

São Paulo Tech School - SPTECH

1º Semestre

Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Ana Mioki

Camila Jodai

Caroline Soares

Erick Lopes

Felipe Marcos

João Alves

**2025**

## **Introdução**

O projeto Security Gas tem como objetivo desenvolver uma solução inteligente para monitoramento de vazamentos de gás em restaurantes. Utilizando sensores conectados a uma plataforma web intuitiva, o sistema detecta em tempo real a presença de gases inflamáveis e emite alertas imediatos, reforçando a segurança dos usuários e prevenindo acidentes.

A motivação por trás do desenvolvimento do Security Gas surgiu da necessidade de aumentar a segurança em locais onde o uso de gás é frequente, muitas vezes sem um sistema de detecção eficiente. Vazamentos não identificados podem causar sérios danos à saúde, incêndios ou explosões, e essa solução ajuda a mitigar esses riscos por meio da tecnologia.

Integrando sensores IoT com uma aplicação web moderna, o Security Gas visa oferecer aos usuários um painel de controle acessível, com informações em tempo real, histórico de detecções e alertas automáticos.

## **Contexto**

No Brasil, diversos casos ilustram as devastadoras consequências de vazamentos de gás em restaurantes. Em dezembro de 2022, uma explosão atingiu o Coco Bambu e destruiu o Restaurante Vasto, em Teresina, localizado no estado do Piauí. O Corpo de Bombeiros apontou que sua principal causa foi um vazamento de gás, comprovado pelo forte cheiro percebido antes do acidente. Outro incidente ocorreu em Curitiba, no estado do Paraná, em 2019, quando um vazamento de botijão de gás provocou uma explosão em um restaurante na Galeria General Osório, resultando em um incêndio, que felizmente foi controlado pelos bombeiros.

A solução Security Gas visa monitorar vazamentos de **Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)**, o qual é amplamente utilizado em restaurantes devido ao seu custo-benefício e eficiência energética. No entanto, vazamentos de GLP podem ser perigosos, pois o gás é altamente inflamável e, quando acumulado em locais fechados, pode causar explosões e intoxicações. O objetivo da nossa solução é detectar vazamentos precocemente para mitigar riscos à segurança, ao patrimônio e às operações do restaurante. A detecção de vazamento prioriza a segurança e a saúde da população no entorno dos gasodutos, dos funcionários envolvidos direta e indiretamente com os serviços, além do seu comprometimento e responsabilidade com o meio ambiente.

A implementação de sensor e detecção de vazamento de gás com monitoramento em tempo real oferece uma maior segurança. Nossos dispositivos permitem a identificação imediata de vazamentos, possibilitando tomadas de decisões rápidas para evitar mais acidentes. Quanto mais rápida a detecção do vazamento de gás ocorrer, menores serão os impactos como por exemplo o de risco de asfixia por inalação do gás e o risco de explosão por fonte de ignição. Obter a informação antecipadamente é estar à frente, minimizando riscos, impactos e prejuízos.

**Características Gerais do Ambiente das Cozinhas de Restaurantes**

As cozinhas de restaurantes são espaços intensamente utilizados, geralmente quentes, barulhentos e movimentados. São ambientes onde o ritmo é acelerado durante boa parte do dia, especialmente em horários de pico, como almoço e jantar. Em geral, esses espaços são relativamente compactos em relação à quantidade de equipamentos e pessoas que circulam ao mesmo tempo, o que torna essencial a organização e o aproveitamento de cada metro quadrado.

O som ambiente é marcado por comandos rápidos entre os funcionários, panelas batendo, exaustores ligados e às vezes o alarme do forno disparando. Há presença constante de umidade e gordura no ar, o que deixa o ambiente úmido, quente e com sensação de abafamento, especialmente em cozinhas mal ventiladas.

Botijões de gás de 13 kg ou 45 kg são comuns, alguns alocados em áreas externas, mas em muitos casos ainda ficam dentro da própria cozinha, o que aumenta os riscos em caso de vazamentos. A manutenção das mangueiras e válvulas nem sempre é frequente, principalmente em estabelecimentos de pequeno e médio porte, onde os cuidados com segurança são muitas vezes negligenciados por falta de informação ou de recursos.

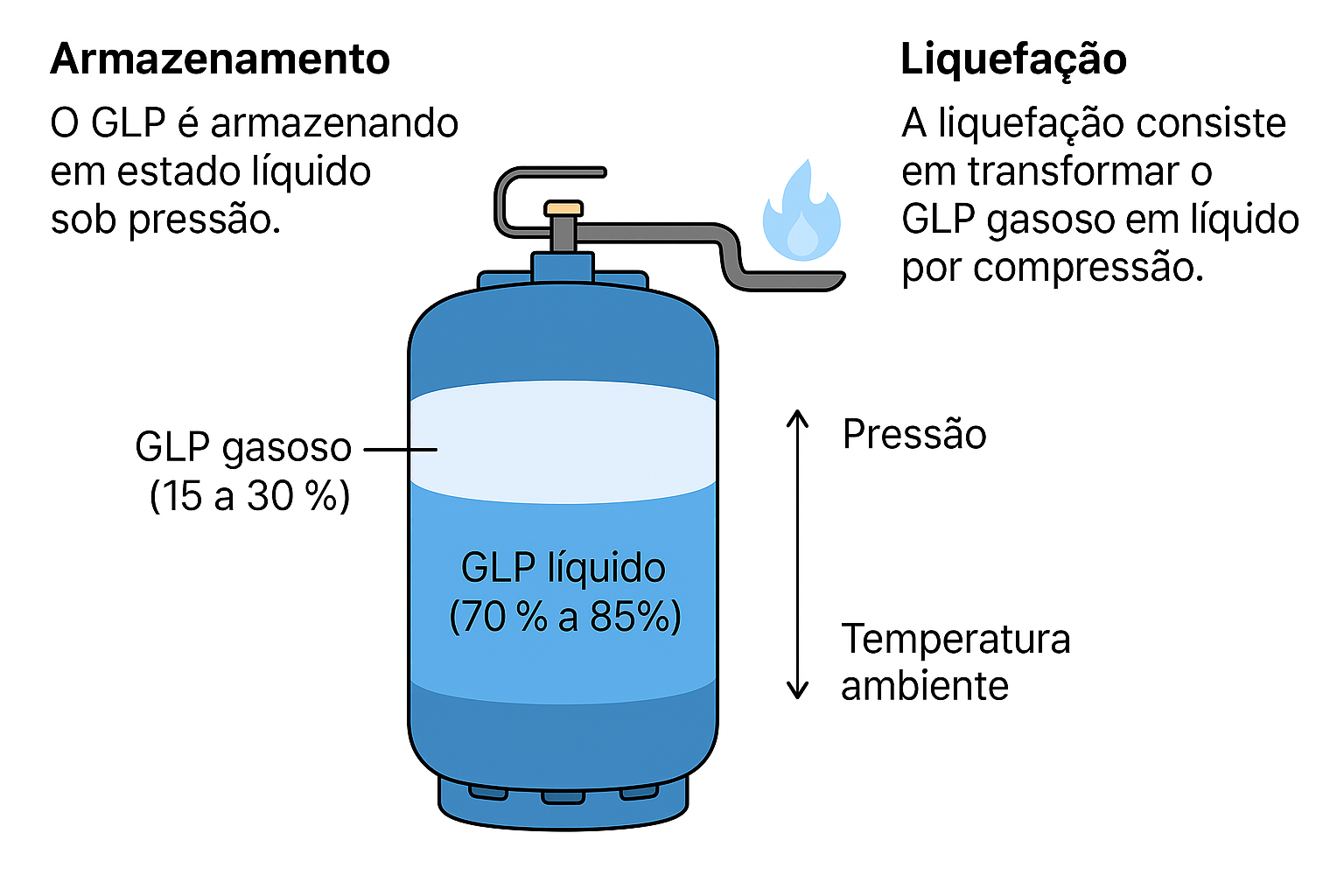
Ambientes muito quentes como essas cozinhas comerciais já têm um risco adicional. O aumento da temperatura pode fazer com que a pressão dentro do botijão ou da tubulação aumente, acelerando o vazamento e potencializando os efeitos de uma explosão.

Em resumo, a cozinha de um restaurante é um espaço funcional, intenso e com alto risco operacional. Ela reflete a pressão do serviço, a complexidade do preparo de alimentos em larga escala e a necessidade constante de equilibrar agilidade, higiene e segurança. Embora alguns estabelecimentos sigam rigorosamente as normas de segurança e boas práticas, ainda é comum encontrar cozinhas com ventilação inadequada, instalações improvisadas de gás e pouca automação, o que aumenta o risco de acidentes

**Gás GLP**

O gás de cozinha, ou GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), é uma mistura de hidrocarbonetos leves, principalmente propano (C₃H₈) e butano (C₄H₁₀), também pode conter pequenas quantidades de outros compostos, como propeno, butileno e etano, além de um odorante (geralmente mercaptano), adicionado para facilitar a detecção de vazamentos, já que o gás puro não tem cheiro.

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é naturalmente gasoso em temperatura ambiente, mas pode ser transformado em líquido quando submetido a pressões entre 7 e 10 atmosferas. Esse processo de liquefação permite armazenar grandes quantidades de gás em recipientes relativamente pequenos, como botijões ou tanques. Em um botijão de GLP, cerca de 80% do volume é ocupado pelo gás em estado líquido, enquanto os 20% restantes formam um espaço com gás vaporizado, necessário para garantir a segurança e permitir a expansão do líquido em caso de variações de temperatura. A liquefação do GLP acontece durante o processo de refino do petróleo ou no tratamento do gás natural, por meio de compressão e/ou resfriamento. Quando a válvula do botijão é aberta, o gás presente na parte superior sai, fazendo com que parte do líquido evapore para manter a pressão interna equilibrada e garantir o fornecimento contínuo do gás para uso.



**Cuidados com o Gás de cozinha (GLP)**

O GLP é altamente inflamável e, por isso, exige extremo cuidado no manuseio e armazenamento. O GLP, por não possuir odor natural, é tratado com um composto de enxofre chamado mercaptana, que é responsável por conferir um cheiro característico ao gás, facilitando a detecção de vazamentos. Embora não seja venenoso, o GLP é asfixiante. Em locais fechados, o gás, por ser mais pesado que o ar, tende a se acumular próximo ao chão, o que pode expelir o oxigênio do ambiente, colocando em risco a vida das pessoas e provocando asfixia. Portanto, qualquer botijão com vazamento precisa ser removido imediatamente para um local aberto, a fim de evitar acidentes graves. O manejo correto e a instalação de sistemas de monitoramento são fundamentais para prevenir acidentes fatais, como explosões.

**Dicas que salvam vidas:**

* **Troque a mangueira e o registro a cada 5 anos**. Esses itens se desgastam com o tempo e podem causar vazamentos.
* **Sempre verifique o estado do botijão antes de aceitar a entrega**. Se estiver amassado, enferrujado ou com sinais de vazamento, **não aceite** e solicite a troca imediata.
* Instale o botijão **em local ventilado**, de preferência fora da cozinha.
* Mantenha o **detector de gás funcionando** e posicionado corretamente para alertar em caso de vazamentos.
* Em caso de cheiro forte de gás, **não acione interruptores ou qualquer equipamento elétrico**, abra portas e janelas e retire o botijão do ambiente, se for seguro fazê-lo.

**Normas Técnicas**

**NBR 15526 – Instalações Internas de Gás Combustível em Edificações:**

Essa norma da ABNT estabelece os requisitos para o projeto, execução, ensaio, operação e manutenção das instalações internas de gás combustível, como o GLP. Ela trata de pontos como dimensionamento das tubulações, ventilação dos ambientes e dispositivos de segurança. A *Security Gas* atua como uma solução complementar a essa norma, reforçando a segurança ao monitorar em tempo real as concentrações de gás e alertar os responsáveis em caso de vazamentos, o que ajuda a prevenir acidentes e a manter a conformidade com os requisitos técnicos desta norma.

**NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão**

Essa norma estabelece condições seguras para instalações elétricas em ambientes residenciais, comerciais e industriais. Como o *Security Gas* utiliza microcontroladores (Arduino), sensores e conexão com a internet, todas as ligações elétricas devem seguir essa norma para garantir segurança e evitar faíscas, curtos-circuitos ou sobrecargas — especialmente em ambientes onde há presença de gases inflamáveis, como o GLP. A aplicação correta da NBR 5410 é essencial para a segurança do sistema como um todo.

**Portaria INMETRO nº 182/2012 – Regulamento Técnico de Qualidade para Botijões de Gás**

Essa portaria define critérios técnicos e de segurança para botijões de GLP, como os de 13 kg e 45 kg utilizados em cozinhas comerciais. Ela regula desde a fabricação até o descarte, além de exigir a presença de certificações de segurança nas válvulas, mangueiras e conexões. O *Security Gas* reforça a aplicação dessa norma ao monitorar o ambiente onde esses botijões estão inseridos, contribuindo para a detecção precoce de falhas, mesmo quando os recipientes e conexões estão em conformidade legal — funcionando como uma segunda camada de proteção.

**NR-23 – Proteção Contra Incêndios**

Norma regulamentadora do Ministério do Trabalho, a NR-23 exige que os ambientes de trabalho estejam preparados para combater princípios de incêndio e evacuar pessoas em situações de risco. Ela trata da obrigatoriedade de extintores, rotas de fuga e treinamentos. O *Security Gas* se alinha a essa norma ao permitir que a detecção de vazamentos seja feita precocemente, antes que o GLP atinja concentrações explosivas. Isso reduz a chance de incêndios e melhora a capacidade de resposta dos funcionários, reforçando uma cultura de prevenção.

**Motivo principal pelo qual o botijão de gás explode**

Quando uma unidade de botijão de gás não tem a instalação adequada ou carece de manutenção de uso apropriada, é possível que ocorra uma situação que desempenha um papel importante nos casos de explosão do botijão, o vazamento de gás irregular.

A maneira mais comum de detectar um grande vazamento é pelo odor do gás, que pode ser tóxico se armazenado em áreas sem acesso ao ar fresco. Devido ao seu peso maior que o ar, ele se espalha pelo piso, e qualquer contato com energia elétrica ou fumaça pode resultar em chamas que provocam a queimação do GLP do ar.

De acordo com o levantamento da Liberty Seguros, um dos erros que mais acontecem em bares, restaurantes e cozinhas industriais e que podem causar incêndios é a instalação do sistema de gás onde as mangueiras vão parar dentro da própria cozinha, esse é um exemplo do que aconteceu no [restaurante](https://www.diariodaregiao.com.br/cidades/vazamento-de-gas-provoca-explos-o-em-restaurante-de-hipermercado-em-rio-preto-1.1004116) de um hipermercado em Rio Prato em setembro deste ano, que felizmente não deixou feridos graves.

Existem também medidas técnicas de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) específicos de explosividade que determinam as concentrações no ar em que o gás pode inflamar na presença de uma fonte de ignição. O Limite Inferior de Explosividade (LIE) do GLP é aproximadamente 1,8%, enquanto o Limite Superior de Explosividade (LSE) é cerca de 9,0%. Isso significa que, se a concentração de GLP no ar estiver entre 1,8% e 9,0%, existe o risco de combustão se houver uma fonte de ignição presente. Concentrações abaixo de 1,8% são consideradas muito baixas para inflamar, e acima de 9,0%, a mistura é rica demais em gás para que a combustão ocorra. Esses limites podem variar ligeiramente dependendo da composição específica do GLP, que é uma mistura de propano e butano. Portanto, é crucial monitorar continuamente as concentrações de GLP em ambientes onde é utilizado, especialmente em cozinhas de restaurantes, para garantir que permaneçam fora da faixa de explosividade e, assim, prevenir acidentes graves, como explosões e incêndios.​

Existem órgãos que gerenciam a segurança e as práticas que teve se ter ao mexer com gases como o GLP tendo como principal a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) é o órgão do governo brasileiro responsável por regular, supervisionar e fiscalizar as atividades ligadas ao petróleo, gás natural e biocombustíveis no país. Ela garante que as empresas sigam as regras, promovam a concorrência justa e ajudem a garantir que o Brasil tenha energia suficiente, de boa qualidade e a preços justos. Além disso, a ANP também incentiva pesquisas e o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor de energia.

Outra grande referência é o IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás) é uma associação privada que representa empresas do setor de energia no Brasil. Ele promove eventos, cursos, pesquisas e atua na criação de normas técnicas. Também defende o uso sustentável de recursos e participa de discussões sobre petróleo, gás natural, biocombustíveis e até o GLP (gás de cozinha), ajudando a garantir qualidade, segurança e inovação no setor. Para assegurar todos esses processos existe o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) é o órgão que garante a qualidade, segurança e precisão dos produtos e serviços no Brasil. Ele testa e certifica tudo para proteger o consumidor, como botijões, capacetes, mangueiras e válvulas e até os transportes como os Caminhões-Tanque que são os responsáveis por transportar o GLP.

**O que é o Arduino e para que ele serve?**

O Arduino é uma plataforma open-source de prototipagem eletrônica que permite o desenvolvimento de projetos tecnológicos variados, sendo amplamente utilizado para construir dispositivos eletrônicos customizáveis. Constituída por hardware e software, o Arduino permite criar soluções inteligentes, como sistemas de monitoramento de gás, que podem ser facilmente programados e modificados. Seu principal componente é um microcontrolador, um processador pequeno que gerencia os dados de entrada e saída. A plataforma open-source oferece a possibilidade de compartilhar e aprimorar soluções por meio de códigos desenvolvidos por seus usuários, permitindo a personalização dos projetos. Após programar, o Arduino pode ser integrado a diversos dispositivos, como ventiladores, termômetros e sistemas de segurança, tornando-o uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento de soluções tecnológicas em diversos campos, incluindo a segurança de instalações comerciais.

**Sensor MQ-2**

O Sensor MQ-2 é um dispositivo eletrônico altamente eficaz para a detecção de gases como GLP, propano, metano, monóxido de carbono, álcool e fumaça. Ele pode detectar concentrações de gás variando de 200 a 10.000 ppm (partes por milhão), o que o torna ideal para sistemas de monitoramento de segurança em ambientes comerciais, como restaurantes. O sensor é especialmente útil para detectar vazamentos de gás GLP, alertando automaticamente os responsáveis e evitando riscos de incêndio ou explosão. Integrado a plataformas como o Arduino, o sensor MQ-2 permite a criação de sistemas de monitoramento autônomos e de baixo custo, com a capacidade de enviar alertas em tempo real em caso de vazamentos ou concentrações perigosas de gases.

**Local de instalação dos sensores:**

Os sensores devem ser dispostos na parte baixa do ambiente, pois o gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) é mais pesado que o ar, ou seja, ele desce e se acumula próximo ao chão. Sendo assim, **o sensor deve ser instalado a aproximadamente 20 centímetros do chão, posicionado na lateral do botijão, mas sem encostar diretamente nele.**

A instalação do sensor de gás é próximo ao botijão ou à central de gás, especialmente quando este se encontra dentro da cozinha. Isso se deve ao fato de que vazamentos na válvula ou na mangueira do botijão estão entre as principais causas de acidentes com GLP. Embora o recomendado seja manter o botijão fora da cozinha, essa prática ainda não é comum em muitos estabelecimentos pequenos, que optam por mantê-lo no interior do ambiente.

**Security Gas como Explosímetro Digital**

Além de atuar na detecção e notificação em tempo real de vazamentos de gás, o sistema **Security Gas** também exerce a função de **explosímetro digital**, permitindo o acompanhamento da exposição contínua do ambiente ao gás.

**O que é um explosímetro?**

Um explosímetro é um dispositivo utilizado para medir a **exposição acumulada** de um local ou de trabalhadores a agentes químicos, como o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) ou o Gás Natural (GN). Essa medição é essencial para prevenção de acidentes e controle de ambientes de risco.

**Como o Security Gas cumpre essa função:**

* **Monitoramento contínuo dos níveis de gás**, com leitura de PPM (partes por milhão) em intervalos programáveis;
* **Registro automático e armazenado em banco de dados**, permitindo análise por períodos (diário, semanal, mensal);
* **Visualização histórica e interativa via dashboard**, possibilitando a identificação de padrões de acúmulo ou aumento súbito da concentração de gás;
* **Relatórios de exposição**, que podem ser utilizados para tomada de decisões preventivas e gestão de risco ocupacional.
* **Alertas em Tempo Real**: Notificações automáticas, o sistema emite alertas

**Benefícios dessa funcionalidade:**

* Ajuda na **antecipação de falhas ou vazamentos crônicos** antes que se tornem críticos;
* Permite embasar **ações corretivas com base em dados reais**, como revisão de tubulações, troca de válvulas ou aumento da ventilação;
* Oferece **transparência e segurança jurídica**, gerando um histórico de boas práticas e medidas preventivas;
* Suporte à **conformidade com normas de segurança e saúde do trabalho**, reforçando a cultura de prevenção.

Em outras palavras, o Security Gas vai além de um simples alarme: ele transforma dados em segurança, prevenção e inteligência operacional.

## **Público alvo**

A solução **Security Gas** é projetada para atender ao setor de **foodservice/restaurantes** no Brasil, que engloba uma ampla variedade de estabelecimentos, incluindo restaurantes, bares, lanchonetes e cafeterias. Este setor desempenha um papel fundamental na economia brasileira, representando **3,6% do PIB nacional** e movimentando aproximadamente **R$ 416 bilhões em 2023**. ​[ANR](https://www.anrbrasil.org.br/pesquisa-alimentacao-hoje-a-visao-dos-operadores-de-foodservice-revela-que-74-dos-estabelecimentos-aumentaram-o-faturamento-em-2023/?utm_source=chatgpt.com)[Panrotas](https://www.panrotas.com.br/mercado/pesquisas-e-estatisticas/2024/12/responsavel-por-36-do-pib-bares-e-restaurantes-movimentam-r-416-bilhoes_212310.html?utm_source=chatgpt.com)

**Por que esse segmento?**

* O setor de alimentação no Brasil é um dos que mais cresce, com **455 bilhões de reais faturados em 2024**, representando uma alta de quase 10% em relação a 2023 (Fonte: ANR – Associação Nacional de Restaurantes).
* Há mais de **1 milhão de estabelecimentos de alimentação fora do lar no país** (Fonte: Abrasel), muitos dos quais ainda carecem de soluções inteligentes e acessíveis para monitoramento de gás.

**Segmento de Franquias no Setor de Alimentação**

As franquias têm uma presença marcante no setor de alimentação fora do lar, correspondendo a **33% das 50 maiores franquias no Brasil**. As principais redes de franquias de restaurantes incluem:

* **McDonald's**: 2.662 unidades
* ​**Subway**: 1.574 unidades
* ​**Burger King**: 1.331 unidades
* **Bob's**: 1.002 unidades​
* **Chiquinho Sorvetes**: 772 unidades​

**Crescimento e Desafios do Setor**

Em 2023, **74% dos estabelecimentos de foodservice relataram aumento no faturamento** em comparação ao ano anterior. Apesar desse crescimento, o setor enfrenta desafios contínuos, como o aumento dos custos operacionais e a gestão eficaz da força de trabalho. ​[ANR](https://www.anrbrasil.org.br/pesquisa-alimentacao-hoje-a-visao-dos-operadores-de-foodservice-revela-que-74-dos-estabelecimentos-aumentaram-o-faturamento-em-2023/?utm_source=chatgpt.com)

**Relevância da Solução Security Gas**

Diante da magnitude e complexidade do setor de foodservice no Brasil, a implementação de soluções como o **Security Gas** é essencial para garantir a segurança operacional.

**Motivações para Adoção do Sistema**

Se sensores simples apenas avisam, o nosso sistema gerencia, aprende e protege. Com Security Gas, além de detectar, você registra, analisa e toma decisões para evitar prejuízos, acidentes e multas — tudo em uma plataforma intuitiva e acessível.

O uso de gás de cozinha (GLP) é extremamente comum em ambientes domésticos, comerciais e industriais, especialmente em restaurantes. No entanto, seu uso inadequado ou acidentes envolvendo vazamentos podem causar incêndios, explosões e intoxicações, resultando em danos materiais e até perda de vidas.

A Lei **nº 11.352/1993** no município de São Paulo que **obriga o uso de sensores de vazamento de gás** em locais comerciais, industriais e residenciais.

Mesmo em cidades onde não há exigência legal, estar em conformidade pode proteger o estabelecimento de ações judiciais e aumentar sua responsabilidade social.

**2. Sensores convencionais não armazenam histórico nem cruzam dados**

A maioria dos sensores usados em comércios (tipo detectores simples de gás GLP ou GN) são **reativos** e não possuem nenhum tipo de **memória ou conectividade** — apenas disparam um alarme. (alarme esse - sonoro ou luminoso - pode ser gatilho para uma potencial explosão dependendo do nível de gás)

* O diferencial de **armazenamento histórico** e **análise por dashboard** agrega valor tanto em **gestão preventiva** quanto **segurança de dados** para auditorias.
* Permite que o gestor identifique **picos de vazamento**, **horários críticos**.

**3. Prejuízos do vazamento de gás (financeiros e humanos)**

O vazamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) em restaurantes representa um risco severo tanto para a integridade física das pessoas quanto para o patrimônio do estabelecimento. O GLP é altamente inflamável e, em ambientes com ventilação inadequada, pode se acumular e causar incêndios ou explosões de grande magnitude. Além disso, mesmo sem combustão, sua inalação acidental pode gerar impactos significativos à saúde.

**Impactos à saúde humana:**

A exposição excessiva ao GLP, especialmente em locais fechados, pode levar à **intoxicação por hidrocarbonetos**. De acordo com a Agência Nacional do Petróleo (ANP) e diretrizes do Corpo de Bombeiros, os principais sintomas de intoxicação incluem:

* **Dispneia (falta de ar)**
* **Tontura e sonolência**
* **Náuseas e vômitos**
* **Tosse seca persistente**
* **Irritação nas vias respiratórias**
* **Perda de consciência (em casos mais graves)**

Esses efeitos são potencializados em cozinhas com ventilação insuficiente ou má instalação dos cilindros, aumentando o risco de incidentes graves para funcionários, clientes e vizinhos. Trabalhadores expostos de forma crônica a pequenos vazamentos podem desenvolver complicações respiratórias a longo prazo.

**Prejuízos financeiros e operacionais:**

Além dos danos à saúde, os vazamentos de GLP podem ocasionar prejuízos materiais expressivos:

* **Danos à estrutura física do restaurante**, incluindo destruição de equipamentos, instalações elétricas e mobiliário, em caso de explosões.
* **Interrupção das atividades comerciais**, gerando perda de faturamento e comprometimento da reputação da empresa.
* **Multas e sanções legais**, por descumprimento de normas de segurança estabelecidas por órgãos como a ANP, Corpo de Bombeiros e Vigilância Sanitária.
* **Custos com tratamentos médicos e possíveis ações judiciais** movidas por vítimas ou familiares.

**Importância da Prevenção**

A adoção de medidas preventivas e tecnológicas é essencial para mitigar os riscos associados ao vazamento de GLP em ambientes de preparo de alimentos, como cozinhas industriais e restaurantes. A solução proposta, **Security Gas**, atua de forma automatizada e contínua no monitoramento da concentração de gás no ambiente, por meio de **sensores que captam os níveis de PPM (partes por milhão)**.

Os dados coletados são armazenados em uma **plataforma web exclusiva**, desenvolvida para atender às necessidades operacionais de restaurantes. A plataforma permite:

* **Visualização do histórico de medições por período**
* **Acompanhamento em tempo real por meio de dashboards intuitivos**
* **Recebimento de alertas automáticos em caso de vazamentos**
* **Cálculo estimado do prejuízo financeiro com base na perda de gás**
* **Registro de log com controle de fechamento do registro de gás ao final do expediente**

Com isso, o **Security Gas oferece uma camada adicional de segurança, economia e controle operacional**, contribuindo para a proteção da equipe, dos clientes e do patrimônio do restaurante.

## **Análise de Perda por Vazamento de Gás**

Restaurantes estão sujeitos a diversas perdas financeiras decorrentes de vazamentos de gás, incluindo o desperdício do próprio combustível (impactando diretamente os custos operacionais), a interrupção temporária das atividades (gerando perda de receita), danos a equipamentos e instalações, despesas com assistência médica e seguros para funcionários afetados, além de multas e possíveis processos legais por negligência em segurança. Esses prejuízos, que podem ultrapassar dezenas de milhares de reais em casos graves, tornam evidente a necessidade de soluções que priorizem a detecção rápida e a prevenção. Ao oferecer um sistema inteligente com alertas, armazenamento de histórico e logs operacionais, nossa solução contribui diretamente para a redução de riscos, impactos e custos.

**Fontes:**

* ANP – Manual de Segurança Operacional com GLP
* CBM-SP – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo
* UOL Notícias – Vazamentos em cozinhas

Gráfico, Gráfico de barras

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

**Desperdício de gás**: Consumo não utilizado, representando perdas diretas.

**Fechamento temporário**: Impacto na receita por paralisação das atividades.

**Danos materiais**: Equipamentos de cozinha danificados ou inutilizados.

**Custos médicos/seguros**: Atendimento a funcionários afetados ou obrigações trabalhistas.

**Multas e processos legais**: Penalidades aplicadas por negligência com segurança.

**Base dos Dados Estimados para o Gráfico**

| **Tipo de prejuízo** | **Valor médio (estimado)** | **Justificativa/Fonte** |
| --- | --- | --- |
| **Danos materiais** | R$ 8.000 | Casos reais de pequenos incêndios/explosões causados por GLP, como o de Guaratinguetá (2022), que causou perda estrutural em cozinha — valores apurados por seguros e perícias. (Fonte: G1, Corpo de Bombeiros SP) |
| **Interdição do local** | R$ 10.000 (estimado) | Inclui perdas por fechamento de 5 dias úteis: R$ 2.000/dia de receita média de restaurante pequeno (com base em Sebrae). [(Fonte: SEBRAE - Perfil de Restaurantes)](https://datasebrae.com.br/) |
| **Multas e autuações** | R$ 5.000 – R$ 9.000 | Multas da ANP e da Prefeitura por ausência de equipamentos de segurança ou explosões, dependendo da gravidade. (Fonte: Lei nº 11.352/1993 - SP) |
| **Perda de estoque** | R$ 2.000 | Alimentos perecíveis desperdiçados por contaminação ou falta de refrigeração pós-vazamento/explosão. [(Estimativa baseada em Custo Operacional Médio - Abrasel)](https://abrasel.com.br/) |
| **Acionamento e emergência** | R$ 1.500 – R$ 3.000 | Gasto com Corpo de Bombeiros, ambulância e serviços de emergência particulares ou seguros. [(Fonte: Casos de atendimento do SAMU e Bombeiros - G1/Record] |

## **Casos Reais e Responsabilização Legal**

Incidentes graves envolvendo vazamentos de gás já ocorreram em diversos restaurantes no Brasil, demonstrando os riscos à segurança, à vida e à reputação das empresas. A seguir, alguns exemplos marcantes:

* **Explosão nos restaurantes Vasto e Coco Bambu (Teresina, 2022):** Um vazamento de gás na cozinha causou uma forte explosão que destruiu ambos os estabelecimentos. O laudo apontou falha no regulador ou deslocamento de mangueira como causa provável.
* **Explosão no restaurante Filé Carioca (Rio de Janeiro, 2011):** O uso irregular de GLP causou uma explosão que deixou quatro mortos e 17 feridos. O proprietário foi condenado a sete anos de prisão por negligência.
* **Incêndio em depósito de restaurante (Boa Vista, 2023):** Vazamento de gás em depósito com botijões causou incêndio e explosão. Apesar dos danos, não houve feridos.
* **Vazamento em restaurante (Ribeirão Preto, 2023):** Funcionários detectaram cheiro e som de gás na cozinha. A ação rápida evitou explosão e vítimas.
* **Explosão por botijão (Cachoeiro de Itapemirim, 2023):** Botijão explodiu e destruiu parte do restaurante, que operava sem alvará dos bombeiros.
* **Explosão causada por vazamento de GLP atingiu a cozinha do restaurante Burger King ( setembro de 2022)**, localizado dentro do hipermercado Carrefour em São José do Rio Preto (SP). [(Fonte)](https://oextra.net/41047/vazamento-de-gas-provoca-explosao-no-burger-king-em-rio-preto)
* **Em janeiro de 2020, um vazamento de gás** provocou um incêndio em um restaurante em Belo Horizonte (MG), causando danos estruturais. [(Fonte)](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/10/interna_gerais,1113580/vazamento-de-gas-provoca-incendio-em-restaurante-em-belo-horizonte.shtml)
* **Em outubro de 2024, um incêndio atingiu um restaurante** em Crato (CE), também devido a um **vazamento de gás**. [(Fonte)](https://www.newscariri.com.br/2024/10/ao-vivo-vazamento-de-gas-provoca-incendio-num-restaurante-da-encosta-do-seminario-em-crato)
* **Vazamento de gás em restaurante em Pau dos Ferros (Rio Grande do Norte, 2024):** uma mangueira de alta pressão conectada a um botijão de 90kg rompeu, causando vazamento de GLP ([Fonte](https://agorarn.com.br/ultimas/corpo-de-bombeiros-vazamento-pau-dos-ferros/))

Esses são apenas alguns exemplos entre muitos outros registrados nos últimos anos, onde o denominador comum foi a **falta de um sistema automatizado e eficiente para detecção de vazamentos**. Além do risco à vida, os prejuízos financeiros desses incidentes podem chegar a centenas de milhares de reais, com perda total de equipamentos, estruturas físicas e interrupção do funcionamento do negócio por tempo indeterminado.

Diante dessa realidade preocupante, a **Security Gas** identificou uma **necessidade crítica no mercado**: oferecer uma solução tecnológica de baixo custo, de fácil implementação e com alto nível de eficácia no monitoramento em tempo real de vazamentos de gás inflamável.

Essa solução não apenas atende a uma demanda urgente por segurança, como também se alinha aos princípios da Internet das Coisas (IoT) e da automação inteligente, promovendo maior controle, prevenção e eficiência operacional. A solução é especialmente voltada para pequenos e médios empreendedores, que geralmente não têm acesso às tecnologias avançadas de monitoramento utilizadas por grandes empresas.

Portanto, a importância deste projeto transcende sua viabilidade técnica e econômica. Ele se justifica pela sua **relevância estratégica e social**, ao contribuir significativamente para a **prevenção de acidentes**, **proteção de vidas humanas**, **preservação de patrimônios** e **continuidade dos negócios**, promovendo um ambiente mais seguro por meio da tecnologia acessível e inovadora.

**Justificativa**

Casos como a explosão do restaurante Filé Carioca, que deixou quatro mortos, 17 feridos e causou prejuízos superiores a R$700mil, reforçam a urgência por tecnologias de monitoramento para a prevenção de acidentes. Nesse contexto, nossa solução propõe reduzir em até 20% os prejuízos causados por vazamentos de gás, incluindo reparos emergenciais, paralisações, perdas de estoque e riscos à vida, promovendo maior segurança nos restaurantes.

**Objetivo**

Desenvolver um sistema para detectar automaticamente concentrações elevadas de gás inflamável (GLP) com sensores MQ-2, armazenar os dados em banco de dados e exibir informações e alertas em uma plataforma web com dashboard, login e controle de usuários.

O sucesso será medido pela capacidade do sistema em ler e armazenar os dados, enviar e exibir alertas, garantir boa usabilidade e controlar permissões de acesso.

Será utilizado um conjunto de tecnologias acessíveis, como Arduino, sensor MQ-2 e ferramentas web, visando atender à demanda real de restaurantes na prevenção de vazamentos de gás, promovendo segurança, economia e continuidade das operações.

A entrega está prevista para 26/05/2025, conforme o cronograma estabelecido.

## **Escopo**

A entrega principal do projeto será uma plataforma web institucional com os seguintes módulos:

* Integração com sensores MQ-2 conectados ao Arduino para coleta de dados sobre vazamentos;
* Dashboard com gráficos dinâmicos e métricas em tempo real;
* Sistema de login e cadastro de usuários;
* Registro de sensores vinculados a contas específicas;
* Registro de ocorrências e incidentes de vazamento;
* Geração de alertas e notificações automáticas ao identificar vazamentos.

**Resultados Esperados**

* Detecção precisa de vazamentos de gás GLP dentro da faixa de 300 a 10.000 ppm;
* Armazenamento seguro e estruturado dos dados coletados pelos sensores, usuários e empresas;
* Visualização dos dados em tempo real por meio de dashboards;
* Acesso seguro por autenticação individual;
* Registro automatizado de sensores e incidentes;
* Notificações automáticas para usuários responsáveis em caso de vazamento.

**Requisitos**

**Requisitos Funcionais:**

* Cadastro e autenticação de usuários;
* Registro de sensores com identificação personalizada;
* Coleta e armazenamento de dados dos sensores;
* Visualização de dados em tempo real;
* Geração de notificações de alerta;
* Registro e consulta de incidentes anteriores.

**Requisitos Não Funcionais:**

* Interface intuitiva e responsiva para desktop;
* Banco de dados relacional estruturado (SQL);
* Comunicação eficiente entre o Arduino e o backend da aplicação (Banco de Dados);
* Níveis de acesso diferenciados por cargo;
* Segurança básica nas credenciais e acessos.

**Premissas**

* O cliente terá infraestrutura de hardware adequada para uso do sistema;
* A equipe contará com recursos de rede e energia elétrica durante o desenvolvimento;
* Todos os membros do time participarão ativamente das fases do projeto;
* Os sensores e placas estarão protegidos de contato com líquidos;
* O cliente receberá um treinamento básico sobre o uso e as funcionalidades do sistema. Pressupõe-se que os funcionários responsáveis estarão disponíveis e presentes para participar do treinamento no período acordado.
* A emissão de alertas pelo sistema Security Gas ocorre de forma visual através do site (dashboard). Portanto, é necessário que um funcionário do restaurante acompanhe periodicamente a plataforma para identificar eventuais notificações de vazamento e tomar as devidas providências.

**Limitações e Exclusões**

**Limitações:**

* Sensor MQ-2 possui alcance entre 3 cm e 4 m;
* A faixa de detecção limita-se ao gás metano (GLP);
* O sistema será acessado apenas via computadores (não será mobile);
* A comunicação com autoridades públicas (bombeiros, polícia) será responsabilidade do usuário final.

**Exclusões:**

O sistema não controla ou interrompe o vazamento de gás;

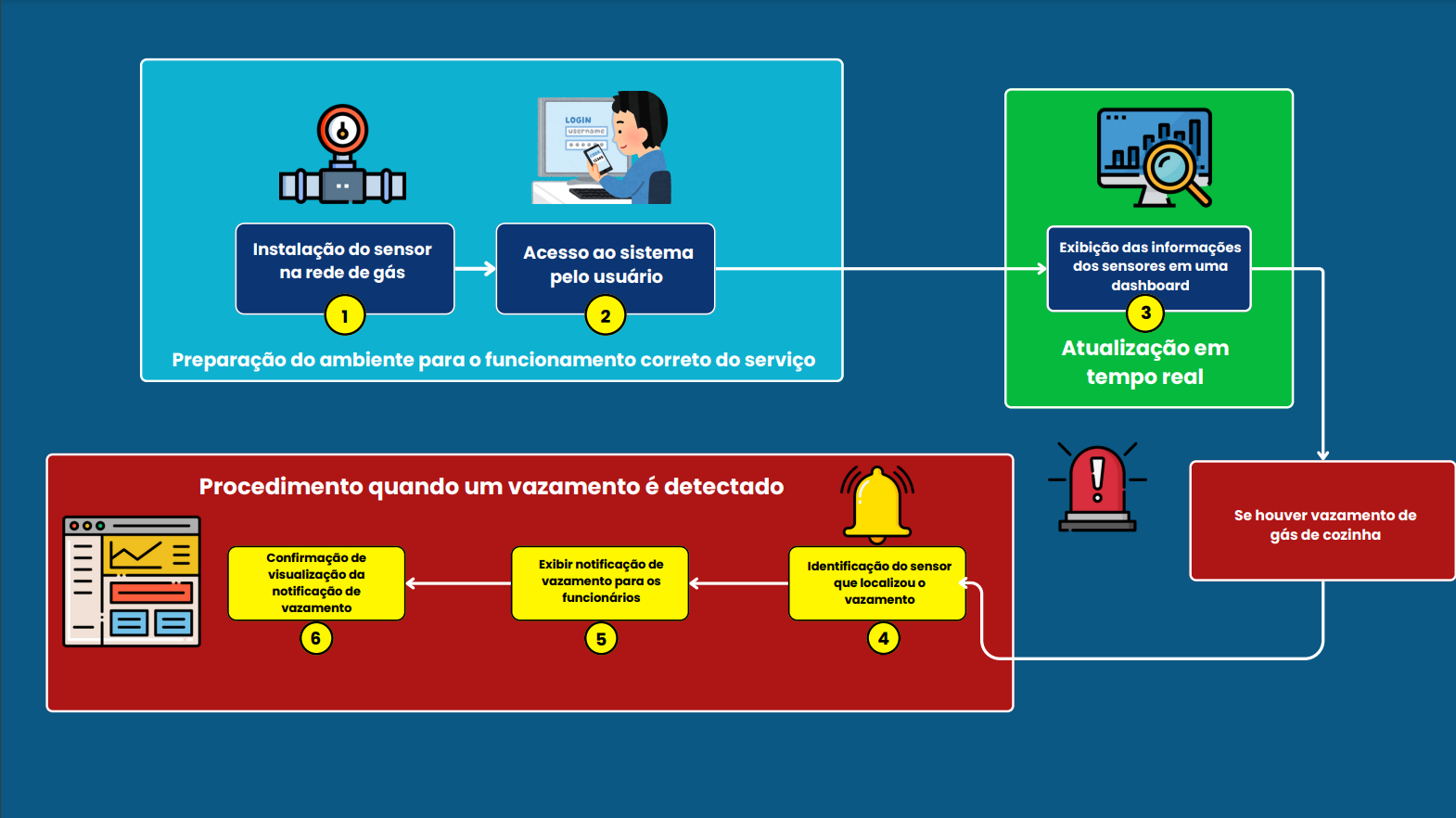
* O sensor não identifica o tipo específico de gás;
* Não será implementado aplicativo para dispositivos móveis.

**Riscos e Restrições**

* O projeto é exclusivo para o monitoramento de gás GLP;
* A placa Arduino necessita de energia constante para funcionar;
* Caso ocorra falha no sensor ou na placa, os dados podem ser imprecisos ou corrompidos;
* O sistema não poderá ser acessado por dispositivos móveis;
* Exposição à água danificará os dispositivos físicos;
* O sistema não notificará automaticamente serviços de emergência;
* O prazo de desenvolvimento é restrito a 4 meses.

**Diagrama de solução**

O sistema de monitoramento de vazamento de gás funciona a partir da instalação de sensores na rede de gás, que ficam responsáveis por detectar qualquer anormalidade. O usuário pode acessar o sistema para visualizar as informações em tempo real, por meio de um dashboard que apresenta o status dos sensores de forma clara e organizada. Caso ocorra um vazamento, o sistema detecta imediatamente o problema e identifica o local exato da ocorrência. Em seguida, um alerta de emergência é enviado para os funcionários responsáveis, garantindo que todos sejam informados rapidamente. Após o envio, o sistema também confirma se os alertas foram visualizados, assegurando que as ações corretivas sejam tomadas o mais rápido possível, aumentando a segurança e prevenindo acidentes.



**Fontes:**

Cuidados com o botijão de gás: <https://www.bombeiros.ce.gov.br/2023/08/21/corpo-de-bombeiros-atendeu-1-218-ocorrencias-com-gases-em-2023/>

Vazamento de gás no Burguer King - Rio Preto:

<https://oextra.net/41047/vazamento-de-gas-provoca-explosao-no-burger-king-em-rio-preto>

Vazamento de gás em restaurante em BH - Minas Gerais:

<https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/10/interna_gerais,1113580/vazamento-de-gas-provoca-incendio-em-restaurante-em-belo-horizonte.shtml>

Rompimento de mangueira que faz a conexão com o botijão provoca vazamento de gás:

<https://agorarn.com.br/ultimas/corpo-de-bombeiros-vazamento-pau-dos-ferros/>

LEI Nº 11.352 de 22 de Abril de 1993 - Obrigatório uso de sensor de gás em São Paulo

<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-11352-de-22-de-abril-de-1993#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.352%20DE%2022%20DE%20ABRIL%20DE%201993.,do%20Munic%C3%ADpio%20de%20S%C3%A3o%20Paulo.>