

NACIONALGÁS 

BRASILGÁS 

PARAGÁS 



A EFICIÊNCIA DO POLIURETANO NA VEDAÇÃO DA
INTERFACE AÇO-CONCRETO EM BASES CIVIS DE VASOS DE
PRESSÃO ESTACIONÁRIOS PARA ARMAZENAMENTO DE
GLP

FORTALEZA
2025

DADOS DO CASE

Categoria:

Infraestrutura

Autores:

- Wildenberg Pereira Lucas - Nacional Gás.
Contatos: wildenberg.lucas@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Arlei Andrade da Silva - Nacional Gás.
Contatos: arlei.silva@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Nicolas Daniel Gomes Silva - Nacional Gás / Grupo Portfolio.
Contatos: t_nicolas.daniel@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Daniel Candeira Val Filho - Nacional Gás.
Contatos: daniel.filho@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Nayara Ketylla Evangelista Padua - Nacional Gás.
Contatos: nayara.padua@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Luiz Felipe Gomes Bezerra Evangelista - Nacional Gás.
Contatos: luiz.felipegbe@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Paula Silva Marques - Nacional Gás.
Contatos: paula.marques@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Tacio Leandro Pereira Serafim - Nacional Gás.
Contatos: tacio.serafim@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- João Guilherme Luciano - Nacional Gás.
Contatos: joao.luciano@nacionalgas.com.br / (085) 3466.8921
- Lázaro Alano Almeida Alves - AZ-TECH
Contatos: lazaro@aztechservicos.com.br / (085) 9 9701-4010
- Larissa Giovana Weiber
Contatos: larissa.weiber@aztechservicos.com / (067) 9 8114-5414
- Ana Gabriela Carlos de sousa
Contatos: Gabriela.sousa@aztechservicos.com/ (088) 99285-2581

NACIONALGÁS 

BRASILGÁS 

PARAGÁS 



- Laysa Estefanny Oliveira Paulino
Contatos: laysa.paulino@aztechservicos.com / (085) 9 8129-8581
- Francisca Letícia Santos de Souza
Contatos: leticia.santos@aztechservicos.com / (085) 9 8612-7237
- Thiago Alencar Luna Ferreira
Contatos: thiago.ferreira@aztechservicos.com / (085) 9 9135-6949

RESUMO

O armazenamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) em vasos de pressão estacionários representa um dos pontos mais críticos em termos de segurança industrial. A utilização de espuma expansiva como material de vedação entre o vaso e a base de concreto mostrou-se inadequada ao longo dos anos, gerando fissuras que permitiram a infiltração de umidade e aceleraram o processo de corrosão do aço. Essa degradação estrutural expôs as unidades distribuidoras a riscos operacionais severos, como perda de contenção, vazamentos e potenciais explosões — situações capazes de causar danos humanos, ambientais e patrimoniais de grandes proporções.

A necessidade de içamento dos vasos para manutenção corretiva, em áreas classificadas e com alta densidade de tubulações, ampliava ainda mais o risco de acidentes e os custos operacionais. Além da complexidade técnica, cada intervenção resultava em redução da capacidade de armazenamento, gerando impacto direto na eficiência logística e no equilíbrio da cadeia de abastecimento.

Diante desse cenário, o corpo técnico da Nacional Gás, em parceria com a AZ-TECH, desenvolveu e testou uma solução inovadora de vedação com selante de poliuretano PU40 à base de MS Polímero, substituindo completamente a espuma expansiva. O material demonstrou desempenho superior em elasticidade, aderência, resistência química e durabilidade, além de manter estanqueidade total entre o aço e o concreto, eliminando o acúmulo de umidade e prevenindo a corrosão.

Os resultados comprovam que a adoção do PU40 elimina a necessidade de içamento corretivo, reduz custos de manutenção emergencial e elimina riscos operacionais críticos associados à falha estrutural dos vasos. Essa inovação consolidou um novo padrão de segurança e confiabilidade nas bases de armazenamento de GLP, representando um avanço tecnológico com benefícios diretos à integridade patrimonial, à proteção ambiental e à preservação da vida.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. PROBLEMAS ENCONTRADOS	9
2.1 Acidentes relacionados ao dano estrutural do vaso de pressão causado pela corrosão	10
2.2 Custos Não Previstos Para Manutenção Corretiva	11
2.3 Diminuição da capacidade de armazenamento e risco de desabastecimento	12
2.4 Acidentes relacionados a execução da manutenção corretiva	13
2.5 Limitações operacionais e técnicas na aplicação de espuma expansiva	14
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 Objetivo Geral.....	16
3.2 Objetivo Específico	16
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1 Propriedades Técnicas do Poliuretano para Vedação.....	16
4.2 Estudos comparativos e análise de desempenho	17
4.3 Resistência química e durabilidade.....	17
5. MÉTODOS.....	17
5.1 Levantamento de Dados	18
5.2 Desenvolvimento do conceito.....	19
5.3 Identificação da inovação.....	19
5.4 Implantação.....	20
6. Resultados.....	20
6.1 Levantamento de Dados	20
6.2 Desenvolvimento do conceito.....	20
6.3 Identificação da inovação.....	21
6.4 Implantação.....	21

NACIONALGÁS 

BRASILGÁS 

PARAGÁS 



GRUPO
EdsonQueiroz

7. RESULTADOS	24
7.1 Eficiência superior do PU40 na interface aço-concreto	24
7.2 Vantagens técnicas comprovadas	25
8. CONCLUSÃO	26
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	27

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Transbordamento excessivo da espuma expansiva</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2 - Abertura de cavidade (PU40)</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3 - Figura 3 - Aplicação do primer (PU40)</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4 - Aplicação do PU40</i>	<i>23</i>
<i>Figura 5 - Aplicação do elastômero (PU40)</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6 - Pintura de acabamento (PU40)</i>	<i>24</i>

1. INTRODUÇÃO

O setor de distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) no Brasil representa um mercado estratégico que atende aproximadamente 95% dos domicílios brasileiros, movimentando cerca de 4 milhões de toneladas anuais do produto. Esta cadeia logística depende fundamentalmente de uma extensa rede de bases distribuidoras, com extensa capacidade de armazenamento, espalhadas no território brasileiro. A Nacional Gás, presente em todas as regiões do Brasil, realiza o armazenamento de GLP, nas bases distribuidoras, em centenas de vasos de pressão estacionários, fabricados em aço carbono, instalados em suas unidades.

O armazenamento de GLP em grandes quantidades, como as existentes em bases distribuidoras da Nacional Gás, representa um potencial risco a segurança em relação a vazamentos e explosões. Acidentes envolvendo bases distribuidoras de GLP podem causar impactos de magnitude devastadoras, trazendo danos como a perda de vidas humanas, contaminação ambiental, prejuízos ao patrimônio da companhia e depreciação da marca diante da percepção de clientes.

A Nacional Gás investe dezenas de milhões de reais por ano para estar em conformidade de com a legislação brasileira, no que tange a segurança da operação de armazenamento de GLP de vasos de pressão, além de realizar ações de sobreposição, em relação aos padrões legais, visando tornar ainda mais segura a realização de suas atividades.

Uma gama de ações como as inspeções de segurança, conforme preconiza a Norma Regulamentadora de número 13 - NR13, execução de pinturas e limpezas para, além de tornar segura a operação, uma vez que mitigam o risco de corrosão, oferecer um aspecto de cuidado aos ativos da companhia, são realizadas de maneira periódica buscando garantir a integridade do vaso de pressão, que são fabricados em aço carbono.

A perda de material dos vasos de pressão, ocasionada pelo processo de corrosão, diminui a espessura das paredes do recipiente, pondo, de maneira significativa, em risco toda a operação. Os pontos de contato dos vasos de pressão outros materiais são os

mais fragilizados com relação a estar propício ao processo de corrosão, pois, podem proporcionar um ambiente onde haja o contato direto e constante de água ou umidade com o aço desprovida da camada de tinta de proteção.

As bases de sustentação dos vasos de pressão oferecem uma atmosfera propícia ao acúmulo de água ou umidade em contato com os vasos de pressão. Uma vez identificado o risco, a Nacional Gás passou a adotar a aplicação de espuma expansiva de poliuretano entre as bases de sustentação e os vasos. No entanto, devido as características do material utilizado ainda era possível observar a ocorrência de casos de corrosão nessa região dos vasos. Foram também encontradas dificuldades em relação a aplicação do material.

A manutenção corretiva para eliminação da corrosão existente na região de contato do vaso com a base de sustentação é uma operação bastante onerosa e de extrema complexidade que exige o içamento do equipamento ou quebra parcial da base de sustentação, além da realização de serviços a quente em área classificada. Assim, implicando na diminuição da capacidade de armazenamento de GLP da unidade durante todo o período de intervenção, uma vez que os vasos de pressão mais próximos necessitam estar completamente vazios, conforme padrões de segurança da Nacional Gás, e põe em risco a perda de vidas humanas, contaminação ambiental e prejuízos ao patrimônio da companhia, uma vez que falhas no cumprimento as determinações de segurança podem causar acidentes de grandes proporções.

A equipe de engenharia da Nacional Gás se viu diante de um desafio para eliminar a perda de material das paredes dos reservatórios, causado por corrosão, na região de contato dos vasos de pressão com as bases de sustentação destes.

2. PROBLEMAS ENCONTRADOS

Foram identificados problemas relevantes, que colocam em risco a segurança operacional, dos colaboradores e do entorno da companhia, quando da ocorrência de danos estruturais dos vasos de pressão para armazenamento de GLP. São:

2.1 Acidentes relacionados ao dano estrutural do vaso de pressão causado pela corrosão

A vedação da interface aço-concreto em vasos de armazenamento de GLP representa desafio técnico para a engenharia. Esta região específica está sujeita a movimentações diferenciais decorrentes das diferentes características de dilatação térmica entre aço carbono ($11,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) e concreto ($10,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), carregamentos estáticos elevados e exposição a ambiente agressivo.

A resistência mecânica das espumas expansivas está diretamente relacionada à sua densidade e estrutura celular (POLIURETANOS, 2023). As espumas de poliuretano convencionais apresentam densidades típicas de 25-27 kg/m³ para aplicações de baixa densidade, podendo chegar a 36-40 kg/m³ em aplicações estruturais mais exigentes (REDELEASE, 2023; SELATEC, 2024).

A espuma expansiva de poliuretano, quando aplicada para esta vedação, apresenta limitações fundamentais que comprometem a eficácia do sistema, como:

- rigidez estrutural que impede a acomodação de movimentações térmicas, resultando em fissuração da espuma expansiva;
- processo de expansão imprevisível que gera necessidade sistemática de retrabalho;
- degradação acelerada sob exposição a hidrocarbonetos e radiação UV;
- desenvolvimento de fissuras que permitem infiltração de umidade, desencadeando processos corrosivos progressivos que comprometem a integridade estrutural dos vasos;

Estas limitações resultam em consequências operacionais significativas, incluindo infiltração de água que acelera processos corrosivos, comprometimento da integridade estrutural da interface e custos fora do previsto para manutenção.

Acidentes em bases distribuidoras de GLP decorrentes de danos estruturais em vasos de pressão, especialmente aqueles provocados pela corrosão, representam um dos cenários de maior gravidade no contexto industrial. A liberação acidental de gás em grande volume pode resultar em incêndios, explosões e outros eventos de

consequências catastróficas, com risco direto à vida de colaboradores, comunidades vizinhas e equipes de resposta emergencial. Além das perdas humanas irreparáveis, a extensão dos danos materiais pode atingir desde a destruição de instalações e equipamentos até a interrupção prolongada das operações, comprometendo toda a cadeia logística de abastecimento.

Os impactos, porém, não se limitam ao campo físico. Um evento dessa natureza pode gerar severa contaminação ambiental, especialmente em áreas com solo e lençóis freáticos vulneráveis, exigindo ações corretivas custosas e demoradas. Além disso, o prejuízo à imagem institucional é profundo: a repercussão negativa junto à sociedade, órgãos reguladores e clientes afeta a credibilidade da marca, reduzindo a confiança e comprometendo o valor intangível construído ao longo de décadas. Em suma, a falha na integridade de um vaso de pressão não é apenas um problema técnico, mas um risco estratégico capaz de comprometer a sustentabilidade operacional, financeira e reputacional da companhia.

2.2 Custos não previstos para manutenção corretiva

A recuperação de pontos de corrosão nas uniões dos vasos de pressão com seus suportes representa uma atividade de elevada complexidade técnica e operacional. Esse tipo de intervenção pode requerer o içamento do vaso de pressão para acesso à região afetada, operação que se torna especialmente desafiadora em ambientes com restrição de espaço e presença de uma densa rede de tubulações. Nas bases distribuidoras de GLP, essas tubulações - responsáveis pela interligação dos sistemas de armazenamento e transferência de produto - estão instaladas a aproximadamente 0,5 metro do solo, criando uma barreira física que impede a aproximação dos equipamentos de carga necessários para o içamento seguro dos vasos.

Em função dessas limitações de acesso, as máquinas de carga precisam ser posicionadas a distâncias maiores dos vasos, o que acarreta aumento significativo do momento aplicado sobre a lança do equipamento. O momento é uma grandeza física resultante da multiplicação da força aplicada pela distância ao ponto de apoio; portanto,

quanto maior essa distância, maior o esforço exigido do equipamento. Essa condição obriga o uso de guindastes de maior capacidade de carga e alcance, cujos custos de mobilização e locação são substancialmente mais altos. Assim, o reparo que já é, por natureza, um serviço especializado, torna-se ainda mais oneroso devido às exigências logísticas e de dimensionamento estrutural.

Adicionalmente, a execução dos reparos requer a atuação de empresas especializadas em soldagem de vasos de pressão, que disponham de profissionais qualificados e certificados conforme as normas técnicas aplicáveis. O emprego de procedimentos de soldagem adequados é essencial para garantir a integridade do equipamento após o reparo e assegurar a conformidade legal junto aos órgãos reguladores. Qualquer falha nesse processo pode comprometer a resistência mecânica do vaso e gerar riscos futuros de vazamento ou ruptura, ampliando o potencial de acidentes graves.

Outro fator que eleva a complexidade e o custo da operação é o uso de equipamentos de chama aberta, como maçaricos e soldas, em áreas classificadas. Por se tratar de um ambiente com presença potencial de atmosferas explosivas, é imprescindível a adoção de medidas rigorosas para eliminar o risco de ignição. Entre essas medidas, destaca-se a inertização das linhas e vasos vizinhos com gás nitrogênio, processo que substitui o GLP residual por um gás inerte, impedindo a formação de misturas inflamáveis. A compra e o consumo de nitrogênio em grandes volumes representam um custo adicional considerável, somando-se às despesas de mobilização, mão de obra especializada e equipamentos de alta capacidade, o que evidencia a dimensão técnica, financeira e operacional do problema.

2.3 Diminuição da capacidade de armazenamento e risco de desabastecimento

A retirada de operação de um vaso de pressão para execução de reparos acarreta impacto direto na capacidade de armazenamento de GLP da unidade, podendo reduzir significativamente sua eficiência operacional. Em bases que dispõem de apenas três vasos de pressão, a indisponibilidade de um deles representa uma perda imediata de

33% da capacidade total de estocagem. Considerando, por exemplo, um tanque modelo P60.000, com capacidade nominal de 60 toneladas de GLP, essa redução equivaleria à indisponibilidade de insumo suficiente para o envase de aproximadamente 4.615 vasilhames P13, afetando o equilíbrio entre oferta e demanda do produto e comprometendo o ritmo de produção diário.

Como medida emergencial, é possível utilizar carretas para suprir parcialmente a perda de capacidade de armazenamento, realizando descarregamento direto para a produção. Entretanto, essa solução alternativa apresenta limitações operacionais e financeiras relevantes. O aprisionamento das carretas — que permanecem conectadas à base durante o período de reparo — restringe a disponibilidade desses equipamentos para o transporte e abastecimento de outras unidades, afetando a logística global da companhia. Além disso, a permanência prolongada de carretas em pátio implica custos adicionais de frete, diárias e gestão de segurança, tornando o processo de reparo ainda mais oneroso e ampliando o impacto sistêmico sobre a operação como um todo.

2.4 Acidentes relacionados a execução da manutenção corretiva

O içamento de um vaso de pressão é uma atividade de alto risco operacional, que exige planejamento rigoroso, análise prévia de engenharia e execução sob controle permanente. Durante o processo, o peso elevado do equipamento, aliado às restrições de espaço e à proximidade de outras estruturas, eleva consideravelmente o potencial de acidentes. Uma falha no sistema de amarração, instabilidade do guindaste, erro de comunicação entre operadores ou deslocamento inadequado da carga pode resultar em esmagamento de tubulações, danos às estruturas de suporte ou colisão do vaso com outros tanques adjacentes. Tais ocorrências podem comprometer a integridade física dos equipamentos e gerar vazamentos instantâneos de GLP, criando uma situação crítica de emergência industrial.

O vazamento de gás liquefeito de petróleo em uma base distribuidora representa um cenário de alto potencial de propagação e severidade, devido à natureza altamente inflamável do produto e à densidade do GLP, que tende a se acumular em áreas baixas.

A presença de qualquer fonte de ignição — mesmo mínima — pode desencadear incêndios ou explosões de grande magnitude, resultando em perda de vidas humanas, destruição de patrimônio físico, paralisação das operações e danos irreversíveis à imagem da companhia. Além dos impactos diretos, a repercussão pública de um acidente desse porte gera abalo na confiança de clientes e órgãos reguladores, afetando a reputação corporativa e a sustentabilidade do negócio. Assim, o içamento de vasos de pressão em áreas classificadas requer não apenas o cumprimento estrito de normas técnicas e de segurança, mas também uma cultura de prevenção e responsabilidade que considere todas as variáveis de risco envolvidas.

2.5 Limitações operacionais e técnicas na aplicação de espuma expansiva

O processo de aplicação da espuma expansiva apresenta elevada variabilidade de desempenho, principalmente em função da expansão volumétrica descontrolada. Essa característica é fortemente influenciada por fatores ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar, além da espessura da camada aplicada. Como resultado, o volume final do material pode variar entre 200% e 800%, tornando o processo pouco previsível. Essa imprevisibilidade acarreta preenchimento inadequado de cavidades em condições desfavoráveis, transbordamento excessivo que exige remoção mecânica posterior, conforme figura X, e heterogeneidade na densidade final do material, fatores que comprometem tanto a eficiência da vedação quanto a qualidade estética e funcional da aplicação.



Figura 1 - Transbordamento excessivo da espuma expansiva



Fonte: Autor próprio

Outro ponto crítico observado é a necessidade sistemática de retrabalho. Registros de campo indicam que aproximadamente 85% das aplicações de espuma expansiva demandam operações complementares de acabamento, como corte mecânico do excesso de material — com tempo médio estimado em 45 minutos por metro linear —, nivelamento da superfície, limpeza e preparação para a aplicação de elastômero, além da correção de imperfeições e vazios localizados. Essas atividades adicionais reduzem a produtividade das equipes e aumentam o custo de mão de obra especializada, gerando impacto negativo tanto na eficiência operacional quanto no clima organizacional, por conta da desmotivação dos técnicos envolvidos.

A aderência limitada em determinados substratos também constitui um problema recorrente. Em superfícies metálicas ou com presença de umidade, a espuma apresenta baixa resistência ao cisalhamento (< 0,05 MPa), ocasionando descolamentos localizados que comprometem a integridade da vedação e a durabilidade do sistema. Além disso, o tempo adicional necessário para retrabalho, estimado entre 30% e 40% do tempo total de aplicação, resulta em ineficiência produtiva, prolongando a duração das atividades e elevando os custos globais do processo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Demonstrar os resultados obtidos a partir do uso do poliuretano na vedação da interface aço-concreto em bases civis de vasos de GLP, comprovando sua superioridade técnica e econômica sobre métodos convencionais de vedação com espuma expansiva.

3.2 Objetivo Específico

- Desenvolver revisão bibliográfica baseada em livros, normas e artigos;
- Apresentar o fluxo de trabalho adotado para a implementação do uso de selantes de poliuretano à base de MS Polímero;
- Demonstrar os resultados obtidos com a utilização desse método, evidenciando os impactos nas operações e sua eficiência quando comparada a outros métodos convencionais.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Propriedades Técnicas do Poliuretano para Vedação

A norma ASTM C920 "Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants" estabelece propriedades para selantes elastoméricos curados de componente único ou múltiplo, aplicados a frio, para operações de vedação, calafetagem e vidramento em edifícios, praças e pavimentos para uso veicular ou pedestre. A especificação abrange classificações de selantes incluindo Classe 25 (capacidade de movimentação de $\pm 25\%$), Classe 35 ($\pm 35\%$) e Classe 50 ($\pm 50\%$), adequadas para diferentes aplicações estruturais.

No contexto brasileiro, a NBR 15186 estabelece os requisitos mínimos exigíveis para o projeto, montagem, localização e medidas de segurança para instalações de base de armazenamento, envasamento e distribuição de GLP. O poliuretano apresenta características técnicas específicas que o qualificam para aplicações em vedação de interfaces críticas. O material possui boa resistência ao desgaste, elevada resistência à tração (20 a 50 N/mm²) e grande alongamento até a ruptura (360%), sendo resistente ao corte, rasgamento e compressão (VEDATEC, 2024).

O poliuretano é capaz de resistir à maioria dos produtos químicos, tornando-o ideal para indústrias químicas e petroquímicas, além de resistir a temperaturas extremas e condições climáticas adversas (GRUPO RPF, 2024). Uma das vantagens do poliuretano é a resistência ao ozônio e boas propriedades em baixa temperatura (até -25°C), com temperatura máxima de trabalho de 90°C (VEDATEC, 2024).

4.2 Estudos comparativos e análise de desempenho

Estudos técnicos demonstram a superioridade do poliuretano em aplicações críticas. Selantes flexíveis monocomponentes à base de poliuretano apresentam alta aderência em substratos de argamassa, concreto, cerâmica, aço, madeira e alumínio, mesmo sem primer (MC-BAUCHEMIE, 2024).

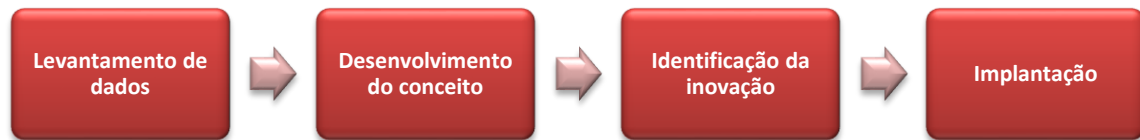
A aplicação de selantes e mastiques à base de poliuretano em estruturas de concreto pode auxiliar no combate ao surgimento de manifestações patológicas como trincas, fissuras e rachaduras, destacando-se pela elevada resistência contra intempéries e longa durabilidade (AECWEB, 2024).

4.3 Resistência química e durabilidade

Sua estrutura química permite formar barreira impermeável, prevenindo infiltração de líquidos e gases, podendo atuar como excelente isolante térmico, contribuindo para eficiência energética de edificações e sistemas industriais (GRUPO RPF, 2024).

5. MÉTODOS

A metodologia desse trabalho, apresentado na figura 1, inclui um estudo mais aprofundado sobre oportunidade de melhoria na proteção da interface do vaso de pressão junto ao suporte de concreto que o sustenta, obtenção de informações em artigos sobre os conceitos e fundamentos dos estudos associados ao tema, metodologia tecnológica e implantação da tecnologia.



5.1 Levantamento de Dados

O trabalho de análise técnica aprofundada conduzido pelo corpo de engenharia da Nacional Gás teve como ponto de partida a consolidação de informações provenientes dos relatórios de inspeção dos vasos de pressão, emitidos conforme os programas periódicos de integridade mecânica definidos na NR13. A correlação entre os registros permitiu identificar uma incidência significativa de apontamentos relacionados à necessidade de recomposição metálica na região da interface entre o vaso de pressão e o seu suporte estrutural — área reconhecidamente crítica devido à dificuldade de inspeção visual e à maior propensão à acumulação de umidade.

Foram avaliados parâmetros como tipo de revestimento, histórico de manutenção e condições microclimáticas locais, permitindo correlacionar a ocorrência de corrosão com variáveis ambientais e construtivas. Esse cruzamento de informações possibilitou uma visão abrangente do problema, subsidiando a priorização das unidades mais críticas e o planejamento das intervenções.

Complementarmente, visitas técnicas in loco e o acompanhamento de reparos realizados pelas equipes de manutenção confirmaram a gravidade e a abrangência da problemática. Durante essas inspeções, foram observadas situações em que o avanço da corrosão comprometia não apenas a integridade superficial, mas também a espessura residual da parede dos vasos — condição que, se não tratada tempestivamente, poderia evoluir para perda de contenção do produto. Esses achados reforçaram a necessidade de uma atuação imediata e coordenada, tanto para correção dos danos já identificados quanto para prevenção de novas ocorrências em outras unidades do grupo.

5.2 Desenvolvimento do conceito

A partir do levantamento detalhado das ocorrências de corrosão na região de interface entre os vasos de pressão e seus suportes, tornou-se evidente a necessidade de um novo conceito que atuasse de forma preventiva, eliminando a causa raiz do problema. O corpo técnico da Nacional Gás, em conjunto com a empresa AZ-TECH Serviços e Engenharia, iniciou então uma série de estudos voltados à compreensão dos mecanismos de corrosão envolvidos, avaliando fatores como acúmulo de umidade, contato do metal com outras superfícies, retenção de resíduos e esforços mecânicos concentrados. Esse diagnóstico direcionou a busca por uma solução que pudesse combinar resistência mecânica, isolamento da superfície metálica e durabilidade frente às condições de operação em campo.

Com base nessa análise, foram investigados diferentes materiais e configurações construtivas, levando à concepção de uma camada intermediária de proteção com características elastoméricas. O conceito buscou aproveitar as propriedades do elastômero — como flexibilidade, vedação e resistência a agentes agressivos — para interromper o contato direto entre o vaso e o suporte, reduzindo significativamente a possibilidade de corrosão. Essa abordagem inovadora surgiu como alternativa técnica de alto potencial, conciliando viabilidade prática, facilidade de aplicação e ganhos expressivos em vida útil e segurança dos equipamentos.

5.3 Identificação da inovação

Com base na análise das práticas de manutenção aplicadas aos vasos de pressão e nas alternativas disponíveis para mitigação de corrosão em interfaces metálicas, foi identificada como solução inovadora a aplicação de selantes de poliuretano à base de MS Polímero. Esses materiais, já utilizados em setores de infraestrutura e construção civil para vedação de interfaces aço–concreto, demonstraram potencial técnico para adaptação ao contexto de fixação dos vasos de pressão.

A escolha dessa tecnologia se deu por suas propriedades de adesão, elasticidade e resistência a intempéries e agentes químicos, permitindo o isolamento efetivo entre

superfícies metálicas e reduzindo significativamente a formação de pontos de corrosão. Essa aplicação representa uma inovação inédita no segmento de armazenamento de GLP, ao transferir um conceito consolidado em outras áreas da engenharia para uma nova finalidade industrial, promovendo aumento da vida útil e maior segurança operacional dos equipamentos.

5.4 Implantação

A inovação foi implantada de forma integral em várias unidades da Nacional Gás em operação e implementado, através de procedimentos padrões internos para ampliações do parque de vasos de pressão e construções de novas unidades.

6. RESULTADOS

6.1 Levantamento de Dados

Através dos relatórios de inspeção dos vasos de pressão, emitidos conforme os programas periódicos de integridade mecânica definidos na NR13, foi possível evidenciar a eliminação da necessidade de recomposição metálica na região da interface entre o vaso de pressão e o seu suporte estrutural.

As visitas in loco dos profissionais do corpo de engenharia da Nacional Gás, cancelaram a efetividade da implementação, uma vez que a solução aplicada resistiu, visualmente, as condições microclimáticas locais e todas as movimentações inerentes ao processo de armazenamento de GLP em vasos de pressão estacionários.

6.2 Desenvolvimento do conceito

Com foco na eliminação da causa raiz das ocorrências de corrosão na interface entre os vasos de pressão e seus suportes, foi conduzida uma análise detalhada dos mecanismos envolvidos, considerando fatores como acúmulo de umidade, contato metálico direto e esforços mecânicos concentrados. A partir desse diagnóstico e do compartilhamento de expertises entre o corpo técnico da Nacional Gás e a empresa AZ-TECH Serviços e Engenharia, observou-se que a utilização de uma camada intermediária elastomérica apresentava o melhor desempenho frente às alternativas avaliadas.

A solução proposta aliou resistência mecânica, isolamento da superfície metálica e durabilidade, resultando em um conceito preventivo capaz de interromper o contato direto entre as partes e, conseqüentemente, reduzir significativamente a incidência de corrosão.

6.3 Identificação da inovação

Após a definição do conceito preventivo, iniciou-se o processo de seleção da tecnologia mais aderente às condições de operação dos vasos de pressão. A partir da análise das alternativas disponíveis para mitigação da corrosão em interfaces metálicas, foi identificada como solução de maior potencial a aplicação de selantes de poliuretano à base de MS Polímero.

Esses materiais, amplamente empregados em setores de infraestrutura e construção civil para vedação de interfaces aço–concreto, apresentaram desempenho técnico compatível com os requisitos do projeto, destacando-se pela elevada adesão, elasticidade e resistência a intempéries e agentes químicos. A adoção dessa tecnologia representa uma inovação inédita no segmento de armazenamento de GLP, ao adaptar um conceito consolidado em outras áreas da engenharia para uma aplicação industrial voltada ao aumento da durabilidade e da segurança operacional dos equipamentos.

6.4 Implantação

A utilização do selante PU40 demonstrou superioridade técnica em múltiplos aspectos quando comparador com o método convencional de utilização da espuma expansiva.

A aplicação do selante PU40 de maneira preventiva, onde não foi identificada a presença de corrosão através da inspeção periódica da NR 13, é realizada perante a abertura de uma cavidade na base de concreto que sustenta o vaso de pressão, conforme figura X.

Figura 2 - Abertura de cavidade (PU40)



Fonte: Autor próprio

Após a abertura da cavidade é realizada a limpeza mecânica da superfície do vaso de pressão, através de escovação mecânica, uma vez que a superfície deve estar limpa, seca e livre de poeira, gordura e outros resíduos, de forma a proporcionar a correta aderência do primer, conforme figura X, que atuará na proteção do costado do vaso de pressão.

Figura 3 - Aplicação do primer (PU40)



Fonte: Autor próprio

Em seguida da aplicação e secagem do primer é realizada a inserção do selante PU40. O produto é comercializado em tubos, para utilização com pistola de aplicação,

que facilita o acesso ao local onde deve ser acomodado o selante, como demonstrado na figura 3.

Figura 4 - Aplicação do PU40



Fonte: Autor próprio

Na sequência, é realizada a aplicação do elastômero, conforme figura 4, que atuará com impermeabilizando entre a base de concreto e o vaso de pressão

Figura 5 - Aplicação do elastômero (PU40)



Fonte: Autor próprio

Por último é aplicada a pintura de acabamento, conforme figura 5.

Figura 6 - Pintura de acabamento (PU40)



Fonte: Autor próprio

O processo com PU40 apresentou:

- a) Vantagens: Controle preciso da quantidade aplicada, acabamento uniforme, excelente aderência;
- b) Desvantagens: Tempo de cura mais longo, necessidade de proteção durante cura inicial.

7. RESULTADOS

7.1 Eficiência superior do PU40 na interface aço-concreto

A análise das especificações técnicas dos fabricantes demonstra a superioridade do poliuretano PU40 para vedação da interface aço-concreto em bases civis de vasos de GLP, evidenciando diferenças fundamentais entre os materiais avaliados.

Tabela 1 - Comparação de propriedades técnicas para vedação aço-concreto

Propriedade	Espuma Expansiva	PU40	Eficiência Superior
Resistência à Tração	0,08 MPa	1,0 MPa	1.150% superior
Capacidade de Movimentação	Rígida (falha)	±12,5% a ±25%	Flexibilidade total
Resistência UV	Não recomendada	500h a 5000h CUV	Resistência plena

Propriedade	Espuma Expansiva	PU40	Eficiência Superior
Faixa Térmica Operacional	-40°C a +80°C	-40°C a +90°C	Maior amplitude
Dureza Shore	N/A	35-50 Pts	Controlada

Fonte: Fichas técnicas dos fabricantes (2025)

7.2 Vantagens técnicas comprovadas

A comparação técnica evidencia que o PU40 apresenta eficiência superior em todos os parâmetros críticos para vedação da interface aço-concreto:

- **Resistência mecânica:** O PU40 oferece resistência à tração, mais de 10 vezes superior, garantindo integridade estrutural da vedação sob carregamentos de vasos.
- **Acomodação de movimentações:** A capacidade de movimentação do PU40 permite absorção eficaz das movimentações diferenciais aço-concreto, eliminando problemas de fissuração observados com espuma rígida.
 - O coeficiente de expansão térmica do aço ($\approx 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) difere significativamente do concreto ($\approx 10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), gerando tensões na interface.
 - Variações de pressão interna durante operações de decantação e transferência.
 - Vibrações transmitidas pelos sistemas de bombeamento e compressão.
- **Durabilidade ambiental:** A resistência UV do PU contrasta com a inadequação da espuma para exposição solar, assegura manutenção das propriedades ao longo do tempo.
- **Eficiência de aplicação:** O controle dimensional preciso do PU40 elimina a necessidade de retrabalho sistemático observado com espuma expansiva, otimizando o processo de vedação.

Os resultados demonstram superioridade técnica inequívoca do PU40 para vedação da interface aço-concreto. A implementação do PU40 representa evolução significativa nas práticas de engenharia de vasos de GLP, oferecendo solução tecnicamente superior que atende aos requisitos crescentes de segurança, durabilidade e eficiência econômica.

8. CONCLUSÃO

A substituição da espuma expansiva convencional pelo selante de poliuretano PU40 à base de MS Polímero mostrou-se uma solução definitiva e tecnicamente superior para vedação da interface aço–concreto nas bases civis dos vasos de pressão estacionários. O novo material garantiu estanqueidade total, elevada durabilidade e resistência a agentes químicos e intempéries, eliminando o acúmulo de umidade e, conseqüentemente, o processo de corrosão.

Além de assegurar a integridade estrutural dos vasos, o uso do PU40 reduziu custos de manutenção corretiva, eliminou a necessidade de içamento dos equipamentos e mitigou riscos operacionais críticos. A aplicação desta tecnologia estabelece um novo padrão de segurança e confiabilidade nas bases de armazenamento de GLP, com ganhos diretos em continuidade operacional, proteção ambiental e preservação da vida.

A solução apresenta ainda elevado potencial de replicabilidade, podendo ser aplicada de forma padronizada nas demais bases distribuidoras e unidades de armazenamento de GLP do país. O impacto estratégico é significativo: prolonga a vida útil dos vasos de pressão, reduz o tempo de indisponibilidade das instalações e otimiza os recursos destinados à manutenção preventiva e corretiva. Os resultados obtidos comprovam que a adoção do PU40 não apenas solucionou de forma definitiva um problema recorrente, mas também agregou valor técnico e econômico ao processo, consolidando-se como referência em inovação para o setor de GLP.

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15186**: Base de armazenamento, envasamento e distribuição de GLP - Projeto e Construção. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 11600**: Construção civil - Selantes - Classificação e requisitos. Rio de Janeiro, 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução ANP nº 810**, de 16 de março de 2020: institui a gestão de segurança operacional de terminais para movimentação e armazenamento de petróleo, derivados, gás natural e biocombustíveis. Brasília: ANP, 2020.
- ASTM INTERNATIONAL. **ASTM C920**: Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants. West Conshohocken, PA, 2018.

ALPHATEQ WATERPROOFING. **Polyurethane sealant**: applications, advantages, and limitations. [S.l.], 2024.

CEETAK SEALING SOLUTIONS. **Polyurethane as a seal material**. [S.l.], Oct. 2024.

EUREKA PATENT INSIGHTS. **Polyurethane sealants**: future applications and trends. [S.l.], 2024.

FORGEWAY LTD. **MS polymer adhesives; definition, pros, cons, and cost**. Disponível em: <https://www.forgeaway.com/learning/blog/what-is-an-ms-polymer-adhesive>. Acesso em: 23 set. 2025.

HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS. **Quais são as soluções para os principais problemas enfrentados em tanques de armazenamento?** Blog Hita, 2024. Disponível em: <https://blog.hita.com.br/solucoes-para-os-principais-problemas-enfrentados-em-tanques-de-armazenamento/>. Acesso em: 23 set. 2025.

LEE, S. et al. **Enhanced resistance of polyurethane sealants against cohesive failure under prolonged combination of water and heat.** Construction and Building Materials, v. 15, n. 8, p. 403-410, 2001.

NASCIMENTO, Otávio. **Como evitar problemas nas ligações entre estruturas metálicas e vedações?** AECweb, nov. 2019. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-evitar-problemas-nas-ligacoes-entre-estruturas-metalias-e-vedacoes/18143>. Acesso em: 23 set. 2025.

MC-BAUCHEMIE. **MC-Flex PU 40:** Selante flexível monocomponente. Ficha técnica. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.mc-bauchemie.com.br/produtos/juntas-selantes/selantes/mc-flex-pu-40.html>. Acesso em: 29 set. 2024.

POLIURETANOS. **Propriedades mecânicas da espumas rígidas.** Capítulo 2, 2023. Disponível em: <https://poliuretanos.com.br/Cap5/541mecanicas.htm>. Acesso em: 23 set. 2025.

QUARTZOLIT. **Boletim Técnico - Selante PU40 Multiuso Quartzolit.** São Paulo, jan. 2022. Disponível em:

https://static.obrazul.com.br/media/product_technical_file/Boletim_Tcnico_PU40_Multiuso_Quartzolit.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

REDELEASE. **Espuma Poliuretano A+B Rígida:** moldes & isolamento. 2023. Disponível em: <https://www.redelease.com.br/espuma-de-poliuretano-a-b-2-100-kg.html>. Acesso em: 23 set. 2025.

SELATEC. **Isolamento acústico com espuma expansiva.** 2024. Disponível em: <https://www.selatec.com.br/artigos/isolamento-acustico-com-espuma-expansiva>.

Acesso em: 23 set. 2025.

SIKA BRASIL. **Ficha Técnica de Produto Sika Boom®-180**: Espuma Expansiva de Poliuretano Monocomponente. Versão 04.01. São Paulo, out. 2024. Disponível em: <https://bra.sika.com/dam/dms/br01/t/sika-boom-180.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

TEKBOND. **PU40**. 2024. Disponível em: <https://www.tekbond.com.br/produtos/sela-e-veda/poliuretano-pu/pu40>. Acesso em: 23 set. 2025.

VEDACIT. **Ficha Técnica VEDACIT PU 40**: Selante e adesivo com tecnologia MS polímero. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://beny.net.br/ficha-tecnica-32934a-selante-pu40-400g-branco-vedacit.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

VEDATEC. **Propriedades e aplicações do poliuretano industrial**. 2024. Disponível em: <https://www.vedatec.com.br/poliuretano-industrial>. Acesso em: 23 set. 2025.