

**Modelagem de um sistema de controle e automação para queimador de gás em sondas de produção terrestre**

**Modeling of a control and automation system for gas burners in land-based probes**

DOI:10.34117/bjdv6n11-370

Recebimento dos originais: 17/10/2020

Aceitação para publicação: 17/11/2020

**José Nariel da Silva Arcanjo**

Graduando em Engenharia de Petróleo

Instituição: Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL)

Endereço: Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Maceió/AL, Brasil

E-mail: nariel1995@hotmail.com

**Paulo Sérgio Lins da Silva Filho**

Graduando em Engenharia de Petróleo

Instituição: Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL)

Endereço: Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Maceió/AL, Brasil

E-mail: pslinsfilho@hotmail.com

**Adriene Letícia Correia de Oliveira**

Graduanda em Engenharia de Petróleo

Instituição: Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL)

Endereço: Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Maceió/AL, Brasil

E-mail: adriene97.correia@gmail.com

**Gabriel Felipe Brito de Melo**

Graduado em Engenharia de Petróleo

Instituição: Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL)

Endereço: Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Maceió/AL, Brasil

E-mail: fgabriel147@gmail.com

**Eduardo Pereira Lins**

Graduado em Engenharia de Petróleo

Instituição: Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL)

Endereço: Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Maceió/AL, Brasil

E-mail: dukka\_lins86@hotmail.com

**Alan Pereira Araújo**

Graduando em Administração

Instituição: Faculdade Estácio de Alagoas (Estácio/AL)

Endereço: Av. Pio XII, 70 – Maceió/AL, Brasil

E-mail: alanpbahia@gmail.com

**Marcos Antônio Costa Júnior**

Mestre em Engenharia Química

Professor Assistente do curso de Engenharia de Petróleo

Instituição: Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL)

Endereço: Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Maceió/AL, Brasil

E-mail: marcos.ajunior@souunit.com.br

**RESUMO**

Sondas de produção terrestres são o conjunto de equipamentos que integrados proporcionam acesso seguro ao poço que necessita de intervenção, seja para restaurar zonas danificadas, realizar operação de acidificação e/ou substituir tubos degradados. O presente estudo traz uma abordagem sobre a necessidade da eliminação segura e eficaz dos gases não aproveitados em sondas de produção terrestre. O objetivo foi realizar a modelagem de um sistema controle e automação para queimador de gás em SPT's, tendo como base queimadores utilizados na operação de poços de óleo e gás, localizados nas cidades de Pilar e São Miguel dos Campos, em Alagoas. Os equipamentos estudados no protótipo físico e digital assemelham-se também aos utilizados em unidades industriais, entre eles, podemos citar o acionamento de caldeiras, onde eletrodos de ignição acionam o sistema desses equipamentos. Para desenvolvimento do projeto, foram pesquisadas referências bibliográficas sobre o dimensionamento do queimador (*flare*). Após isso, foi desenvolvida a modelagem em CAD enfatizando a proposta que é eliminar o acionamento manual do queimador. O projeto teve como base a NBR-12313 e a NFPA 85, adaptadas especificamente na indústria *onshore* promovendo a verificação segura dos gases não aproveitados e até a recuperação destes, além da análise e controle das atividades a segurança dos equipamentos, dos trabalhadores e melhoria a integridade processual. A versão final do protótipo elimina a necessidade no acionamento manual, através do deslocamento até o *flare*. Com a automatização o tempo decorrido para o acionamento do equipamento é reduzido, pois, é necessário apenas abrir a válvula para permitir a passagem de gás e acionar o painel de ignição, evitando o direcionamento do colaborador ao raio de perigo, tornando mais seguro e eficaz o serviço de intervenção.

**Palavras-chave:** Queimador, NBR-12313, NFPA 85, API 537**ABSTRACT**

Onshore production probes are the set of equipment that integrated provide safe access to the well that needs intervention, either to restore damaged areas, perform acidification operations, and/or replace degraded pipes. This study presents an approach to the need for safe and effective elimination of unused gases in land-based probes. The objective was to model a control and automation system for gas burners in SPT's, based on burners used in the operation of oil and gas wells, located in the cities of Pilar and São Miguel dos Campos, in Alagoas. The equipment studied in the physical and digital prototype is also similar to that used in industrial units, among them, we can mention the activation of boilers, where ignition electrodes activate the system of this equipment. For the development of the project, bibliographic references on the dimensioning of the burner (*flare*) were searched. After that, CAD modeling was developed emphasizing the proposal of eliminating the manual activation of the burner. The project was based on NBR-12313 and NFPA 85, specifically adapted in the onshore industry promoting the safe verification of unused gases and even their recovery, in addition to the analysis and control of activities, the safety of equipment, workers, and improvement to procedural integrity. The final version of the prototype eliminates the need for manual override, by moving to the flare. With automation, the time taken to activate the equipment is reduced, as it is only necessary to open the valve to allow the passage of gas and activate the ignition panel, avoiding directing the employee to the danger radius, making it safer and more effective the intervention service.

**Keywords:** Burner, NBR-12313, NFPA 85, API 537

## 1 INTRODUÇÃO

Uma sonda de produção terrestre é o conjunto de equipamentos que integrados proporcionam acesso seguro ao poço que necessita de intervenção, seja para restaurar zonas danificadas, realizar operação de acidificação, substituir tubos danificados etc. Os serviços das empresas contratadas para efetuar a manutenção em poços de petróleo é uma atividade bastante comum e são realizados com periodicidade quando a empresa operadora deseja manter um bom índice de produtividade no campo de óleo e gás. Estas atividades de reparo implicam em situação de elevado risco a vida humana, perda de ativos e riscos de acidentes ambientais, por isso, a necessidade de reformulação e ampliação dos equipamentos para suprir lacunas operacionais. (ROSSETTO, 2013 *apud* MELO et al, 2017)

Nas operações de exploração e produção (E&P), os gases produzidos são armazenados ou eliminados através da queima, para possibilitar uma intervenção segura e eficaz no poço. Os *flares* ou queimadores são equipamentos que permitem assegurar a integridade das unidades processuais por meio de combustão controlada dos gases não aproveitados. O aperfeiçoamento e configuração destes equipamentos possibilitam a otimização do processo de eliminação do gás e decorrer seguro das manobras. (VASCONCELOS, 2009 *apud* MELO et al, 2017)

O sistema de queima de gás possui sistemas e equipamentos que precisam de controle e monitoramento constante para que cada etapa possa ser realizada com sucesso. A operação manual do sistema pode ocasionar falhas rotineiras e despesas financeiras elevadas. As principais razões para automatizar o processo da queima do gás nas sondas de produção terrestres (SPT's) são; a redução de custos operacionais, a segurança do operador e a melhora da qualidade no processo. Após o comissionamento correto dos parâmetros dos equipamentos e ajustes necessários, o sistema precisará apenas de um operador para eventualmente monitorá-lo. Deste modo, o mesmo profissional poderá realizar as análises físicas, manutenções preditivas, preventivas e reposição dos materiais necessários.

O *flare* é normalmente formado por três componentes: a torre, o selo e a ponta do queimador, (*stack, seal e tip*, respectivamente, em inglês). O sistema do *flare*, por sua vez, contém elementos adicionais como um vaso de separação de líquido (*knock-out drum*, também chamado de vaso de *flare*), um vaso de selagem hidráulica opcional (*water seal*) e alguns componentes auxiliares como pilotos, ignitores, retentores de chama, instrumentos de controle etc. Os projetos dos sistemas de tocha levam em consideração uma série de fatores como sua localização, área disponível, velocidade do vento, nível de ruído, posição, radiação térmica, entre outros. (LOUREIRO, 2013)

Os tipos mais comuns de sistemas de tochas são os de único queimador, queimador enclausurado ou múltiplo. Sistemas de queimadores individuais quase sempre incluem uma estrutura vertical de suporte que coloca a saída do *flare* em uma posição elevada em relação aos seus arredores para reduzir a intensidade da radiação e ajudar na dispersão. Em contraste, sistemas de vários *flares*

são quase sempre localizados no nível do solo e muitas vezes rodeados por alguma cerca que reduz a visibilidade da chama e restringe o acesso ao trabalhador. (LOUREIRO, 2013)

Queimadores enclausurados escondem completamente a chama e minimizam os níveis de visibilidade e de som. Um queimador enclausurado ou multi-queimadores podem ser vantajosamente combinados com um queimador vertical para minimizar chamas abertas queimando no dia-a-dia, mantendo a capacidade de lidar com requisitos de queimas emergenciais. (LOUREIRO, 2013)

Do ponto de vista da bacia de Sergipe-Alagoas, que possui reservatórios com um teor de gás elevado, Alagoas apresenta uma produção pequena de gás natural comparada a produção de Sergipe, porém queima grande parte de sua produção. Alagoas queima 39,5% de sua produção de gás natural, enquanto Sergipe queima apenas 1%. (ANP, 2020)

Já no Brasil, a queima de gás natural representa 2,8% da produção total de gás natural. Os dados de produção e queima de gás natural da Bacia Sergipe-Alagoas no mês de março de 2020 podem ser vistos na **Tabela 1** e **Tabela 2**, respectivamente. Já os dados de produção e queima de gás natural no Brasil no mês de março de 2020 podem ser vistos na **Tabela 3**. A correta eliminação, por meio da queima deste gás é fundamental para efetuar a operação no poço, bem como a realização da manutenção do equipamento. (ANP, 2020)

Tabela 1: Dados de produção de gás natural na Bacia Sergipe-Alagoas em março/20.

ESTADO	PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL (Mm <sup>3</sup> /d)	TOTAL DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS (Mm <sup>3</sup> /d)
Alagoas	856	2633
Sergipe	1777	

(Fonte: ANP, 2020).

Tabela 2: Dados da queima de gás natural na Bacia Sergipe-Alagoas em março/20.

ESTADO	QUEIMA DE GÁS NATURAL (Mm <sup>3</sup> /d)	TOTAL DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS (Mm <sup>3</sup> /d)
Alagoas	338	356
Sergipe	18	

(Fonte: ANP, 2020).

Tabela 3: Dados da produção e da queima de gás natural no Brasil em março/20.

PAÍS	PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL (Mm <sup>3</sup> /d)	QUEIMA DE GÁS NATURAL (Mm <sup>3</sup> /d)
Brasil	121749	3398

(Fonte: ANP, 2020).

No contexto da produção, quando uma sonda é deslocada para efetuar os devidos reparos, então, é feito o procedimento de circulação para amortecer as pressões internas do poço, para que seja removida com segurança a árvore de natal. Essa é uma operação obrigatória toda vez que as sondas

chegam no poço para início das manobras, é necessário o controle e queima de todo o gás, para execução de uma intervenção segura. (SANTOS, 2013 e NETO, 2015 *apud* MELO et al, 2017)

A automação tem como finalidade tornar o sistema a ser implantado o mais eficiente possível e registrar e supervisionar todas as variáveis do processo para manter ou melhorar o resultado. Em qualquer processo existe a necessidade de buscar a eficiência, tanto para manter a qualidade dentro dos parâmetros exigidos quanto para a redução de custos.

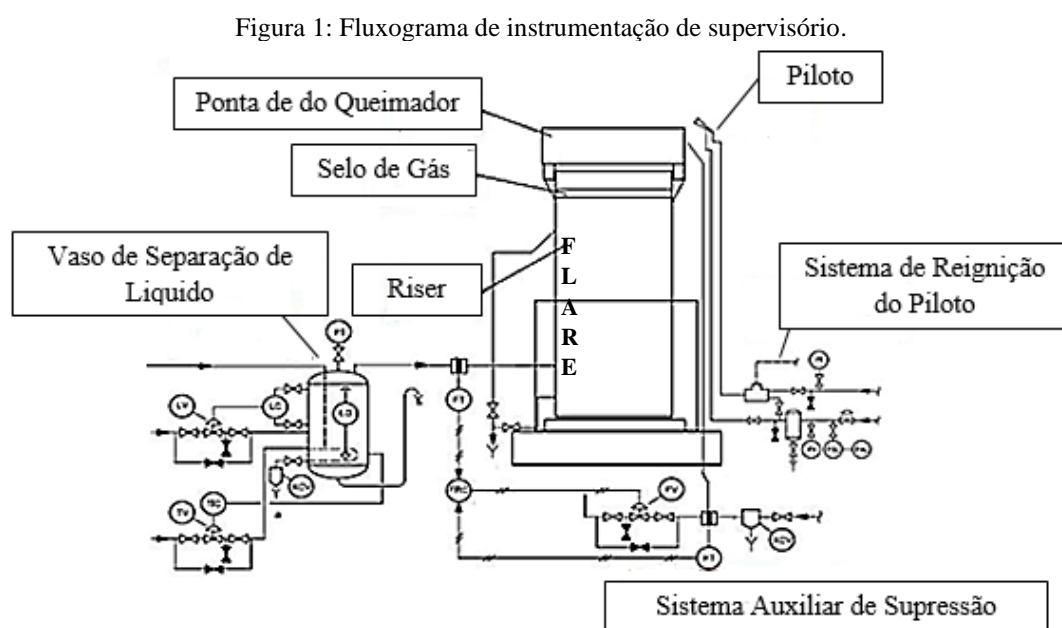
Neste estudo, apresentar-se-á um modelo computacional para a queima segura e eficaz dos gases não aproveitados em sondas de produção terrestre. O projeto fundamenta-se em desenvolver um modelo físico para verificar sua eficiência propondo melhorias.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Uma das partes mais importantes do sistema de automação dos queimadores são os dispositivos de segurança, uma vez que estes são os encarregados pelos intertravamentos do sistema, ou seja, irão finalizar as atividades do sistema quando ocorrer alguma falha. Estes intertravamentos seguem condições específicas definidas por normas regulamentadoras feitas para garantir a segurança durante o funcionamento do processo de queima do gás.

O sistema de segurança de um queimador tem como finalidade proteger o equipamento de possíveis falhas operacionais ou de seu sistema de controle. Os acidentes com queimadores têm o potencial de causar danos e gerar vítimas.

A **Figura 1** demonstra uma planta de instrumentação utilizado para a modelagem do supervisor no projeto.



(Fonte: Adaptado de Piping-Engineering, 2014).

O queimador piloto fornece chama para ignição confiável do gás do *flare* principal em todos os momentos. As especificações de design do sistema piloto, em conformidade com API 537 podem ser vistas na **Tabela 4**.

Tabela 4: Especificações de design do sistema piloto.

Número mínimo de pilotos	Diâmetro externo do piloto
1 (2 para gás tóxico)	Até 200 mm
2	> 200 a 600 mm
3	> 600 a 1050 mm
4	> 1050 a 1500 mm
A combinar com o comprador	> 1500 mm

(Fonte: Piping-Engineering, 2014).

Sistemas pilotos são projetados para permanecerem acesos e capazes de serem reativados em velocidades de vento de até 160 km/h em condições secas. Um dos equipamentos do sistema piloto, a linha de gás piloto, pode ser vista na **Figura 2**.

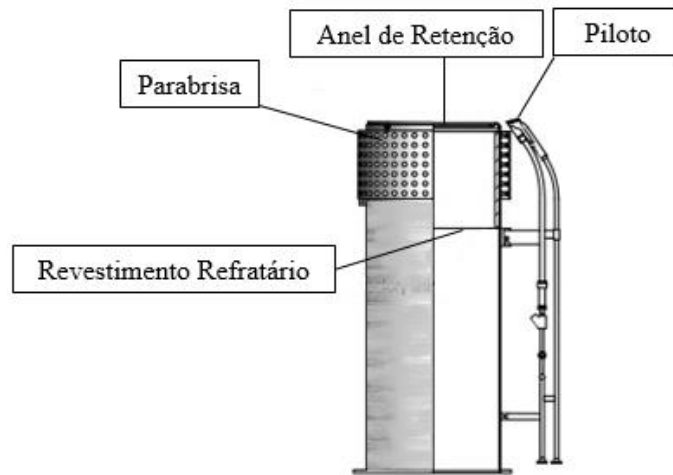
Figura 2: Linha de Gás Piloto.



(Fonte: Piping-Engineering, 2014).

A ponta do *flare*, apresentada na **Figura 3**, proporciona a queima imediata dos gases residuais, que não se enquadram na qualidade exigida para produção. O funcionamento se dá através de alguns componentes presentes nesse equipamento como por exemplo: o gás piloto, queimadores piloto e sistemas de ignição, que tem a função de estabelecer e manter a ignição adequada. O parabrisa e os anéis de retenção garantem uma combustão estável resultando em operações sem fumaça e fluxos contínuos normais ou em fluxos de 100%.

Figura 3: Ponta do Flare.



(Fonte: Piping-Engineering, 2014).

A ignição piloto é composta pela ignição de alta energia (HEI) e pelo gerador frontal de chama (FFG). A HEI possui um eletrodo com descarga de alta tensão perto da ponta do piloto. Tem como característica ser simples de usar e automatizar, requerendo pouco treinamento ou manutenção. Além disso, a sua reativação leva alguns segundos. O desligamento do sistema de queima é necessário para sua manutenção. A ignição FFG reserva (ao usar HEI) pode ser considerada para sinalizadores muito altos de difícil acesso.

O gerador frontal de chama (FFG) é a linha de ignição do painel ao piloto do queimador preenchido com mistura de ar e gás combustível inflamável e faísca introduzida. As misturas inflamadas e a frente da chama viajam através da tubulação para acender o piloto na ponta do queimador. Um painel FFG, que pode ser visto na **Figura 4**, pode ser operado manualmente ou automatizado para reacender a detecção de chama piloto. A sua reativação pode levar alguns minutos. Um detalhe importante é que o acúmulo de umidade pode levar à corrosão e extinção das chamas.

Figura 4: Painel FFG.



(Fonte: WB Automação Industrial, 2015).

A sequência de desligamento de segurança do queimador, é estabelecida de acordo com a NBR-12313 e a NFPA 85, caso ocorra uma falha, essa sequência de desligamento deve ser executada de maneira automática e gerar um alarme para visualização do operador. A sequência é composta das seguintes etapas:

- Bloqueio do fornecimento de combustível para queimador principal;
- Bloqueio do fornecimento de combustível para o queimador piloto e interrupção do ignitor;
- Emitir ordem para *reset* manual.

Pode-se observar que a sequência de desligamento do sistema realiza o bloqueio iniciando do elemento que oferece maior risco, devido ao seu porte e condições de trabalho que envolvem altas vazões de gás combustível. Em seguida, os elementos que ainda oferecem risco de causar uma explosão devem ser desligados, neste caso o piloto e o ignitor. Por fim, elimina-se os gases do interior da câmara de combustão e emite-se um sinal de alarme junto com a ordem para o *reset* manual. Assim, o sistema só pode realizar nova tentativa de acendimento após o reconhecimento do alarme e do *reset* realizado pelo operador.

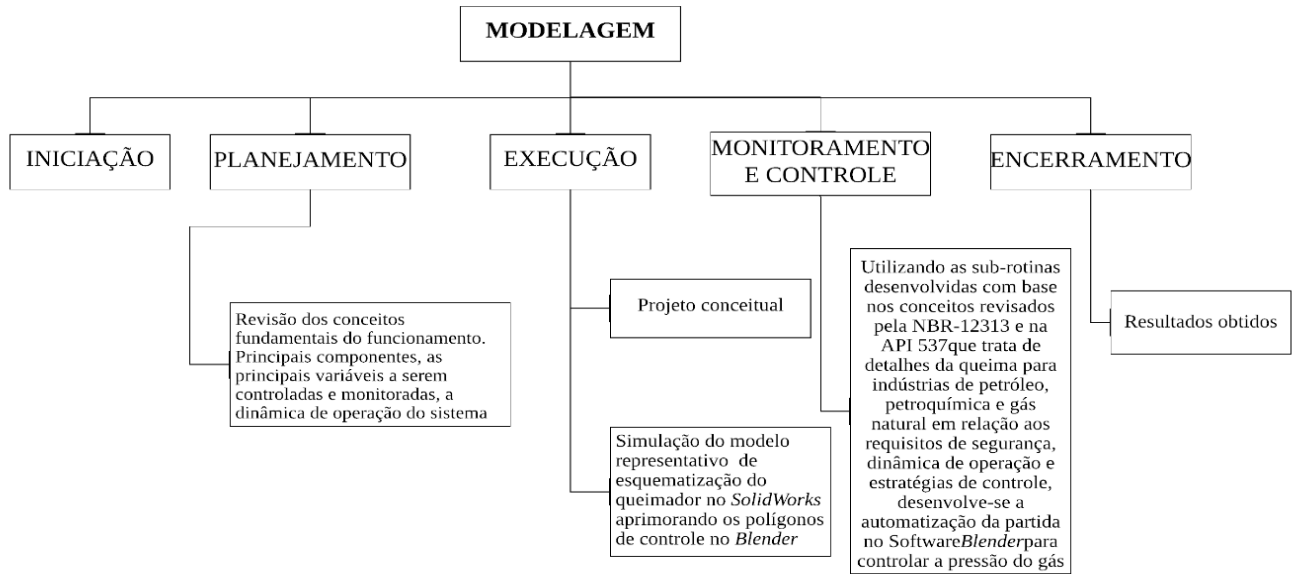
### 3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo da modelagem de um sistema de controle e automação para queimador de gás em SPT's, foi desenvolvida neste trabalho a subsequente série de ações:

- A etapa inicial consistiu numa análise dos conceitos vitais do funcionamento. Foram revisados os componentes preponderantes, as principais condições variantes a serem controladas e monitoradas, a dinâmica de operação etc;
- Foi estudado e simulado um arquétipo representante da esquematização do queimador no *SolidWorks* aprimorando os polígonos de controle no *Blender*;
- Utilizou-se uma sequência de instruções desenvolvidas com base nos conceitos revisados pela NBR-12313 a NFPA 85 e a API 537 que trata de detalhes da queima para indústrias de petróleo, petroquímica e gás natural em relação aos requisitos de segurança, dinâmica de operação e estratégias de controle, desenvolveu-se a automatização da partida no Software *Blender* para controlar a pressão do gás;
- Por fim, o modelo proposto é apresentado.



Figura 5: Estrutura Analítica do Projeto (EAP).



(Fonte: Autores, 2020).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma Sonda de Produção Terrestre, o sistema de circulação de fluidos é composto por bomba de lama, separador atmosférico, tanque de armazenamento e queimador, a **Figura 6** mostra o queimador utilizado como modelo no projeto de modelagem.

Figura 6: Queimador (*flare*) desafixado para manutenção.



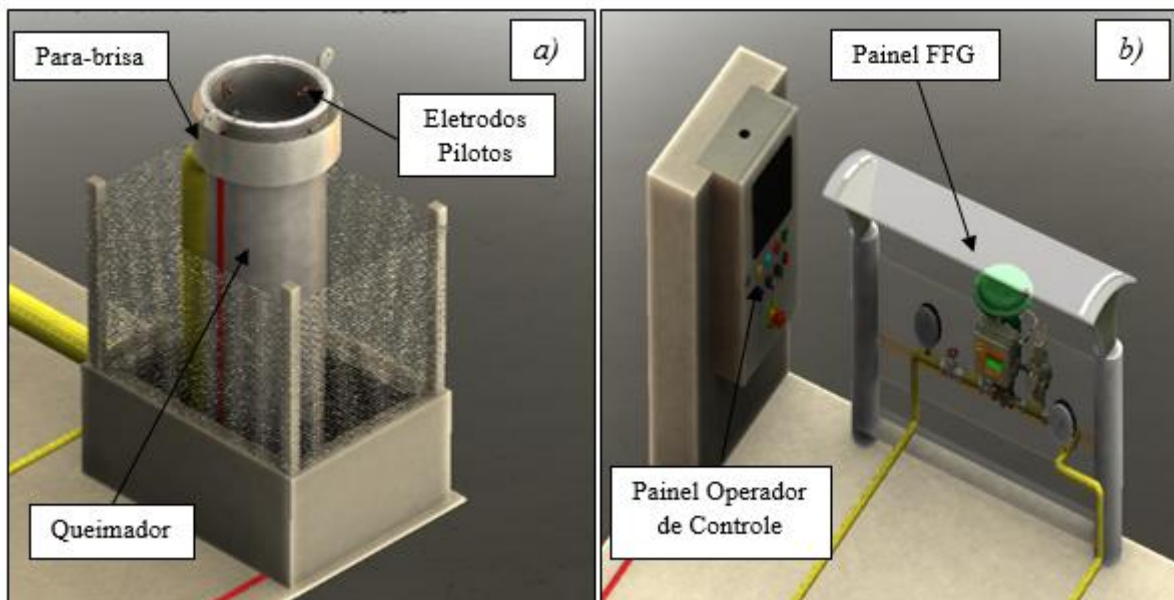
(Fonte: Melo et al, 2017).

Os equipamentos necessários para melhorar o acionamento do *flare* se baseiam nos utilizados em queimadores de unidades industriais, dentre estes pode-se citar o acionamento de caldeiras, onde, eletrodos de ignição são utilizados para acionamento sistematizado destes queimadores, é necessário,

porém, adequar os eletrodos e a posição dos equipamentos que fornecem corrente para a ignição do queimador, dentre eles: o quadro de comando e os cabos de ignição. (MELO et al, 2017)

De acordo com a norma interna da Petrobras 2753:2015, é necessário um raio de segurança de no mínimo 30 metros de afastamento, em relação ao queimador. Os eletrodos são acionados através de uma botoeira de liga e desliga, em um quadro de energia afastado do raio de perigo do fogo e do gás do queimador. Ao acionar a botoeira, os eletrodos de ignição irão liberar faíscas intermitentes capazes de acender o fogo independente de variáveis como: pressão, direção e vazão do gás proveniente do poço, associado com condições meteorológicas como vento e chuva. A **Figura 7** exibe a versão digital do protótipo elaborado em ambiente de desenho *Blender*.

Figura 7: a) Modelagem do queimador com para-brisa acoplado e queimadores piloto instalados. b) Painel operador de controle e painel (FFG), gerador frontal de chamas.



(Fonte: Autores, 2020).

Toda a fiação elétrica é afastada do corpo do queimador através de um suporte para não ter contato direto com este e prevenir a queima dos cabos de ignição e também serão embutidos em tubulação adequada para a operação, evitando explosão com a atmosfera, garantindo assim a sua durabilidade. Foi implementada um conjunto de válvulas para a ignição da tocha e da liberação do gás via painel de comando de ignição posicionado no equipamento *choke-trailer*, que trata-se de um reboque de controle de estrangulamento que fornece uma plataforma móvel para controlar a válvula de posição de estrangulamento e operação responsável pelo amortecimento e avaliação do poço além de acoplar o separador bifásico e os tanques de armazenagem. A **Figura 8** ilustra o equipamento *choke-trailer* com o queimador no fundo.

No caso de haver a necessidade de se estabelecer a operação manual do sistema, tal procedimento poderá ser feito através das chaves comutadoras de três posições instaladas na frente do painel de comando. Cada equipamento dispõe da proteção elétrica própria e uma chave comutadora de três posições, sendo "M", operação manual, onde os equipamentos são ligados independentemente do controle automático; "O", os equipamentos são desligados; e "A" os equipamentos operam no modo automático, controlados pelo CLP (Controlador Lógico Programável). (MELO et al, 2017)

Figura 8: *Choke-Trailer* e queimador em funcionamento ao fundo.

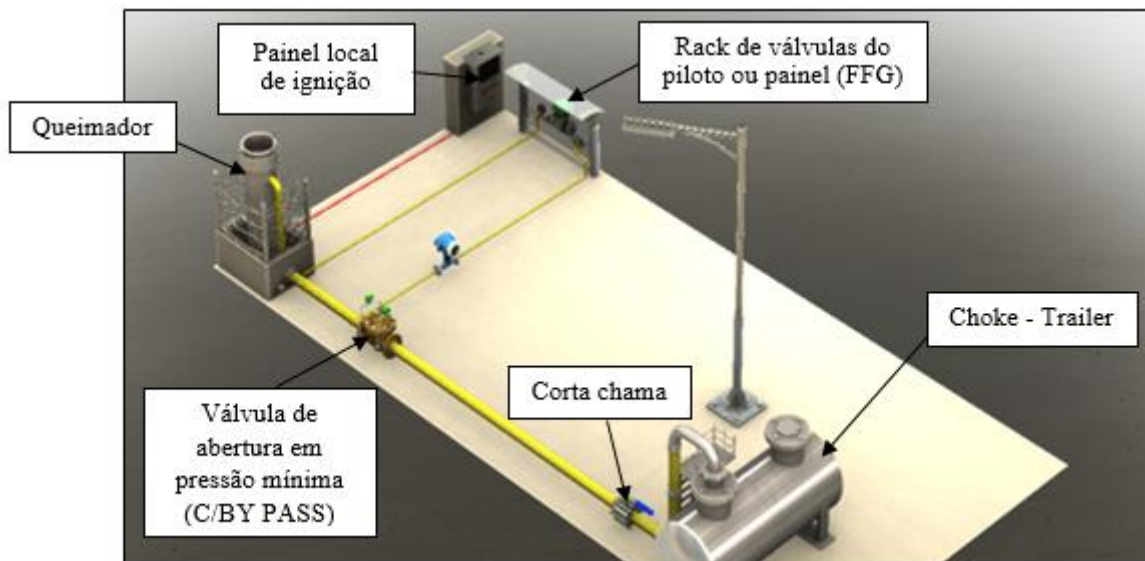


(Fonte: Melo et al, 2017).

A durabilidade dos componentes utilizados no projeto é designada para ambientes classificados, levou-se em consideração, também, a necessidade operacional da tocha que pode ficar acesa por mais de 72 horas, a depender da operação em desenvolvimento na sonda. (MELO et al, 2017)

A **Figura 9** mostra o protótipo em vista isométrica, painel local de ignição, rack de válvulas do piloto, queimador, válvula corta chamas, *choke-trailer* e válvula de contra fluxo.

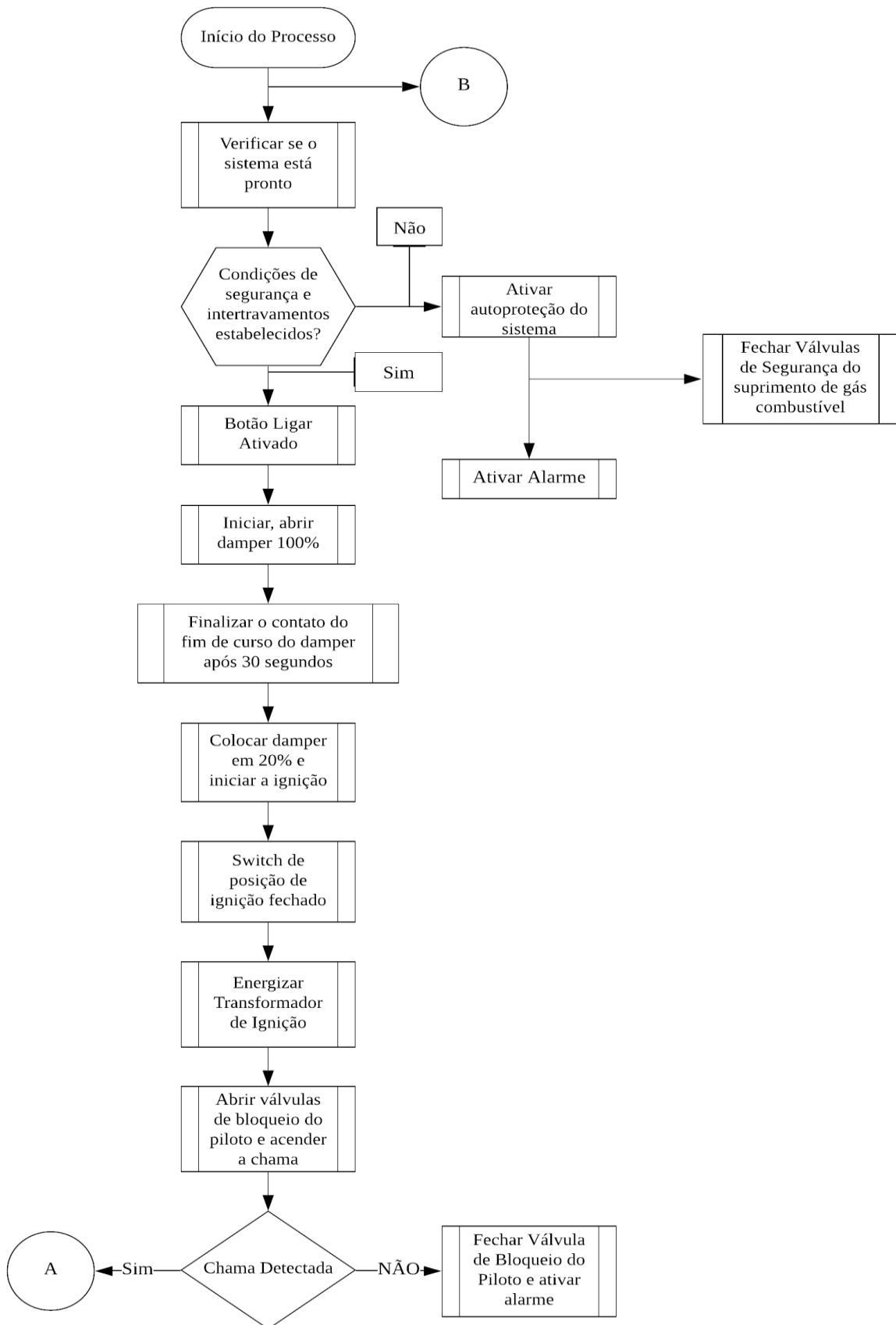
Figura 9: Protótipo, painel local de ignição, rack de válvulas do piloto, queimador, válvula corta chamas, *choke-trailer* e válvula de contra fluxo.

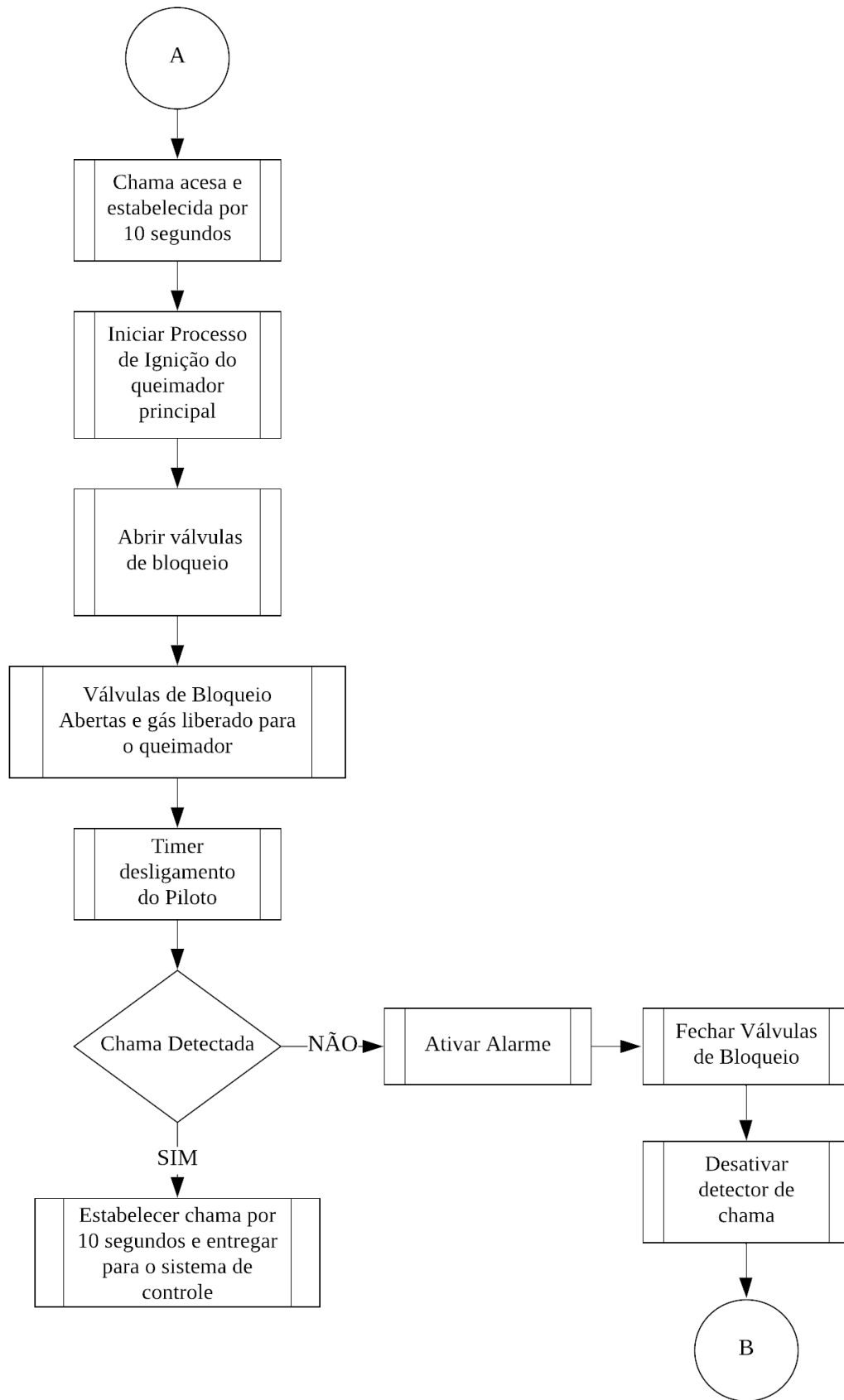


(Fonte: Autores, 2020).

Os testes de acendimento foram executados no *blender*, *activating/deactivating* os contatos conforme a sequência de inicialização e a simulação de possíveis erros no sistema. Utilizou-se como suporte para tais testes a sequência de inicialização mostrada no **Diagrama 1** baseado na NBR-12313 e NFPA 85.

Diagrama 1: Sequência de inicialização do sistema.





(Fonte: Autores, 2020).

## 5 CONCLUSÕES

No presente trabalho desenvolveu-se a modelagem de um sistema *flare* permitindo explorar de maneira crítica os componentes e a execução da operação envolvida no funcionamento de um queimador simples. Por meio dessa análise foi possível definir as variáveis críticas à segurança do sistema e quais dessas variáveis relacionam-se diretamente ao sistema de combustão. Assim, foi possível concluir que as principais variáveis a serem controladas são pressão, direção e vazão do gás.

É importante ressaltar que a versão virtual do protótipo elimina a necessidade do acionamento do queimador de forma manual. Nessa versão são adicionadas a modelagem um painel de ignição, um rack de válvulas do piloto, um queimador com para-brisa acoplado, quatro eletrodos pilotos para acionamento das chamas, uma válvula corta chamas e uma válvula de contra fluxo, equipamentos que atendem a norma NBR-12313, podendo atender também as normas internacionais NFPA 85 e 86.

Com a automatização do sistema do *flare* o tempo decorrido para o acionamento do equipamento é minimizado e a segurança do operador é assegurada, ao contrário do sistema convencional que necessitava de um colaborador se deslocando até a zona de perigo, para acender o queimador, o modelo virtual propõe o acionamento do painel de ignição e a abertura do rack de válvulas para permitir a passagem do gás, não sendo necessário o colaborador se dirigir ao raio de perigo para efetuar o acendimento, tornando mais seguro e eficaz o serviço de intervenção.

**REFERÊNCIAS**

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12313 - Sistema de Combustão - Controle e Segurança para Utilização de Gases Combustíveis em Processos de Baixa e Alta Temperatura**. Rio de Janeiro, p. 33. 2000.

ANP, Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural, março 2020. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 06 de out. de 2020.

API. **Flare System: Types, Segregation, Tips, Purge System and More**. ANSI/API 537. Segunda Edição. Washington, 2008.

ENGENHARIA DE TUBULAÇÃO. **Sistema de queima**: Tipos, segregação, dicas, sistema de purga. Disponível em: <<http://www.piping-engineering.com/flare-system-types-segregation-tips-purge-system-and-more.html>>. Acesso em: 05 de set. de 2020.

LOUREIRO, Tabita Yaling Cheng. **Medição de Vazão de Gás em Sistemas de Flare**. Rio de Janeiro, 2013. 152p.

MELO, Gabriel Felipe Brito de, et al. **Acionamento Automatizado de Queimador de Gás em Sondas de Produção Terrestre**. 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS. Maceió – AL, 2017.

NETO, Tarcísio de Moura Fernandes. **Segurança na Perfuração de Poços Terrestres**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN, 2015.

NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Boiler and Combustion Systems Hazards Code**. Quincy, p. 236. 2007.

PETROBRAS, 2015. **N-2753 Recursos Críticos em Segurança de Poços: Equipamentos e Capacitação de Pessoal**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2015.

ROSSETTO, Diego Rizzotto. **Análise Estrutural pelo Método de Elementos Finitos de Mastro da Sonda de Perfuração/Produção de Poços de Petróleo**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2013.

SANTOS, O. L. A. **Segurança de Poço na Perfuração**. São Paulo: Blucher, 2013.

VASCONCELOS, António Ricardino Teixeira. **Flexibilização dos Sistemas de Flares da Refinaria do Porto da Petrogal**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto-Dpto de Engenharia Química, Portugal, 2009.

WB AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. **Painel Eletrônico Para Gerenciamento**, 2015. Disponível em: <<http://wbautomacao.com.br>> Acesso em: 04 set. de 2020.