

ABNT NBR 12313:2000 Sistema de combustão Controle e segurança para utilização de gases combustíveis em processos de baixa e alta temperatura

Origem: Projeto NBR 12313:2000

ABNT/CB09 Comitê Brasileiro de Combustíveis

CE09:401.01 Comissão de Estudo de Sistema de Combustão e Segurança para Utilização de Gases Combustíveis

NBR 12313 Combustion system Control and safety for fuel gases utilization in low temperature process

Descriptors: Gas. Safety

Esta Norma cancela e substitui a NBR 13226:1994

Esta Norma substitui a NBR 12313:1992

Válida a partir de 31.10.2000

Prefácio

A ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS, circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma contém os anexos A, B e C, de caráter informativo.

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa os requisitos mínimos para sistemas de combustão, no que diz respeito à segurança para as condições de partida, operação e parada de equipamentos que utilizam gás. São consideradas as seguintes condições, em função das temperaturas nas superfícies internas da câmara de trabalho e/ou processo:

abaixo ou igual a 750°C (1 023 K), onde a sua temperatura normal de trabalho seja insuficiente para promover a ignição do combustível;

acima de 750°C (1 023 K), onde a sua temperatura normal de trabalho seja suficiente para promover a ignição do combustível.

NOTAS

1 Esta Norma não fornece especificações para fabricação de queimadores, equipamentos e controles.

2 Esta Norma estabelece que todos os dispositivos de segurança empregados nas instalações de sistemas de combustão sejam produzidos especificamente para uso com gás combustível e que possuam atestado de desempenho para a finalidade na qual será utilizado, emitido por órgão competente Nacional ou Internacional.

3 O responsável pela operação e ou manutenção do equipamento consumidor de gás combustível tem por obrigação manter este equipamento operando com todos os dispositivos de segurança em perfeitas condições.

1.2 Nesta Norma são considerados os seguintes gases:

- a) gás natural;
- b) gás manufaturado reformado;
- c) gás de refinaria;
- d) gás liquefeito de petróleo (GLP);
- e) mistura GLP/ar: definida como um gás proveniente da mistura de gás liquefeito de petróleo com ar atmosférico e com pressão definida.

NOTA O controle e a segurança para produção da mistura GLP/ar devem obedecer as orientações do fornecedor deste gás.

1.3 Esta Norma aplica-se ao uso do gás em equipamentos instalados em estabelecimentos comerciais ou industriais.

1.4 Esta Norma aplicase a equipamentos duocombustíveis com as características descritas em 1.1, 1.2 e 1.3, quando em operação com gás.

1.5 Esta Norma não fornece orientação para construção e instalação de meios que possibilitem o alívio da pressão interna do equipamento em caso de explosão, decorrente por exemplo, de combustão incompleta, falha do dispositivo de proteção, ou presença de combustíveis inflamáveis gerados pelo processo, entre outros.

O projeto e instalação, de por exemplo painéis e/ou partes projetadas para possibilitar o alívio de explosão de acordo com as normas aplicáveis, deve ser considerado pelo fabricante do equipamento (exemplo: fornos, estufas, caldeiras, etc.), e pelo responsável pela operação e ou manutenção destes.

1.6 Equipamentos que operem cíclica ou esporadicamente em alta temperatura devem atender aos requisitos exigidos para equipamentos de baixa temperatura.

1.7 Esta Norma aplicase a queimador cuja chama esteja parcial ou totalmente confinada.

1.8 Nesta Norma são dados nos anexos A, B e C os seguintes diagramas e fluxogramas típicos:

a.1) fluxograma típico de sistema de combustão a gás para equipamento de baixa temperatura com um único queimador;

a.2) diagrama de blocos típico da sequência de partida de sistema de combustão a gás para equipamento de baixa temperatura com um único queimador;

b.1) fluxograma típico de sistema de combustão a gás para equipamento de alta temperatura com múltiplos queimadores e sistema de comprovação de estanqueidade por desvio (*bypass*);

b.2) diagrama de blocos típico da sequência de partida de sistema de combustão a gás para equipamento de alta temperatura com múltiplos queimadores;

b.3) diagrama de blocos para sistema de comprovação de estanqueidade por desvio (*bypass*) com orifício de restrição;

b.4) métodos para determinação da área do orifício de restrição, de sistemas de comprovação de estanqueidade por desvio (*bypass*);

c) fluxograma típico para utilização de combustível gasoso alternativo em uma mesma tubulação.

2 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicamse as seguintes definições:

2.1 bloqueio duplo e descarga: Sistema de bloqueio de segurança formado por três válvulas, sendo duas de bloqueio automático instaladas em série na linha de gás e uma terceira válvula de descarga automática instalada entre elas, com saída livre para a atmosfera.

2.2 bloqueio de segurança: Interrupção do fluxo de gás combustível pelo fechamento das válvulas de bloqueio, acompanhada pela interrupção da fonte de ignição.

2.3 câmara de combustão: Parte do equipamento em que ocorre a combustão principal.

2.4 câmara de processo: Parte do equipamento que contém o produto a ser processado.

2.5 chama de partida: Chama estabelecida na correta vazão de partida, no queimador principal ou em piloto separado.

2.6 chama principal: Chama, outra que não a chama de partida, estabelecida no queimador principal.

2.7 comissionamento: Conjunto de procedimentos, ensaios, regulagens e ajustes do sistema de combustão, necessários à colocação de um equipamento em operação.

2.8 controle alto/baixo: Controle de demanda que, sob a ação do controlador do processo, permite que a vazão de combustível a ser queimado ocorra somente em duas posições: vazão máxima (chama alta) e vazão mínima (chama baixa).

2.9 controle liga/desliga: Controle de demanda que, sob a ação do controlador do processo, permite operação com uma única vazão de combustível a ser queimado. O queimador permanece ligado ou desligado.

2.10 controle modulante: Controle de demanda que, sob a ação do controlador do processo, permite que a vazão de combustível a ser queimado seja variável entre as vazões máxima e mínima.

2.11 controle de proteção de chama: Controle de segurança responsável pelo acionamento do bloqueio de segurança no caso de ausência de chama.

- 2.12 desarme:** Manutenção da condição de bloqueio de segurança de um sistema de combustão, em consequência da qual nova partida não possa ocorrer sem intervenção manual.
- 2.13 equipamentos de alta temperatura:** Equipamentos que operem ininterruptamente em temperatura acima de 750°C (1 023 K) nas paredes da câmara de combustão e/ou de processo.
- 2.14 equipamentos de baixa temperatura:** Equipamentos que operem em temperatura igual ou inferior a 750°C (1 023 K) nas paredes da câmara de combustão e/ou de processo.
- 2.15 estabelecimento da chama de partida:** Formação da chama de partida comprovada e supervisionada em um queimador.
- 2.16 interruptor de prova de posição:** Dispositivo que comprova a posição de um elemento móvel através de um contato elétrico.
- 2.17 intertravamento:** Interligação de componentes de segurança e controle, necessária ao monitoramento do estado de uma condição requerida.
- 2.18 período de estabelecimento da chama de partida:** Período compreendido entre o término do período de ignição e o acionamento do sistema de bloqueio de segurança principal.
- 2.19 período de estabelecimento da chama principal:** Período compreendido entre o acionamento do sistema de bloqueio automático principal e a interrupção do piloto.
- 2.20 período de ignição da chama de partida:** Período compreendido entre o acionamento da fonte de ignição e a comprovação da chama de partida.
- 2.21 piloto:** Queimador secundário, utilizado para acender o queimador principal.
- 2.22 piloto alternativo:** Piloto que é apagado no fim do período de acendimento do queimador principal e é novamente aceso antes do desligamento do queimador principal devido à solicitação do controle.
- 2.23 piloto contínuo:** Piloto que é aceso antes do acendimento da chama principal e é apagado simultaneamente com ela, com supervisão de chama independente da do queimador principal.
- 2.24 piloto interrompido:** Piloto que é aceso antes do acendimento da chama principal e é apagado ao final do período de estabelecimento dessa.
- 2.25 potência térmica:** Quantidade de energia, por unidade de tempo, que pode ser fornecida pelo queimador ao equipamento, dentro das condições para a qual foi projetado.
- 2.26 pré-purga:** Purga que precede a tentativa de ignição do queimador, a partir de uma condição de paralisação.
- 2.27 proteção contra alta pressão de gás:** Meio de proteção que promove o desarme do sistema de combustão, quando ocorre elevação da pressão de gás, acima de um valor predeterminado para a operação segura do equipamento.
- 2.28 proteção contra baixa pressão de gás:** Meio de proteção que promove o desarme do sistema de combustão, quando ocorre redução da pressão do gás, abaixo de um valor predeterminado para a operação segura do equipamento.
- 2.29 purga:** Introdução de um fluxo de ar dentro da câmara de combustão, da câmara de trabalho e da chaminé, de forma a eliminar completamente qualquer mistura combustível remanescente.
- 2.30 queimador:** Componente responsável pela manutenção de uma chama estável, onde é gerada uma combustão segura e controlada.
- 2.31 queimador duocombustível:** Queimador cujo projeto admite operar com gás ou outro combustível, mas não com os dois simultaneamente.
- 2.32 queimador combinado:** Queimador cujo projeto admite operar com gás e/ou outro combustível simultaneamente.
- 2.33 queimador com suprimento de ar forçado:** Queimador no qual o ar de combustão é fornecido sob pressão.
- 2.34 queimador com suprimento de ar induzido:** Queimador no qual o ar de combustão é introduzido pela depressão criada na câmara de combustão.
- 2.35 queimador com suprimento de ar natural:** Queimador que não requer introdução de ar por meios mecânicos, retirando o ar de combustão diretamente da atmosfera através de arraste ou difusão.
- 2.36 queimador em sistema de controle por pulso:** Sistema de múltiplos queimadores, onde a potência é controlada pela quantidade e/ou período de funcionamento dos queimadores, queimando em duas potências térmicas fixas, isto é, através de controle alto/baixo; ou controle liga/desliga.

2.37 regulador de pressão: Válvula projetada para manter constante a pressão a jusante, independentemente de variações de vazão e ou pressão a montante.

2.38 sensor de chama: Componente de um sistema de detecção de chama que monitora a presença ou ausência da chama.

2.39 seqüência de partida: Sucessão de passos necessários para garantir o início de operação segura de um sistema de combustão.

2.40 simulação de chama: Condição na qual o sensor de chama erroneamente detecta a presença da chama.

2.41 sistema automático: Aquele que cumpre o ciclo completo de eventos para a operação de um sistema de combustão, sem intervenção do operador

2.42 sistema de bloqueio de segurança: Sistema de válvulas de bloqueio automático, comandado pelo circuito de controle e segurança, que permite ou não o fluxo de gás ao queimador.

2.43 sistema de combustão: Conjunto composto por queimador, sistema de suprimento de ar de combustão, sistema de suprimento de gás, sistema de detecção de chama e sistema de controle operacional do queimador.

2.44 sistema de comprovação de estanqueidade: Sistema que possibilita a identificação da ocorrência ou não de vazamentos de gás, através do sistema de bloqueio de segurança.

2.45 sistema de comprovação de estanqueidade por desvio (*bypass*): Procedimento automático empregado em equipamento com múltiplos queimadores, para verificação da ocorrência ou não de vazamento de gás, através das válvulas de bloqueio automático ou manual de cada queimador.

2.46 sistema de detecção de chama: Conjunto composto por sensor de chama, amplificador de sinal e relé de chama.

2.47 teste de estanqueidade: Procedimento para verificar a ocorrência de vazamentos de gás na tubulação e/ou componentes.

NOTA Cuidados específicos com relação a máxima pressão admissível dos componentes devem ser observados.

2.48 tiragem mecânica: Tipo de tiragem onde o deslocamento dos produtos da combustão é feito através de dispositivo mecânico, usualmente exaustores.

2.49 tiragem natural: Tipo de tiragem onde o deslocamento dos produtos da combustão é feito através de convecção natural.

2.50 tocha de acendimento: Fonte de chama, acesa fora da câmara de combustão.

2.51 válvula de bloqueio automático: Válvula automática normalmente fechada, instalada na linha de alimentação de gás, projetada para permitir ou não o fluxo de gás em resposta a um sinal elétrico.

2.52 válvula de alívio: Válvula autooperada, normalmente fechada, projetada para permitir o fluxo de gás sempre que a pressão ao seu montante superar um valor préajustado.

2.53 válvula de bloqueio manual do queimador: Válvula operada manualmente, na linha de alimentação de gás do queimador, que está a jusante de todas as válvulas e acessórios, instalada o mais próximo possível do corpo do queimador.

2.54 válvula de descarga automática: Válvula automática normalmente aberta, instalada entre as válvulas de bloqueio automático da linha de gás, com saída para a atmosfera.

2.55 válvula de bloqueio automático por sobrepressão: Válvula de bloqueio operada pela pressão do gás, com rearme manual, instalada a montante do regulador de pressão, com sensoramento de pressão a jusante desse, e ajustada de modo a bloquear a passagem do gás em caso de elevação de pressão.

2.56 válvula principal de bloqueio manual: Válvula operada manualmente, instalada na linha de alimentação de gás, a montante de todos os outros componentes, com o propósito de abertura completa ou fechamento total do suprimento de gás.

2.57 válvula de retenção: Válvula que impede a reversão do fluxo.

2.58 válvula normalmente fechada: Válvula que, quando não ativada, permanece ou retorna à posição de passagem interrompida.

2.59 válvula normalmente aberta: Válvula que, quando não ativada, permanece ou retorna à posição de passagem livre.

2.60 vazão de partida: Vazão de gás limitada, que é admitida por um piloto ou pelo queimador principal, durante o período de estabelecimento da chama de partida.

2.61 verificação de partida segura: Verificação da existência de chama prematura, ou de uma condição de simulação de chama, com a finalidade de bloquear a seqüência de partida.

2.62 visor de chama: Abertura destinada e apropriada à visualização da chama.

2.63 volume da câmara de trabalho: Todo o espaço utilizado, em um equipamento, para se transferir calor ao processo ou à carga.

2.64 zona de controle: Espaço determinado no interior do equipamento, que opera sob os mesmos parâmetros (por exemplo: temperatura, pressão).

3 Condições gerais

3.1 Suprimento de gás

- a) projeto e montagem da tubulação de distribuição interna de gás devem ser efetuados de forma que:
 - não ocorra flutuação da pressão de distribuição interna;
 - a máxima perda de carga admissível entre a entrada do gás e cada ponto de consumo seja de 20%, independente da variação de vazão;
 - esta não seja sujeita à ocorrência de vibrações;
 - sejam providos meios para facilitar a purga do gás durante o comissionamento e manutenção;
 - não sejam instalados desvios (*bypass*) em paralelo com qualquer equipamento de segurança;
- b) as tubulações até o sistema de bloqueio de segurança, inclusive, devem ser montadas em uma posição não vulnerável à possibilidade de danos provenientes de imprevistos em suas circunvizinhanças;
- c) onde for necessário utilizar parte de uma tubulação para mais de um combustível gasoso, devem-se tomar precauções para garantir que não ocorra a reversão do fluxo de um combustível dentro da linha do outro, por exemplo pela separação física das redes. Ver anexo C;
- d) qualquer tubulação da rede de distribuição de gás que não estiver conectada no ponto de consumo e que estiver em carga, deve ser plugada, capeada ou possuir flange cego montado a jusante da válvula de bloqueio manual;
- e) a tubulação deve ser visualmente identificada como sendo uma tubulação de gás;
- f) nos casos em que condensados possam criar riscos, deve-se prover meios nos pontos mais baixos, para que se drene qualquer condensado. Quando gases úmidos forem usados, drenos de condensados adequados ao gás devem ser instalados. Qualquer dreno de condensado deve estar em uma posição em que possa ser facilmente ventilado. Condensados inflamáveis devem ser coletados por meios apropriados.

Válvulas de drenos de condensados devem ser plugadas, capeadas ou ser instalados flanges cegos.

3.1.1 Filtros

3.1.1.1 Um filtro deve ser instalado, imediatamente a jusante da válvula principal de bloqueio manual do equipamento, para proteger os demais componentes da linha de suprimento de gás de depósitos e erosão devido aos particulados.

3.1.1.2 Os filtros devem possuir elementos filtrantes com orifícios de até 20 micra.

3.1.1.3 É essencial que as tubulações estejam rigorosamente limpas antes da instalação dos componentes de qualquer sistema de combustão, bem como durante e após qualquer modificação ou serviço de manutenção.

3.1.2 Tubulações

3.1.2.1 Generalidades

A tubulação, conexões e acessórios devem estar de acordo com normas específicas do gás em uso.

3.1.2.2 Velocidade de escoamento

A tubulação do sistema de combustão deve ser dimensionada de forma que a velocidade do gás não ultrapasse 45 m/s.

3.1.2.3 Tubulações de descarga

3.1.2.3.1 As tubulações de descarga provenientes do sistema de segurança devem ter suas extremidades de descarga posicionadas em ambiente externo e ventilado. O ponto de descarga deve ser localizado no exterior das edificações, e posicionado de modo que seja garantido o não retorno de gás proveniente deste ponto para o interior desta edificação:

- a) para gases mais leves que o ar, as aberturas da edificação (exemplo: janelas) não podem situar-se acima do ponto de descarga;
- b) para gases mais pesados que o ar, as aberturas da edificação (exemplo: janelas) não podem situar-se abaixo do ponto de descarga.

NOTA O ponto de descarga deve voltarse para o ambiente externo e ser construído de forma a impedir a entrada de água e corpos estranhos em seu interior.

3.1.2.3.2 O diâmetro da tubulação de descarga deve ser no mínimo igual ao diâmetro do bocal de saída do elemento controlador da descarga. Para tubulações de descarga longas ou com número excessivo de curvas, é necessário o aumento de diâmetro para compensar as perdas de carga.

3.1.2.3.3 Para reguladores de pressão que possuam válvula de alívio interno ou respiro, instalados em ambientes internos, é necessário que se instalem tubulações de descarga. O mesmo se aplica a reguladores sem válvulas de alívio interno, porém com respiro, quando o orifício de descarga possuir diâmetro superior a 3 mm. Esta exigência não se aplica a reguladores de pressão que possuam um segundo diafragma, que garanta o não vazamento de gás para o ambiente, em caso de ruptura no diafragma de serviço.

3.1.2.3.4 A tubulação de descarga de uma válvula reguladora de pressão deve ser independente das demais tubulações de descarga.

3.1.2.3.5 As tubulações de descarga das válvulas de descarga automática e de alívio podem ser interligadas, desde que a área da seção transversal da tubulação de descarga coletora seja maior ou igual que a soma da área da seção transversal das duas maiores tubulações de descarga que vão ser interligadas àquela.

3.1.3 Pressão do gás

Os instaladores de um sistema de combustão devem prever as faixas de pressão de gás informadas pelos fabricantes e ou projetistas do sistema de controle.

3.1.4 Válvulas de bloqueio manual

3.1.4.1 As válvulas de bloqueio manual a serem usadas em linhas de gás devem satisfazer aos seguintes requisitos básicos:

- a) curso para sua abertura ou fechamento total deve ser de 90°;
- b) devem possuir limitadores mecânicos de curso;
- c) a alavanca de acionamento não pode ser montada de modo a possibilitar indicação ambígua de sua posição de operação;
- d) ser facilmente aberta ou fechada, mesmo após longos períodos de inoperância.

3.1.4.2 Uma válvula principal de bloqueio manual deve ser instalada o mais próximo possível do equipamento, numa posição segura e de fácil acesso. Além disso, em equipamentos com múltiplos queimadores, cada queimador deve ser provido de uma válvula de bloqueio manual.

3.1.4.3 As válvulas manuais devem ser instaladas de modo que, quando sujeitas a se moverem de sua posição de operação, devido à força da gravidade ou vibrações, estas forças atuem no sentido de seu fechamento.

3.1.5 Controle do suprimento de gás

3.1.5.1 Válvulas de retenção

3.1.5.1.1 Quando o queimador em funcionamento com gás for alimentado com ar comprimido e/ou oxigênio, deve ser instalada na linha de alimentação de cada queimador ou grupo de queimadores uma válvula de retenção na linha de gás, e outra na linha de ar comprimido e/ou oxigênio.

3.1.5.2 Reguladores de pressão

3.1.5.2.1 Um regulador de pressão, corretamente especificado, deve ser instalado para controlar a pressão de fornecimento do gás para o queimador do equipamento. Quando variações de pressão no fornecimento de gás para o piloto ocasionar problemas operacionais, um regulador exclusivo deverá ser instalado.

NOTA Um regulador de pressão para uma instalação de combustão deve atender as seguintes características:

a pressão a jusante de um regulador de pressão, não deve variar mais do que 10% da pressão de ajuste, independente da variação de vazão, e ou da variação da pressão a seu montante;

a pressão a jusante do regulador de pressão, não deverá exceder a 30% da pressão de ajuste, na condição de não fluxo; ser do tipo autooperado ou piloto operado, sendo o fluido de atuação o próprio gás.

3.1.5.2.2 A velocidade máxima de escoamento do gás no trecho de tubulação que possua tomadas de pressão conectadas às linhas de impulso de reguladores de pressão não deve ultrapassar 20 m/s, apesar do prescrito em 3.1.2.2.

3.1.6 Proteção contra alta pressão e baixa pressão de gás

3.1.6.1 Proteção contra alta pressão de gás

Os componentes do sistema de combustão devem ser projetados de forma a suportar a pressão máxima na rede de distribuição interna de fornecimento de gás, a montante da válvula principal de bloqueio manual. Quando esta condição não for atendida, deverá ser instalado um sistema constituído por válvula de bloqueio automático por sobrepressão, com rearme manual, instalada a montante do regulador de pressão com sensoramento da pressão a jusante desse e ajustada de modo a bloquear a passagem do gás em caso de elevação de pressão. Uma válvula de alívio parcial deve ser instalada a jusante do regulador de pressão e ajustada com a pressão intermediária entre a pressão de bloqueio e de operação.

3.1.6.1.1 Proteção contra alta pressão do gás deve ser instalado em todas as circunstâncias, exceto quando todas as condições a seguir forem atendidas:

- a perda de pressão através do regulador de pressão de gás for inferior a 30% da mínima pressão de saída ($\Delta p < 0,3 \text{ Ps}$);

- falha do regulador de pressão não resulte em uma vazão de partida insegura;

- a potência do equipamento for inferior a 500 000 kcal/h (580 kW) e a pressão de fornecimento do gás não exceder 100 mbar (10 kPa).

3.1.6.1.2 A proteção contra alta pressão do gás deve desarmar o sistema, e nova partida deverá ocorrer desde o início da sequência de acendimento.

3.1.6.1.3 Nos casos onde a alimentação de gás do piloto for através de um regulador independente e no caso de falha deste regulador, os valores requeridos na alínea a) de 4.1.3.4.2 possam ser excedidos, é necessária a utilização de proteção contra alta pressão de gás exclusiva para o piloto. A referida proteção deve estar operante a partir do início do período de acendimento.

3.1.6.1.4 Entre a tubulação de gás e o sensor de alta pressão de gás, é vetada a utilização de válvula de bloqueio.

3.1.6.1.5 Não é permitido retardar a ação do sensor de alta pressão após a energização das válvulas de bloqueio automático.

3.1.6.1.6 O sensor de alta pressão deve ser instalado a jusante do regulador de pressão e a montante do sistema de controle de demanda, e deve ser ajustado para um valor de no máximo 20% acima da máxima pressão possível de ocorrer em condições normais de operação.

3.1.6.1.7 Durante o comissionamento deve ser verificado se o queimador opera com segurança até a pressão de ajuste do sensor de alta pressão.

3.1.6.2 Proteção contra baixa pressão de gás

3.1.6.2.1 É obrigatória a instalação de proteção contra baixa pressão de gás imediatamente a jusante do regulador de pressão.

3.1.6.2.2 A proteção contra baixa pressão de gás deve desarmar o sistema quando ocorrer.

3.1.6.2.3 Se um compressor, ou outro equipamento similar, for empregado para elevar a pressão de gás, um sensor de baixa pressão de gás deve ser instalado a montante dele, de modo a desligá-lo, na eventualidade de uma redução de pressão, e impedir religação automática caso a pressão venha a se restaurar. A autorização para utilização de compressor e o valor da pressão de corte devem ser decididos pela companhia fornecedora do gás e dependem dos requisitos locais de distribuição.

3.1.6.2.4 Entre a tubulação de gás e o sensor de baixa pressão de gás é vetada a utilização de válvula de bloqueio.

3.1.6.2.5 O sensor de baixa pressão deve ser ajustado para um valor de no máximo 20% abaixo da pressão mínima possível de ocorrer em condições normais de operação.

3.1.6.2.6 Durante o comissionamento deve ser verificado se o queimador opera com segurança até a pressão de ajuste do sensor de baixa pressão

3.1.7 Misturas ar/gás

3.1.7.1 O emprego de sistema de combustão que utilize a distribuição de misturas ar/gás dentro do limite de inflamabilidade deve ser evitado, mas quando imprescindível devem ser tomadas as seguintes precauções:

- a) a tubulação que conduz a mistura deve ser a mais curta possível;
- b) devem-se instalar dispositivos para proteger o misturador, ou máquina misturadora, contraretorno de chama (por exemplo: dispositivos cortachama e de alívio de explosão);

NOTA Para sistemas de proteção do misturador, devem ser consultadas normas específicas sobre o assunto.

c) misturador ou máquina misturadora deve parar e ter seu suprimento de gás interrompido, sob condição de pressão anormal de entrada de gás, ou obstrução na entrada de ar, e necessitar rearme manual para ser colocado novamente em operação.

3.1.7.2 Quando da distribuição de misturas ar/gás fora do limite de inflamabilidade, devem-se instalar meios para controlar e impedir que o misturador ou máquina misturadora, produza uma mistura com nº de Wobbe inconstante e inflamável.

3.2 Suprimento de ar de combustão

3.2.1 As condições de ventilação ambiente, do equipamento e da construção na qual ele está situado devem ser tais que permitam um suprimento adequado de ar de combustão para o queimador, sob todas as condições de operação.

3.2.2 Falha de suprimento de ar de combustão, para queimadores com suprimento de ar forçado ou induzido, deve impedir a partida destes, interrompendo a operação e ocasionando bloqueio de segurança ou desarme.

3.2.3 A instalação de um indicador de pressão de ar forçado ou induzido é recomendável.

3.2.4 A comprovação do fluxo de ar pode ser feita pela monitoração da sua pressão estática, caso possa ser demonstrado que isso fornece prova confiável de fluxo de ar durante a purga, ignição e operação.

3.2.5 Quando a comprovação solicitada em 3.2.4 for duvidosa, deve-se fazer a comprovação do fluxo de ar por meio da monitoração de sua pressão diferencial, de modo a cumprir o requisito de 4.1.2.2a).

NOTA Os pontos de conexão de um sistema de monitoração de pressão devem ser posicionados de tal forma que, quando os registros de ar ou de tiragem estiverem fechados, a diferença de pressão estática resultante não se traduza em um sinal aparente de fluxo de ar.

3.2.6 Em complemento a 3.2.4 e 3.2.5, deve-se utilizar o contato auxiliar da chave magnética do ventilador para comprovar sua correta posição durante a operação do queimador. A falha desse intertravamento deve causar desarme. Exceção seja feita para ventiladores que utilizam motores monofásicos alimentados diretamente da rede elétrica.

3.2.7 Ventiladores de combustão não devem ser instalados em locais onde possam ocorrer variações na temperatura do ar que venham a prejudicar as condições da combustão.

3.2.8 Entradas de ar dos ventiladores de combustão e aberturas de admissão de ar de injetores e queimadores devem ser protegidas contra entupimentos ou restrições.

NOTA Deve ser dada atenção à necessidade da instalação de filtros para o ar de combustão devido à exigência do processo, do queimador ou quando a tomada de ar estiver localizada em ambiente com excesso de particulados em suspensão.

3.2.9 Devem ser previstos meios para fixar seguramente quaisquer ajustes feitos em componentes da linha de ar de combustão ou tiragem. O projeto deve prever que, em caso de falha do dispositivo de fixação, se houver alteração dos ajustes, devido à força da gravidade ou vibrações, estas forças atuem de modo que os ajustes sejam alterados para uma posição segura.

3.2.10 Onde uma alteração na pressão da câmara de combustão conduzir a uma condição de risco, tal alteração deve provocar bloqueio de segurança.

3.2.11 Quando da existência de uma central de geração de ar que alimente mais que uma câmara de combustão, esta deverá, além de prever a comprovação de fluxo de ar do sistema de geração, comprovar de forma específica o fluxo de ar em cada câmara atendida.

3.2.12 Atenção especial deve ser dada aos requisitos necessários à operação de sistemas complexos, como:

- a) sistemas de tiragem com vários ventiladores;
- b) instalações com múltiplos queimadores;
- c) precipitadores eletrostáticos;
- d) outros dispositivos que possam vir a ser possíveis fontes de ignição nos gases de exaustão.

3.2.13 A tomada de ar de ventiladores de combustão, não deve ser efetuada em áreas onde possa ocorrer risco da presença de gases (vapores) combustíveis.

3.3 Suprimento de eletricidade

3.3.1 Qualquer instalação elétrica que alimente um circuito ou componente elétrico deve obedecer aos requisitos de normas específicas.

3.3.2 O suprimento de eletricidade para alimentação dos componentes de um sistema de combustão (programadores de chama, válvulas de bloqueio automático, transformadores de ignição, elementos auxiliares, etc.) deverá ser feito através de um estabilizador de tensão adequado e dimensionado para atender a carga

requerida, ou o equipamento deverá ir para bloqueio de segurança e/ou desarme, caso a variação de voltagem exceda os limites admissíveis dos componentes do sistema.

3.3.3 A interrupção e/ou restauração do fornecimento de eletricidade, a qualquer tempo, não pode prejudicar qualquer condição de segurança ou desarme.

3.3.4 Um diagrama de interligação da instalação elétrica, corretamente identificado, deve ser mantido no interior do painel. Caso este procedimento seja impraticável, este diagrama deverá estar disponível próximo da instalação.

3.3.5 Caso seja necessário utilizar relé temporizador, este deverá ter tempo de comutação preferivelmente fixo ou variável com lacração após ajuste. Os tempos pré determinados não deverão sofrer variação superior 20%, em função da variação da voltagem de alimentação dentro de seus limites aceitáveis de 85% a 110% do valor nominal.

3.3.6 Em sistemas onde o painel de controle do equipamento ficar instalado numa sala de controle, ou longe do local de instalação dos queimadores, deve-se instalar um dispositivo de emergência, próximo dos queimadores, para possibilitar o rápido desligamento do sistema, quando necessário.

3.4 Equipamentos e informações auxiliares

3.4.1 Generalidades

É essencial que todos os fabricantes de equipamentos ou projetistas se assegurem de que os usuários estejam providos de informações adequadas, a respeito do equipamento fornecido ou projetado.

3.4.2 Informações mínimas que devem ser fornecidas

Os fabricantes ou projetistas devem fornecer todas as informações relevantes, entre as quais:

- a) nome e endereço do fabricante;
- b) descrição completa dos equipamentos fornecidos, inclusive o número de série;
- c) detalhes do refratário, se aplicável;
- d) diagramas elétricos apropriados, inclusive seqüência lógica;
- e) requisitos para instalação;
- f) tipo de combustível, potência térmica e pressões, para os quais o sistema de combustão foi projetado;
- g) voltagem, número de fases e freqüência dos componentes elétricos;
- h) tamanho e tipo das conexões de entrada de gás do sistema de combustão;
- i) instruções claras para reversão de combustível, para queimadores projetados para operar com mais de um tipo de combustível;
- j) instruções claras e simples sobre parada, partida, operação, condições de emergência do sistema de combustão e verificações rotineiras.

3.4.3 Placas de identificação

Cada componente deve ser marcado de uma maneira durável e facilmente visível, com todas as informações que permitam sua caracterização.

3.4.4 Dados de comissionamento

3.4.4.1 O fabricante, instalador, projetista e/ou companhia fornecedora de gás devem fornecer informações suficientes, para o correto comissionamento do equipamento.

3.4.4.2 O fabricante, instalador ou companhia fornecedora do gás deve manter registros do equipamento comissionado pelos seus técnicos.

3.4.5 Visualização da chama

É necessário prover meios que permitam a observação visual da chama, de modo a possibilitar a avaliação de sua estabilidade, em todas as condições de operação.

3.4.6 Dispositivos para alívio de explosões

Deve ser considerada a necessidade de instalação de dispositivos para alívio de explosões, no equipamento consumidor de gás.

3.4.7 Equipamentos envolvendo o uso de solventes inflamáveis

Quando o processo envolver o uso de solventes inflamáveis, são necessárias precauções adicionais às desta Norma. Aconselha-se consultar as normas ou códigos específicos.

4 Condições específicas

4.1 Requisitos do sistema

4.1.1 Generalidades

Os requisitos do sistema de combustão de qualquer equipamento dependem do método de operação e, em particular, do grau de automatização requerido. Portanto o sistema de segurança do sistema de combustão deve ser projetado e instalado de forma que em caso de falha isolada de qualquer componente elétrico, eletrônico ou mecânico o sistema deve ser levado automaticamente a uma condição segura.

Alguns requisitos devem ser obedecidos:

- a) relés e contadores devem ser desenergizados para realizar bloqueio de segurança, desarme, ou outra condição de segurança;
- b) a falha isolada de qualquer componente vinculado ao sistema de bloqueio de segurança não pode mantê-lo sempre energizado;
- c) intertravamento de fluxo de ar deve ser verificado na posição de "não ar" antes da partida do ventilador;
- d) sistema de detecção de chama deverá bloquear a sequência de partida, caso seja detectada presença de chama ou falha no sensor (simulação de chama), antes do início da sequência de ignição;
- e) a operação de botões, chaves, ou outros dispositivos, incorretamente ou fora de sequência, não pode prejudicar a segurança do sistema;
- f) onde são utilizados conectores do tipo engate rápido (eletrônico, elétrico ou mecânico), suas características construtivas devem diferir de modo a impossibilitar conexões inadequadas.

4.1.2 Pré-purga

4.1.2.1 Nenhuma tentativa de ignição pode ocorrer sem que antes sejam obedecidos procedimentos de segurança, para assegurar que nenhuma mistura combustível esteja presente na câmara de combustão e ou de trabalho. Isso pode ser obtido por meio de um adequado período de pré-purga.

4.1.2.1.1 Considerações especiais devem ser dadas à ventilação de espaços mortos em câmaras de trabalho, dutos, etc., antes do início da pré-purga.

4.1.2.1.2 Qualquer equipamento auxiliar que possa ser uma fonte de ignição dentro das câmaras de combustão e ou trabalho deve ser desativado durante a pré-purga.

4.1.2.1.3 É necessário intertravar a operação de componentes vitais à eficácia da purga, dentro da sequência de partida (por exemplo: ventiladores, pressostatos, interruptores para confirmação de damper de ar aberto, portas, registros de tiragem, etc.).

4.1.2.1.4 Onde chaminés forem equipadas com válvula para ajuste da tiragem, devem ser tomadas precauções para assegurar que o seu desajuste não possa resultar no fechamento da chaminé durante a purga, ignição ou operação do queimador. São exemplos de precauções:

- a) dimensionar a válvula para ajuste de tiragem de tal forma que, quando ele estiver na posição totalmente fechado, no mínimo um terço da área da seção transversal da chaminé permaneça aberta;
- b) montar um limitador de curso na válvula para ajuste de tiragem para impedir seu fechamento completo;
- c) controlar automaticamente a válvula para ajuste de tiragem, de tal modo que ele abra até as posições corretas para purga, ignição e operação do queimador. Tais posições devem ser comprovadas eletricamente e intertravadas à sequência de partida e operação do queimador.

4.1.2.1.5 Considerações específicas devem ser tomadas com relação à pré-purga nos casos de processos que utilizem atmosferas controladas.

4.1.2.2 No sistema com suprimento de ar forçado ou induzido deve ser observado o seguinte:

- a) a pré-purga deve ser feita, de preferência com ar de combustão à máxima vazão, não podendo ser feita a uma vazão inferior a 25% da vazão máxima de ar de combustão;
- b) tempo da pré-purga deve ser tal que assegure que a concentração de qualquer combustível, em qualquer parte da câmara de combustão e chaminé, esteja abaixo de 25% do limite inferior de inflamabilidade do gás combustível; isso é calculado assumindo que a câmara de combustão e chaminé estejam inicialmente 100% preenchidas com gases inflamáveis.

Geralmente a pré-purga deve proporcionar no mínimo cinco trocas do volume interno de ar contido na câmara de combustão e/ou trabalho, dutos e chaminés de saída dos produtos de combustão, bem como nos sistemas periféricos como, por exemplo, preaquecedor de ar de combustão e outros;

NOTAS

1 Para equipamentos com potência térmica inferior a 100 000 kcal/h, onde o parâmetro de cinco trocas do volume interno de ar possa prejudicar o processo ou o produto, um número menor de trocas de volume será aceito, desde que possa ser demonstrado pelo projetista esta necessidade, e neste caso o tempo mínimo de pré-purga necessário será de 30 s.

2 Esta alínea não se aplica a sistemas que são servidos por chaminé coletiva, onde, além deste requisito, devem ser analisadas as condições específicas de cada caso.

c) independente do número de queimadores instalados, o equipamento deve ser purgado, usando-se todos os queimadores, a menos que se possa demonstrar que uma purga mais eficaz é obtida usando-se um menor número de queimadores, com um maior fluxo de ar por queimador;

d) qualquer exaustor ou ventilador deve estar operando, e todos os registros corretamente posicionados para assegurar a eficácia da pré-purga;

e) no caso de haver desligamento de todos os queimadores, deve-se realizar uma pré-purga, conforme especificado nas alíneas a, b, c, d acima, exceto quando utilizado sistema de queimadores por pulso (em regime normal de trabalho).

4.1.2.3 No sistema com suprimento de ar natural deve ser observado o seguinte:

a) qualquer tentativa de ignição e/ou reignição deve ser precedida de um tempo fixo controlado automaticamente e intertravado ao sistema de controle e proteção de chama com tempo suficiente para ventilar qualquer mistura combustível residual, que possa estar presente no interior do equipamento;

b) todas as portas do equipamento devem ficar abertas até que todos os queimadores estejam prontos para serem ligados. Se a eficácia da purga for reduzida pelo fato de as portas terem sido abertas, elas devem ser mantidas em uma posição tal que assegure a eficácia da purga, até a sua conclusão, e, em seguida, se possível, abertas antes de se começar a ignição, até o acendimento dos queimadores.

4.1.2.4 Nos seguintes casos a pré-purga pode ser omitida (tanto durante a partida como após bloqueio):

a) em aplicação onde a presença de oxigênio livre pode ser perigosa (por exemplo atmosferas inflamáveis) ou a sua presença possa afetar o equipamento ou a qualidade do produto;

Nestes casos, precauções adicionais devem ser tomadas para evitar o vazamento de gás através das válvulas de bloqueio automático, através do uso de duas válvulas classe 1 ou A em série com um sistema de comprovação de estanqueidade.

b) quando é provado que a câmara de combustão está a temperatura superior a 750°C (como definido para equipamento de alta temperatura).

4.1.2.5 No caso da parada do queimador devido à ação do controle de processo, a pré-purga não é requerida para a repartida quando:

a) queimador for instalado com um piloto contínuo ou alternativo supervisionado;

b) em sistemas com queimadores por pulso desde que a válvula de bloqueio automática de cada queimador for certificado de que é adequada ao elevado número de ciclos, exigido na queima por pulsos;

c) quando o queimador for instalado com duas válvulas de bloqueio automático classe 1 ou A em série, fechando simultaneamente com um sistema de comprovação de estanqueidade;

NOTA Para queimadores por pulso o dispositivo de comprovação de estanqueidade não é requerido.

d) em sistemas com múltiplos queimadores, onde um ou mais queimadores permanecem acesos na mesma zona.

4.1.3 Ignição e estabelecimento da chama de partida

4.1.3.1 Generalidades

4.1.3.1.1 A ignição e o estabelecimento da chama de partida devem ocorrer logo após o período de pré-purga.

4.1.3.1.2 Para o acendimento do queimador de uma forma suave e confiável, deve-se prover uma adequada fonte de ignição e tomar cuidado especial com o seu posicionamento (ver 4.1.3.5).

4.1.3.1.3 A fonte de ignição deve ser acionada antes ou simultaneamente à alimentação de gás.

4.1.3.1.4 A ignição e/ou estabelecimento da chama de partida deve ser feito de forma segura e automática sem a utilização de qualquer tipo de tocha manual.

4.1.3.2 Tochas de acendimento a gás para equipamentos definidos como sendo de alta temperatura

4.1.3.2.1 As tochas de acendimento são utilizadas para a ignição da chama de partida ou da chama principal, quando não existir ignição automática.

4.1.3.2.2 Devem ser providos visores e portinholas para ignição, de tal forma que o queimador disponha de um fácil acesso para o seu acendimento, e as chamas de partida e principal possam ser observadas claramente, devendo ser garantida a segurança do operador.

4.1.3.2.3 Para acendimento de um queimador com tocha, três operações simultâneas são necessárias, sem deslocamento do operador. São elas: posicionamento da tocha acesa no queimador, abertura da válvula de bloqueio manual do queimador e visualização da chama.

NOTA Após o acendimento das chamas de partida e principal, a tocha deve ser removida e não pode ser utilizada para estabilizar qualquer uma delas.

4.1.3.2.4 No caso de tochas de acendimento a gás, uma válvula de bloqueio manual, facilmente acessível, deve ser instalada a montante do tubo flexível de alimentação. O tubo flexível deve ser o mais curto possível.

4.1.3.2.5 As tochas de acendimento a gás devem ser estáveis sob todas as condições de operação e não devem ser afetadas durante o acendimento, por flutuações de pressão, variações na pressão da câmara de combustão, etc.

4.1.3.2.6 A vazão de gás de uma tocha de acendimento deve ser restrita ao valor necessário a uma ignição confiável e não pode exceder os valores especificados para chamas de partida.

4.1.3.3 Ignição por centelhamento elétrico

4.1.3.3.1 Deve ser provido um aterramento adequado para o sistema.

4.1.3.3.2 Todos os cabos de altatensão devem ser os mais curtos possível, e todos os terminais e cabos de altatensão devem ser protegidos, para impedir a possibilidade de acidentes pessoais ou falhas do sistema.

4.1.3.3.3 Devem ser usados, de preferência, transformadores com um único pólo secundário. Transformadores que tenham mais de um pólo podem ser usados, mas os outros pólos que não forem usados devem ser protegidos para impedir a possibilidade de acidentes.

4.1.3.3.4 O transformador deve ser montado o mais próximo possível do queimador, mas em local onde não esteja sujeito a sobreaquecimento.

4.1.3.3.5 Todos os eletrodos de ignição devem ser montados e isolados adequadamente, de tal forma a assegurar que o centelhamento não ocorra fora da correta posição para acender a chama de partida.

4.1.3.3.6 O centelhamento para ignição não pode ser energizado antes que o período de pré-purga seja completado e deve ser desenergizado ao término do período de ignição da chama de partida (ver 4.1.3.4.3).

4.1.3.3.7 Para equipamento definido como sendo de alta temperatura, e que não possua sistema de controle e proteção de chama, deve ser possível confirmar visualmente a presença da centelha de ignição e das chamas de gás de partida e principal, enquanto abre-se a válvula de bloqueio manual do queimador.

4.1.3.3.8 Caso seja necessário passar o cabo de altatensão por conduíte, este deve ser exclusivo.

4.1.3.4 Chama de partida

4.1.3.4.1 A ignição de um queimador deve ser realizada:

- a) através de um piloto com chama estável e corretamente posicionado, e subsequente estabelecimento da chama principal, ou;
- b) através de ignição direta da chama principal, ajustada na correta vazão para a chama de partida, e subsequente estabelecimento da chama principal propriamente dita, para queimadores com suprimento de ar forçado e queimadores, com suprimento a ar natural com energia térmica liberada na câmara de combustão de até 100 000 kcal/h (120 kW);
- c) através de tochas de acendimento a gás para equipamentos definidos como sendo de alta temperatura (ver 4.1.3.2.).

4.1.3.4.2 A energia liberada durante o período de ignição da chama de partida deve ser limitada. Os seguintes critérios devem ser atendidos para a determinação da vazão de partida:

- a) para a chama de partida estabelecida de acordo com 4.1.3.4.1a), limitar a vazão de partida a no máximo 25% da vazão de gás necessária para se obter uma queima estequiométrica, com a vazão de ar que, comprovadamente, é fornecida ao queimador principal, durante o período de ignição da chama de partida;

NOTA Quando a aplicação do critério definido em 4.1.3.4.2a) levar a pilotos de potência térmica baixa, especialmente nos casos de queimadores com alta relação de potência máxima/potência mínima, considerações especiais devem ser

feitas, para garantir a potência adequada do piloto e assegurar o acendimento suave de todos os orifícios de passagem de gás do queimador principal.

b) para as chamas de partida estabelecidas de acordo com 4.1.3.4.1b), a liberação de energia durante o seu período de ignição não deve ultrapassar 100 000 kcal/h (120 kW).

4.1.3.4.3 O período de ignição da chama de partida não pode ser superior a 7 s. Admitese que este período se estenda até 15 s, exclusivamente para queimadores com suprimento de ar natural, potência térmica inferior a 300 000 kcal/h (350 kW).

4.1.3.4.4 No caso de não estabelecimento da chama de partida, deve ocorrer bloqueio de segurança e/ou desarme automático. Entretanto, em certos casos (por exemplo ciclos automáticos para acendimento) a repartida é aceitável, desde que a segurança do equipamento não seja comprometida. As condições e número de repartida não podem exceder a três para queimadores com potência superior a 300 000 kcal/h (350 kW) e devem estar especificadas no manual de instrução. Se não houver sinal de chama no final da repartida, o queimador deve ir para desarme.

4.1.3.4.5 Em sistemas com múltiplos queimadores a chama de partida de um queimador não deve interferir na partida de outros queimadores.

4.1.3.5 Pilotos (requisitos adicionais)

4.1.3.5.1 Em queimadores onde a chama de partida é estabelecida em um queimador piloto, a chamapiloto deve ser apagada ou interrompida durante a operação da chama principal; caso contrário, deve haver uma detecção separada e confiável da chama principal.

NOTA Em casos onde houver mais de um queimador de potência unitária, inferior a 300 000 kcal/h (350 kW), instalados em câmara de combustão única, permite-se a utilização de pilotos contínuos com proteção de chama sem sensoramento em separado da chama principal.

4.1.3.5.2 No caso de queimadores com suprimento de ar natural e potência térmica inferior a 300 000 kcal/h (350 kW), admitese queimador piloto contínuo sem necessidade de sensoramento independente da chama principal, desde que sejam atendidos os requisitos de 4.1.2.3.

4.1.3.5.3 Uma chamapiloto deve ser estável sob todas as condições de operação e não deve ser afetada pelo ar de combustão do queimador principal, flutuações de pressão durante o acendimento do queimador, variações de pressão na câmara de combustão, etc.

NOTA A estabilização por meio de centelhamento contínuo, entre outros, não é permitida.

4.1.3.5.4 Os pilotos devem ser construídos e montados de forma a serem acessíveis à realização de manutenções.

4.1.3.5.5 Para equipamentos definidos como sendo de alta temperatura, onde não forem instalados sistemas de controle de proteção de chama (ver 4.1.4.3), a chamapiloto deve ser verificada visualmente após sua ignição, para assegurar o estabelecimento de uma chama adequada, com condições de proporcionar uma ignição suave e confiável da chama principal.

4.1.3.5.6 A alimentação de gás do piloto deve ser tomada a montante do sistema de bloqueio de segurança do queimador principal, desde que observado o prescrito em 3.1.5.2.1.

4.1.3.5.7 O sistema de alimentação do piloto (ar, gás, centelhamento) deve prover meios de fixar seus ajustes de modo a possibilitar sempre as mesmas condições de acendimento.

4.1.3.5.8 A instalação de dispositivos de proteção contra alta pressão de gás pode ser necessária para queimadorespiloto (ver 3.1.6.1.3).

4.1.4 Detecção de chama

4.1.4.1 Um sistema de detecção e proteção de chama deve ser instalado para cada queimador individualmente.

4.1.4.2 Para equipamentos definidos como sendo de alta temperatura, um sistema de detecção e proteção de chama não é obrigatório, entretanto deve ser instalado para cada queimador individualmente, nos seguintes casos:

- a) em equipamentos onde, por requisitos do processo, uma parte da operação é realizada a temperaturas inferiores a 750°C (1 023 K) na câmara de combustão e ou de processo;
- b) em equipamentos que realizem mais de um tipo de processo e que esporadicamente trabalhem a temperaturas inferiores a 750°C (1 023 K);

- c) em equipamentos com múltiplos queimadores onde uma ou mais zonas de controle, operem contínua ou esporadicamente a temperaturas inferiores a 750°C (1 023 K), para pelo menos todos os queimadores destas zonas;
- d) onde houver necessidade técnica ou operacional.

4.1.4.3 Para equipamentos definidos como sendo de alta temperatura, onde um sistema de detecção e proteção de chama não estiver instalado:

- a) o equipamento deve estar sob a constante supervisão de um operador qualificado durante sua colocação em operação, pelo menos até que a temperatura de 750°C (1 023 K) seja atingida;
- b) deve-se interromper imediatamente o suprimento de gás para qualquer queimador que tenha sofrido perda de chama. Em equipamentos com múltiplos queimadores, somente o queimador que sofreu perda de chama necessita ser apagado. Contudo, se existir qualquer possibilidade que possa resultar em uma condição insegura, então todo o equipamento deve ser paralisado;
- c) cuidados específicos de projeto devem garantir que, em equipamentos com múltiplos queimadores, caso a perda de chama de um ou mais deles resultar em redução da temperatura abaixo de 750°C (1 023 K), no equipamento, ou em parte dele, sejam providos meios para que o operador seja alertado e procedimentos seguros sejam adotados;
- d) as instalações com múltiplos queimadores devem ser equipadas com um sistema de comprovação de estanqueidade das válvulas de bloqueio manual de cada queimador;
- e) em caso de queda da temperatura abaixo de 750°C, o sistema deve prover meios de automaticamente gerar um sinal de alarme que poderá ser usado para bloqueio do sistema, e ou providências do operador.

4.1.4.4 Quando o queimador possuir potência superior a 100 000 kcal/h (120 kW) e operar continuamente por um período superior a 24 h, deverá ser equipado com um sistema de detecção de chama com autoverificação contínua de falha (*self checking*), ou o queimador deverá ser desligado e efetuada a reparação do mesmo em um período inferior a 24 h.

4.1.4.5 O sistema de detecção de chama com autoverificação contínua de falha (*self checking*) deverá ser atuado automaticamente a cada período de pelo menos 1 h, com o queimador em funcionamento.

4.1.4.6 Um sistema de detecção de chama deve ser instalado, individualmente, para cada queimador principal ou conjunto de queimador piloto e principal, e deve monitorar somente a chama deste conjunto. Esse sistema deve ser instalado de modo a acarretar a interrupção do suprimento de gás para esse queimador. Uma falha de chama deverá provocar o desarme automático do queimador.

4.1.4.7 O sistema de detecção e proteção de chama deve detectar a chama de partida, proporcionada pelo piloto, só se esta estiver em uma posição que possibilite um acendimento suave e confiável da chama principal. A localização do sensor deve ser tal que, na ocorrência de redução, inclinação ou instabilidade da chama de partida, que possa vir a prejudicar a segurança de acendimento da chama principal, esta chama de partida não sensibilize o sensor, provocando o desarme automático do sistema.

4.1.4.8 O sistema automático de detecção de chama deverá verificar se existe presença de chama ou sinal falso que simule esta, antes da tentativa de ignição do queimador. Na ocorrência deste fato o sistema automático de detecção de chama deverá provocar o desarme automático do queimador.

4.1.4.9 Qualquer sistema de detecção e proteção de chama deve responder a perda de chama em até 4 s.

4.1.4.10 Qualquer dispositivo de detecção e proteção de chama que utilize micro processador ou microcontrolador, deverá possuir um programa (*software*), construído de tal modo que o acesso e alteração do mesmo, pelo usuário, seja impossível.

4.1.5 Estabelecimento da chama principal

4.1.5.1 Só após o estabelecimento e comprovação da chama de partida, pode-se permitir o acendimento da chama principal.

4.1.5.2 Após o estabelecimento e comprovação da chama de partida, deve haver um período de estabelecimento da chama principal para cada queimador. Este período deve ser limitado a no máximo 3 s, no caso de válvulas de abertura rápida. No caso de válvulas de abertura lenta, até um terço do tempo de abertura total, desde que não exceda 10 s. Ao final deste tempo deve ocorrer:

- a) para sistemas com piloto interrompido, a chama piloto deve ser extinta e deve-se supervisionar exclusivamente a chama principal;
- b) para sistemas com piloto contínuo, a presença da chama principal deve ser comprovada pelo seu próprio sistema de detecção de chama. É essencial que a chama principal seja estável sem a presença da chamapiloto.

4.1.5.3 Em caso de falha da chama principal, o sistema deve ir para desarme e 4.1.2 deve ser atendido.

4.1.5.4 Em equipamentos com múltiplos queimadores, caso haja a ocorrência de falha de chama, o respectivo queimador deve ir para desarme automático (ou desarme manual exclusivamente para equipamentos definidos como sendo de alta temperatura).

NOTA Considerações específicas devem ser feitas pelo projetista, de modo a avaliar a necessidade de levar todo o sistema para desarme no caso de ocorrência de falha de chama em mais de um queimador.

4.1.5.5 Onde um queimador principal é aceso por um piloto, a potência térmica da chama principal, durante o seu período de estabelecimento, não pode exceder 35% da potência térmica máxima do queimador.

4.1.5.6 As restrições impostas à potência térmica da chama principal em 4.1.5.5 não se aplicam a:

a) sistemas onde a chama de partida é obtida através da ignição do próprio queimador principal, em conformidade com 4.1.3.4.1b);

NOTA Podese permitir a ignição do queimador principal na máxima potência térmica, contanto que a energia liberada durante o período de ignição satisfaça aos requisitos de 4.1.3.4.1b) e 4.1.3.4.2b).

b) em caso de múltiplos queimadores instalados em câmara de combustão única e a potência unitária for menor ou igual a 300 000 kcal/h (350 kW), o acendimento da chama principal de cada queimador pode ser feito à potência máxima;

c) no caso de queimadores com suprimento de ar natural e potência térmica inferior a 300 000 kcal/h (350 kW), admite-se o acendimento do queimador principal na sua máxima potência, através de piloto único, desde que no acendimento a chama permaneça integralmente dentro da câmara de combustão, mesmo quando o equipamento estiver na temperatura ambiente.

4.1.5.7 O projeto do queimador deve assegurar um acendimento suave de todos os orifícios de passagem de gás.

4.1.5.8 Em sistemas com múltiplos queimadores, as chamas principais devem, de preferência, ser acesas separadamente e em ordem compatível com o projeto do equipamento.

4.1.5.9 Não é permitido o acendimento de uma chama principal através do acendimento cruzado com outra principal. Contudo, reconhece-se que alguns queimadores com múltiplos portachamas são projetados para serem acesos por uma única fonte de ignição e, portanto, devem ser tratados como um queimador simples.

4.1.5.10 A potência liberada pela chama principal, durante o seu período de estabelecimento, deve ser comprovada separadamente através da monitoração das condições de suprimento de ar e de gás por exemplo: usando-se sensores de pressão e/ou de prova de posição, e neste caso sem a possibilidade de intervenção manual.

4.1.5.11 Para sistemas equipados com ligações mecânicas (alavancas, hastes) conectando diretamente as válvulas de controle de gás e de ar, é aceitável comprovar a correta posição das válvulas durante o período de estabelecimento da chama principal. Por exemplo, em sistemas que utilizam pré-purga com válvula de ar na posição de fogo alto, pode-se comprovar a total abertura da válvula de controle de ar para purga através de um interruptor de prova de posição sem possibilidade de intervenção manual e, após o término da pré-purga, outro interruptor pode comprovar se a válvula de controle de gás está aberta corretamente para controlar a potência a ser liberada pela chama principal durante seu período de estabelecimento.

4.1.5.12 O estabelecimento da chama principal deve ser feito de modo a garantir o acendimento suave, evitando a ocorrência de ignição retardada.

4.1.6 Sistema de bloqueio de segurança

4.1.6.1 Generalidades

4.1.6.1.1 Esta seção define os requisitos das válvulas de bloqueio automático para todos os sistemas de combustão cobertos por esta Norma. É necessário que todos os queimadores, estejam sob o controle de duas ou mais válvulas de bloqueio automático. O tipo da válvula de bloqueio automático requerida nesta seção é definido pelos requisitos de sua força de fechamento. As válvulas de bloqueio automático não têm, necessariamente, que abrir automaticamente.

Para equipamentos de alta temperatura com múltiplos queimadores, o dispositivo de bloqueio automático individual do queimador pode ser considerado como uma das válvulas de bloqueio de segurança.

4.1.6.1.2 O corpo das válvulas de bloqueio automático e das de descarga automática não podem ter eixos, alavancas, volantes, etc. expostos, de forma a permitir acionamento manual da válvula, independente da sequência normal de operação.

4.1.6.1.3 Cada válvula de bloqueio automático deve ter um dispositivo específico de falha segura para proporcionar o seu fechamento, de tal forma que feche quando desenergizada ou quando sujeita a uma falha do seu fluido de atuação. Devem possuir fechamento por mola com força suficiente para garantir sua estanqueidade sob as condições de operação.

4.1.6.1.4 Os sistemas de bloqueio de segurança devem ser instalados em uma posição segura e o mais próximo possível do queimador.

4.1.6.1.5 A condição de estanqueidade das válvulas que compõem o sistema de bloqueio de segurança deve ser verificada periodicamente.

4.1.6.1.6 As válvulas utilizadas em sistemas de bloqueio de segurança devem ser válvulas que tenham sido desenvolvidas para esta aplicação específica. Este requisito deve ser satisfeito através de documentação técnica, para provar que a válvula em questão foi desenvolvida para a aplicação de bloqueio automático de gás combustível em sistema de combustão. Além disso, o fabricante deve fornecer um certificado atestando que suas válvulas suportam um ensaio de comprovação de vida útil de no mínimo 250 000 operações, sem apresentar qualquer irregularidade em seu desempenho.

4.1.6.2 Válvulas de bloqueio automático do queimador principal (normalmente fechada)

4.1.6.2.1 O suprimento de gás para cada queimador principal ou grupo de queimadores deve estar sob controle de um sistema de bloqueio de segurança.

NOTA Entendese como grupo de queimadores, o conjunto de dois ou mais queimadores instalados na mesma câmara de combustão e próximos uns dos outros.

4.1.6.2.2 O sistema de bloqueio de segurança, instalado para um queimador ou grupo de queimadores, deve obedecer aos requisitos relacionados na tabela 1, que considera a potência térmica liberada por um queimador ou grupo de queimadores.

4.1.6.2.3 O sistema de bloqueio de segurança deve ficar desenergizado quando o equipamento estiver desligado.

4.1.6.2.4 O sistema de bloqueio automático deve interromper o suprimento de gás ao queimador ou grupo de queimadores sempre que, por exemplo, uma das seguintes situações de risco ocorrer:

- pressão de gás abaixo ou acima da faixa de operação segura do queimador;

- insuficiência de ar de combustão;

- falta de energia elétrica;

- falta de chama;

- por atuação dos intertravamentos de segurança do equipamento (exemplos: alta pressão de vapor, baixo nível de água, excesso de temperatura);

- deficiência do sistema de tiragem do processo.

4.1.6.2.5 Quando o sistema de bloqueio automático for desenergizado por uma situação de risco, nova partida só poderá ocorrer por intervenção manual.

4.1.6.2.6 Para sistemas com múltiplos queimadores de diferentes potências atendendo à mesma câmara de trabalho, todos os queimadores devem ter o sistema de bloqueio de segurança com a mesma configuração. A seleção desta configuração deverá ser feita conforme a tabela 1, considerando-se o queimador de maior potência.

4.1.6.2.7 Onde duas válvulas de bloqueio automático são utilizadas, uma delas pode ser usada para controle de demanda.

NOTA Cuidados adicionais devem ser tomados quando da utilização de válvulas de bloqueio automático, como válvulas de controle de demanda, em queimadores com suprimento de ar forçado ou induzido (ver 4.1.8.4).

4.1.6.2.8 A velocidade máxima de escoamento do gás, através de válvulas de bloqueio automático, não deve exceder 30 m/s.

4.1.6.3 Válvulas de bloqueio automático da chama de partida (normalmente fechada)

4.1.6.3.1 Independente da potência térmica da chama de partida, e mesmo que esta seja inferior a 100 000 kcal/h (120 kW), o sistema de bloqueio de segurança deverá atender os requisitos da tabela 1.

4.1.6.4 Requisitos das válvulas de bloqueio automático

As válvulas de bloqueio automático devem atender aos seguintes requisitos:

- a) tempo máximo de fechamento deve ser de 1 s;
- b) devem ser selecionadas de modo a abrirem contra todas as pressões diferenciais possíveis de trabalho, até o limite da pressão para o qual forem classificadas;
- c) manter fechamento estanque sob uma condição de pressão diferencial de no mínimo uma vez e meia a pressão de trabalho para a qual foi classificada;
- d) manter um fechamento estanque sob todas as pressões diferenciais em contra fluxo, conforme definido a seguir:
 - válvulas com diâmetro nominal de até 50 mm (2") inclusive 150 mbar (1,5 kPa);
 - válvulas com diâmetro nominal superior a 50 mm (2") 100 mbar (1 kPa).

Tabela 1 - Requisitos dos sistemas de bloqueio de segurança para equipamentos definidos como sendo de baixa e alta temperatura

	Um único queimador (baixa e alta temperatura)		Múltiplos queimadores (baixa temperatura)		Múltiplos queimadores (alta temperatura)
Energia liberada na câmara de combustão kcal/h (kW)		Cavalete principal	Queimador individual de maior capacidade (ver 4.1.6.2.6)		Cavalete principal
			Até 1 000 000 (1 200)	Acima de 1 000 000 (1 200) até 4 300 000 (5 000)	Acima de 4 300 000 (5 000)
Até 1 000 000 (1 200)	Duas válvulas classe 1 ou A em série Ver nota 2	Uma válvula classe 1 ou A	Duas válvulas classe 1 ou A em série	-	Duas válvulas classe 1 ou A em série com uma válvula de descarga automática e sistema de comprovação de estanqueidade por desvio (by-pass) para garantir que as válvulas de bloqueio manual de cada queimador estejam fechadas e estanques
Acima de 1 000 000 (1 200) até 4 300 000 (5 000)	Duas válvulas classe 1 ou A em série, com um sistema de comprovação de estanqueidade, ou uma válvula de descarga automática, conforme 4.1.7.3, tabela 2	Uma válvula classe 1 ou A	Duas válvulas classe 1 ou A em série	-	Duas válvulas classe 1 ou A em série com uma válvula de descarga automática e sistema de comprovação de estanqueidade por desvio (by-pass) para garantir que as válvulas de bloqueio manual de cada queimador estejam fechadas e estanques
Acima de 4 300 000 (5 000)	Duas válvulas classe 1 ou A em série, com um sistema de comprovação de estanqueidade e uma válvula de descarga automática, conforme a tabela 2	Uma válvula classe 1 ou A	Duas válvulas classe 1 ou A em série comprovação de estanqueidade, ou uma válvula de descarga automática, conforme a tabela 2	Duas válvulas classe 1 ou A em série, com um sistema de comprovação de estanqueidade e uma válvula de descarga automática, conforme a tabela 2	Duas válvulas classe 1 ou A em série com uma válvula de descarga automática e sistema de comprovação de estanqueidade por desvio (by-pass) para garantir que as válvulas de bloqueio manual de cada queimador estejam fechadas e estanques

NOTAS

Entende-se como cavalete principal, o conjunto de componentes composto por válvulas esfera, filtro, regulador de pressão, sistema de bloqueio e alívio mecânico para sobrepressão, válvula de bloqueio automático, pressostatos, etc. que atendem a um equipamento.
É aceitável o emprego de sistema de proteção de chama com dispositivos termoeletrônicos, quando:
- a energia térmica total liberada na câmara de combustão seja de até 50 000 kcal/h (60 kW);
- o termoelemento supervisiona exclusivamente a chama-piloto
- o tempo de resposta para falha de chama piloto não deverá exceder 30 s.

4.1.7 Válvulas de descarga automática (normalmente aberta)

4.1.7.1 Válvulas de descarga automática podem ser utilizadas em sistemas de comprovação de estanqueidade, para um queimador com potência térmica superior a 1 000 000 kcal/h (1 200 kW).

4.1.7.2 Cada válvula de descarga automática deve:

- a) fechar com força suficiente que garanta um fechamento estanque sob as condições de operação;
- b) manter um fechamento estanque sob todas as pressões diferenciais, até uma vez e meia o valor da pressão de trabalho para a qual a válvula foi classificada. Esta pressão não pode ser inferior a 50 mbar;
- c) manter um fechamento estanque sob todos os valores possíveis de pressão diferencial em contrafluxo. Este valor deve ser de no mínimo 50 mbar;
- d) quando desenergizada, abrir contra todas as pressões diferenciais, devido ao fluxo de gás, até uma vez e meia o valor da pressão de trabalho para a qual a válvula foi classificada;
- e) ser do tipo de falha segura, isto é, abrir quando desenergizada ou quando sob falha mecânica;
- f) ter um tempo máximo de abertura de 1 s;
- g) possuir interruptor de fim de curso, que confirme automática e independentemente a posição aberta ou fechada. Esta confirmação deverá estar integrada a sequência operacional de partida.

4.1.7.3 O dimensionamento de uma válvula de descarga automática, para atender aos requisitos dos sistemas de comprovação de estanqueidade, é feito em função do diâmetro nominal das válvulas de bloqueio automático que lhes estão associadas. O valor do diâmetro nominal de uma válvula de descarga automática deve ser selecionada na tabela 2.

4.1.7.4 Para impedir a descarga contínua de gás para a atmosfera, devido a falha da válvula de descarga automática, devem ser providos meios de indicação visual (exemplo: borbulhador).

Tabela 2 Diâmetro nominal da válvula de descarga automática

Diâmetro nominal das válvulas de bloqueio automático	Diâmetro nominal da válvula de descarga automática
Até 20 mm (3/4")	Adotar o mesmo diâmetro das válvulas de bloqueio automático
Acima de 20 mm (3/4") Até 40 mm (1 1/2")	20 mm (3/4")
50 mm (2")	25 mm (1")
65 mm (2 1/2")	32 mm (1 1/4")
80 mm (3")	40 mm (1 1/2")

NOTA Quando for utilizado sistema de comprovação de estanqueidade com válvula de descarga automática, o diâmetro nominal desta válvula não deve ser inferior a 25% do diâmetro nominal das válvulas de bloqueio automático ou 12,5 mm (1/2"), adotandose o maior valor.

4.1.8 Controles de demanda e de relação ar/combustível

4.1.8.1 O sistema de controle da relação ar/combustível deve ser projetado de modo que a queima incompleta não possa ocorrer durante a operação. Exceção seja feita a equipamentos projetados para trabalhar nesta condição. Recomendase que após o comissionamento, e periodicamente seja realizado o controle do monóxido de carbono.

4.1.8.2 Controles de relação ar/combustível e de demanda não podem desviar significativamente de qualquer posição de ajuste, de modo a originar condições de riscos (por exemplo: durante a partida, trocas de carga, acendimento de outros queimadores, parada de queimadores, falha de chama, etc.). Pode ser necessário

instalar-se um controle de demanda adicional em sistemas com múltiplos queimadores, com o objetivo de impedir uma queima rica em combustível na sequência de partida.

4.1.8.3 Onde for usado suprimento de ar de combustão pré-aquecido, o controle de relação ar/combustível deve impedir a queima rica em combustível ou instabilidade do queimador sob condição pobre em combustível, durante mudanças na temperatura do ar de combustão.

4.1.8.4 Onde válvulas de controle de ar e combustível não estão interligadas mecanicamente e suas operações não são simultâneas, o combustível e o ar devem ser aumentados ou diminuídos, de modo a manter a estabilidade da chama e uma combustão satisfatória, durante mudanças de demanda. Recomendase que, nessas mudanças, a diminuição da potência seja liderada pelo gás e o aumento da potência seja liderado pelo ar.

4.1.8.5 Em queimadores com controle alto/baixo ou modulante, o sistema de controle da relação ar/combustível deve ser projetado e construído para minimizar o risco de queima fora de relação. Ambos os sistemas devem tender para uma condição segura na eventualidade de falha mecânica, isto é, não permitirem a condição de queima rica em gás; caso contrário, a operação do sistema deve ser verificada durante a sequência de partida (por exemplo: por meio de interruptores de pressão ou de posição).

NOTA Para sistemas contendo interligação mecânica entre as válvulas de ar e gás, é aceitável provar que a ligação ou o mecanismo de acionamento estejam posicionados corretamente, durante a sequência de partida, e que as válvulas estejam corretamente ajustadas para a partida (por exemplo: em sistemas usando purga em posição de fogo alto, isso pode ser feito por meio de um interruptor de posição, que comprova a adequada abertura da válvula de controle de ar para purga, e outro interruptor de posição, para provar que a válvula de controle de gás fechou até a posição ajustada, para o acendimento da chama principal).

4.1.8.6 Durante o projeto de um sistema de controle de relação ar/combustível é importante considerar o efeito de reduções súbitas do suprimento de ar de combustão para os queimadores, quando forem abertos os registros de ar de outros queimadores para colocá-los em operação. Este problema ocorre, por exemplo, com queimadores múltiplos alimentados por um ventilador e caixa de ar comum a todos eles.

NOTA A vazão de ar de combustão não pode, em tempo algum, cair abaixo de 25% do máximo requerido, para todo o equipamento.

4.1.8.7 O efeito da gravidade, vibração ou outros agentes atuantes sobre válvulas de controle de relação ou de demanda não podem movê-las da posição de ajuste, de modo a acarretar uma condição de risco.

4.1.8.8 Devem ser previstos meios para regulagem e fixação das condições de ajuste das vazões de ar e gás.

4.2 Ensaio e comissionamento

4.2.1 O projeto e a instalação devem prover meios para verificar a correta operação do sistema de bloqueio de segurança e regulador de pressão. Para o sistema de bloqueio de segurança, devem-se prover meios para verificar sua estanqueidade, conforme 4.4.2, apesar de qualquer sistema de comprovação de estanqueidade existente. Este requisito pode ser satisfeito pela previsão de válvula de bloqueio manual e pontos de ensaios de pressão, posicionados de forma a permitir a medição das pressões na entrada e saída das válvulas de bloqueio automático e reguladores de pressão.

4.2.2 O projeto deve prever meios que possibilitem a interrupção do suprimento principal de gás a cada queimador de modo a permitir ajustes independentes da chama de partida.

4.2.3 Meios manuais de fechamento devem ser providos para isolar o suprimento de gás para o piloto, independente da chama principal, para verificar a segurança do sistema.

4.2.4 O responsável pelo comissionamento deve proceder conforme o método descrito em 4.4.4 antes de liberar o equipamento para operação.

4.3 Paralisação

4.3.1 O procedimento a ser adotado na paralisação de um equipamento depende, fundamentalmente, das condições de operação do sistema de combustão e das características do processo. Em nenhuma circunstância, o procedimento adotado pode possibilitar a ocorrência de uma situação de risco.

4.3.2 Durante a paralisação de qualquer sistema, os ventiladores de ar de combustão e exaustão (se existente) não podem ser desligados antes de os sistemas de bloqueio de segurança do piloto e do queimador principal serem desenergizados. Uma pós-purga é opcional.

4.3.3 O projeto, instalação e manutenção de um equipamento de combustão deve ser tal que seu desempenho não seja prejudicado por períodos prolongados de operação com combustível alternativo ou de paralisação.

4.3.4 Em paralisações prolongadas, a válvula principal de bloqueio manual deve ser fechada.

4.4 Verificação manual de vazamento em sistemas de bloqueio de segurança fora de operação

4.4.1 Devem ser verificadas as condições de operação e de estanqueidade de sistemas de bloqueio que tenham permanecido energizados por períodos prolongados. As verificações de vazamentos em sistemas de bloqueio de segurança devem fazer parte de um programa de manutenção preventiva. O procedimento de ensaio deve ser apropriado para a verificação da estanqueidade. Os métodos de ensaio devem ser idealizados de modo a identificar qual das válvulas do sistema está vazando, sem precisar removê-la da tubulação.

4.4.2 Qualquer que seja o método de verificação adotado, a partida do sistema de combustão deve ser impedida durante a sua realização, e qualquer situação de risco deve ser evitada.

4.4.3 Quando, na realização de ensaios, houver necessidade de se energizar a válvula de descarga automática, a abertura das válvulas de bloqueio automático deve ser impedida.

NOTA É vedada a utilização de válvula de bloqueio manual nas linhas de descarga.

4.4.4 Método de ensaio: O projetista responsável pela instalação, deve prover condições para que os métodos a seguir possam ser executados pelo usuário do equipamento. O método de ensaio pode ser dividido convenientemente em quatro partes:

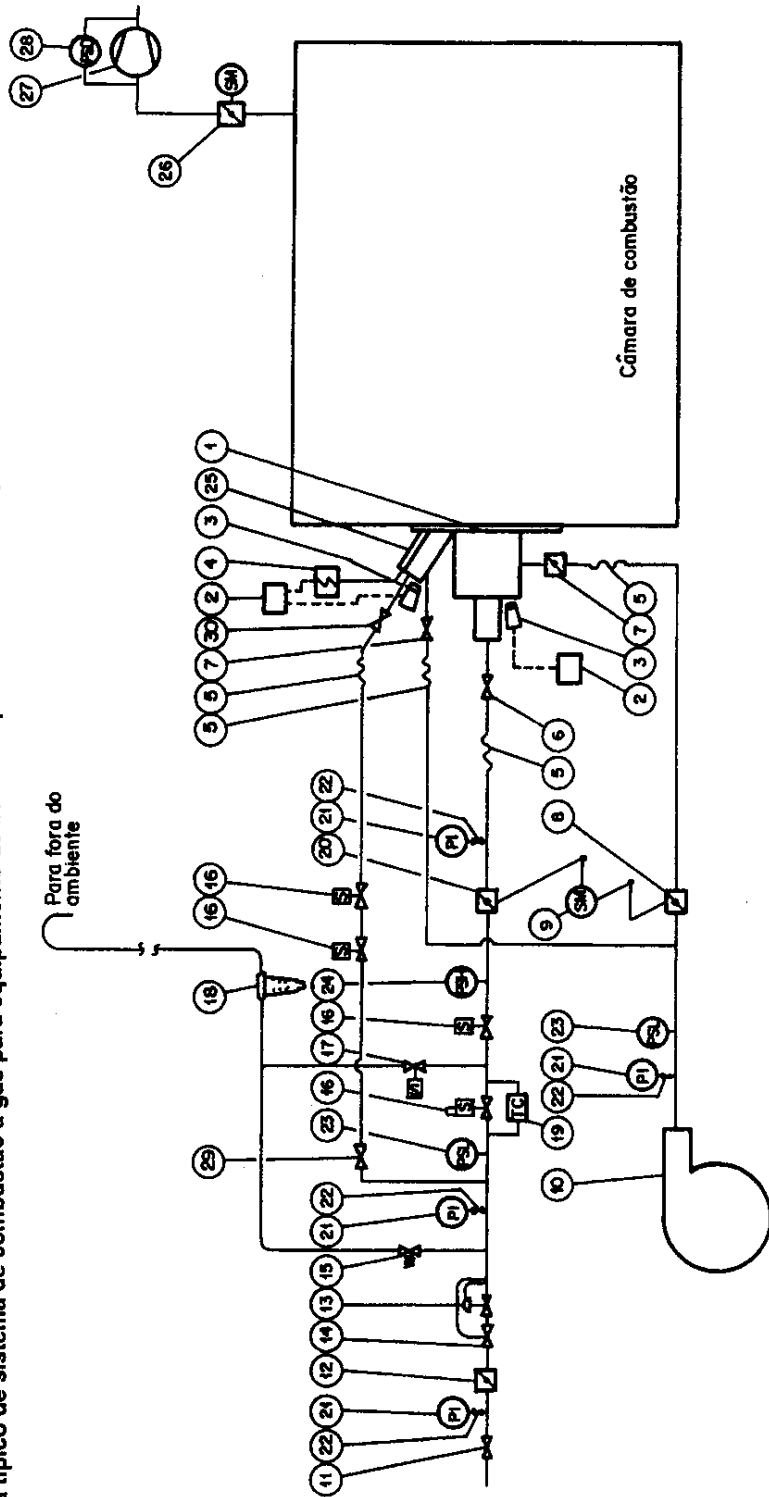
- a) verificação de vazamentos para o ambiente, usando por exemplo uma solução de água e sabão ou detectores específicos. Qualquer vazamento que for determinado nesta verificação deve ser eliminado antes de continuar o procedimento de ensaio;
- b) verificação que determina se a pressão atmosférica é mantida entre as válvulas de bloqueio automático, quando elas e a válvula de descarga, se existente, estiverem fechadas;
- c) verificação que determina se a pressão de trabalho pode ser mantida entre as válvulas de bloqueio automático;
- d) verificação que determina se o sistema de comprovação, se existente, está funcionando.

O ensaio b) verifica se a válvula a montante do sistema não está vazando, contanto que a válvula a jusante e a válvula de descarga estejam estanques. O ensaio c) verifica se a válvula a jusante e a válvula de descarga não estão vazando, contanto que a válvula a montante esteja estanque. Ambos os ensaios devem ser realizados, a fim de verificar completamente o sistema. Caso qualquer um dos ensaios revele um vazamento, o sistema não pode ser recolocado em operação sem que antes a falha assinalada seja corrigida.

Anexo A (informativo)

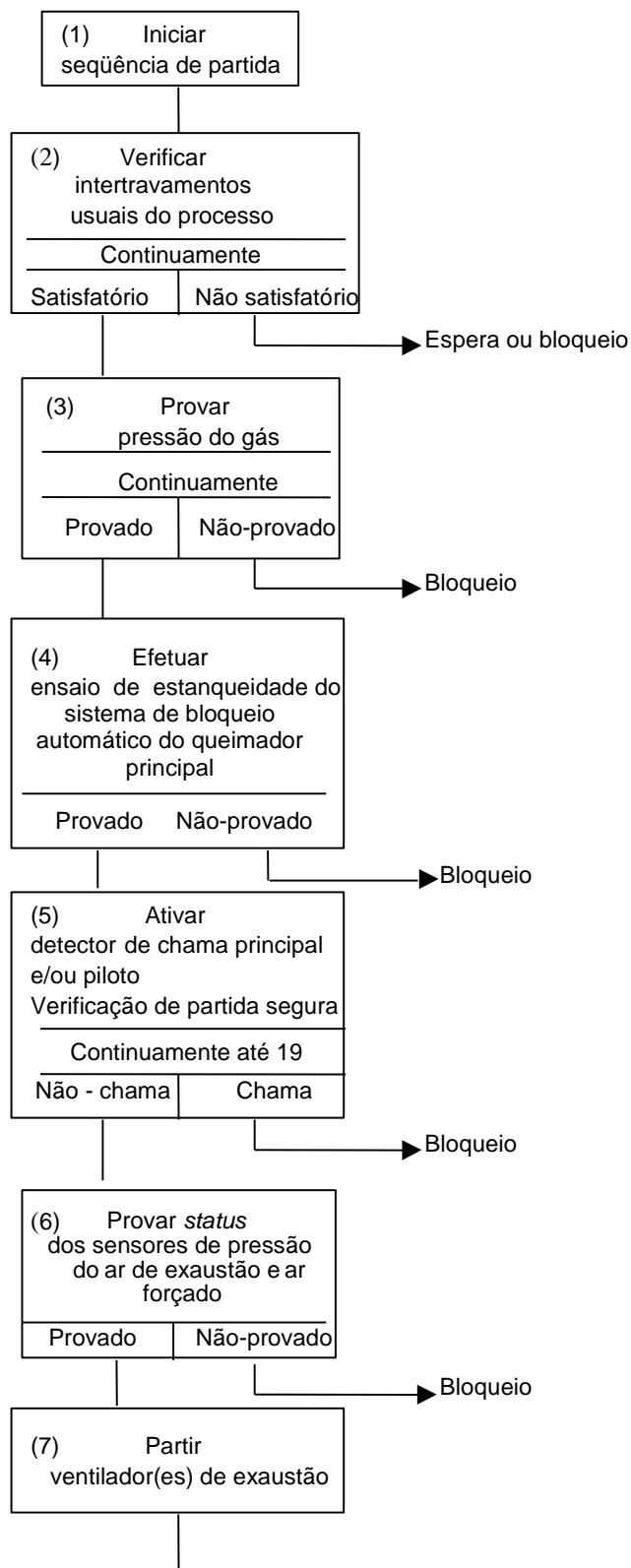
Equipamento de baixa temperatura com único queimador

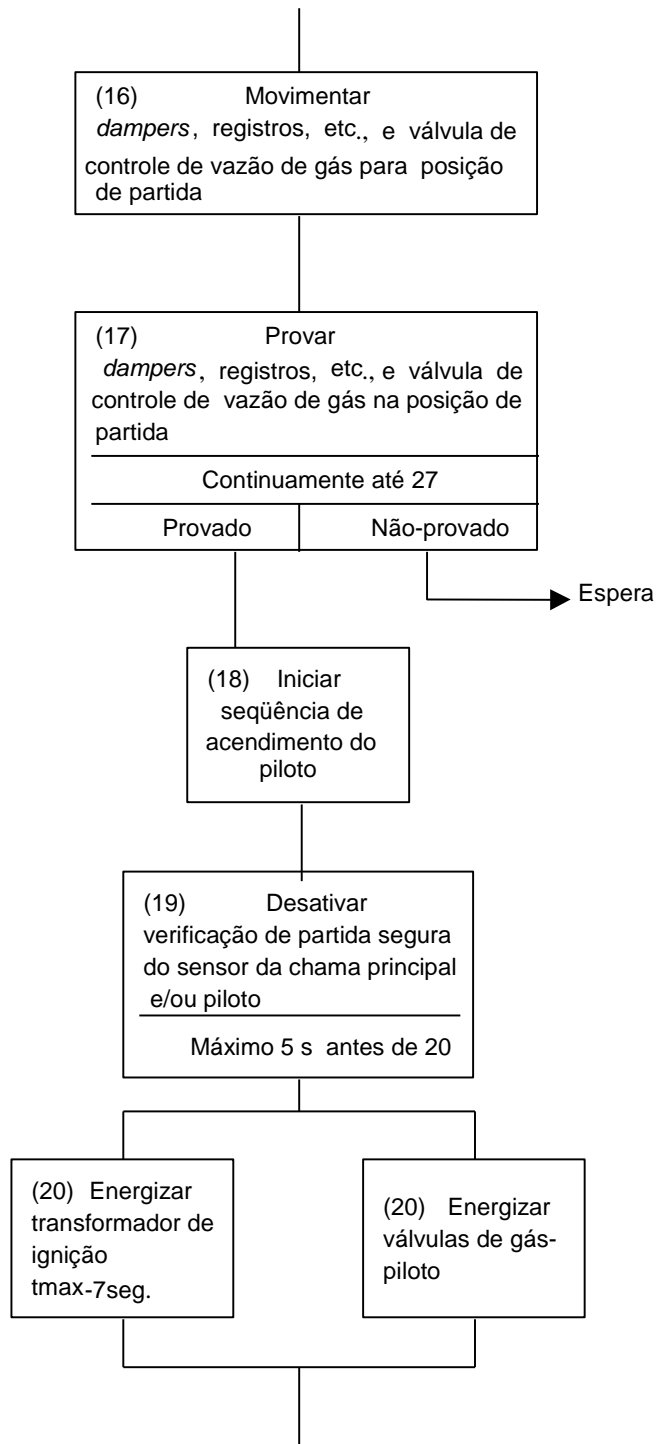
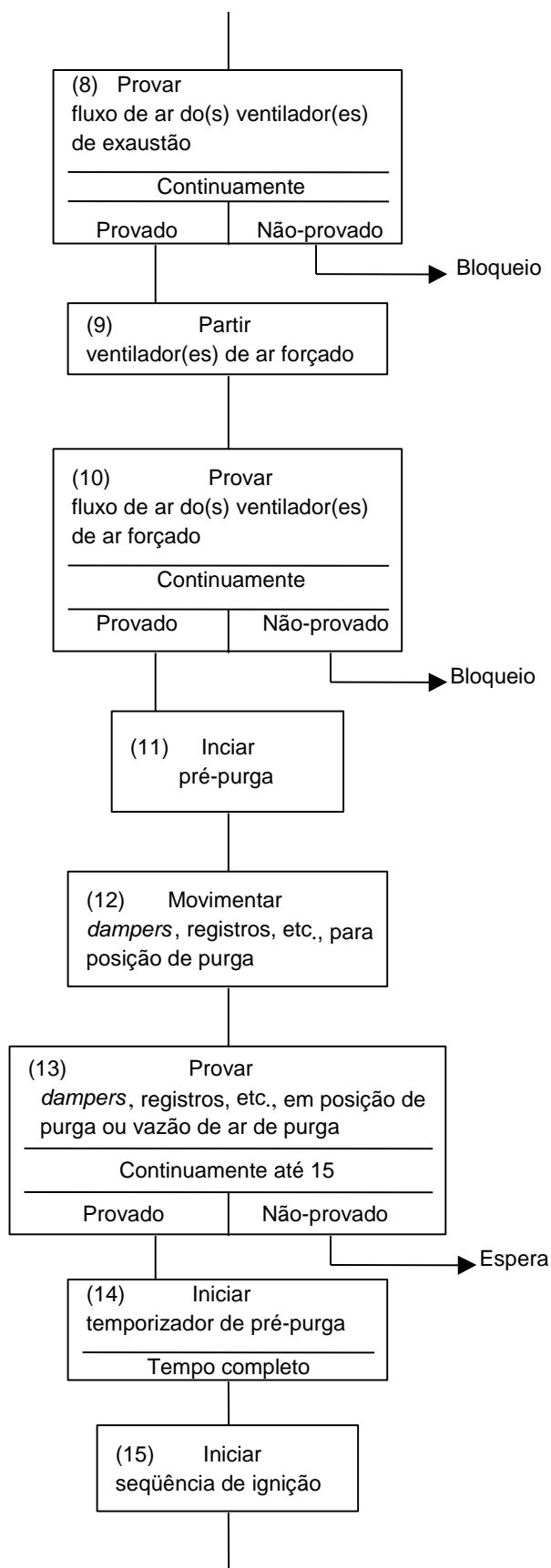
A.1 Fluxograma típico de sistema de combustão a gás para equipamento de baixa temperatura com único queimador

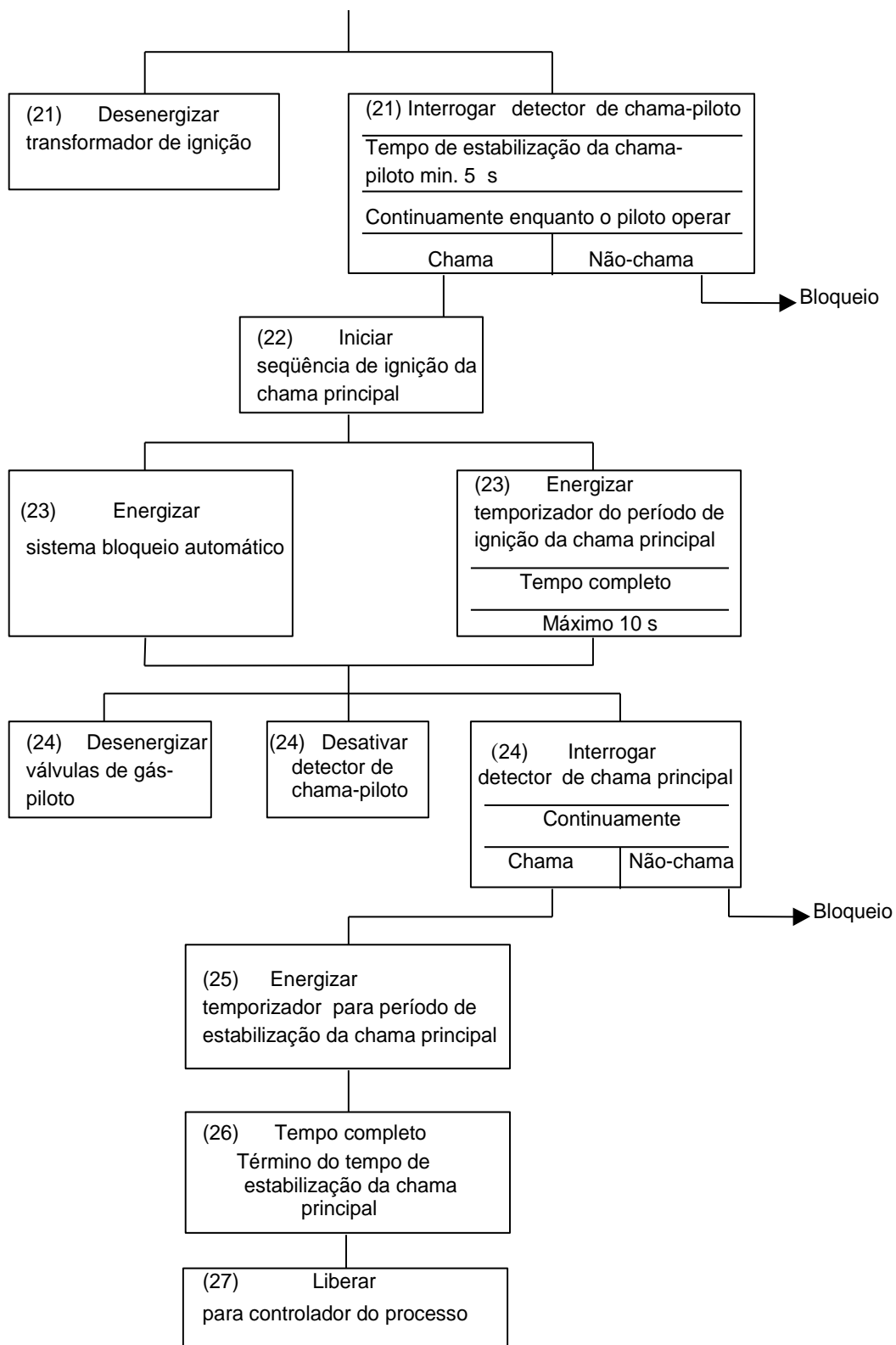


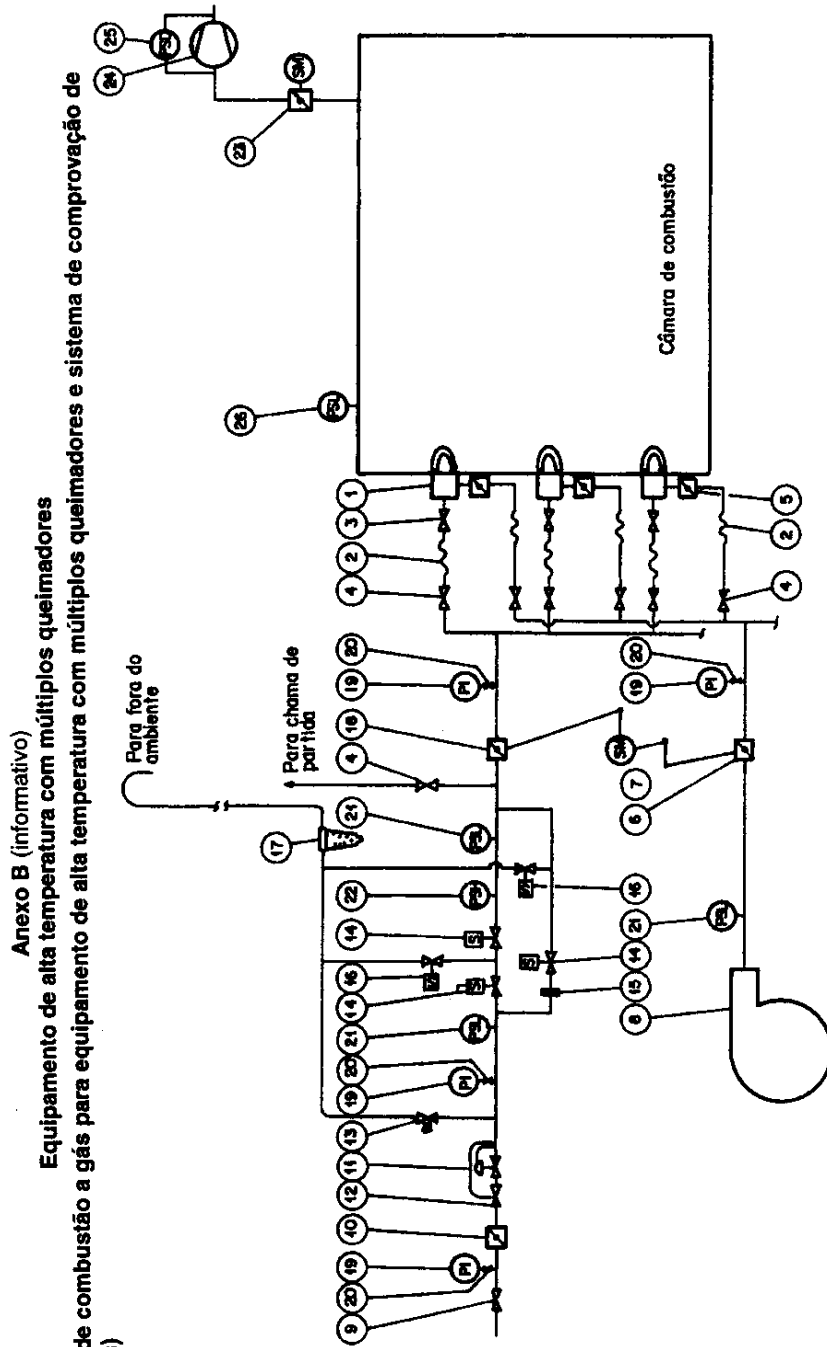
01	Queimador principal	11	Válvula principal de bloqueio manual	21	Manômetro
02	Controle de proteção de chama	12	Filtro	22	Registro para manômetro
03	Sensor de chama	13	Regulador de pressão	23	Pressostato de baixa pressão
04	Transformador de ignição	14	Válvula de bloqueio automático por sobrepressão	24	Pressostato de alta pressão
05	Tubo flexível	15	Válvula de alívio	25	Queimador-piloto
06	Válvula de bloqueio manual do queimador	16	Válvula de bloqueio automático	26	Dampêr de controle da tiragem
07	Válvula de ajuste manual da vazão de ar	17	Válvula de descarga automática	27	Ventilador de exaustão
08	Válvula de controle da vazão de ar	18	Borbulhador	28	Pressostato diferencial
09	Servomotor	19	Sistema de comprovação de estanqueidade	29	Válvula de bloqueio manual do piloto
10	Ventilador de ar de combustão	20	Válvula de controle da vazão de gás	30	Válvula de ajuste manual de vazão de gás do pilo

A.2 Diagrama de blocos típico da seqüência de partida de sistema de combustão a gás para equipamento de baixa temperatura com um único queimador.



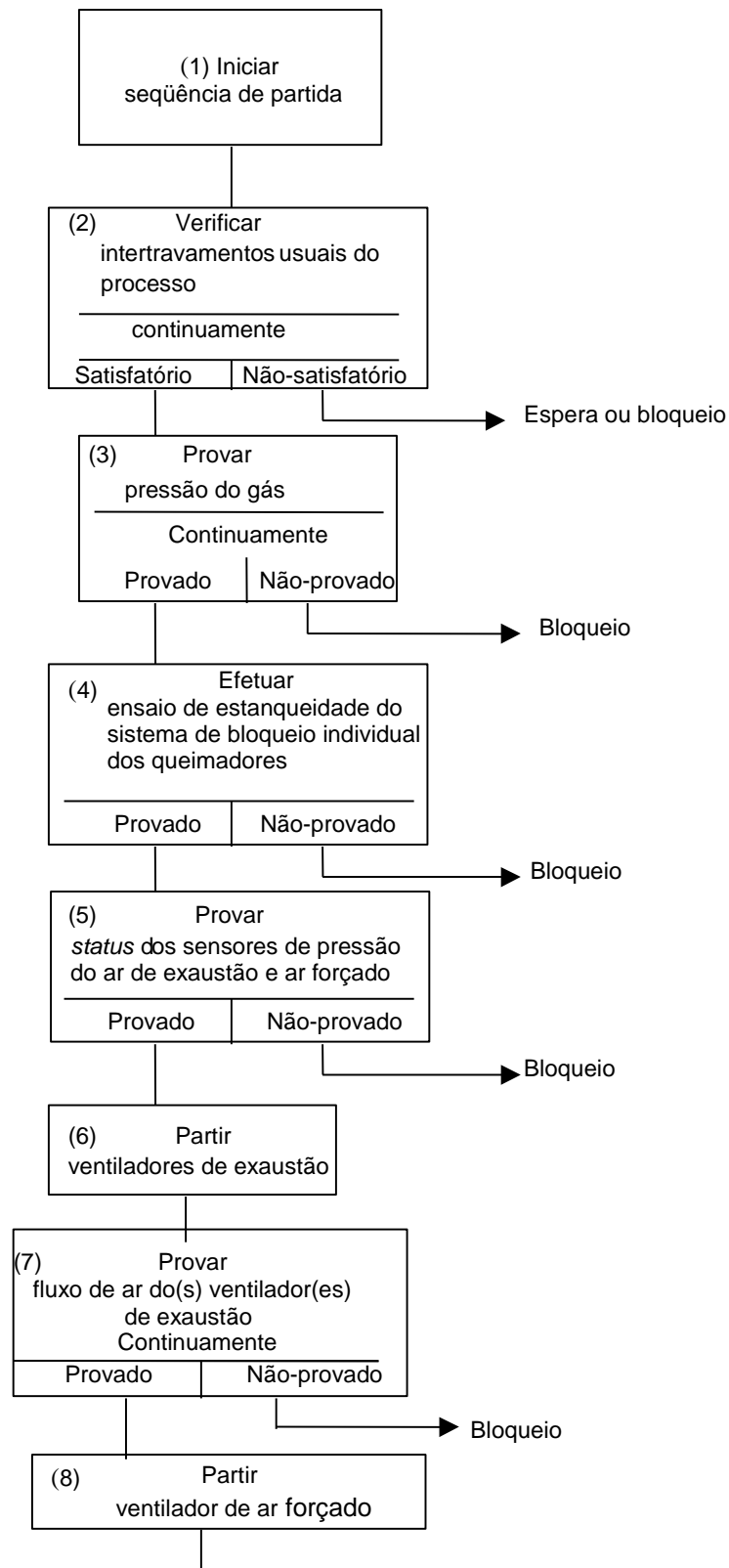


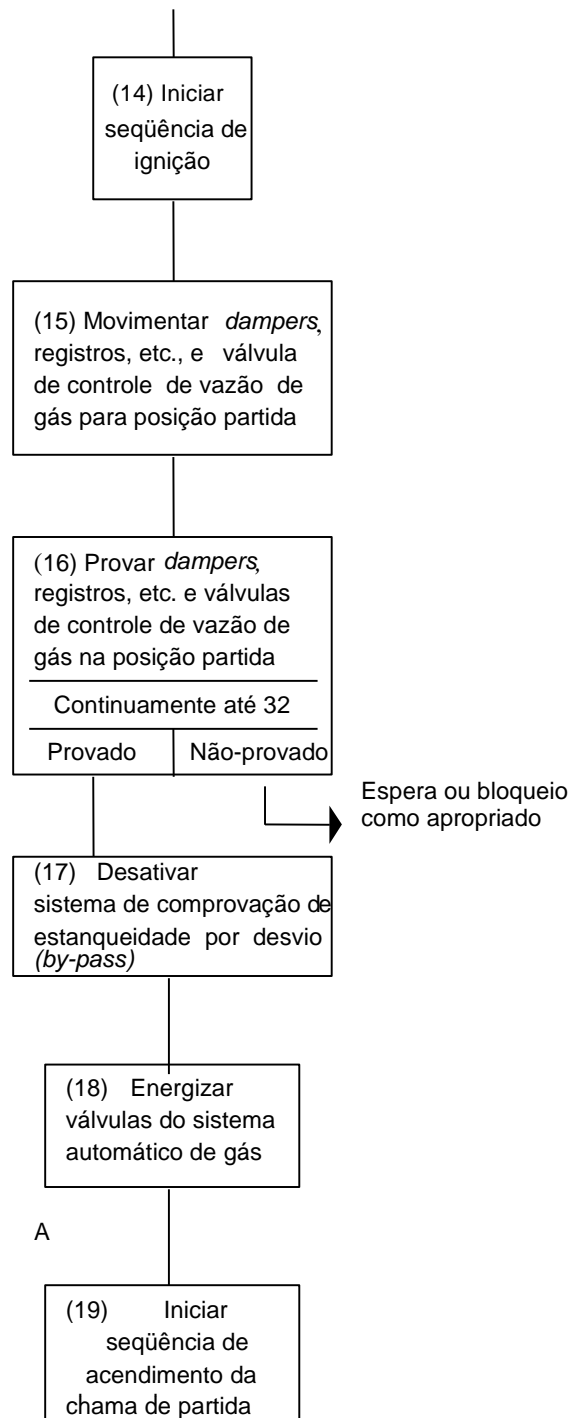
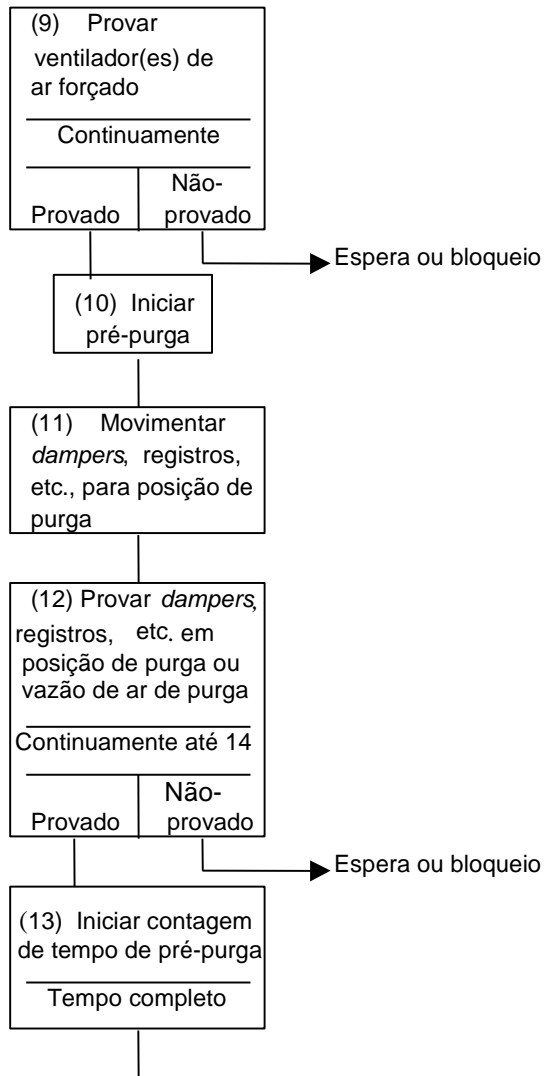


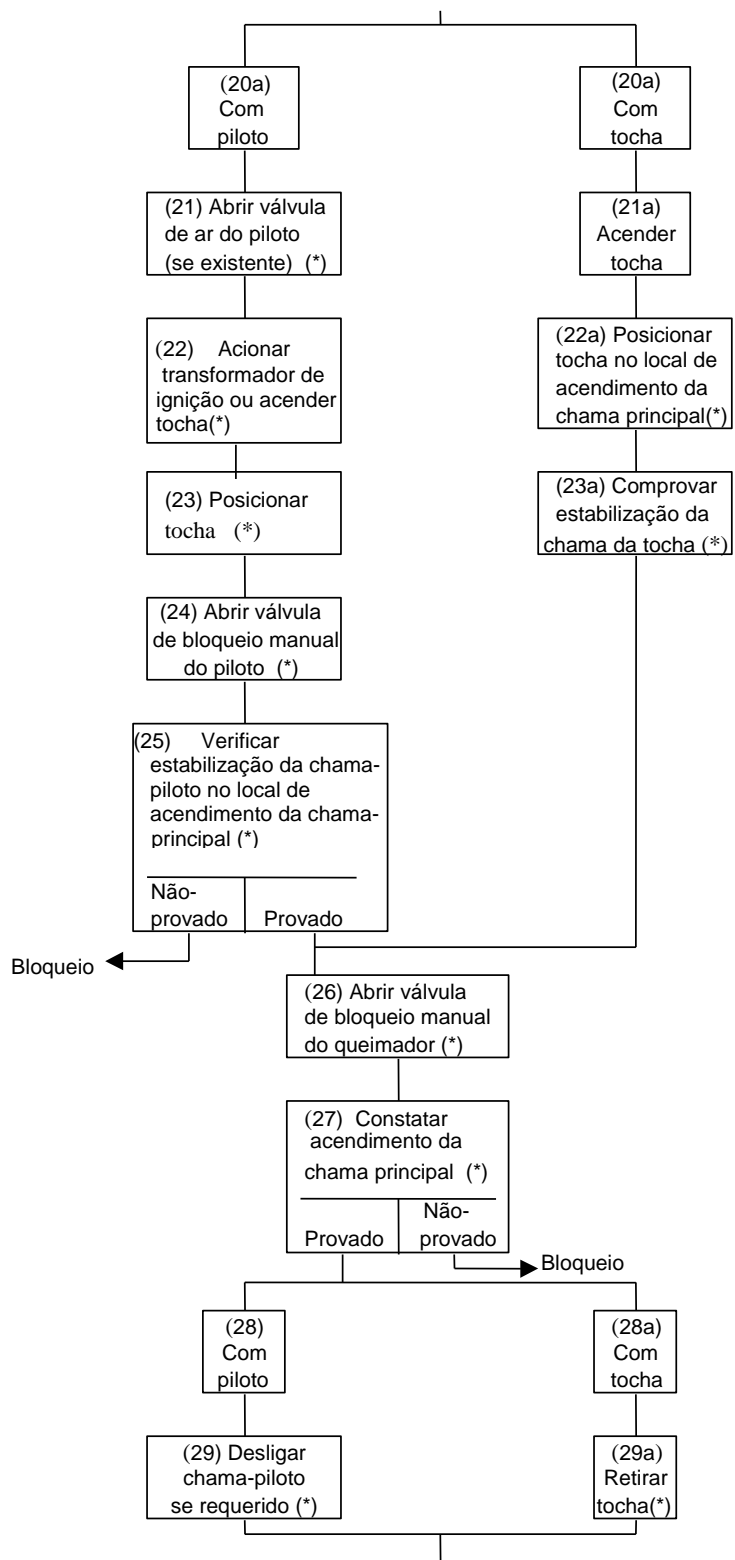


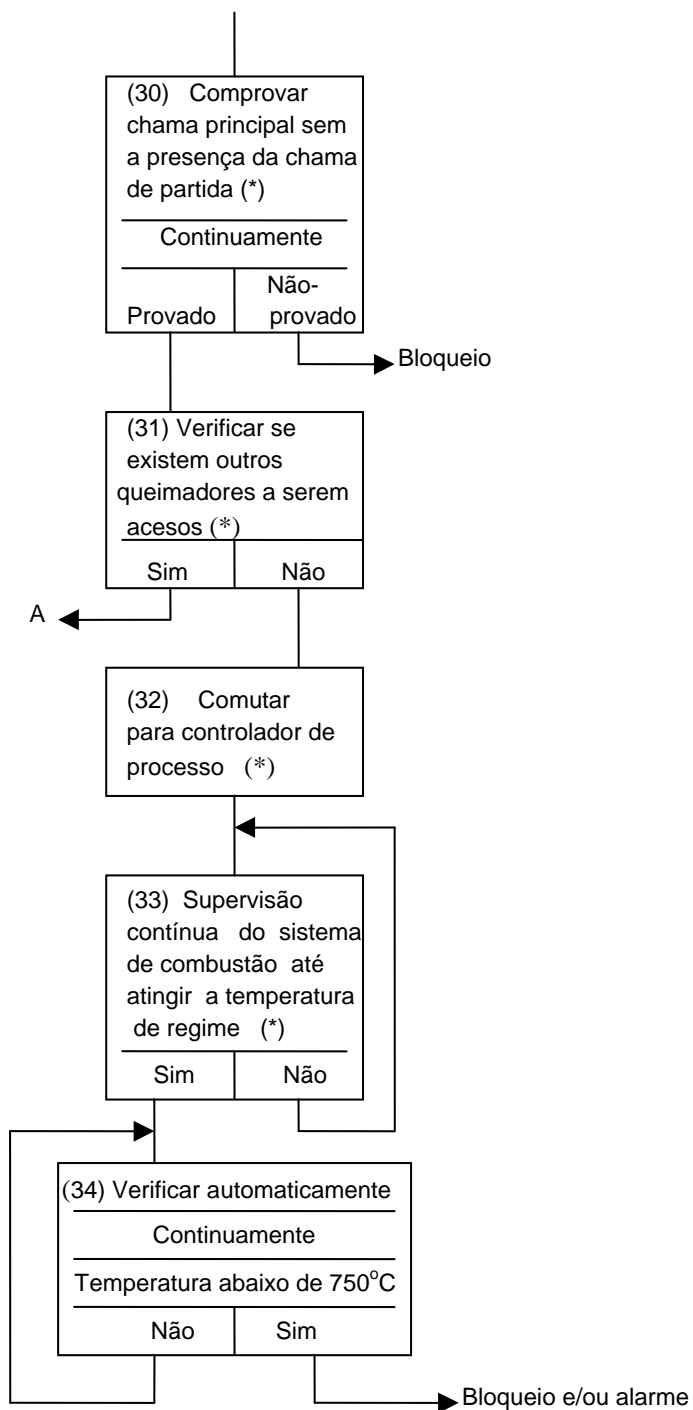
01	Queimador principal	11	Regulador de pressão	21	Pressostato de baixa pressão
02	Tubo flexível	12	Válvula de bloqueio automático por sobrepressão	22	Pressostato de alta pressão
03	Válvula de ajuste manual da vazão de gás	13	Válvula de alívio	23	Damper de controle da tiragem
04	Válvula de bloqueio manual	14	Válvula de bloqueio automático	24	Ventilador de exaustão
05	Válvula de ajuste manual da vazão de ar	15	Orifício de restrição	25	Pressostato diferencial
06	Válvula de controle da vazão de ar	16	Válvula de descarga automática	26	Alarme automático de baixa temperatura
07	Servomotor	17	Borbulhador		
08	Ventilador de ar de combustão	18	Válvula de controle da vazão de gás		
09	Válvula principal de bloqueio manual	19	Manômetro		
10	Filtro	20	Registro para manômetro		

B.2 Diagrama de blocos típico da sequência de partida de sistema de combustão a gás para equipamento de alta temperatura com múltiplos queimadores.

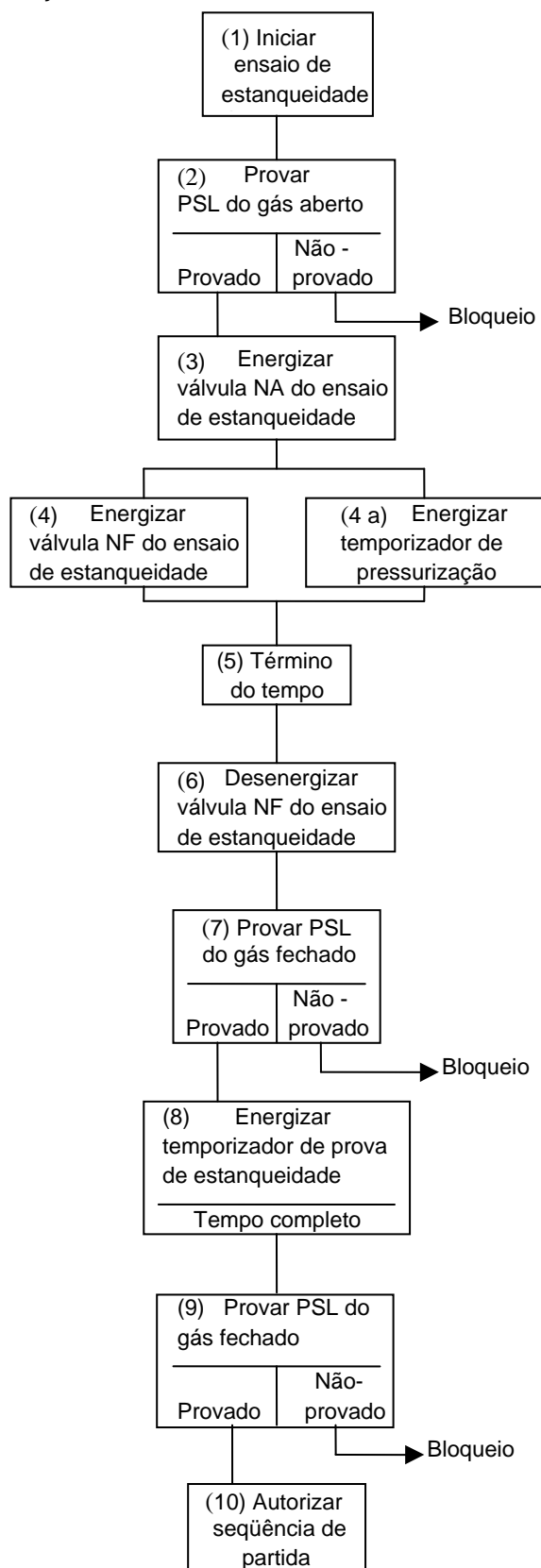








B.3 Diagrama de blocos para sistema de comprovação de estanqueidade por desvio (*bypass*) com orifício de restrição



B.4 Métodos para determinação da área do orifício de restrição, de sistemas de comprovação de estanqueidade por desvio (*bypass*)

Generalidades:

Antes do acendimento manual dos queimadores de um equipamento, é essencial comprovar que a válvula manual de cada queimador se encontre fechada. Isto pode ser conseguido permitindo-se que um fluxo controlado de gás passe através de um orifício de restrição, instalado de modo que desvie (*bypass*) das válvulas de bloqueio automático do equipamento, ou de cada zona do equipamento.

Caso as válvulas de bloqueio manual de cada queimador estiverem fechadas, a tubulação será pressurizada em um determinado período de tempo, então o pressostato fechará o seu contato completando o circuito e permitindo que as válvulas de bloqueio automático sejam abertas. Se entretanto alguma das válvulas de bloqueio manual dos queimadores estiver aberta, a tubulação não será pressurizada no intervalo de tempo preestabelecido.

A quantidade de gás que fluirá dentro do intervalo de tempo preestabelecido deve ser tal que mesmo que a válvula de bloqueio manual de quaisquer queimadores esteja aberta, uma condição de risco não ocorra.

NOTAS

1 Este sistema geralmente não é aplicado para pressões acima de 350 mbar (35 kPa).

2 Quando o equipamento possuir um *Damper* na tiragem, deverá ser provada a posição deste na condição aberta, antes do início do teste de estanqueidade.

3 Antes do início da realização do teste, deverá ser provado eletricamente que o contato do pressostato está na posição aberta.

4 É recomendável a instalação de um manômetro a jusante do sistema de teste de estanqueidade.

A seguir estão discriminados dois métodos para determinação da área do orifício de restrição.

B.4.1 Método de cálculo

B.4.1.1 Cálculo da área do orifício de restrição

- calcular o volume da tubulação a ser pressurizada (V_p) em metros cúbicos;
- determinar o tempo de pressurização (normalmente 45 s a 180 s) t em segundos.
- calcular a quantidade de gás necessária para elevar a pressão da tubulação a ser pressurizada, da pressão atmosférica até a pressão de trabalho;

$$V = \frac{V_p P_{La}}{(P_{La} + 1\ 000)}$$

onde:

V é a quantidade de gás necessária, em metros cúbicos;

P_{La} é a pressão de gás a montante do orifício de restrição, em milibar (man.);

1 000 é a pressão atmosférica em milibar (abs.);

- calcular a vazão de gás necessária para pressurizar a tubulação em um intervalo de tempo determinado t em segundos;

$$Q_1 = \frac{3\ 600\ V}{t} \quad (\text{em metros cúbicos por hora}).$$

- cálculo da área do orifício:

$$Q_1 = 0,0458. Cd. A . \frac{\sqrt{P_{La}}}{2s}$$

onde:

Cd é a coeficiente de descarga do orifício de restrição (ver descrição a seguir);

A é a área do orifício de restrição, em milímetros quadrados;

P_{La} é a pressão do gás a montante do orifício de restrição, em milibar (man);

s é a densidade do gás em relação ao ar.

É recomendado que o orifício de restrição seja corretamente projetado e construído. Um injetor corretamente projetado e construído terá um C_d de até 0,85, enquanto que um orifício de restrição improvisado pode ter um C_d de até 0,6.

A consequência da utilização de um orifício de restrição improvisado será o aumento do tempo de pressurização.

Para simplificar o cálculo esta fórmula considera que a pressão a jusante do orifício de restrição é a média aritmetica entre a pressão da tubulação e a atmosférica.

Para empregar esta premissa é necessário que o pressostato seja ajustado a uma pressão igual a 80% da pressão da tubulação que está sendo testada.

B.4.1.2 Descrição de como garantir a vazão de gás segura, para realização do teste de estanqueidade, caso as válvulas manuais estejam abertas

Para assegurar que a máxima vazão através do orifício de restrição não irá causar nenhum risco, é necessário estimar que esta vazão estaria sendo lançada diretamente na câmara de combustão. Isto irá ocorrer quando a pressão a jusante das válvulas de bloqueio automático se equalizar com a pressão atmosférica. Neste caso a vazão através do orifício de restrição será de:

$$Q_2 = 0,0458.C_d.A \frac{\sqrt{P_{La}}}{s}$$

O valor Q_2 deverá ser comparado com a vazão de ar necessária, para a purga em função do número de queimadores, da zona que está sendo testada. A vazão Q_2 não deverá fornecer uma vazão, que gere uma concentração na câmara de combustão maior do que 10% limite inferior de explosividade (LIE). Isto é válido para queimadores com ar forçado ou induzido, ou seja, Q_2 não deve exceder Q_3 , onde:

$$Q_3 = \frac{\text{Vazão de ar friopor zona}}{200} \quad (\text{em metros cúbicos por hora})$$

NOTA O valor informado de 200 é válido para gás natural. Para gás liquefeito de petróleo (GLP) este valor é 500. Para outros gases este valor deverá ser calculado em função do limite inferior de explosividade (LIE).

Caso Q_2 seja maior que Q_3 , então a área do orifício deverá ser reduzida e um novo valor de tempo de pressurização (t) será adotado.

A nova área do orifício de restrição será:

$$A_n = \frac{A Q_3}{Q_2} \quad (\text{em milímetros quadrados})$$

O novo tempo de pressurização (t) será:

$$t_n = \frac{t Q_2}{Q_3} \quad (\text{em segundos})$$

Caso o queimador seja projetado para suprimento de ar natural, e portanto com a vazão de ar de purga indeterminada, é assumido que esta vazão será constante e suficiente para a completa combustão da vazão de gás deste queimador, portanto Q_3 poderá ser determinado conforme abaixo:

$$Q_3 = \frac{\text{vazão de gás natural do queimador}}{20} \quad (\text{em metros cúbicos por hora})$$

Esta fórmula pressupõe que as condições de tiragem natural da câmara de combustão existam.

B.4.2 Método gráfico

Introdução:

O gráfico a seguir relaciona as seguintes variáveis:

pressão do gás a montante do orifício de restrição;

pressão de ajuste do pressostato de baixa pressão;

tempo permitido para pressurização;

área do orifício de restrição em função do volume de tubulação a jusante deste.

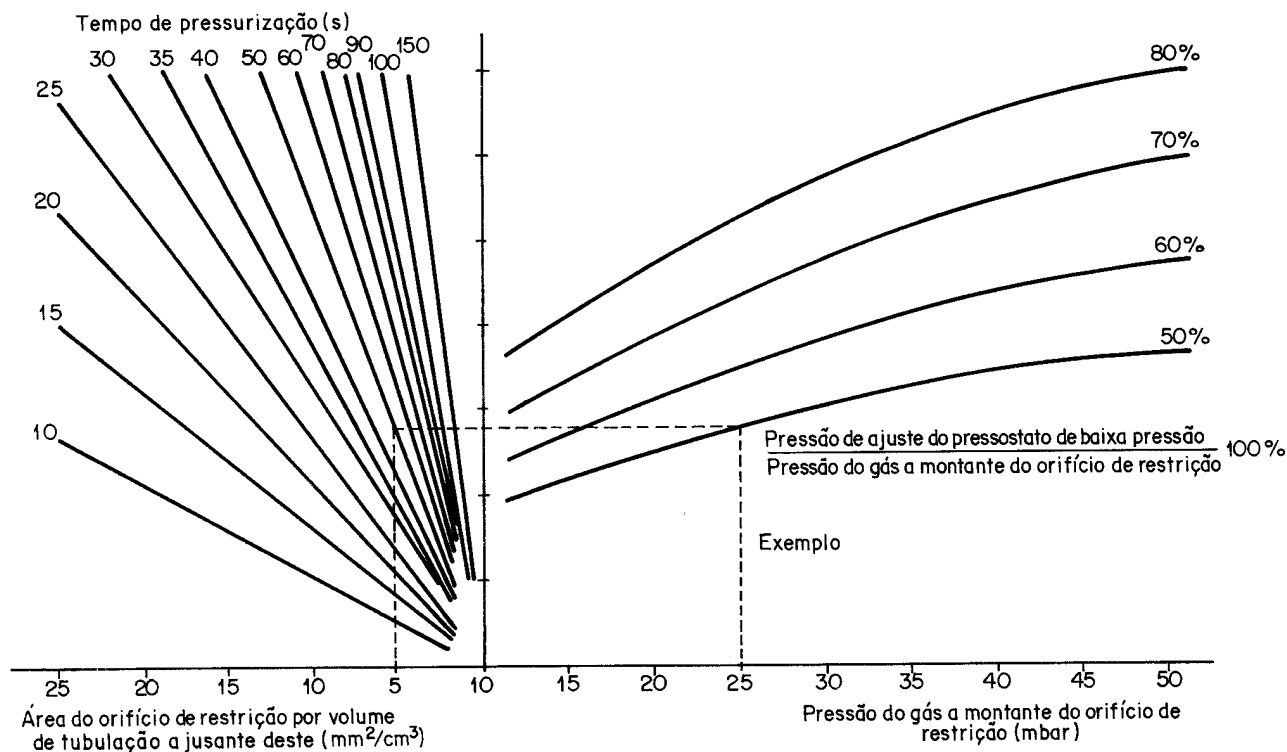
O gráfico está desenhado para:

intervalo de tempo de 10 s a 150 s;

atuação do pressostato de baixa pressão de 50% a 80% da pressão de trabalho;

para pressões de trabalho de até 50 mbar (5 kPa);

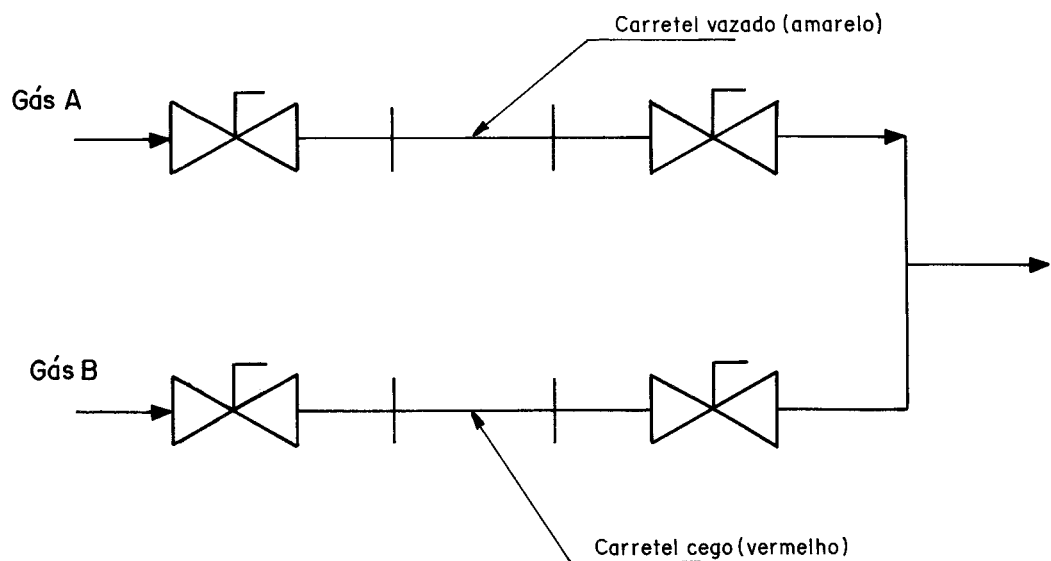
para gás natural.



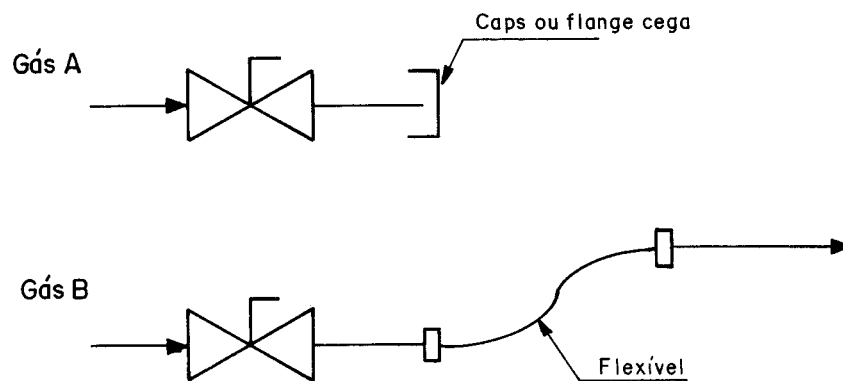
Anexo C (informativo)

Equipamentos de baixa temperatura com queimador único e equipamentos de alta temperatura com múltiplos queimadores Fluxograma típico para utilização de combustível gasoso alternativo em uma mesma tubulação (3.1.C)

Sugestão I



Sugestão II



NOTA Quando empregado o tubo flexível (Sugestão II), este deverá ser constituído por uma estrutura interna continua com ou sem costura, podendo ser revestido com camada de diversos materiais, porém o material em contato com o gás deve necessariamente ser metálico. As conexões poderão ser roscadas até o limite 2" ou flangeadas.