
Desenvolvimento de um Sistema de prevenção de incêndio provocado por vazamento de gás GLP em condomínios

Development of a fire prevention system caused by LPG gas leakage in condominiums

Sérgio Augusto Portocarrero Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7330-5508>

Instituto Federal de Rondônia – Campus Calama, Brasil

E-mail: sportocarrero@gmail.com

RESUMO

Muitas das reclamações de moradores de condomínios residenciais se concentram em vazamentos de gás do sistema de gás encanado existente, onde o cheiro de gás (GLP) é indicativo do problema. Assim, podemos considerar que este é um problema que pode ser mitigado com controles automatizados simples ligados a avisos de alarme que podem detectar o problema inicialmente e com isso a administração do condomínio pode tomar medidas preventivas que podem salvar vidas, daí a proposta deste trabalho de criar um protótipo que possa resolver a situação encontrada.

Palavras-chave: Condomínios residenciais; GLP; controles automatizados; avisos de alarme; protótipo;

ABSTRACT

Many of the complaints from residents in residential condominiums focus on gas leaks from the existing piped gas system, where the smell of gas (LPG) is indicative of the problem. So we can consider this to be a problem that can be mitigated with simple automated controls linked to alarm warnings that can detect the problem initially and with that the condominium administration can take preventive measures that can save lives, hence the proposal of this work to create a prototype that can solve the situation encountered.

Keywords: Residential condominiums; LPG; automated controls; alarm warnings; prototype;

INTRODUÇÃO

A tecnologia se expande a uma velocidade sem precedentes ao longo dos anos e se percebe em inúmeras aplicações do dia a dia na sociedade. Com a evolução constante da eletrônica, a necessidade de produzir soluções inovadoras é cada vez mais necessária e importante para se elaborar soluções tecnológicas de forma rápida e atender a demanda da sociedade. Contudo podemos afirmar que o engenheiro de controle e automação em sua formação, pode e deve adquirir conhecimentos múltiplos para que possa aplicá-los de forma adequada em contextos diversos e a necessidade e inclusão no mercado de trabalho exige estas habilidades, pois nesse mundo globalizado o conhecimento é fator essencial. Pensando nisso, este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema preventivo contra incêndio provocado por vazamento de gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) em condomínios.

Segundo Andreassa, a ciência e tecnologia é física, química, matemática na veia. Aplicação, gestão ou qualquer termo da moda não substitui o trabalho duro de compreender a ciência e de como transformá-la em tecnologia. Desta forma a compreensão do problema, a idealização de uma solução para o mesmo pode parecer simples, mas necessita de esforços e diversos conhecimentos para colocá-los em prática.

Este artigo tem como seu objetivo principal desenvolver, um sistema de forma a evitar que acidentes possam ocorrer devido a vazamento de gás GLP em condomínio de estrutura vertical e com sistema de abastecimento de gás através de central com cilindro de gás, através de simples comandos de alerta e avisos que garanta a prevenção.

Este projeto tem suas especificidades, que incluem, criar uma caixa em acrílico compartimentada que possam alojar os componentes elétricos e outra para confinar o gás GLP, confeccionadas através de máquina CNC (Controle Numérico por Computador) a laser, realizar os testes com componentes eletrônicos e instalá-los na caixa, realizar a programação em Arduino de forma a comandar os avisos de alertas visuais e sonoros, bem como o envio de mensagem por SMS para o celular da portaria do condomínio, além da previsão de acionamento de um dispositivo de sucção do ar com gás ser eliminado para ambiente externo.

A problemática se deu em virtude da observação de que muitas das reclamações de moradores em condomínios residenciais se concentra nos vazamentos de gás advindo do sistema de gás encanado existente, onde o cheiro de gás (GLP) é o indicativo do

problema. Na maioria das vezes eles são sentidos no hall de entrada dos apartamentos, exatamente nas caixas de distribuição de gás, onde se situam os registros de derivação que abastecem cada apartamento. Como o gás GLP é altamente inflamável sua combustão pode ser iniciada com uma simples centelha e daí gerar incêndio de proporções inimagináveis. Assim podemos considerar ser este um problema detectado que pode ser amenizado com simples controles automatizados atrelados a avisos de alarme que podem detectar o problema inicialmente e com isso a administração do condomínio poder tomar medidas preventivas que possam salvar vidas.

Nesse ambiente é possível ajustar a finalidade principal do projeto que seria atender ao usuário do condomínio com a problemática mencionada, ajustando as condições locais de implantação futura do projeto idealizado e modelado em laboratório de forma a atender satisfatoriamente aos requisitos principais que foram elencados através de uma ferramenta de indicadores de prioridades, chamada de Diagrama de Mudge, onde a partir daí é que priorizamos o objetivo principal do projeto em atendimento ao usuário final.

Nesta etapa, o projeto evolui das necessidades dos clientes até as especificações do projeto. Onde serão levantadas informações importantes para o desenvolvimento do projeto, porém, deve-se agir com cautela na seleção destas informações para não surgir soluções para um problema diferente do que se espera.

1.1 Vazamentos de Gás GLP

Problemas com vazamentos de gás são comuns de acontecer, e por vezes pode ocasionar acidentes com riscos, ao ponto de gerar mortes, G1/PE. A utilização da automação deixou de ser um uso exclusivamente da indústria e passou a ser usado também em ambientes residenciais, porém com a mesma finalidade de precisão, conforto e segurança, por ser muito superior as percepções humanas. Sendo assim, problemas ocasionados por vazamento de gás GLP podem ter sua prevenção definida e ao alcance uma infinidade de possibilidades para a implantabilidade de um sistema de controle automático.

O vazamento de gás em condomínios é um problema grave e potencialmente perigoso que requer atenção imediata e medidas processuais de prevenção e resposta. Um vazamento de gás pode ocorrer em diferentes pontos do sistema de gás do condomínio,

como tubulações, conexões, válvulas e medidores, e pode resultar em acidentes de incêndio, explosões e intoxicação por inalação de gases.

Um dos primeiros passos para evitar vazamentos de gás em condomínios é garantir uma instalação correta e segura do sistema de gás, com a contratação de profissionais habilitados e utilização de materiais certificados. É importante realizar inspeções regulares nas instalações de gás para identificar possíveis pontos de vazamento e realizar manutenção preventiva. Além disso, é essencial que os condôminos sejam educados e informados sobre os riscos do vazamento de gás e saibam como agir em casos de emergência. A conscientização deve incluir orientações sobre o cheiro característico do gás, geralmente adicionado a ele para facilitar a detecção, e a importância de relatar imediatamente qualquer suspeita de fuga para as autoridades e síndico.

No caso de um vazamento de gás ser detectado em um condomínio, é crucial adotar procedimentos de emergência. Isso pode incluir a evacuação imediata do local, desligar o fornecimento de gás e eletricidade, abrir portas e janelas para ventilação, e acionar o corpo de bombeiros e serviços de emergência. Não é recomendado usar dispositivos eletrônicos, fósforos identificados ou fazer qualquer atividade que possa gerar faíscas ou chamas, pois isso pode causar explosões. Além das medidas preventivas e de resposta a emergências, é importante que o condomínio tenha um plano de contingência bem definido para lidar com vazamentos de gás, incluindo a manutenção regular do sistema, a disponibilidade de equipamentos de detecção de fugas e treinamentos para os funcionários e moradores sobre a segurança do gás.

Em suma, o vazamento de gás em condomínios é um problema que requer atenção e ações preventivas. A conscientização, a manutenção adequada do sistema de gás e a capacitação dos moradores são fundamentais para prevenir vazamentos e responder de maneira eficaz em casos de emergência. A segurança de todos os envolvidos deve ser uma prioridade para garantir um ambiente residencial seguro e livre de riscos.

1.2 Sensores de Gás GLP

Garbrecht e col., apresenta um trabalho sobre uso e funcionamento de sensores de gás metano com foco em sensores quimiorresistivos, comparando quatro sensores instalados integrados ao microcontrolador Arduino para medir concentrações em condições controladas, onde mostrou que os mesmos são eficientes em medidas de

pequenas concentrações, podendo saturar em concentrações elevadas onde necessita de calibração e análise das condições do local.

Leite, mostra que os sensores de gás da série MQ são sensores analógicos e de fácil integração com microcontroladores. Onde utilizam um pequeno aquecedor interno em conjunto a um sensor eletroquímico. Estes sensores são sensíveis para uma variedade de gases conforme apresentado na tabela disponibilizada através do QR Code anexo.

1.3 Módulo de Comunicação GSM

De acordo com Severo, que apresentou um protótipo de vazamento de gás GLP em ambiente residencial que se utiliza de botijas de gás, o qual notifica o usuário quando através de sensores detecta alguma ameaça, como também aciona um alarme local sonoro e visual e outro remoto através de um módulo GSM, os comandos ainda possibilitam o fechamento da válvula solenoide instalada na entrada da mangueira da botija, mostrou sua eficiência quanto o tempo de resposta em várias situações de concentração do gás, mas trouxe uma dificuldade quanto a fechamento de válvula, pois sua qualidade é importante para que haja o fechamento completo da válvula.

O módulo GSM SIM800L é um componente amplamente utilizado na comunicação por meio de redes de telefonia celular. Sua escolha para utilização no projeto se deu em virtude do seu tamanho, que se mostrou bem compacto e a sua principal função de conectividade, pois o mesmo é compatível com uma ampla gama de frequências de rede, permitindo a comunicação em redes GSM. Isso garante a conectividade e a capacidade de se comunicar por meio de mensagens SMS.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa por informações técnicas, em sua grande maioria foi realizada principalmente por meio da revisão bibliográfica. Para conhecer melhor a realidade do cliente e identificar as suas necessidades foi realizada uma entrevista com todos os envolvidos no projeto, pelo qual estabelecemos os requisitos do cliente.

Em seguida Hierarquizamos os requisitos do projeto, onde temos os requisitos técnicos que os clientes desejam que o sistema funcione, porém, estes requisitos ainda não estão hierarquizados por ordem de importância, o que será demonstrado no Quadro

1. Nele se demonstra uma avaliação do grau de importância dos requisitos do cliente. Esta avaliação é obtida através da comparação direta entre pares dos requisitos do cliente, de modo a avaliar qual destas é mais relevante. Esta comparação foi realizada em conjunto com o cliente e resultarão em quatro respostas, baseadas no critério abaixo: O requisito do cliente é considerado muito mais importante do que o outro (A= 5); O requisito do cliente é considerado mais importante do que o outro (B = 3); O requisito do cliente é considerado pouco mais importante do que o outro (C = 1) e de igual importância (D= 0). Os requisitos dos clientes foram enumerados para serem utilizados no diagrama de Mudge, como mostra o Quadro 2.

Quadro 1 – Requisitos do Cliente.

Necessidades para o Sistema de Prevenção de vazamento de gás	
Números dos requisitos do cliente	
DIAGRAMA DE MUDGE	
Etapas do ciclo de vida	Lista de Necessidades
Funcionabilidade	A: Detecção do gás
	B: Possuir sistema de envio de mensagens para portaria e síndico
	C: possuir sistema de exaustão integrado ao aviso preventivo (sonoro e visual)
	D: possibilidade de avisar ao corpo de bombeiros simultaneamente
Produção	E: Baixo custo de fabricação
	F: produtos para montagem de fácil acesso
	G: execução simples
Integração	H: execução a ser analisada (pouco provável)
Consumo	I: baixo consumo de energia
Manutenção	J: Usar materiais de fácil substituição
Ponderação dos atributos	
0 ponto - igual importancia	
1 ponto - pouco mais importante	
3 pontos - mais importante	
5 pontos - muito mais importante	

Fonte: Autor

Quadro 2 – Matriz de Preferência.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL	%
A	0	A3	A5	A3	A3	A3	A5	A3	A3	26	20%
B	B	B3	B5	0	B3	B3	B5	B3	B3	25	19%
C		C	C5	0	F3	G5	0	C3	J3	8	6%
D			D	E5	F5	G5	0	I5	J5	0	0%
E				E	0	0	E5	E3	0	13	10%
F					F	0	F5	F3	F5	21	16%
G						G	G5	G1	0	16	12%
H							H	I3	J3	0	0%
I								I	J3	8	6%
J									J	14	11%
										131	
Lista de Necessidades										Grau de preferência (%)	
A:	Detecção do gás									20%	
B:	Possuir sistema de envio de mensagens para portaria e síndico									19%	
C:	possuir sistema de exaustão integrado ao aviso preventivo (sonoro e visual)									6%	
D:	possibilidade de avisar ao corpo de bombeiros simultaneamente									0%	
E:	Baixo custo de fabricação									10%	
F:	produtos para montagem de fácil acesso									16%	
G:	execução simples									12%	
H:	execução a ser analisada (pouco provável)									0%	
I:	baixo consumo de energia									6%	
J:	Usar materiais de fácil substituição									11%	

Fonte: Autor

Segundo Trott, às vezes, novas plataformas e recursos são necessários. Mudanças significativas na tecnologia do produto, na produção, nas demandas dos clientes ou na concorrência, e na forma como eles oferecem seus produtos, podem requerer mudanças radicais em vez de mudanças incrementais. No entanto, o risco é ainda maior se essas mudanças implicarem a adoção de novas tecnologias externas ao âmbito tradicional da empresa.

Para o desenvolvimento do projeto foi aplicado o modelo simples de criação de produtos, onde se cria um protótipo funcional (modelo), seguindo uma metodologia de desenvolvimento e verificação para que o produto desenvolvido atenda as expectativas conforme os requisitos estabelecidos.

Foi modelada na Tabela 1 os requisitos necessários a serem estabelecidos no desenvolvido do projeto.

Tabela 1 - Requisitos para o projeto

Itens	Requisitos
1	Detecção do gás GLP
2	Sistema de envio mensagem SMS
3	Montagem de fácil acesso
4	Execução simples
5	Materiais de fácil substituição
6	Baixo custo de fabricação
7	Sistema de exaustão e aviso sonoro e visual
8	Baixo consumo de energia

Fonte: Autor

A fim de se obter os objetivos propostos para esse projeto, as pesquisas realizadas de forma exploratória, se mostraram validas e de boa importância, pois condiciona o desenvolvimento do projeto a uma boa solução do problema, bem como o estudo da metodologia de desenvolvimento do produto possibilitará o desenvolvimento do protótipo do sistema. Devido às especificações e metas estabelecidas com base na metodologia de desenvolvimento de produto adotado para o trabalho, os parâmetros do sistema a ser desenvolvido são mensuráveis, sendo assim, passíveis de medição.

Sendo analisada de forma hipotético-dedutiva na base da tentativa e erro, testes e experimentações, por se tratar de um projeto de produto físico para uma determinada finalidade.

Inicialmente foi construído uma caixa em acrílico com dois compartimentos, sendo uma para instalação dos componentes eletrônicos com comprimento aproximado de 200 mm, e outra para confinamento do gás para os testes com comprimento aproximado de 100 mm, simulando um ambiente independente. Para tal foi utilizado a ferramenta “*LaserCad*” para modelagem da caixa referenciada e utilização da CNC Router marca ECNC – modelo L – 1210 para cortes e furos das peças. As mesmas foram projetadas com as seguintes dimensões (C x L x A): Comprimento (C): 330 mm; Largura (L): 200 mm e Altura (A): 100 mm.

Depois das peças impressas e montadas, a próxima etapa foi de instalação da *proto-board*, dos componentes eletrônicos, exaustor (ventilador) e fiação.

Neste projeto idealizado seguimos um padrão de construção baseado no formato simples de um protótipo, buscando sempre uma melhor dimensão e aproveitamento de espaço. Esta etapa da construção estava programada para executar uma placa de circuito, porém ficou definido que seria mais oportuno para uma segunda etapa (versão final), caso

o tempo nos ajudasse, então seria mais produtivo realizar os testes utilizando e colocando os componentes inicialmente, montados numa *protoboard* para irmos testando a programação e as funcionalidades dos componentes.

A escolha dos componentes se deu a partir de pesquisa local e internet, basicamente buscando sempre características simples de instalação, qualidade, facilidade de encontrar no mercado nacional, como também de baixo custo. Na Tabela 2, representamos os componentes que serão utilizados para o projeto.

Tabela 2 - Componentes principais a serem utilizados

Componentes	Descrição	Qtd.
Módulo MQ-2	Sensor de Gás	1
Módulo Relé 5V - 1 canal	Acionamento	1
Cooler 120 x 120 mm (Exaustor)	Exaustor (gás + ar)	1
Arduino UNO - R3	Microcontrolador	1
Módulo de comunicação GSM SIM800L	Comunicação e envio de mensagens	1
Módulo Step-Down LM2596	Regulador de tensão	1
Protoboard	Montagem de componentes	1
Led vermelho e verde	Alerta Visual	2
Buzzer	Alerta sonoro	1

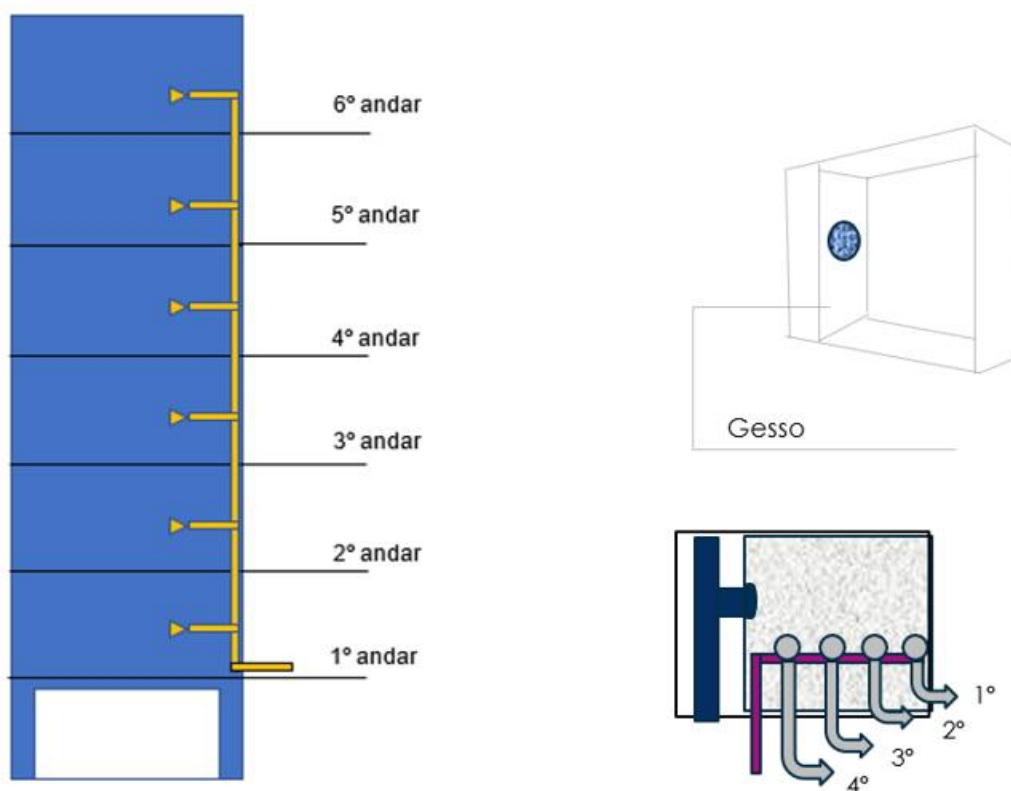
Fonte: Autor

Para esse projeto por se tratar de componentes de baixo custo e de sensibilidade alta foi escolhido o sensor eletro catódico do tipo MQ-02, que em resumo, faz parte dos sensores da série MQ, embora apresentem sensibilidades diferentes, possuem um funcionamento básico semelhante. Ao serem alimentados por uma tensão de 5V, o elemento aquecedor é ativado, aquecendo a camada ativa do sensor. A reação química entre o gás e o material sensível resulta em uma variação na resistência elétrica do sensor, que é transmitida em um sinal elétrico proporcional à concentração do gás detectado.

2.1 Visão geral da concepção do projeto

Conforme inicialmente proposto um problema ocorreu e uma solução foi dada, em suma descreveremos as condições em que serão implantados o sistema na condição real onde ocorreu o problema, não descrevendo o local para preservar informações.

Figura 1 – Croqui básico da concepção do projeto



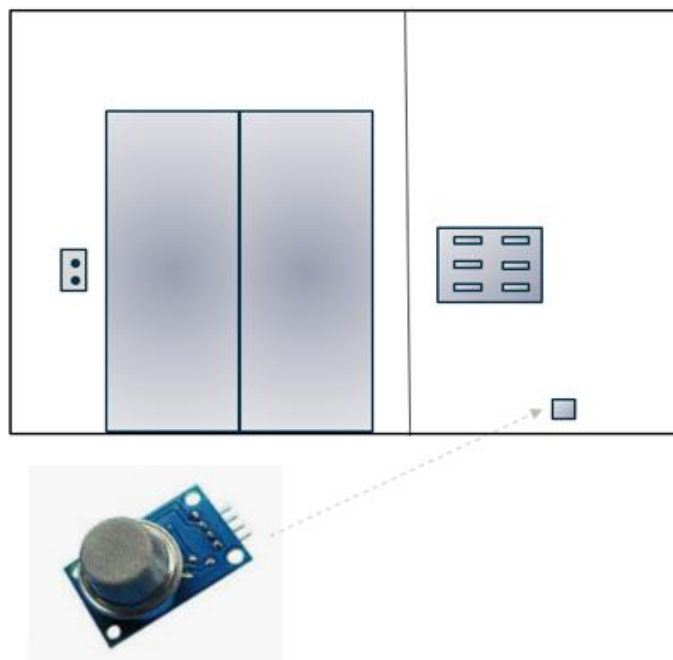
Fonte: Autor

O projeto tem a ideia de solucionar um problema ocorrido num prédio de apartamentos residenciais de construção vertical, com seis andares e quatro apartamentos por andar, onde há uma tubulação de gás independente de baixo para cima, originada de uma central de gás localizada no térreo (Figura 1).

Cada andar do prédio tem uma caixa de registros localizada ao lado do elevador, onde daí derivam para cada apartamento. Os vazamentos em sua maioria ocorrem nessa caixa, devido a ressecamento das mangueiras, instalações inadequadas quando de sua substituição e prazo de validade das mangueiras expirados (Figura 2). A ideia seria utilizar o espaço destinado a prumada do gás existente e instalar uma outra tubulação independente para acionamento do sistema de exaustão, que seria isolada com gesso acartonado.

Em cada caixa de registro seria instalado uma ventilação suplementar acoplada a um mini exaustor que seria startada quando da detecção do gás nesse ambiente (Figura 1).

Figura 2 – Localização da cx. de registro e do sist. protetivo a ser instalado – próx. ao elevador



Fonte: Autor

O sistema de gás seria implantado na área do hall de cada andar, localizado na parte inferior das caixas de registros, por ser o gás GLP mais pesado que o ar ambiente, conforme demonstrado na Figura 2.

Existem no mercado diversos tipos de sensores que detectam gás, tais como os eletroquímicos, catalíticos, infravermelhos e outros. A escolha do sensor MQ-2, Figura 2, dentre as alternativas do mercado levou em consideração o seu desempenho, facilidade de utilização, as condições de operação, o tipo de gás, as concentrações, baixo custo e compatibilidade com a plataforma Arduino.

O sensor MQ-2 é do tipo eletrocatalítico, possui uma faixa de sensibilidade ideal que varia de 200 a 10000 ppm (partes por milhão) sendo possível captar a concentração em vários níveis no ambiente de diferentes gases, feito com uma bobina de platina aquecido eletricamente, coberto com uma camada cerâmica a base de alumina e uma segunda camada de um catalisador a base de dióxido de estanho, fixada com uma camada protetora de plástico e aço inoxidável. A sensibilidade do MQ-2 possui um comportamento em que a mesma diminui com o aumento de saturação do gás no ambiente.

O sensor para funcionamento, trabalha com tensão DC de 5V, possuindo duas saídas de sinal (uma analógica e uma digital) com alta sensibilidade ao GLP, propano e Hidrogênio, podendo também ser usado para metano e outro vapor combustível. Para essa aplicação podemos dizer que é o sensor ideal, pois além de atender ao que se propõe, é de baixo custo. Podemos afirmar que o material sensível do sensor de gás MQ-2 é o Dióxido de Estanho (SnO₂), que possui menor condutividade em ar limpo. Quando existe a presença de GLP, a condutividade do sensor aumenta diretamente proporcional a concentração do gás.

Para o acionamento do cooler de ventilação do protótipo que simulará a retirada da mistura de gás GLP dentro da caixa de registros, utilizaremos um relé com simples funcionalidade, que quando uma corrente passa pela sua bobina, se cria um campo magnético interno que atrai um ou uma série de contatos fechando ou abrindo circuitos e ao cessar a corrente da bobina o campo magnético também cessa, fazendo com que os contatos voltem para posição original. Estes relés podem ter várias configurações quanto as peculiaridades de seus contatos, podendo ser contatos Normalmente Fechados (NF), Normalmente Abertos (NA) ou ambos. Os contatos NA são os que estão abertos enquanto a bobina não está energizada e que fecham, quando a bobina recebe corrente, ao contrário dos NA. O contato central ou C é o comum, ou seja, quando o contato NA fecha é com o C que se estabelece a condução e o contrário com o NF. Utilizaremos o modelo SRD05, o ideal era a utilização de um relé de estado sólido ou um TIP (transistor de chaveamento) para evitar centelhas no ambiente explosivo, o que será utilizado na 2ª versão.

O Módulo Buzzer pode ser considerado de muita praticidade e se adiciona ao projeto de forma simples, utilizando saídas digitais para geração de sons contínuos. Sua tensão de Operação é de 4 – 8V, com saída maior ou igual a 85dB.

O mini exaustor escolhido para ser utilizado na caixa de registro do gás do prédio é extremamente compacto e foi projetado para oferecer um baixo nível de ruído (27 dBA), frequência: 50/60Hz; Potência do Motor: 17 W; Tensão 12V. Para a condição de testes e utilização no modelo (protótipo) foi escolhido um micro ventilador tipo cooler que simulará a condição do exaustor quando detectar gás no ambiente, suas características são: voltagem de 12V, tamanho 80 mm x 80 mm x 25 mm, corrente de trabalho de 0,14^a, velocidade de 2600 rpm e ruído menor que 29,2db.

Utilizaremos o módulo SIM800L para comunicação via dados GSM/ GPRS, o qual necessita de um chip de operadora de telefonia móvel para comunicação, o módulo

pode ter suas ações controladas por diversos tipos de microcontroladores, como o Arduíno por exemplo.

2.2 Estrutura do Sistema Automatizado

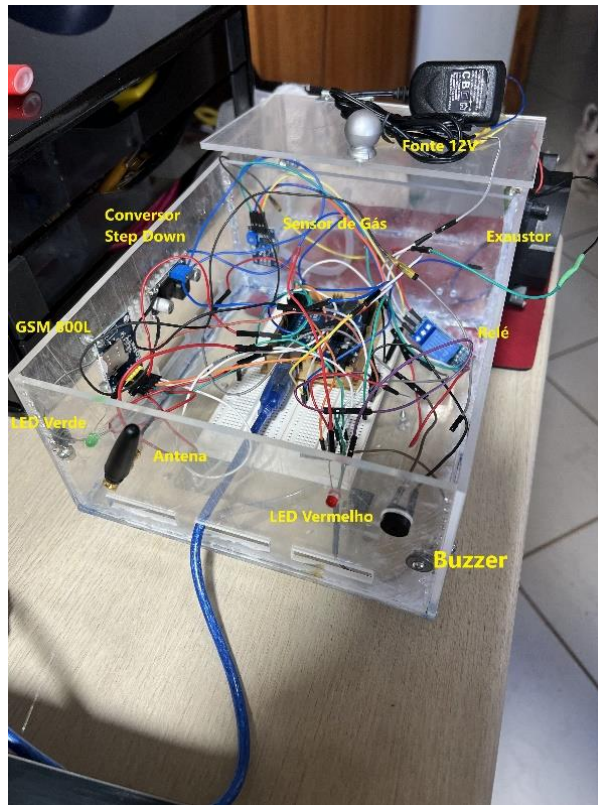
Para o cliente foi montado uma planilha de custos levando em consideração as obras civis necessárias com embasamento na tabela de custos da Caixa Econômica Federal, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), onde pudemos estimar a implantação do projeto para o prédio com um custo de R\$ 6.149,12 para os 6 andares, conforme planilhas de custos disponibilizados via QR-Code (Figura 6).

Entretanto para a solução do problema, o protótipo de ensaio (Figura 3) funcionaria de forma que quando o gás GLP fosse detectado pelo sensor MQ-2, na condição de concentração limite inferior de inflamabilidade, com risco de incêndio, o sistema acionaria o Led vermelho e o Buzzer como alerta, em seguida o miniventilador era também acionado, expulsando o gás do ambiente confinado (Figura 4) para o meio ambiente minimizando a concentração de gás.

No acionamento do sensor um sinal é enviado para o módulo GSM SIM800L que envia a mensagem para o celular do síndico e portaria informando o local da ocorrência (Figura 5).

O módulo GSM SIM800L funciona com tensão de 5V e por ter uma sensibilidade alta, foi necessário utilizar um conversor step down para regular sua tensão de funcionamento de 12V para 5V. O miniventilador também precisou de uma fonte externa de 12V para funcionar, sendo o mesmo acionado através de um relé. O módulo sensor de gás MQ-2 era iniciado através do pino 5V do Arduíno, onde a saída analógica do sensor A0 era comandado pelo pino A0 do Arduíno. A simulação do gás foi realizada pela parte externa na tomada do gás para o ambiente confinado, através de uma mangueira, onde se injetava o gás através de um isqueiro. A concentração de gás para inflamabilidade e acionamento do sensor foi empiricamente utilizado na programação do Arduíno, em 30% de saturação.

Figura 3 – Protótipo do sistema



Fonte: Autor

Figura 4 – Protótipo – área confinada



Fonte: Autor

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para garantir o funcionamento adequado do sensor MQ-2, que requer 5V de tensão, é recomendado utilizar uma fonte de alimentação externa uma vez que o aquecedor interno do sensor, consome muita corrente. O Arduino, ao ser testado, forneceu uma tensão um pouco abaixo de 4,6V. Portanto, uma fonte externa com tensão de 5V e corrente adequada para suprir o aquecedor é a melhor opção.

Para fazer a alimentação do cooler de ventilação e do módulo GSM SIM800L foi utilizado uma fonte de 12V 5A e um regulador de tensão variável LM 2596 de forma que sua tensão fosse estabilizada. O regulador de tensão tem dois terminais para entrada e dois para saída da tensão regulada, a mesma é regulada através de um trimpot afixado na placa. Como nos testes iniciais utilizamos a saída de 5V do Arduino para energizar o módulo GSM SIM800L sua função de comunicação GPRS não habilitava. No módulo há um Led que indica o funcionamento e a qualidade do sinal da rede de celular, o mesmo pode piscar de várias formas, indicando estados diferentes do módulo, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Estados diferentes do módulo GSM SIM800L

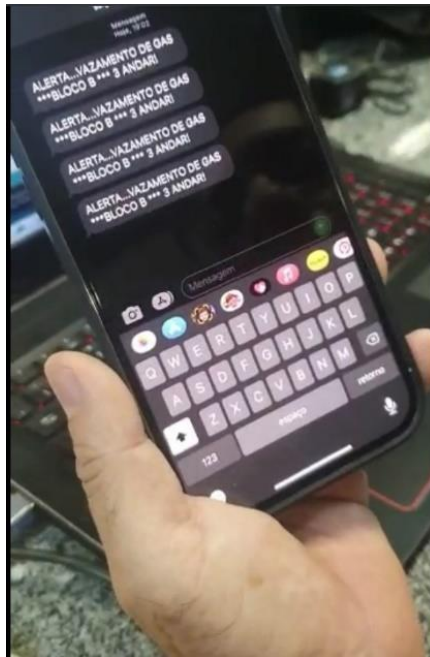
Comportamento do Módulo	Status do Led
Não está funcionando	Desligado
Não registrou a rede	64 ms ligado/ 800ms desligado
Registrado na rede	64 ms ligado/ 3000ms desligado
Comunicação GPRS estabelecida	65 ms ligado/ 300ms desligado

Fonte: Datasheet Módulo GSM SIM800L Simcom (2015)

Deste modo verificamos que o datasheet do módulo nos indica que sua tensão de operação é $3,7 > V > 4,2$ e sua corrente > 2 A, assim utilizamos o regulador de tensão e ajustamos para saída, uma tensão de 4,2V e corrente de 2 A, assim conseguimos que o mesmo fosse habilitado a função de comunicação GPRS com o status do Led da Tabela 3, para envio de SMS. A conexão da antena de encaixe com o módulo deve ser bem observada pois um mal encaixe não habilita a função e acarreta perda de tempo em busca de falhas quando não há. Inserido o número do celular e a mensagem de alerta para envio quando da detecção do gás na concentração adotada junto ao código, obtivemos os resultados esperados, quais sejam, acionamento em condição normal Led verde acionado

e mensagem no serial de “condições normais”. Detectado a concentração de gás no ambiente confinado, Led vermelho acionado, Buzzer acionado, cooler de ventilação acionado e mensagem SMS (“ALERTA...VAZAMENTO DE GÁS ***BLOCO B***3º ANDAR”) enviada para celular cadastrado (Figura 5).

Figura 5: Mensagem enviada ao celular



Fonte: Autor

Por fim, através do desenvolvimento do protótipo básico, foi possível realizar estudos nas áreas de custos, análise das condições reais de aplicação de uma ideia para solucionar um problema, realizar os estudos das necessidades do cliente, inserção de *softwares* de controles e de simulação, todas as outras partes necessárias para o funcionamento dele. De forma a facilitar o entendimento segue, a disponibilidade de Planilhas e Tabelas desenvolvidos para esse trabalho através do *QRCode* da Figura 6.

Figura 6: QRCode com os documentos do projeto



Fonte: Autor

4 CONCLUSÃO

Como resultados obtidos nesse projeto, é possível observar que o principal objetivo foi atingido, sendo esse a construção de um protótipo que detectasse o vazamento de gás e enviase alertas para prevenção de acidentes, e para alcançá-lo foi necessário a pesquisa e conclusão de vários objetivos secundários, como construção física, montagem eletrônica e programação do microcontrolador. Foi possível realizar a montagem e a construção do protótipo de baixo custo e facilmente modificável e melhorável, que se encaixa com a proposta de solução de um problema que lida com vidas, bem como a didática despertada e utilizada, em razão das características de código aberto e projeto altamente flexível como ferramenta de estudo, ficando a parte de melhorias já numa perspectiva de 2ª versão para ser desenvolvido. Assim poder posteriormente ofertar para o cliente uma solução que possa atingir os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS

ANDREASSA, Mauro C. O divórcio da indústria com o conhecimento. **Revista Ferramental Brasil**, edição 101, p. (10 a 11), maio/ junho, 2022, disponível em: <https://issuu.com/revistaferramental8/docs/ferramental-101>. Acessado em 17 de abril de 2023.

G1-PE, Pernambuco, 2019, disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2019/04/19/explosao-provocada-por-vazamento-de-gas-mata-2-e-fere-3-fotos.ghtml>. Acessado em: 04 de junho de 2022. Sem autor, **Explosão provocada por vazamento de gás mata 2 e fere 3**.

GARBRECHT, A.; LOVATO, A.; WEBLER, G.; FREDDO, F., **Dispositivo baseado em Arduino para detecção de gás metano em condições controladas**, Horizontina/RS, SIEF, 19 a 21 de outubro de 2016.

HANWEI ELETRONICS CO., LTD. **Technical Data MQ-2 Gas Sensor**, disponível em: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/622943/Hanwei/MQ-2/1>. Acessado em 20 de abril de 2023.

LEITE, L. **Sensoriamento de gases em tempo real através de sensores MQ (0 -9)**, de 30 de novembro de 2016, disponível em: <https://jualabs.com/2016/11/30/sensoriamento-de-gases-em-tempo-real-atraves-de-sensores-mq-0-9/>. Acessado em 20 de abril de 2023.

SEVERO, Jean Rodrigo Mello. **Protótipo para detecção de vazamento de gás GLP**, Universidade de Passo Fundo/ RS, 2018. disponível em: <http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/1697/1/PF2018Jean%20Rodrigo%20Mello%20Severo.pdf> . Acessado em 20 abril 2023.

SIMCom, A Company of SIM tech. **SIM800H&SIM800L_Hardware Design_V2.02**, 27 de julho de 2015, disponível em: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/989664/SIMCom/SIM800L/1>. Acessado em 20 de abril de 2023.

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - **SINAPI**, disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>. Acessado em 18 de abril de 2023.

TROTT, Paul. **Gestão da inovação e desenvolvimento de novos produtos**. Porto Alegre: Editora Bookman, 4 Ed., 2012.