



Mapeamento e Correção de Vazamentos de Ar comprimido via ultrassom em bases de envase de GLP.

Categoria: Meio Ambiente

PARTICIPANTES:



Luiz Filipe Lemes
Victor Valvezan
Pedro Henrique Alves
Vanessa Santos Bigeli

luiz.filipe@ultragaz.com.br
victor.valvezan@ultragaz.com.br
pedro.alvez@ultragaz.com.br
vanessa.bigeli@ultragaz.com.br



Eduardo Alves

eduardo.alves@semeq.com

SUMÁRIO

1- HISTÓRICO DAS EMPRESAS	4
1.1- Ultragaz	4
1.2- Semeq	5
2- INTRODUÇÃO.....	6
3- PROBLEMA E OPORTUNIDADE	7
4- OBJETIVO	8
5- METODO	8
6- RESULTADOS	13
7- CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. BREVE HISTÓRICO DAS EMPRESAS

1.1 Ultragaz

Ultragaz é pioneira na distribuição de gás liquefeito de petróleo (Gás GLP, também conhecido como gás de cozinha) no Brasil. Operando nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Na Bahia, utilizamos a marca Brasilgás, que se tornou uma das mais importantes da região.



Figura 1: Revenda Ultragaz

Fundada em 1937 pelo imigrante austríaco Ernesto Igel, a Companhia Ultragaz é pioneira na introdução do Gás LP como gás de cozinha no Brasil. Mais de 70 anos depois, os fogões à lenha deixaram de fazer parte da vida das donas-de-casa e o mercado nacional passou a consumir, anualmente, mais de 6 milhões de toneladas do gás que é usado como combustível doméstico por cerca de 90% da população brasileira.

Foram muitas as mudanças nas últimas décadas, mas o pioneirismo continua a ser a marca da Ultragaz, empresa que deu início ao Grupo Ultra (Ultrapar Participações S/A), um dos mais sólidos conglomerados econômicos do País, cujas ações são negociadas, desde 1999, nas bolsas de valores de São Paulo e de Nova York.



Figura 2: Processo produtivo Ultragas



Figura 3: Caminhão de entrega granel Ultragas

A Ultrapar, companhia multinegócios com atuação em varejo e distribuição especializada, por meio da Ultragas, Ipiranga, e no segmento de armazenagem para grânéis líquidos, por meio da Ultracargo, e mais recente a Hidrovias do Brasil é um dos maiores grupos empresariais brasileiros.

1.2 Semeq



Figura 4: Semeq

A SEMEQ é uma empresa líder global em manutenção preditiva, com mais de 30 anos de trajetória marcada por inovação, excelência e compromisso com a eficiência industrial.

Fundada em 1994 em Limeira-SP, rapidamente se destacou como pioneira no monitoramento de ativos, investindo fortemente em Pesquisa e Desenvolvimento para criar soluções tecnológicas de ponta. Seu foco é aumentar a disponibilidade de equipamentos, reduzir custos operacionais e impulsionar a lucratividade das indústrias. Presente em mais de 45 países e com mais de 500 plantas industriais monitoradas mensalmente, a SEMEQ construiu uma reputação sólida baseada na qualidade de seus serviços e na adoção de tecnologias avançadas. Entre suas principais inovações estão os sensores wireless desenvolvidos internamente, que permitem coleta de dados em tempo real, e o laboratório próprio de análise de óleo, que garante diagnósticos precisos e rápidos.

A empresa também é referência na aplicação de inteligência artificial, integrando algoritmos avançados aos seus sistemas para antecipar falhas, otimizar processos e apoiar decisões estratégicas. Essa abordagem, alinhada aos princípios da Indústria 4.0, reforça sua posição de liderança e estabelece novos padrões de excelência na manutenção preditiva. A SEMEQ não apenas acompanha as transformações do setor — ela as lidera.

2. INTRODUÇÃO

A indústria de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é fundamental para o abastecimento energético global, especialmente nos setores residencial, comercial e industrial. Embora o GLP seja o produto, o processo de envase depende fortemente de sistemas pneumáticos alimentados por ar comprimido, responsáveis pelo acionamento de válvulas, cilindros e mecanismos de controle. Vazamentos nesses sistemas, embora muitas vezes invisíveis e silenciosos, geram perdas significativas de energia, reduzem a eficiência operacional e elevam os custos de produção.

Nesse cenário, a aplicação da tecnologia de ultrassom para detecção de vazamentos em sistemas de ar comprimido surge como uma solução inovadora e eficaz, alinhada aos princípios da manutenção preditiva e da Indústria 4.0. A detecção precoce e precisa de micro vazamentos permite reduzir o consumo energético, evitar paradas não planejadas e minimizar impactos ambientais decorrentes do desperdício de recursos. A implementação do projeto contribui diretamente para a sustentabilidade dos processos, melhora a eficiência das bases de envase de GLP e gera economia significativa ao evitar custos ocultos com energia e manutenção corretiva.

3. PROBLEMA E OPORTUNIDADE

A operação das bases de envase de GLP depende intensamente de sistemas pneumáticos alimentados por ar comprimido, utilizados para o acionamento de válvulas, cilindros e conexões. Vazamentos nesses componentes são recorrentes e, muitas vezes, passam despercebidos, gerando desperdício energético, sobrecarga dos compressores e aumento dos custos operacionais.

A adoção da tecnologia de ultrassom para caça vazamentos representa uma oportunidade concreta de elevar a eficiência, a confiabilidade e a sustentabilidade desses sistemas. Do ponto de vista ambiental, a redução do consumo desnecessário de energia elétrica — causado pela compensação de vazamentos — contribui diretamente para a diminuição da pegada de carbono da operação.

Financeiramente, estima-se que até 30% do ar comprimido gerado em indústrias pode ser perdido por falhas em componentes como válvulas mal vedadas, cilindros desgastados e conexões frouxas, resultando em custos ocultos significativos. Além disso, a confiabilidade dos compressores é comprometida, pois operam acima da capacidade ideal para compensar perdas constantes, acelerando o desgaste e reduzindo sua vida útil.

A teoria da curva PF (Ponto de Potencial de Falha até o Ponto de Falha Funcional) reforça a importância da detecção precoce. Ao identificar sinais sutis de vazamento antes que se tornem críticos, é possível intervir de forma planejada, evitando paradas não programadas e custos elevados com manutenção corretiva. Assim, o projeto transforma a manutenção em uma ferramenta estratégica de gestão de ativos, alinhada à Indústria 4.0 e à sustentabilidade operacional.

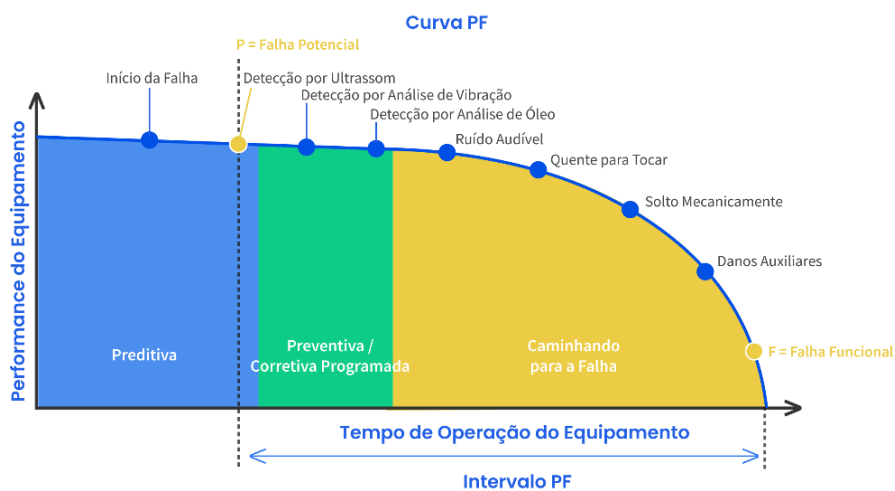


Figura 5: Curva PF do comportamento de um ativo

4. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo:

- **Identificar** pontos de micro vazamento de ar comprimido nas bases de envase de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).
- Estimar a **redução da pegada de carbono** decorrente da correção dos vazamentos identificados.
- Estimar o **custo evitado** decorrente da correção dos vazamentos detectados durante a rota de inspeção.

5. MÉTODO

O projeto utiliza o equipamento SDT LEAKChecker, que converte ondas de ultrassom de alta frequência (20–100 kHz) em sons audíveis, permitindo a localização precisa de micro vazamentos, mesmo em ambientes ruidosos. Após calibrar o ganho e definir o limiar de ruído, o operador inspeciona os componentes críticos com o transdutor direcional, identificando picos sonoros.



Figura 6: Leitura ultrassom

Para cada vazamento identificado, registra-se o valor em decibéis (dB), proporcional ao seu tamanho. Essa estimativa permite calcular o volume de ar comprimido perdido. O relatório de vazamento detalha a localização exata do ponto, marcado com adesivo para fácil visualização, informa a intensidade em dB com escala de gravidade, recomenda

Base de Envase	Soma de Potência instalada (kW)	Soma de cfm
Aracaju	67	462
Aracruz	37	248
Araucária	262	1688
Barra de São Francisco	60	428
Barueri	150	994
Capuava	238	1454
Caucaia	60	428
Duque de Caxias	74	496
Juazeiro	150	994
Mataripe	406	2442
Mauá	33	179
Paulínia	162	1118
Santos	93	594
Senador Canedo	172	1106
Total Geral	1964	12631

Tabela 1: Potência de compressores de Ar instalados nas bases de envase.

Base de Envase	R\$ / kWh
Aracaju	0,543
Aracruz	0,712
Araucária	0,542
Barra de São Francisco	0,794
Barueri	0,589
Capuava	0,539
Caucaia	0,522
Duque de Caxias	0,716
Juazeiro	0,680
Mataripe	0,707
Mauá	0,539
Paulínia	0,541
Santos	0,536
Senador Canedo	0,629

Tabela 2: R\$/kWh considerado por base de produção.

Prêmio GLP de inovação e tecnologia – 2025

Fator Médio Mensal (tCO ₂ /MWh)	Ano 2024	Ano 2025
Janeiro	0,0421	0,0237
Fevereiro	0,0376	0,0248
Março	0,0278	0,0215
Abril	0,0195	0,0289
Maio	0,0283	0,0309
Junho	0,0365	0,0455
Julho	0,0571	0,0603
Agosto	0,0739	
Setembro	0,0917	
Outubro	0,1127	
Novembro	0,0701	
Dezembro	0,0564	
Fator Médio Anual (tCO₂/MWh)	0,0545	0,0337

Tabela 3: Fator médio mensal de emissão de toneladas de CO₂ equivalente por MWh de energia elétrica.

Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

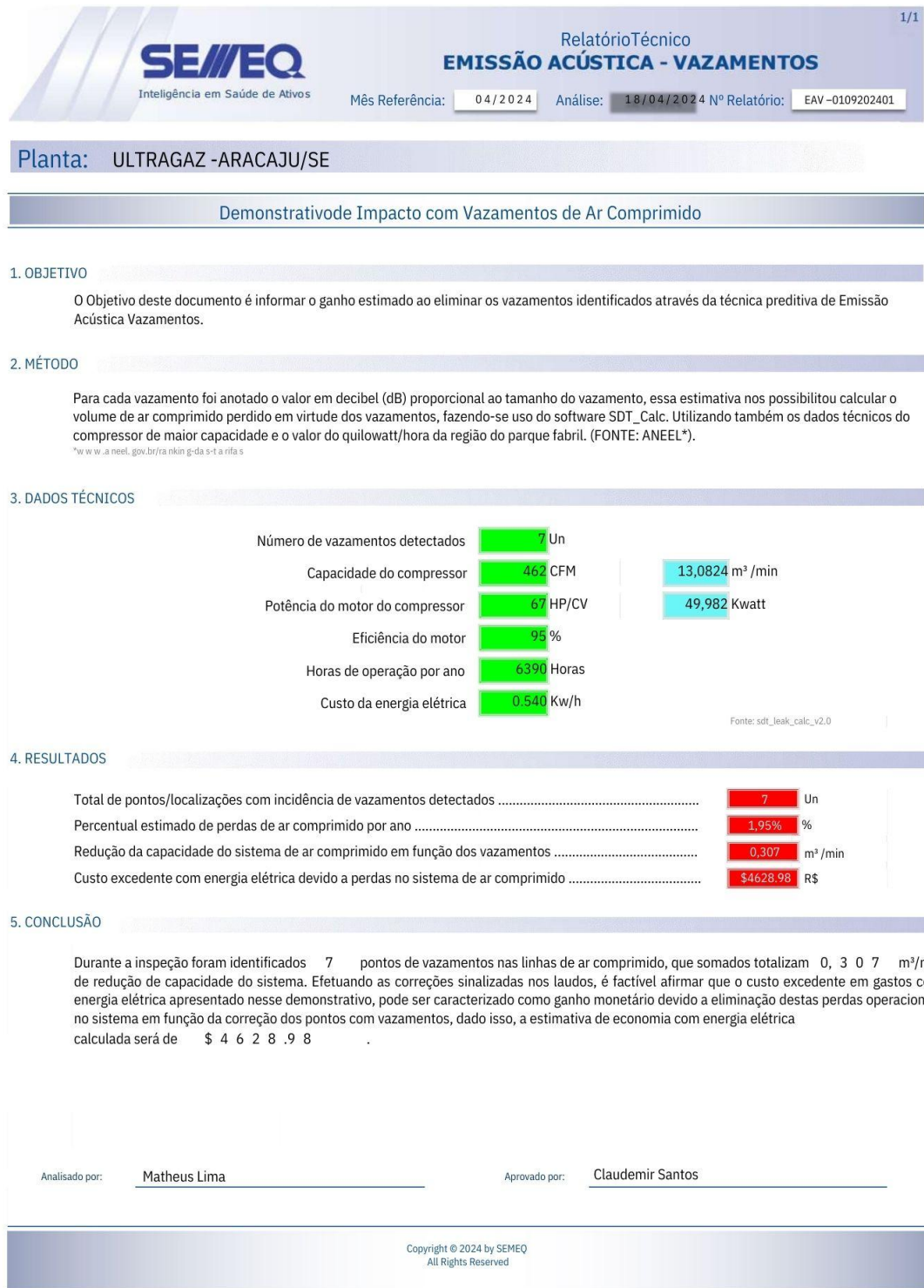


Figura 8: Exemplo de relatório de custo evitado

As inspeções por ultrassom são realizadas semestralmente em cada base de produção, com o objetivo de mapear os pontos críticos, emitir relatórios detalhados e corrigir as

irregularidades por meio de ordens de serviço corretivas. Os relatórios são publicados no portal MySemeq, permitindo que os analistas consultem os dados e registrem seus feedbacks sobre as ações executadas.

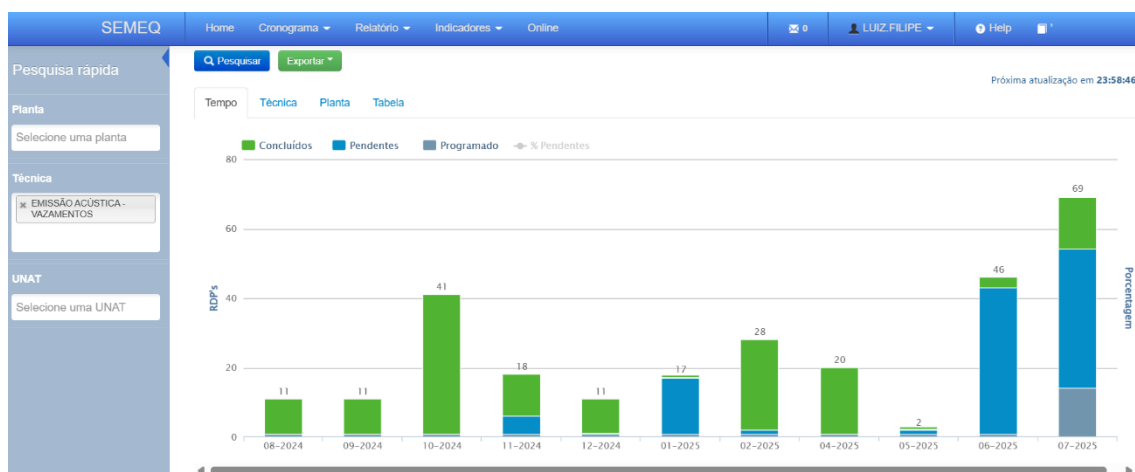


Figura 9: Total de relatórios ponto a ponto emitidos utilizando a metodologia de inspeção por ultrassom.

6. RESULTADOS

A execução semestral das inspeções por ultrassom nas 12 bases de produção, com correção dos pontos identificados e cálculo do custo evitado nos permitiu criar dois indicadores importantes. Primeiro, o indicador da quantidade de toneladas de CO₂ equivalente que deixaram de ser emitidas anualmente em virtude da correção dos vazamentos identificados, que chamaremos que redução da pegada de carbono. Uma vez de posse dos relatórios, passa a ser possível o cálculo da pegada de carbono através da utilização do Fator médio anual de emissão de toneladas de CO₂ equivalente por MWh de energia elétrica, corrigindo as devidas grandezas para kWh e multiplicando pela quantidade de kWh que deixaram de ser consumidos com a correção dos vazamentos encontrados. E segundo um indicador de custo evitado, vinculado ao pilar de resultados do programa de excelência operacional “SOU” da Ultragas.

Para a redução da pegada de carbono, o relatório da SEMEQ nos apresenta apenas a quantidade em reais evitada, então é necessário reconverter de reais para kWh utilizando a tabela apresentada na seção métodos.

Prêmio GLP de inovação e tecnologia – 2025

Base	Ano 2024	R\$ / kWh	KWh anual
Aracaju	R\$ 45.804,33	0,54	84.282,41
Aracruz	R\$ 8.688,50	0,71	12.205,08
Araucária	R\$ 2.431,53	0,54	4.487,19
Barueri	R\$ 3.686,49	0,53	6.946,14
Barra São Francisco	R\$ 11.066,10	0,79	13.940,43
Capuava	R\$ 12.672,23	0,54	23.516,18
Caucaia	R\$ 2.870,11	0,52	5.498,39
Duque de Caxias	R\$ 16.043,05	0,72	22.408,64
Juazeiro	R\$ -	0,68	-
Mataripe	R\$ -	0,71	-
Mauá	R\$ 17.637,97	0,59	29.970,27
Miramar	R\$ -	0,60	-
Paulínia	R\$ -	0,54	-
Senador Canedo	R\$ 11.355,23	0,63	18.039,37
SJ Campos	R\$ 10.606,55	0,57	18.713,36
Santos	R\$ 11.129,47	0,54	20.745,71
Total	R\$ 153.991,56		260.753,16

Tabela 4: conversão de custo evitado para kWh do ano 2024.

Prêmio GLP de inovação e tecnologia – 2025

Base	Jan - Jul 2025	R\$ / kWh	KWh anual
Aracaju	R\$ 7.940,67	0,54	14.611,26
Aracruz	R\$ -	0,71	-
Araucária	R\$ -	0,54	-
Barueri	R\$ 12.422,04	0,53	23.405,78
Barra São Francisco	R\$ 2.635,58	0,79	3.320,15
Capuava	R\$ 23.531,72	0,54	43.668,42
Caucaia	R\$ 8.254,65	0,52	15.813,77
Duque de Caxias	R\$ -	0,72	-
Juazeiro	R\$ 70.182,49	0,68	103.151,61
Mataripe	R\$ -	0,71	-
Mauá	R\$ 15.412,23	0,59	26.188,32
Miramar	R\$ 7.516,24	0,60	12.527,07
Paulínia	R\$ 23.182,45	0,54	42.838,50
Senador Canedo	R\$ -	0,63	-
SJ Campos	R\$ 15.731,41	0,57	27.755,26
Santos	R\$ 9.023,71	0,54	16.820,50
Total	R\$ 195.833,19		330.100,64

Tabela 5: conversão de custo evitado para kWh de jan-jul 2025.

De posse do valor do consumo evitado em kWh, podemos aplicar o fator de Fator médio anual de emissão de toneladas de CO₂ equivalente por MWh de energia elétrica apresentado anteriormente:

Prêmio GLP de inovação e tecnologia – 2025

Ano referencia	Fator Médio Anual (tCO ₂ /MWh)	Fator Médio Anual (tCO ₂ /kWh)	Consumo de energia elétrica evitado anualizado (kWh)	Toneladas de CO ₂ não emitidas em decorrência da correção dos vazamentos
2024	0,0545	0,00005448	260.753,16	14,20
Jan-Jul 2025	0,0337	0,00003366	330.100,64	11,11
Total			590.853,80	25,31

Tabela 6: aplicação das correções e cálculo da pegada de carbono.

Os cálculos apresentados nesta seção seguem as diretrizes do **GHG Protocol** e utilizam os fatores médios anuais de emissão de CO₂ equivalente por MWh publicados pelo **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)**. Essa abordagem garante que a estimativa da redução da pegada de carbono seja consistente com padrões reconhecidos internacionalmente e alinhada às melhores práticas de inventários corporativos de emissões. Dessa maneira, podemos observar que a redução da pegada de carbono decorrente do projeto foi de 25,31 toneladas de CO₂e. Entre janeiro de 2024 e julho de 2025, a Ultragaz emitiu 1.591,61 toneladas de CO₂ e provenientes do consumo de energia elétrica. Sem a implementação do projeto, estima-se que as emissões teriam alcançado 1.616,92 toneladas de CO₂ e nessa mesma categoria.

Para o custo evitado, conforme alinhado com o departamento financeiro da Ultragaz, o valor da visita da empresa contratada foi descontado em todas as análises. O relatório indicou um saving financeiro de R\$ 112.131,84 no período de abril a dezembro de 2024. Em 2025, até o mês de julho, o saving acumulado foi de R\$ 167.926,71, conforme abaixo:

Memorial de Cálculo Saving: Caça-Vazamentos 2024										
Projetos da base	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
Caça-vazamentos Manutenção	R\$ 1.128,72	R\$ 10.242,30	-R\$ 1.635,09	R\$ 44.105,01	-R\$ 606,25	R\$ 105,99	R\$ 38.849,81	R\$ 11.602,11	R\$ 8.339,24	R\$ 112.131,84
Aracaju	R\$ 2.303,44						R\$ 38.849,81			R\$ 41.153,25
Aracruz		R\$ 3.418,14						R\$ 619,28		R\$ 4.037,42
Araucária						R\$ 105,99				R\$ 105,99
Barueri				R\$ 1.360,95						R\$ 1.360,95
Barra São Francisco		R\$ 3.207,62						R\$ 3.207,40		R\$ 6.415,02
Capuava				R\$ 10.346,69						R\$ 10.346,69
Caucaia	-R\$ 1.174,72				-R\$ 606,25					-R\$ 1.780,97
Duque de Caxias		R\$ 3.616,54						R\$ 7.775,43		R\$ 11.391,97
Juazeiro										R\$ -
Mataripe										R\$ -
Mauá				R\$ 15.312,43						R\$ 15.312,43
Miramar										R\$ -
Paulínia										R\$ -
Senador Canedo			-R\$ 1.635,09						R\$ 8.339,24	R\$ 6.704,15
SJ Campos				R\$ 8.281,01						R\$ 8.281,01
Santos				R\$ 8.803,93						R\$ 8.803,93
Saving Total	R\$ 1.129	R\$ 10.242	-R\$ 1.635	R\$ 44.105	-R\$ 606	R\$ 106	R\$ 38.850	R\$ 11.602	R\$ 8.339	R\$ 112.131,84

Prêmio GLP de inovação e tecnologia – 2025

Figura 10: Cálculo de custo evitado por filial no ano de 2024.

Memorial de Cálculo Saving: Caça-Vazamentos 2025								
Projetos da base	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Ano 2025
Caça-vazamentos Manutenção	R\$ 6.698,17	R\$ 17.399,59	R\$ -	R\$ -	R\$ 310,04	R\$ 67.856,95	R\$ 75.661,96	R\$ 167.926,71
Aracaju		R\$ 5.615,13						R\$ 5.615,13
Aracruz								R\$ -
Araucária								R\$ -
Barueri							R\$ 10.096,50	R\$ 10.096,50
Barra São Francisco					R\$ 310,04			R\$ 310,04
Capuava							R\$ 21.206,18	R\$ 21.206,18
Caucaia		R\$ 5.929,11						R\$ 5.929,11
Duque de Caxias								R\$ -
Juazeiro						R\$ 67.856,95		R\$ 67.856,95
Mataripe								R\$ -
Mauá		R\$ 664,65					R\$ 10.096,50	R\$ 10.761,15
Miramar		R\$ 5.190,70						R\$ 5.190,70
Paulínia							R\$ 20.856,91	R\$ 20.856,91
Senador Canedo								R\$ -
SJ Campos							R\$ 13.405,87	R\$ 13.405,87
Santos	R\$ 6.698,17							R\$ 6.698,17
Saving Total	R\$ 6.698	R\$ 17.400	R\$ -	R\$ -	R\$ 310	R\$ 67.857	R\$ 75.662	R\$ 167.926,71

Figura 11: Cálculo de custo evitado por filial no ano de 2025.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação do projeto de caça vazamentos por ultrassom nas bases de envase de GLP comprovou-se valiosa em quatro frentes estratégicas:

- Redução da pegada de carbono pela diminuição do consumo de energia elétrica, com uma emissão evitada de 14,20 toneladas de CO₂e em 2024 e 11,11 toneladas de CO₂ e em 2025, evitando assim a emissão de 25,31 toneladas de CO₂ e no período.
- Custo evitado nos gastos energéticos, registrando um custo evitado de R\$ 112.131,84 em 2024 e R\$ 167.926,71 até julho de 2025, sendo, portanto, um projeto financeiramente saudável.
- Menor sobrecarga e desgaste dos compressores, prolongando a vida útil dos equipamentos.
- intervenções planejadas evitaram paradas não programadas, elevando a eficiência operacional e a confiabilidade do sistema.

Essas vantagens reforçam o caráter sustentável e econômico do projeto, destacando-o como ferramenta eficaz de gestão de ativos e manutenção preditiva.

8. REFERÊNCIAS

Inspeção por ultrassom em linhas de ar comprimido – Caça vazamento em linha de ar, Manutenção Preditiva (Engefaz)

Disponível em: <https://www.engefaz.com/inspecao-por-ultrassom-em-linhas-de-ar-comprimido/>

Inspeção de vazamentos em rede de ar comprimido utilizando ultrassom: estudo de caso e análise crítica

Cleiton Moya de Almeida & Carlos de Souza Almeida (Gestalent Consultoria)

Disponível em: https://www.gestalent.com.br/img/files/Artigo_AR_COMPRIMIDO.pdf

Ultrassom manutenção preditiva – PREDITEC

PREDITEC Manutenção Preditiva

Disponível em: <https://www.preditectecnologia.com.br/ultrassom-manutencao-preditiva>

Fator médio - Inventários corporativos (Fatores de conversão tCO₂/kWh)

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL.

Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2ª edição. São Paulo: GVces/WRI, 2014.

Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/ghg_protocol_duplas.pdf.

Bray, D. E.; Stanley, R. F.

Nondestructive Testing Handbook – Ultrasonic Testing. American Society for Nondestructive Testing, 2016.