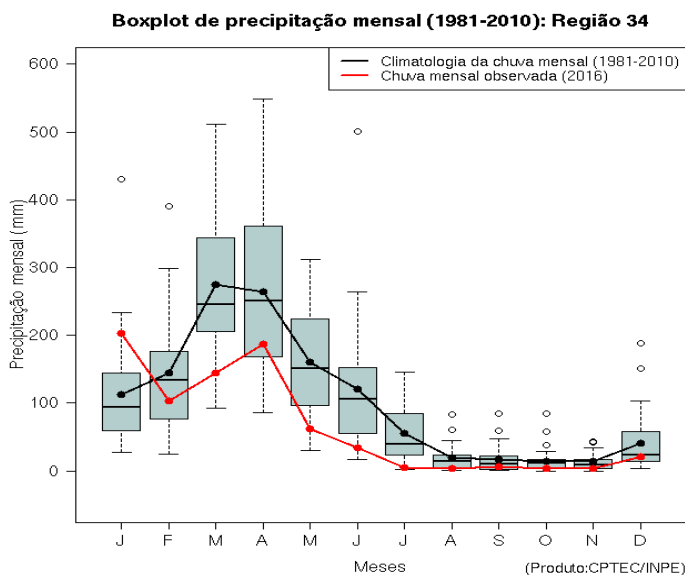
Em 2009, recebemos a visita do Sr. Edson Queiroz Neto, à época Superintendente da Nacional Gás/Brasilgás/Paragás, na unidade engarrafadora de Fortaleza/CE, durante a realização do processo de desgaseificação dos vasos de pressão 06 e 07. Nesta operação, o serviço de inertização estava sendo executado com água, tal serviço é realizado periodicamente para atender as inspeções periódicas exigidas pela norma regulamentadora de nº 13 ou manutenção.

Ao final, e após sair de dentro do vaso 06, o Sr. Edson Queiroz Neto, demonstrou profunda preocupação com o uso da água, comentando com o Engº Fábio Cintra, se existia disponível no mercado, ou como poderíamos buscar alternativas para eliminarmos o uso da água neste processo, uma vez, que há escassez de água é histórica na região do nordeste Brasileiro.

A sua preocupação em buscar uma substituição para água, se deu em um ano em que tivemos precipitações que apresentava o segundo melhor aporte para os reservatórios do estado do Ceará com aproximadamente 15,13 bi m³ por ano, sendo seguindo nos próximos anos 8 anos até 2017 com uma média muito baixa, com apenas 1,85 bi m³ por ano. Neste momento, foi lançado um desafio na busca incessante para encontramos em diversos processos existentes, o que poderíamos aplicar de forma segura e atender aos prazos de intervenções para inspeções operacionais com o um gasto aceitável.

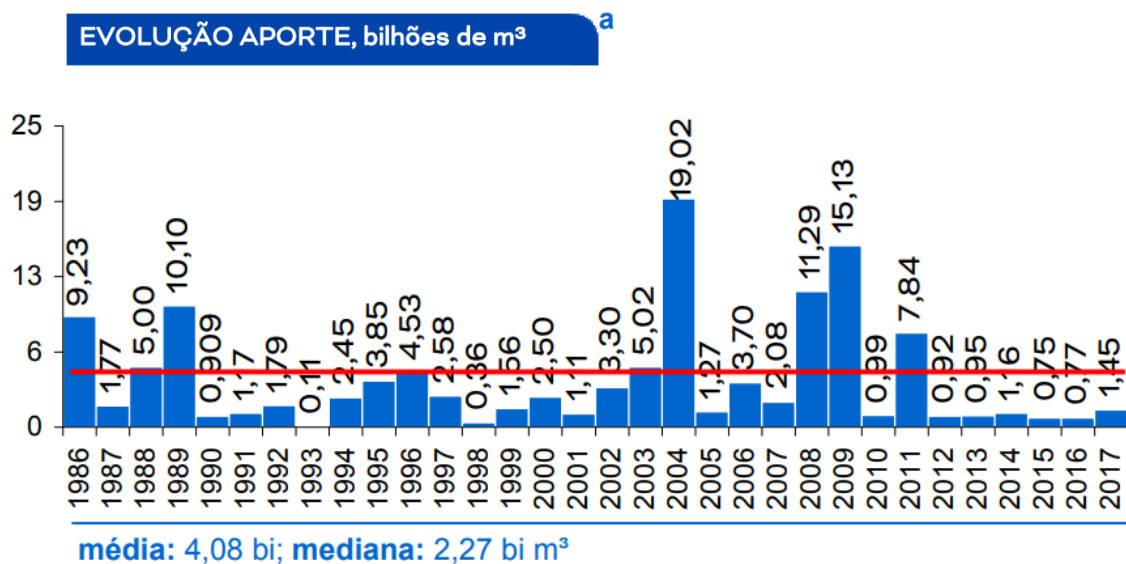
Histórico Pluviométrico na Região Norte do Estado do Ceará

EVOLUÇÃO MENSAL E SAZONAL DAS CHUVAS



O Nordeste tem um histórico pluviométrico abaixo das demais regiões do território nacional, onde observamos no gráfico a irregularidade do índice de precipitação do estado do Ceará:

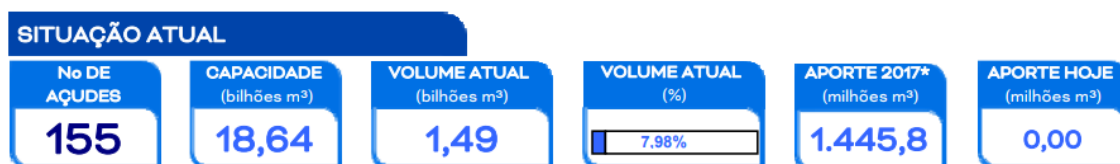
Histórico das Reservas Hídricas do Estado do Ceará



* a: não inclui os açudes das transferências hídricas para a RMF (Curral Velho, Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião)

Fonte: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH.

Reservatórios Hídricos do Estado do Ceará



*: Contabilizado a partir de 1/jan/15, não incluindo açudes transf. RMF

Fonte: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH – Atualizado em 30/11/2017.

- 155 açudes monitorados com capacidade total de 18,64 bilhões m³ (100%).
- Volume atual de 1,49 bilhões m³ (7,98%).
- 120 açudes com volume abaixo de 30%.
- 48 açudes operando com o volume morto, abaixo de 5%.
- 21 reservatórios completamente vazios.

3.2 Oportunidades

A demanda para buscar uma solução para substituição da água, mobilizou a formação de um grupo de pesquisadores da Universidade de Fortaleza, vinculados ao Núcleo de Tecnologia da Combustão e a engenheiros da Nacional Gás, onde motivou aos envolvidos estudarem quatro métodos de purga com a aplicação de 03 tipos de fluido: Nitrogênio (N_2), Dióxido de Carbono (CO_2) e vapor saturado. Este estudo teve como foco o desenvolvimento de um procedimento que possibilitasse o uso de um fluido em substituição da água e que tivesse um baixo custo e com um tempo operacional menor que o processo com a água.

Para tanto, estudou-se todas as metodologias de processos e técnicas de purga adotados em procedimento de inertização mundialmente conhecidas, suas dificuldades operacionais, os problemas ambientais, inclusive no aspecto relacionado à saúde do trabalhador envolvido em todo o processo.

Este estudo buscava uma economia com a substituição da água por outro fluido prevista de 88,7 milhões de litros de água por ciclo de NR-13 na empresa.

4. PLANO DE AÇÃO – OBJETIVO, METAS E ESTRATÉGIAS

4.1 Objetivo:

O objetivo do projeto, foi criar uma atmosfera inerte nos vasos de pressão, atendendo a todos requisitos de segurança e normativos com aplicação de outros fluidos, que não fosse água.

4.2 Metas:

Eliminar em 99%, o uso dos recursos hídricos, reduzindo ainda o tempo de execução do processo de Inertização em 80%, propiciando uma economia real dos gastos com a substituição da água por gás inerte em até 88% nas inspeções NR-13.

4.3 Estratégias:

A partir de estudos processados em busca da melhoria de eficiência do processo, desde a logística de mercado para a movimentação e abastecimento, chegou-se à conclusão que a melhor situação teórica para este processo seria o gás Nitrogênio fornecido em cilindros de 9 ou 12 m³. Para que dados práticos pudessem ser

avaliados, foi montado um plano estratégico ao longo de 22 meses para testar-se “in loco” os pontos extremamente positivos obtidos no desenvolvimento teórico sendo este aprimorado até os tempos atuais.

A dificuldade foi que as grandes empresas fornecedoras no mercado disponibilizam a contratação do serviço juntamente com o fornecimento do gás mas com o uso do método de maior custo.

A estratégia foi realizar teste pilotos “práticos” para confirmar a teoria com todas os métodos de purga e fluidos aplicados em processo de inertização, seguindo as etapas descritas abaixo:

Adequação da Técnica e Seleção do Fluido:

- Análise dos fluidos disponíveis para Inertização.
- Determinação da técnica de purga.
- Seleção do tipo de fluido para a purga escolhida.

4.3.1 Seleção do Fluido para o Processo de Inertização:

Durantes os estudos foram analisados todos os fluidos disponíveis para a aplicação neste processo. No demonstrativo abaixo elencamos os pontos positivos de cada um dos fluidos sendo este representado na tabela abaixo:

Seleção do Tipo de Fluido

Características	N ₂	CO ₂	H ₂ O	Vapor *
Disponibilidade imediata e com qualidade em todos os lugares.	✓			
Impossibilidade de contaminação do fluido com resíduos olefínicos.	✓	✓		
Reduz o risco de “explosões” na operação ou ambiente externo.	✓	✓	✓	
O Fluido está pronto para o uso, assim que as conexões estiverem concluídas.	✓	✓	✓	✓
Densidade menor que a do GLP contribuindo para a eficiência na purga.	✓			
Estrutura enxuta em relação a operadores e área da instalação.	✓			
Não requer para armazenamento, um tanque criogênico acoplado a um gerador.	✓		✓	✓
Devido a sua baixa densidade, tende a se dissipar muito rápido no ambiente.	✓	✓		
Menor tempo de operação.	✓	✓		
Não necessita de gastos com análises, tratamento e transporte do fluido para o descarte.	✓	✓		
Não requer drenagem do tanque e/ou equipamentos, pós - inertização.	✓	✓		
Possível prever a quantidade exata de fluido requerida no processo.	✓	✓	✓	

* Vapor (saturado) disponível apenas para inertização de vasos rodoviários : auto - tanques e carretas.

Fazendo a análise comparativas em relação as características dos fluidos disponíveis e selecionados para a aplicação neste processo. No demonstrativo abaixo relacionamos o resultado dos ensaios, estando este representado na tabela abaixo:

Análise de Gases Disponíveis no Mercado

Características	N ₂	CO ₂
Estrutura com equipamentos e acessórios.	menor	maior
Equipe de operadores	menor	maior
Volume de Gás necessário	igual	igual
Complexidade da operação	menor	maior
Tempo de operação para Desgaseificação	igual	igual
Tempo de operação para Gaseificação	igual	igual
Gasto em Reais com a operação.	menor	maior

Nos testes evidenciamos que o gás nitrogênio, apresentou um comportamento estável no processo, garantido por ter uma densidade relativa inferior ao GLP:

Propriedade dos Gases

Substância Estado Vapor	Fórmula	Constante do Gás R (kNm/kg.k)	Massa Específica (Kg/m ³)	Densidade Relativa	Fator de Compressibilidade (Z _c)	Massa Molar M (kg/kmol)
Nitrogênio	N ₂	0,29680	1,1600	0,967	0,291	28,013
Ar	-	0,28700	1,2007	0,930	0,284	28,970
Propano	C ₃ H ₈	0,18855	1,8276	1,416	0,276	44,097
Dióxido de Carbono	CO ₂	0,18892	1,833	1,522	0,276	44,010
GLP	-	-	2,0341	1,576	-	49,0802
n-Butano	C ₄ H ₁₀	0,14304	2,4089	1,866	0,274	58,124

Nota: propriedades na condição de 298 K e 1 atm.

Fonte: The National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg,MD. / The John Zink Combustion Handbook.

4.3.2 Seleção do método de purga:

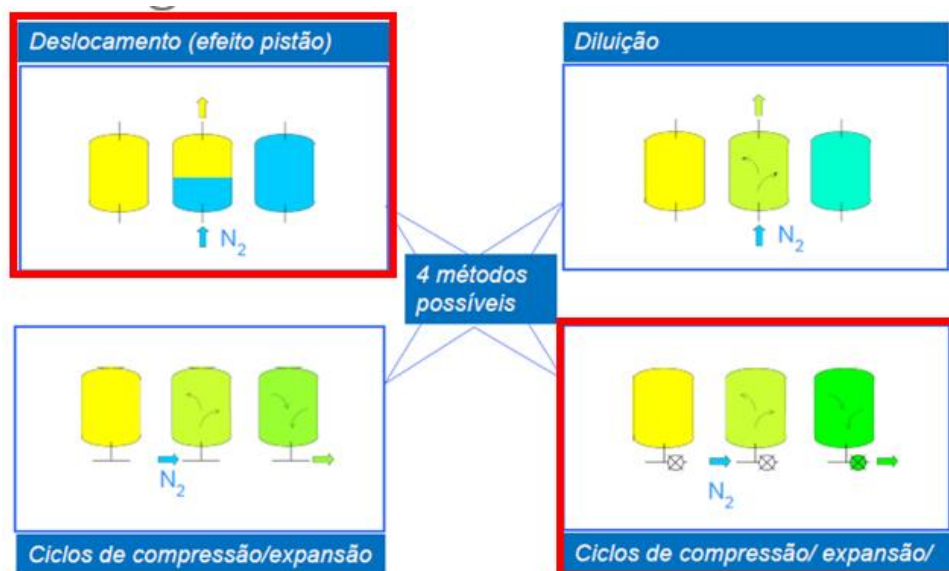
Seleção da Técnica de Purga

As técnicas de purgas são variadas e podem ser classificadas em:

- Purga por diluição.
- Ciclos de purga sob pressão (compressão/expansão).
- Ciclos de purga a vácuo (compressão/expansão).
- **Purga por deslocamento (efeito pistão).**

O critério para a seleção da purga basicamente foram dois: estabilidade durante a operação de injeção em relação a variação de temperatura ambiente e custo, sendo selecionado a purga por deslocamento.

Tipos de Purga



Fonte: Purging Principles and Practice, Third Edition 2001 – AGA (American Gas Association)

Comparativo dos Métodos com N₂ – Tanque de 120 m³

Realizamos um comparativo entre 9 características listadas abaixo para definir o método:

Tipo de Purga	Deslocamento*	Pressão**
Gasto total para Inertização do vaso de pressão P-120 (P.60 ton)	R\$ 3.390,00	R\$ 53.410,00
Valor em R\$/m ³ (gás + serviço) em relação ao volume do vaso.	R\$ 20,44	R\$ 453,41
Perdas para a atmosfera durante a injeção.	0%	> que 21 %
Faturamento mínimo para o fornecimento.	0 m ³	1.500 m ³
Volume para 1ª etapa (desgaseificação).	220 m ³	900 m ³
Volume para 2ª etapa (gaseificação).	180 m ³	600 m ³
Pressão de injeção máxima no processo.	até 1 bar	até 15 bar
Tempo de operação para desgaseificação e gaseificação.	48 horas	36 horas
Disponibilidade no mercado de prestadores de serviço para executar a operação.	Não	Sim

* Purga por deslocamento, realizado com equipe própria.

** Purga por pressão, executado por empresas fornecedoras de gases do ar. (Fortaleza/CE)

Purga sob Pressão:



Purga por deslocamento



Purga sob pressão Nitrogênio

Purga por Deslocamento com N₂ e CO₂

Realizamos um comparativo entre 11 (onze) características listadas abaixo para definir o Gás:

Tipo de Gases	N ₂	CO ₂
Menor valor em R\$/m ³ para a compra do gás.	✓	
Ausência de perdas do gás inerte para atmosfera quando na armazenagem.	✓	
Não há gastos com a locação mensal de tanque, equipamentos e acessórios.	✓	
Possibilita o abastecimento por cilindros.	✓	
Menor complexidade na operação.	✓	
Menor equipe de operadores para operar o sistema.	✓	
Volume de Gás necessário em até 2 vezes o volume do tanque.	✓	✓
Não necessita de abastecimento direto do fornecedor com carreta.	✓	
Tempo de operação para <u>Desgaseificação</u> .	✓	✓
Tempo de operação para Gaseificação.	✓	✓
Requer uma pressão para injeção de até 1,00 kgf/cm ² .	✓	✓



Nitrogênio – N₂



Dióxido de Carbono – CO₂

5. IMPLEMENTAÇÃO

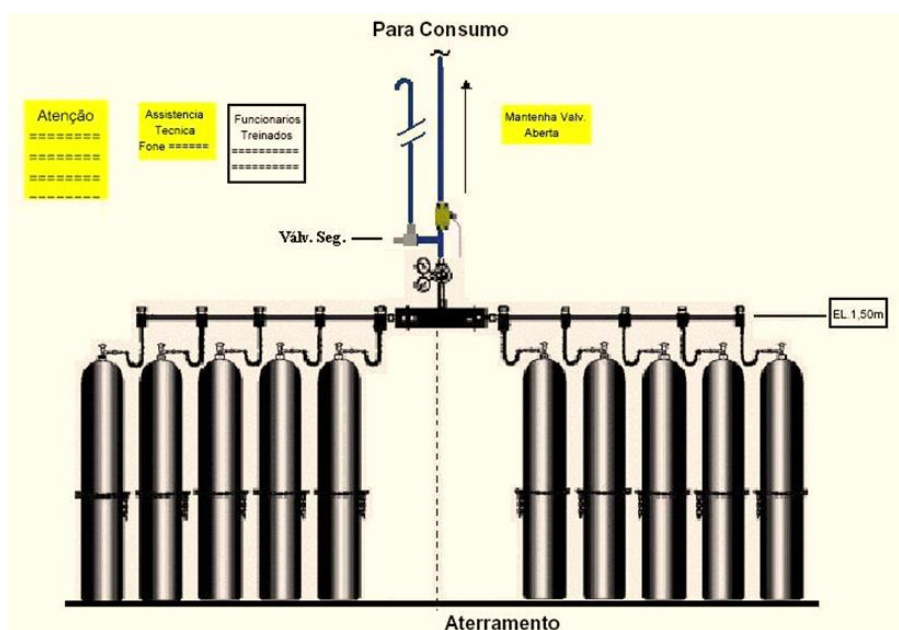
O projeto de estudo e pesquisa sobre processos de inertização de vasos de pressão selecionado foi a técnica de Purga por deslocamento com aplicação de Nitrogênio, teve início na região nordeste especificamente na filial Fortaleza, localizada no estado do Ceará, onde a Nacional Gás concentra a sua maior tancagem armazenadora com capacidade nominal total de 4.080 m³.

Inertização com N₂ - Purga por Deslocamento

Purga por Deslocamento

- Teoricamente, a purga por deslocamento consiste no processo mais eficaz, uma vez que é necessário, apenas uma vez e meia o volume do gás inerte igual ao volume hidráulico do vaso de pressão para se obter uma purga total.
- Neste processo, as densidades dos gases envolvidos constituem em fator importante.
- Por exemplo: No processo de Inertização de gases mais densos, como o Gás LP e em vasos de pressão, o N₂ deve ser injetado pelo topo e purgado pelo fundo.

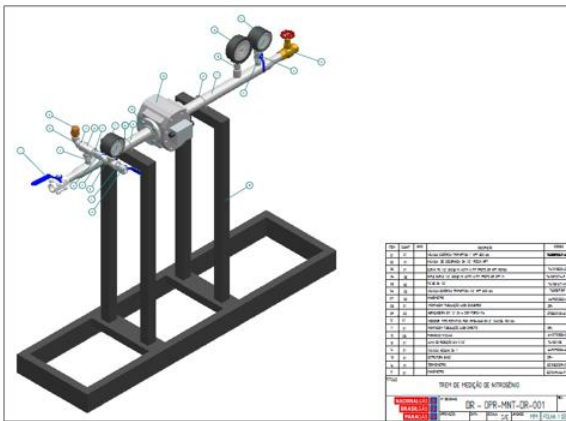
Cilindros disponíveis com capacidade de 9 m³ e 12 m³



Central de Nitrogênio (fixa)



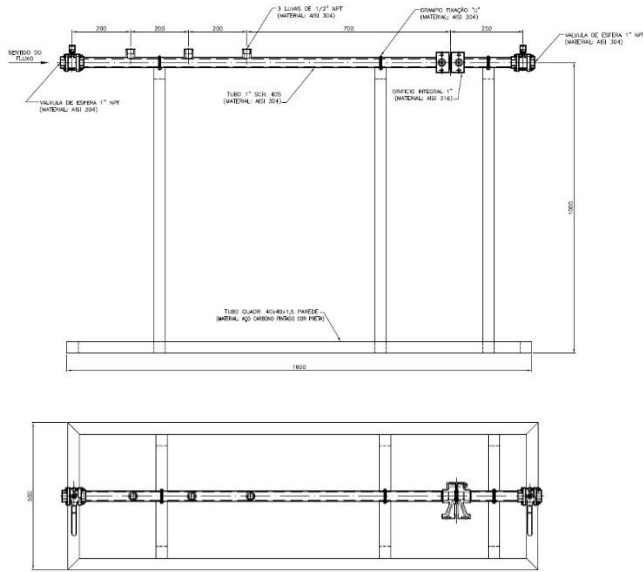
Tramo de Medição Analógico



Tramo de Medição Digital

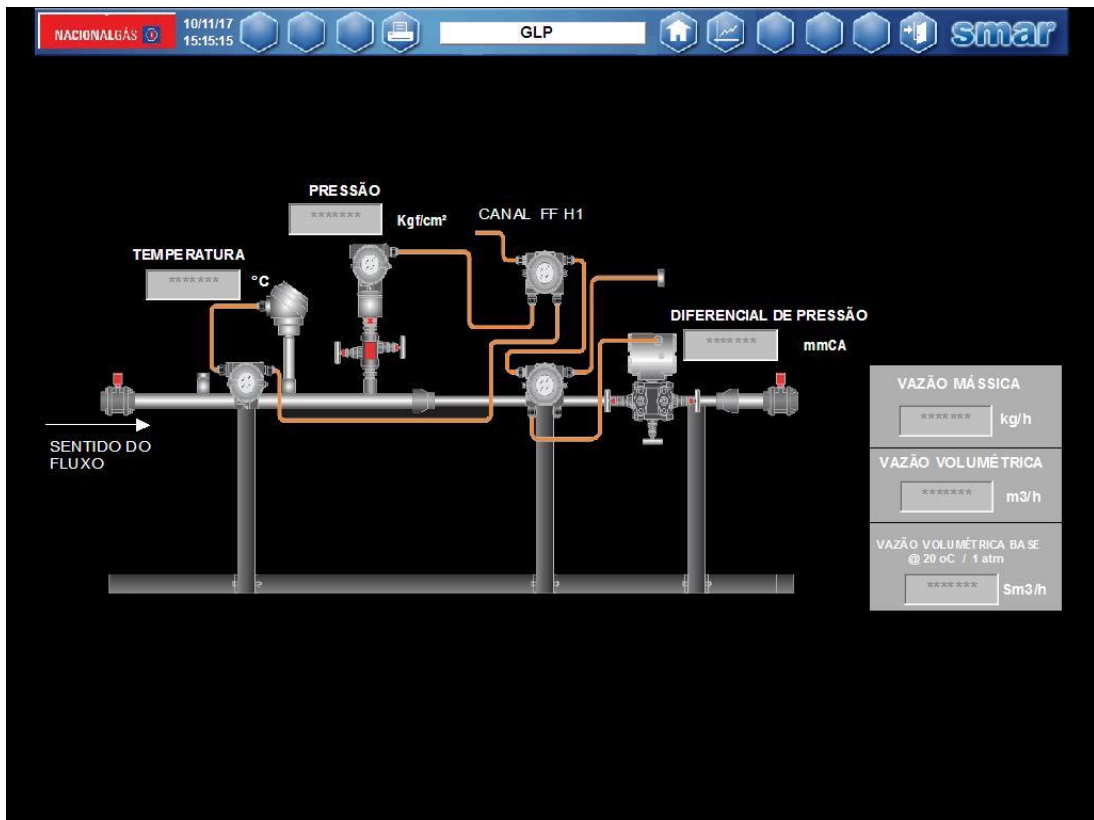
Componentes:

- Placa de orifício integral.
- Sensor de temperatura.
- Sensor de pressão.



Tramo de medição

Supervisório para injeção automática com o tramo de medição digital:



6. INDICADORES DE DESEMPENHO

6.1 Resultados obtidos

Contribuição Socioambiental

- Economia prevista de 88,7 milhões de litros de água por ciclo de NR-13.
- Este volume é suficiente para atender as necessidades básicas de consumo e higiene de 806.909 pessoas.



* A ONU (Organização das Nações Unidas) diz que 110 litros por dia são suficientes para atender as necessidades básicas de consumo e higiene de uma pessoa.

Demais Ganhos

As melhorias atingidas com o processo de inertização pelo método de purga por deslocamento com uso de Nitrogênio foram:

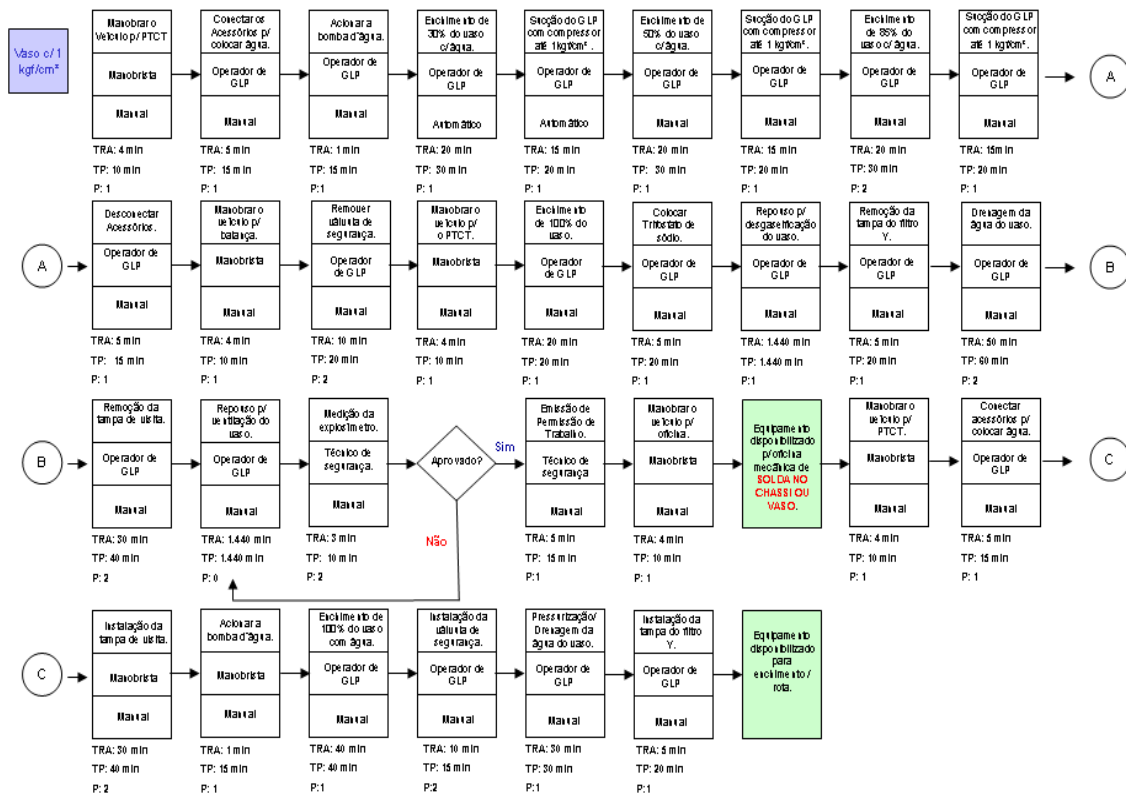
- Economia prevista de 88,7 milhões de litros de água por ciclo.
- Tempo de inertização reduzido em 51 % em vasos estacionários.
- Redução de 50 horas do tempo de parada para Inertização de auto tanque.
- Redução de 89,75% no comparativo unitário com o processo usando água.
- Processo de inertização com custo de 93,65% em média, mais baixo, que os serviços prestados pelas empresas do mercado.

6.2 Outros Ganhos

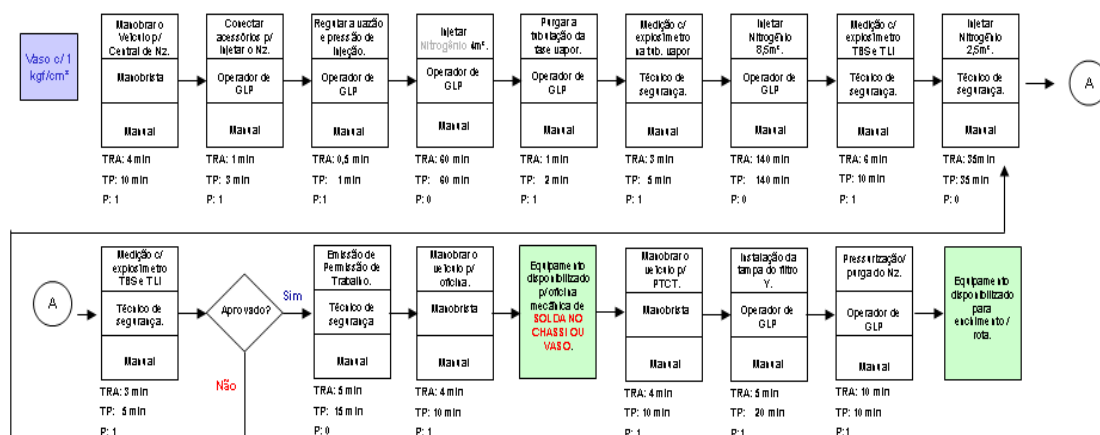
6.2.1 Avaliação da Redução de tempo em manutenção de Auto-Tanques:

Abaixo temos um demonstrativo do mapa de fluxo de valor entre os processos:

Mapa de Fluxo de Valor - Processo com Água



Mapa de Fluxo Valor - Purga por deslocamento



6.2.1.a Demonstrativo de resultados:

Somatório	Antes	Depois
P	4	3
TP (horas)	58,42	8,07
TRA (horas)	54,42	7,01
Nº Atividade	31	22
Lead Time (dias)	2,43	0,34

6.2.1.b Resultados Atingidos:

- ✓ Processo de Inertização mais seguro e estável.
- ✓ Eliminação de possíveis impactos ambientais com resíduos na água.
- ✓ Redução do tempo de parada para manutenção mecânica no rodante do auto tanque em 91% .
- ✓ Reduzido 88% do tempo de parada para intervenções / manutenções no vaso de pressão ou inspeção RTQ.

6.2.2 Análise de Tanques Estacionários com 120m³:

Abaixo temos um demonstrativo entre a aplicação de Nitrogênio pelo método de deslocamento e o processo com aplicação de água:

Gasto por Ciclo de 1 Tanque

Fluido	N ₂ – Purga deslocamento	Água
Gasto com inertização por tanque:	R\$ 3.390,00	R\$ 33.079,82
Tempo de Execução:	48 horas	98 horas
Bateria com 6 Tanque (ciclo)	R\$ 40.680,00	R\$ 396.957,84

Diferença de gastos entre processos de
- **89,75%** por ciclo (6 anos).

Economia em 100% dos tanques : 88.706 m³ de água /ciclo

Diferença de Gasto por Ciclo em todos os Tanques

Fluido	N ₂ – Purga deslocamento	Água	N ₂ – Purga Pressão
Gasto com inertização por tanque:	R\$ 3.390,00	R\$ 33.079,82	R\$ 53.410,00
Tempo de Execução:	48 horas	98 horas	36 horas
Bateria com 6 Tanque (ciclo)	R\$ 40.680,00		R\$ 640.920,00

Diferença de gastos entre purga por:
deslocamento x Pressão
- **93,95 %** por ciclo (6 anos)

Economia em 100% dos tanques : 88.706 m³ de água /ciclo